



T.C.

PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ İFADELERE İLİŞKİN
SAYI DUYULARI VE BAŞARILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Gülcan BAYRAM

Denizli-2013

T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ BİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ İFADELERE İLİŞKİN
SAYI DUYULARI VE BAŞARILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ**

Gülcan BAYRAM

Danışman

Doç. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU

Bu çalışma BAP tarafından 2012FBE055 nolu Yüksek Lisans tez projesi olarak desteklenmiştir.

Denizli-2013

YÜKSEK LİSANS TEZİ ONAY FORMU

Bu çalışma, İlköğretim Anabilim Dalı, Matematik Eğitimi Bilim Dalı'nda jürimiz tarafından Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

İmza

Başkan: Yard. Doç. Dr. Tolga KABACA

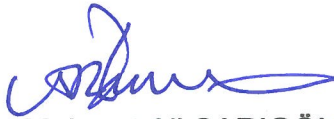
Üye : Doç. Dr. Asuman DUATEPE PAKSU

Üye : Dr. Mesture KAYHAN ALTAY





Pamukkale Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun 21/07/2017 tarih ve 15/07 sayılı kararı ile onaylanmıştır.



Prof. Dr. Mehmet Ali SARIGÖLA

Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Bu tezi oluşturma s¼recimin baŐlangıcından bu zamana kadar bilgisi ve tecr¼besiyle bana yol g¼steren, destek olan, yardımlarını esirgemeyen, hayata bakıŐıyla kendisini örnek aldığım ve birlikte çalıŐmaktan onur duyduğum kıymetli tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Asuman DUATEPE-PAKSU' ya sonsuz saygı ve teŐekk¼rlerimi sunarım.

Y¼ksek lisans s¼reci boyunca kendilerinden alanımla ilgili birçok Şey öğrendiğim değerli hocalarım Sayın Yard. Doç. Dr. Sibel KAZAK ve Sayın Yard. Doç. Dr. Tolga KABACA'ya teŐekk¼rlerimi sunarım.

Y¼ksek lisans programı s¼recimde verdikleri bursla bana destek olan TÜBİTAK'a teŐekk¼r¼ bir borç bilirim.

Bug¼nlere gelmemde en b¼y¼k pay sahibi, her zaman yanımda olan, beni cesaretlendiren ve desteklerini benden esirgemeyen çok kıymetli babam Akif BAYRAM, annem Mukatder BAYRAM ve kardeŐim H¼seyin BAYRAM'a sonsuz saygı, sevgi ve teŐekk¼rlerimi sunarım.

Haziran, 2013

G¼lcan BAYRAM

Bu tezin tasarımı, hazırlanması, yürütülmesi, araştırmanın yapılması ve bulgularının çözümünde bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle uyulduğunu; bu çalışmanın doğrudan birincil ürünü olmayan bulguların, verilerin ve materyallerin bilimsel etiğe uygun olarak kaynak gösterildiğini ve alıntı yapılan çalışmalara atfedildiğini beyan ederim.

İmza:



Öğrenci Adı Soyadı: Gülcan BAYRAM

ÖZET

8. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN ÜSLÜ İFADELERE İLİŞKİN SAYI DUYULARI VE BAŞARILARI ARASINDAKİ İLİŞKİ

Bayram, Gülcan
Yüksek Lisans Tezi
İlköğretim ABD, Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Asuman Duatepe Paksu

Haziran 2013, 138 Sayfa

Bu çalışmada, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilişkin sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmanın çalışma grubunu, bir devlet okulunun 8. sınıf öğrencilerinden 48 kişi oluşturmaktadır. Araştırmanın veri toplama araçlarını, araştırmacı tarafından geliştirilen “Üslü ifadelerle yönelik başarı testi” ve İyemen (2012) tarafından geliştirilen “Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği” oluşturmaktadır. Araştırma, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilişkin sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkinin belirlenmesi için ilişkisel tarama modelindedir ve bu ilişkiyi saptamak için pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır.

Araştırmanın sonucunda, ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifade sorularında sayı duyularını kullanma başarılarının düşük olduğu, üslü ifadelerle ilişkin başarılarının ise orta seviyede olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Ayrıca, öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili aynı sorulardan aldıkları başarı puanlarının, sayı duyusu puanlarına göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun dışında, sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilişkin başarıları ve sayı duyuları yüksek derecede ilişkili bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Sayı duyusu, üslü ifadeler, sayı duyusu ve başarı arasındaki ilişki, 8. sınıf öğrencileri

ABSTRACT

THE RELATIONSHIP BETWEEN 8TH GRADE STUDENTS' NUMBER SENSE AND ACHIEVEMENT RELATED TO EXPONENTIALS

Bayram, Gülcan

M. Sc. Thesis in Department of Elementary Mathematics Education

Supervisor: Assoc. Dr. Asuman Duatepe Paksu

June 2013, 138 Pages

The aim of the study is to determine the relationship between eighth grade students' number sense and achievements related to exponentials. The study group consists of 48 eighth grade students in a public school. The data collection tools are "The achievement test related to exponentials" developed by the researcher and "The number sense scale related to exponentials" developed by Iymen (2012). The study is survey model to determine the relationship between eighth grade students' number sense and achievements related to exponentials and the Pearson correlation coefficient is calculated to determine this relationship.

As a result of the study, eighth grade students' achievement related to using their number sense is low in exponentials questions, their achievement related to exponentials is mid level. In addition, student' achievement scores related to exponentials is higher than their number sense scores from the same question. The results also revealed that the scores of the students on exponentials are significantly correlated with their number sense related to exponentials.

Keywords: Number sense, exponentials, the relationship between number sense and achievement, 8th grade students

İÇİNDEKİLER

Tez Onay Sayfası.....	i
Teşekkür.....	ii
Bilimsel Etik Sayfası.....	iii
Özet.....	iv
Abstract.....	v
İçindekiler.....	vi
Tablolar Dizini.....	viii
Şekiller Dizini.....	ix

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

1.1. SAYI DUYUSU.....	3
1.2. SAYI DUYUSU BİLEŞENLERİ	8
1.3 SAYI DUYUSU VE OKUL MATEMATİK PROGRAMI.....	16
1.4 İLKÖĞRETİM MATEMATİK PROGRAMINDA ÜSLÜ İFADELER.....	19
1.5 PROBLEM CÜMLESİ	24
1.5.1 Problem	24
1.5.2 Alt problemler	24
1.6 ARAŞTIRMANNIN AMACI	24
1.7 ARAŞTIRMANIN ÖNEMİ.....	24
1.8 SAYILTIKLAR.....	27
1.9 SINIRLILIKLAR.....	28
1.10 TANIMLAR.....	28

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1 SAYI DUYUSUYLA İLGİLİ OLAN ARAŞTIRMALAR	29
2.1.1 Sayı Duyusunu Farklı Kültürler Arasında İnceleyen Çalışmalar.....	29
2.1.2 Sayı Duyusunu Bileşenlerine Göre İnceleyen Çalışmalar.....	32
2.1.3 Uygulanan Öğretim Yöntemine Göre Sayı Duyusunun Gelişimini Değerlendiren Çalışmalar.....	37
2.1.4 Sayı Duyusunun Sınıf Seviyesi, Matematik Başarısı veya Çeşitli Beceriler (tahmin, yazılı hesaplama) ile İlişisini İnceleyen Çalışmalar.....	49
2.2 ÜSLÜ İFADELERLE İLGİLİ OLAN ARAŞTIRMALAR.....	68

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM YÖNTEM

3.1 ARAŞTIRMANIN MODELİ.....	76
3.2 ARAŞTIRMA GRUBU.....	77
3.3 VERİ TOPLAMA ARAÇLARI.....	77
3.3.1 Üslü İfadelere Yönelik Sayı Duyusu Ölçeği.....	77
3.3.2 Üslü İfadelere Yönelik Başarı Testi.....	78
3.4 VERİLERİN TOPLANMASI.....	81
3.5 VERİLERİN ÇÖZÜMLENMESİ.....	82
3.5.1 Üslü İfadelere Yönelik Sayı Duyusu Ölçeği Yanıtlarının Çözümlemesi.....	82
3.5.2 Üslü İfadelere Yönelik Başarı Testi Yanıtlarının Çözümlemesi.....	83
3.6 KULLANILAN İSTATİSTİKSEL TEKNİKLER.....	84

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM BULGULAR ve YORUM

4.1 BİRİNCİ ALT PROBLEME İLİŞKİN BULGULAR VE YORUMLAR.....	85
4.1.1 Öğrencilerin Üslü İfadelere Yönelik Sayı Duyusu Puanlarına İlişkin Bulgular.....	85
4.1.2 Öğrencilerin Üslü İfadelere Yönelik Sayı Duyusu Ölçeği Başarı Puanlarına İlişkin Bulgular.....	92
4.2 İKİNCİ ALT PROBLEME İLİŞKİN BULGULAR VE YORUMLAR.....	95
4.2.1 Üslü İfadelere Yönelik Başarı Testinde Başarının Düşük Olduğu Sorular.....	96
4.2.2 Üslü İfadelere Yönelik Başarı Testinde Başarının İyi Olduğu Sorular.....	98
4.3 ÜÇÜNCÜ ALT PROBLEME İLİŞKİN BULGULAR VE YORUMLAR.....	102

BEŞİNCİ BÖLÜM SONUÇ ve ÖNERİLER

5.1 SONUÇLAR.....	109
5.1.1 Birinci Alt Probleme Ait Sonuçlar.....	109
5.1.2 İkinci Alt Probleme Ait Sonuçlar.....	111
5.1.3 Üçüncü Alt Probleme Ait Sonuçlar.....	113
5.2 ÖNERİLER.....	115
5.2.1 Uygulamaya Yönelik Öneriler.....	115
5.2.2 İleride Yapılacak Çalışmalara Yönelik Öneriler.....	117
KAYNAKLAR	119
EKLER.....	123
ÖZGEÇMİŞ.....	138

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 3.1. Araştırmanın örnekleminin sınıf şubesine ve cinsiyete göre dağılımı.....	77
Tablo 3.2. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi sorularının kazanımlara göre dağılımı.....	80
Tablo 4.1. Ölçekteki soruların çözümünde sayı duygusunu doğrudan kullanan, sonradan ortaya çıkaran ve hiç kullanmayan öğrenci sayıları ve yüzdeleri.....	86
Tablo 4.2. Sorulara göre alınan ortalama üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu puanları.....	92
Tablo 4.3. Sorulara göre alınan ortalama üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçęi başarı puanları.....	93
Tablo 4.4. Üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ve başarı arasındaki ilişki.....	102
Tablo 4.5. Üç puan türünden alınan puanların aralığına göre öğrenci sayıları ve yüzdeleri.....	103

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1. Sekizinci sınıf programındaki negatif kuvveti bulma ile ilgili etkinlik.....	20
Şekil.1.2. Altıncı sınıf programındaki üslü ifadelerle ilgili etkinlik.....	21

BİRİNCİ BÖLÜM

GİRİŞ

Günlük yaşamda birçok durumda sayılar ve sayıların kullanımı ile karşılaşılır. Alışveriş sonunda kasada toplam kaç para verileceği kasaya gitmeden tahmin edilir, bir satıcı müşterisine ne kadar para üstü vereceğini zihinden hesaplar, maç izlenirken maçı izlemeye kaç kişinin geldiği seyircilere bakılarak tahmin edilir, yürüyüş yaparken yaklaşık kaç metre yol alındığı tahmin edilir, bir çocuk kavanozda kaç tane kurabiye olduğunu saymadan tahmin etmeye çalışır... Örneklerden görüldüğü gibi, sayılar insanları çevreleyen dünyanın anlamlandırılmasını sağlayan temel bir öğedir.

Okulda kâğıt-kalem kullanarak yapılan hesaplamalardan farklı olarak, günlük yaşantıda sayılar çoğu zaman zihinden yapılan işlemlerde ve tahminlerde kullanılır. Bir çocuk bakkala gittiğinde yazılı hesaplama yaparak ne kadar para üstü alacağını hesaplamaz, o anda zihinsel işlemler yaparak, belki sayıları yuvarlayarak alacağı para üstünü hesaplar veya tahmin eder. Bu tür hesaplamalar genel olarak; kişinin sayılarla ilgili algılarının, sezgilerinin, sayıları kullanma yeteneklerinin, kısacası sayı duyularının bir göstergesidir. Sayı duyusu gelişmiş bir kişi günlük hayatta karşılaştığı problem durumlarına pratik bir şekilde çözüm bulup, günlük yaşamda yapmak zorunda olduğu bazı rutin hesaplamaları daha kolay ve akılcı yollardan yapabilir.

Günlük hayatta bu kadar sıklıkla karşılaşılan ve kullanılan sayılar, okuldaki matematik öğretiminde de önemli bir yer tutar. Çocuklar okula sayılar hakkında birçok fikir ile gelirler. Sayılarla öğrencilerin erken yaşlarda başlayan macerası, okul yıllarının ilerleyen dönemlerinde giderek yoğunlaşarak devam eder ve okul dışı hayatta da sürekli kullanılır. Bunun için öğrencilerin okul döneminde sayılar ve bunların kullanımıyla ilgili yeteneklerinin geliştirilmesi gerekir. Matematiğin ortaya çıkış sebebinin günlük hayattaki çeşitli problemlere çözüm getirebilmek veya bazı durumlarda kolaylık sağlamak olduğu

düşünülürse, okulda öğrencilere kazandırılan sayı bilgisi ve bunu kullanma becerileri günlük hayattaki bazı sorunları çözmeye yardımcı, karşılaşılan problemleri çözmeye kullanılabilecek nitelikte olmalıdır. Aksi takdirde okulda öğretilen sayı ve işlem bilgisinin de bir anlamı yoktur. Bir öğrenci okulda bazı kuralların öğrenimi veya ezber yoluyla bir takım işlemleri yapabiliyor; ancak okul çıkışı bir bakkala gittiğinde ne kadar para üstü alacağını tahmin edemiyorsa, okulda aldığı işlem bilgisinin çok etkili olduğu söylenemez. Okulda alınan sayı bilgisi, içselleştirilip günlük hayatta karşılaşılan durumlarda kullanılırsa anlamlı hale gelir. Sayıların, okuldaki öğretimde gerçek hayattaki miktarlarla, ölçümlerle ilişkisi ve günlük basit hesaplamalarda kullanımı, öğrencilerin sayılara yönelik en çok arzu edilen esnek ve sezgisel yollarla fikir üretip, geliştirmelerine yardımcı olabilir.

Günlük hayatta kullanılan sayılardan farklı olarak; fizik, kimya, biyoloji gibi bilim dallarında çok küçük veya çok büyük sayılarla karşılaşılır. Bir atomun kütlesi, gezegenlerin dünyaya uzaklığı, insan beynindeki nöronların sayısı bu sayılara örnek verilebilir. Üslü ifadeler, bu tür sayıların daha kısa gösteriminde kullanılır. Çok büyük veya çok küçük sayıları üslü olarak ifade etmek bu sayıları kullanırken büyük kolaylık sağlar. Sayıların bir çeşit gösterim şekli olarak düşünülebilecek üslü ifadeler, çok küçük ve çok büyük sayıların bilimsel gösterimi, doğal sayılar ve ondalık kesirleri çözümlenmede 10'un negatif ve pozitif kuvvetlerini kullanma gibi birçok konuda öğrencilerin akıl yürütme ve problem çözme becerilerini geliştirmek için fırsat sağlar. İleri matematikte de logaritma, köklü ifadeler gibi birçok konunun temelini oluşturur. Bu sebeple, üslü ifadeler okuldaki öğretimde üzerinde durulması ve erken yaşlarda temelini atılması gereken bir konudur.

Üslü ifade kavramının öğretiminde iki farklı zorluk bulunmaktadır. İlk zorluk, sayıların üslü gösterimi açık değildir, taban ve kuvvetten oluşan kodlanmış bir sistemdir ve anlayabilmek için bu kodu bilmek gerekir. Kuvvetteki sayı küçük yazılsa da sayının büyüklüğünde önemli bir pay sahibidir. İkinci zorluk ise böyle bir ifadenin tahmininin zor olmasıdır. Özellikle kuvvetteki, sayı büyüdükçe bu zorluk daha ön plana çıkmaktadır. Bunun için çeşitli stratejiler geliştirmek gereklidir (Sastre ve Mullet, 1998).

1.1 Sayı Duyusu

Farklı ülkelerden çok sayıda bilim adamı ve matematik eğitimcisi sayı duyusunu birçok farklı bakış açısıyla tanımlamışlardır. Bu bölümde ortaya atılan bu tanımlar tartışılacaktır.

1989 yılında, sayı duyusunun ve sayı duyusunun ilgili alanlarının boyutlarını araştırmak için matematik eğitimcileri, bilişsel psikologlar ve psikolojiden farklı modelleri matematik eğitime adapte etmeye çalışan diğer matematik eğitimi araştırmacıları, Sowder ve Schappelle editörlüğünde Ulusal Bilim Vakfı tarafından desteklenen konferansta bir araya gelmişlerdir. Konferansın öncelikli amacı sayı duyusu ile ilgili araştırmalara temel oluşturacak teorik çerçeveyi belirlemek olmuştur ve tüm araştırmacılar bu hedefe odaklanmışlardır. Tartışmalarda araştırmacıların aşağıdaki sorulara yanıt vermeleri istenmiştir;

- Sayı duyusu nedir? Nasıl değerlendirilir ve nasıl öğretilir? Sayı duyusuyla zihinsel hesaplama ve hesapsal tahmin arasında nasıl bir ilişki vardır?
- Konferansta sayı duyusuyla ilgili hangi araştırma sorularını hedef almak gerekir? Bu konferansın teorik temelleri nedir? Matematik öğretimi ile ilgili farklı alanlardaki araştırmalar sayı duyusuyla nasıl ilişkilendirilebilir?
- Konferans süreci sonunda sayı duyusuyla ilgili neyin başarıldığını görmek istersiniz? Konferansta sayı duyusuyla ilgili hedef alınmasını istediğiniz özel konular var mıdır?

Konferansta bu soruların yanıtlarıyla ilgili görüş birliğine varılamamıştır. Tartışmalar sonrası belirlenen sorularla ilgili her bir araştırmacı düşüncelerini yazılı olarak belirtmiştir. Konferans editörlerinden Sowder konferans öncesi sayı duyusuyla ilgili bazı fikirlerini öne sürmüştür. Sowder'a göre sayı duyusu;

- sayılar ve işlem özellikleri ile ilgili iyi organize edilmiş, kavramsal bir ağ,
- sayısal karşılaştırmada, işlemlerin akıl almaz sonuçlarının farkında olma, zihinsel hesaplama için standart olmayan algoritmik formların kullanımı

konularında, niceliksel ve niteliksel yargılar için gerekli, sayıların göreceli ve tam büyüklüklerini kullanma yeteneği,

- sayıları içeren problemleri çözmek için esnek ve yaratıcı yollarla gösterimler yapabilme,
- öğretimi ve ölçümü kolay olmayan bir kavram olduğu şeklindedir.

Sowder, konferans sonrasında da sayı duyusu ile belirttiği ifadelerin değişmediğini belirtmiştir. Sowder, sayı duyusunun bir bilgi bütünü olmadığını, bir düşünme tarzı olduğunu, bu sebeple sayı duyusunun öğretimi ve değerlendirilmesinin, sayılarla ilgili diğer konular örneğin bir işlem bilgisi ölçer gibi düşünülmemeyeceğini belirtmiştir.

Konferansta, Resnick bilgi ile düşüncelerin ve yeteneğin önemli varsayımlarını tartışmıştır. Sayı duyusunun belli bir bilgi birikimi veya belli yeteneklerle eşleştirilmesinin toplamından ziyade daha üst düzey düşünülmesi gereken bir kavram olduğunu belirtmiştir. Sayı duyusunun tanımlanmasının zor olduğuna ve üst düzey düşünmeyle değerlendirilmesine şaşırılmaması gerektiğini de eklemiştir.

Marshall da benzer bir açıklama getirmiştir. Sayı duyusunun toplanan ve bütünleştirilen bilgiler olduğunu belirtmiştir. Sayı duyusunun çok boyutlu bir perspektiften bakılarak sınanabileceğini söylemiştir.

Greeno diğerlerinden farklı olarak sayı duyusunun nasıl gösterilebileceğini düşünerek tanımlamaya çalışmıştır. Esnek düşünme, hesaplamalardaki tahmin yeteneği, sayısal niceliklerle ilgili muhakeme ve sonuç çıkarabilme yeteneklerinin sayı duyusunun belirleyicisi olduğunu belirtmiştir. Fakat bu yeteneklerin eğitimsel aktivitelerle geliştirilmesinden ziyade, matematiksel bilgi ve yeteneğin genel bir özelliği olarak daha bütünleştirilmiş bir sayı duyusu görüşü benimsemiştir.

Reys ve Trafton sayı duyusu için Amerika Birleşik Devletleri'nde Ulusal Matematik Öğretmenleri Konseyi'nin (National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 1989) belirledikleri tanımın yeterli olduğu görüşünü

paylaşmışlardır. Thompson ve Rathmell ise sayı duyusunun birçok amaç için yeterli olduğunu belirtmişlerdir. Bu amaçlar: Sayıların anlamının ve aralarındaki ilişkinin anlaşılması, sayıların göreceli büyüklüğünün iyi anlaşılması, sayılar üzerinde işlemlerin etkilerinin anlaşılması, günlük hayatta sayıların uygun referanslar olarak kullanılmasının farkındalığıdır. Trafton, sayı duyusunun “doğrudan” öğretilen olmaktan ziyade “ortaya çıkan” bir şey olduğunu belirtmiştir. Carpenter, sayı duyusunun kritik göstergesinden birisinin de sayılarla esnek işlem yapabilme yeteneği olduğunu ifade etmiştir. Carpenter aynı zamanda sayı duyusunun ve hesapsal tahminin öğretimin ürünleri olduğunu, sayı duyusu ve hesapsal tahmin üzerinde çalışmak yerine bu araştırmanın daha geniş bir içerikle belirtilmesi gerektiğini önermiştir.

Konferansa daha önceki çalışmaları tahmin ve zihinsel hesaplamayla ilgili olan araştırmacılar da katılmıştır ve araştırma sorularına teorik bir çerçeve çizmeye çalışmışlardır; ancak konferans sonunda görüş birliğine varılamamıştır. Reys, sayı duyusunun diğer yetenekleri içine alan bir şemsiye olarak görülmesinin yanlış olduğunu ve tahmin ve zihinsel hesaplama konularının ayrı değerlendirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Schoen ise bu konuda sayı duyusu öğretmenin aslında yeni bir konu olmadığı ancak tahmin gibi konuların sayı duyusunun olması anlamına geldiğinin vurgulanmasının matematik eğitimde yeni bir durum olduğu yorumunu yapmıştır.

Konferans sonucunda, sayı duyusunu araştırmak için teorik bir model ortaya çıkarmanın zor olduğu konusunda görüş birliğine varılmıştır. Tahmin ve zihinsel hesaplamaların daha anlaşılır kavramlar olduğunu ve bu kavramlarla ilgili yapılan birçok çalışma olduğunu; fakat sayı duyusunun daha iyi bir idrakini yapabilmek için araştırmalara devam edilmesi gerektiği belirtilmiştir. Bunun ilk adımının sayı duyusunun iyi örneklerini belirlemek olduğunu, sayı duyusunun ne zaman gösterilmediğini ve niçin gösterilmediğinin de sebeplerinin belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Geçmişte yapılan araştırmaların incelenmesi gerektiğini ve hangi tür çalışmaların sayı duyusu, sayı duyusunun varlığı ve gelişimiyle ilgili bir şeyler öğretebileceğine karar vermenin gerektiği konusunda araştırmacılar hemfikir olmuştur.

Greeno (1991) başka bir çalışmasında sayı duyusuna kavramsal bir çerçeve çizmeye çalışmıştır. Sayı duyusunun tanımlaması zor bir kavram olduğunun birçok araştırmacı tarafından ifade edildiğini (Sowder ve Schappelle, 1989; Hope, 1989) ve farklı bağlamlarda farklı şeyler anlamına gelebileceğini, sayı duyusu teriminin bir tanımlamadan çok teorik olarak analiz gerektirdiğini; ancak bir kişinin sayı duyusunu gösterme durumlarının tanımlanabileceğini öne sürmüştür. Sayı duyusuna ait bazı önemli özelliklerin ortaya çıkarılması gerektiğini, sayı duyusu teriminin esnek zihinsel hesaplama, sayısal tahmin, niceliksel muhakeme gibi birkaç önemli, fakat yakalanması zor yetenekleri ifade ettiğini belirtmiştir.

Greeno'ya (1991) benzer bir şekilde, Markovits ve Sowder (1994) da sayı duyusunu, hesaplamalarda sayıları esnek kullanabilme, tahmin yapabilme, sayı büyüklüklerini ya da sonuçların sebeplerini muhakeme edebilme, farklı sayısal gösterimleri kullanabilme, sayılar, semboller ve işlemler arasında ilişki kurma yeteneği gibi terimlerle işlevsel olarak tanımlanmıştır. Bu özellikler Kaminski (2002), Reys ve Yang (1998), B. Reys, R. Reys, McIntosh, Emanuelsson, Johansson ve Yang (1999) ve Yang'ın (2002) sayı duyusu tanımlarında da görülür. Kaminski (2002), sayı duyuna sahip bir kişinin özelliklerinin; o kişinin işlem yapmadaki "rahatlık" düzeyi, sayılarla "yakınlığı", kendi tecrübeleri sonucu sayısal ilişkileri algılaması, sayıların anlamlarının iyi anlaşılması, sayılar arasındaki çoklu ilişkiler geliştirmesi ve sayılar üzerinde işlemlerin etkisini bilmesi olduğunu ifade etmiştir. Reys ve Yang (1998), öğrencilerin sayı ve işlem ile ilgili algılarını, tahmin ve hesaplamalardaki esnekliği, işlem yaparken uygun yolları seçme ve kullanışlı stratejiler geliştirmeyi sayı duyusu yetenekleri olduğunu belirtmişlerdir. Reys ve diğerleri (1999) ise sayı duyusunu, sayıları ve işlemleri genel olarak anlama, matematiksel kararlar vermede etkili ve esnek bir şekilde mantıklı sonuçlar üretebilme, sayısal durumları çözmek için etkili stratejiler geliştirme olarak belirtmiştir. Yang (2002), sayı duyusunun sayılar ve sayılarla işlemler hakkında bireysel olarak genel bir anlayışa, sayılarla ilgili günlük yaşam durumlarının üstesinden gelebilme (zihinsel hesap ve uygun tahminler yapabilme) ve sayısal problemlerde kullanışlı, esnek, etkili stratejiler geliştirebilme yeteneğine karşılık geldiğini ifade etmiştir. Zanzali ve Ghazali

(1999) de benzer şekilde sayı duyusunu, sayıları sentezleme ve sayıların farklı gösterimlerini fark etme, sayıları karşılaştırma ve anlamlı şekilde sıralama, sayıların temsili değerlerini fark etme, zihinsel hesaplama yapabilme, sayısal problemlerde uygun stratejiyi seçme, işlemlerin etkilerini fark etme gibi bazı yeteneklerle ifade etmişlerdir.

Sayı duyusu, başka bir açıdan sayılar ve sayısal ilişkiler hakkında iyi bir sezgiye sahip olma olarak düşünülebilir (Howden, 1989; akt: Alias, Ghazali ve Dali, 2009). Sayı duyusunun birçok özelliği, sayı duyusunun sezgisel doğası, aşamalı ve evrimsel gelişimi ve ortaya çıkarılan çoklu yolları üzerinde yoğunlaşarak belirlenmiştir. Berch (2005) de benzer şekilde sayı duyusunun sezgiselliğinden bahsetmiştir. Berch'e göre sayı duyusu, sayıların anlamlarına ilişkin sahip olunan duyu; aynı zamanda bir farkındalık, sezgi, tanıma, bilgi, beceri, yetenek, his, süreç, kavramsal yapı ve zihinsel etkinliklerdir. Benzer şekilde Markovits ve Sowder (1994) sayı duyusunu, niceliksel sezgilerle ilgili bütünsel bir kavramı kapsayan ya da sayılar ve sayıları arası ilişkilerle ilgili bir his olarak tanımlamışlardır.

Algoritmik bağlamların ötesinde, sayıların keşfi ve yorumlanması sayı duyusunun bir unsuru olarak belirtilmiştir. Sayı duyusu, sayılar ve sayılar arasındaki ilişkiler hakkında iyi bir görüş olarak tanımlanabilir. Sayıların keşfedilmesi, çeşitli bağlamlarda modellenmesi ve geleneksel algoritmalarla sınırlandırılmayan yollarla ilişkilendirilmesi sonucunda gelişim gösterir (Howden, 1989; akt: Kaminski, 2002). Benzer şekilde sayıları yorumlama becerisi, Turkel ve Newman (1988) tarafından sayı duyusunun özelliği olarak görülmüştür: "Sayı duyusuna sahip bireyler sayılara güvenirlere, nasıl kullanıldıklarını, nasıl yorumlayacaklarını ve anlaşılır olduklarını bilirler" (Turkel ve Newman, 1988; akt: Kaminski, 2002; s. 23).

Birçok matematik eğitimi araştırmacısı bu karmaşık, çok yönlü ve ruhsal doğası olan sayı duyusunun matematik eğitimdeki özel olarak tasarlanmış faaliyetlerin bir alt kümesi olarak belirlenmesi yerine, geniş bir aralıkta tüm aktivitelerin sonucunda gelişebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, sayı duyusunun ders kitaplarında veya öğretim birimleri içinde özel bölümlere

ayrılmayacağı ve gelişiminin bütünsel bir süreç olduğu konusunda hemfikirdir (Sowder ve Schappelle, 1989; Thornton ve Tucker, 1989; akt: Yang, 2002; Zanzali ve Ghazali, 1999). Benzer şekilde McIntosh, B. Reys ve R. Reys (1992) çalışmalarında sayı duyusunun gelişiminin aşamalı ve evrimsel bir süreç olduğunu ve okuldaki formal öğrenme sürecinden çok önce başladığını belirtmişlerdir.

1.2 Sayı Duyusu Bileşenleri

Sayı duyusu bileşenleri, bir kişide sayı duyusunun varlığına işaret eden birtakım yeteneklerdir. Araştırmacılar, sayı duyusu tanımlamada fikir birliğine varamasalar da, sayı duyusunun bileşenlerini (göstergelerini) tespit etme gerekliliği konusunda görüş birliği içindedirler. Bunun için çok sayıda araştırmacı sayı duyusuna sahip bir kişinin ne gibi yetenekleri olması gerektiğini belirlemeye çalışıp sayı duyusu için belirli bir kavramsal yapı ve çerçeve çizmeye çalışmıştır.

Sayı duyusunun çoğu niteliği onun sezgisel doğasına, aşamalı gelişimine ve belirtildiği bileşenlere (göstergelere) odaklanır. Bileşenler; sayıları zihinden hesaplarken esnek bir şekilde kullanmayı, sayıların büyüklüğünü ve işlem sonuçların uygunluğunu yorumlamayı; sayı temsilleri ve ilgili sayılar arasında geçiş yapmayı, sayısal durumlardan anlam çıkarmak için yapısını köke indirgemeyi içerir (Markovits ve Sowder, 1994).

Reys ve Yang (1998) sayı duyusunun matematik öğrenmede anlamlandırmayı sağlayan bir yetenek olduğunu ve matematik eğitimcileri ve araştırmacıları tarafından kabul görmüş temel bileşenleri olduğundan bahsetmişlerdir. Bu bileşenler; sayıların çoklu temsilleri, sayısal büyüklükleri fark etme, referans noktası seçme, sayıları ayrıştırıp-birleştirme, sayılar üzerinde işlemlerin etkilerini fark etme, zihinsel hesap ve tahmindeki esneklik ve uygunluktur.

Reys ve diğerleri (1999) ise çalışmalarında sayı duyusu ile ilgili çeşitli göstergeler (bileşenler) hipotez etmişlerdir. Bunlar; sayıları iyi anlamlandırma, çoklu sayısal ilişkilere hakim olma, işlemlerin sayılar üzerindeki etkisinin

farkında olma, sayıların göreceli büyüklüklerini tanıma ve çevrelerindeki genel nesnelere ve durumların ölçümü için referans noktası kullanabilmedir. Resnick'in (1989) bu bileşenlere ek olarak, sayıların onluk yapısını kullanarak basit hesaplamalar yapmak, işlemleri kolaylaştırmak için sayıları parçalamak ve yeniden birleştirmek, yeni bilgi elde etmek için "referans" noktası kullanmak (Örneğin, bilinen bir sayı gerçeğini kullanarak bilinmeyen bir gerçeği hesaplamak) bileşenlerini belirlediğini ifade etmişlerdir. Bunlardan yola çıkarak çalışmada sayı duyusu beş temel bileşen altında toplanmış ve bu bileşenler örnek sorularla açıklanmıştır. Bunlar:

1) Sayıların anlam ve büyüklüklerini anlama

Örnek soru: *"2/5 kesrini 1/2 kesri ile karşılaştırınız"*

2) Sayıların denk gösterimlerini kullanma

Örnek soru: *"2/5 kesrini farklı gösterim biçimleri ile gösteriniz"*

3) İşlemlerin etkileri ve anlamları

Örnek soru: *"70 : 0,5 işlemi, 70 x 2 işlemine eşit midir?"*

4) Ölçmede kıyaslama (referans) noktası kullanma

Örnek soru: *"Çok büyük bir nesnenin boyunu nasıl tahmin edebilirsiniz? Bir referans ölçümünden yararlanırsınız?"*

5) Zihinden hesaplama ve yazılı hesaplama için sayma stratejilerinde ve hesaplamada esneklik

Örnek soru: *"6 x 98 işlemini zihinden çarpabilir misiniz?"*

Berch (2005) öngörülen çeşitli sayı duyusu bileşenlerini bir araya getirerek 30 farklı bileşenden bahsetmiştir. Bunlar aşağıdaki gibi belirlenmiştir:

1. Yaklaşık değer ve tahmin yapma yeteneği,
2. Doğal sayıları parçalama yeteneği,
3. Karmaşık problem çözmek için kullanışlı stratejiler geliştirme,

4. 10'luk sistemi anlayabilme ve aritmetiksel işlemler arasındaki ilişkiyi fark etme,
5. Sayıların eşdeğer formlarını ve temsilcilerini anlamak ve kullanabilmek,
6. Sayısal büyüklüklerin benzer gösterimlerinin kullanılabildiği zihinsel sayı doğrusu,
7. Sayılarla ilgili akıcılık ve esnekliğe sahip olma,
8. Bir gruptaki nesneye kişinin doğrudan bilgisi olmadan ekleme veya çıkarma olması durumunda, bu gruptaki küçük değişikliği fark edebilme yeteneği,
9. İlköğretim yetenekleri veya sayılar ve aritmetikle ilgili sezgiler,
10. Sayısal büyüklükleri karşılaştırma yeteneği,
11. İletişim, ilerleme ve bilgiyi yorumlamak için sayıları ve nicel metotları kullanma yeteneği,
12. Hesapların uygunluğu için çeşitli seviyelerde doğruluğun ve duyarlılığın farkındalığı,
13. Yeni bilgi ve önceden kazanılan bilgi arasındaki ilişkiyi arayarak, sayısal durumlara anlam katma isteği,
14. Sayılar üzerinde işlemlerin etkileri bilgisine sahip olmak,
15. Sayıların anlamlarını anlama,
16. Sayılar arasındaki çoklu ilişkileri fark etme,
17. Sayı örüntülerini ve referans sayıları fark etme,
18. Sayısal hataları fark edebilme,
19. Gerçek dünyanın miktarları ve matematiksel dünyanın sayıları ve sayısal ifadeleri arasında sorunsuz taşıyabilme,
20. Sayısal işlemleri yapabilmek için yeni yöntemler keşfetme,

- 21.İçeriğe ve temsil amacına bağlı olarak aynı değerleri çeşitli şekillerde gösterebilme,
- 22.Sayısal bir problem veya ifadenin genel bir özelliği hakkında -kesin bir hesaplama yapmadan- mantıklı bir şekilde düşünüp, konuşabilmek,
- 23.Sayılarla ilgili algoritmik olmayan bir his,
- 24.Matematiğin kesin bir düzene sahip olduğu ve sayıların kullanışlı olduğuna ilişkin düşüncesini doğurur,
- 25.Bir kişinin sayılar ve işlemler arasındaki ilişkiyi anlamasını sağlayan iyi organize edilmiş kavramsal bir ağ,
- 26.Matematiksel ilişkiler, ilkeler ve yöntemler arasındaki birçok bağlantıya dayanan kavramsal bir yapı,
- 27.Sayılar hakkında bir beceri ya da bir tür bilgidен ziyade içsel bir süreç,
- 28.Bilgi ve deneyimle birlikte gelişen ve olgunlaşan bir süreç,
- 29.Sayısal çokluların yaklaşık olarak işlemek için ilgili sözsüz, evrimsel, doğuştan gelen kapasite,
- 30.Gerçek dünyadaki nesnelere ölçerken, sayıları referans olarak kullanabilme.

Yang ve Tsai (2010) çalışmalarında sayı duyusunu aşağıdaki bileşenlerle tanımlamışlardır:

1) *Sayıların temel anlamlarını anlama*: Tam sayıları içeren (tek, çift, asal sayılar) kesirler (basit, bileşik, karma kesir), ondalık kesirler ve aralarındaki ilişkileri anlama

2) *Göreceli sayı büyüklüğünü anlama*: Sayı büyüklüğünü yaklaşık olarak tahmin edebilmedir. Örneğin; $17/33$ ve $18/37$ kesir karşılaştırırken müfredatta olduğu gibi ortak payda bulmaya gerek kalmadan karşılaştırma yapabilmeyebilir. Bunun için yarımı referans olarak kullanabilirler. $17/33$ 'ün yarımından büyük diğer kesrin yarımından küçük olduğunu bularak karşılaştırma yapabilir.

3) *Sayıların farklı gösterimlerini kullanabilme*: Farklı durumlar altında problemleri esnek ve uygun bir şekilde çözebilmek için bir öğrenci gösterimlerin farklı formlarını kullanabilir. Örneğin; resimsel gösterim, sembolik gösterim ve diğerleri...

4) *Sayılar üzerinde işlemlerin etkilerini fark edebilme*: Örneğin bir öğrenci, $1098 \times 0,88$ (veya $825 \div 0,98$) işlemlerinde yazılı hesaplama yapmadan bazı tahminler yapabilmeli yani çarpmanın daima sonucu büyütüp, bölmenin ise daima sonucu küçülttüğü fikrini fikrinin yanlış olduğunu fark edebilmelidir.

5) *Hesapsal sonuçların uygunluğuna yargılayabilme becerisi*: Problemleri çözmeye esnek stratejiler (zihinsel veya tahmin stratejileri) geliştirebilme ve işlem sonuçlarının uygunluğunu yargılayabilme becerisidir.

McIntosh ve diğerleri (1992) çalışmalarında, temel sayı duyusunu karakterize eden bir model sunmuşlar ve sayı duyusunun varlığına işaret eden yetenekleri sınıflandırarak açıklamışlardır. Sayı duyusunun anahtar rol oynadığı üç farklı alan belirlemiştir. Bunlar; 1) *sayılarla ilgili bilgi ve yetenek*, 2) *işlemlerle ilgili bilgi ve yetenek*, 3) *sayılar ve işlemlerle ilgili bilgi ve yeteneği hesapsal durumlarda uygulayabilme* bileşenleridir:

1) *Sayılarla ilgili bilgi ve yetenek*: Bu alandaki yetenekler dört alt gruba ayrılmıştır:

a) *Sayıların düzeninin anlaşılması*: Yani; basamak değeri, sayı tipleri arasındaki ilişkinin ve sayıların sıralanması özelliklerini anlamadır. Örneğin bir öğrenci $2/5$ ve $3/5$ arasında sonsuz tane sayı olduğunun bilincinde olması sayı sistemlerinin düzenliliğinin farkındalığını gösterir.

b) *Sayıların çoklu gösterimleri*: Sayıları grafiksel veya sembolik olarak gösterimi, sayısal formların eşdeğer gösterimleri (sayıları ayrıştırıp-birleştirme), bir referans noktasıyla karşılaştırma yapabilmelidir. Örneğin $2+2+2+2$ işlemine 2×4 diyebilmek toplama ve çarpma ile ilgili kullanışlı bir stratejidir. 30 dakikanın $1/2$ saat olduğunu fark etme, $3/4=6/8$ veya $3/4=\% 75$ veya $3/4=0,75$ farklı sembolleştirmeye örnektir. Sayıları ayrıştırıp-birleştirmeye örnek olarak ise $25+27$ işlemini, $25+25+2$ olarak düşünüp 52 yanıtına ulaşmak gösterilebilir.

Referans noktasıyla karşılaştırmaya örnek olarak; $5/8$ kesri düşünülürken, $5/8$ 'in $1/2$ 'den biraz fazla olduğunu veya $1/2$ ve $3/4$ arasında olduğunu söyleyebilmek gösterilebilir. Burada referans olarak $1/2$ kesri düşünülmüştür.

c) *Sayıların kesin ve göreceli büyüklüğünü fark etme:* Örneğin 3. sınıfa giden bir öğrenciye “1000’e kadar saymak ne kadar zaman alırdı?” veya “1000 günden fazla veya az yaşadığına dair bir yorum yapabilir misin? Sorularını sormak, onların bu sayının büyüklüğü ile ilgili daha iyi bir anlayış geliştirmelerine yardım eder.

d) *Referans sistemi:* Örneğin iki tane iki basamaklı sayının toplamının 200 den az olacağını, 0,98’in 1’e yakın olduğunu, $4/9$ 'un yarımından çok az küçük olduğunu farkında olmak bu kavramla ilgilidir.

2) İşlemlerle ilgili bilgi ve yetenek: Bu alandaki yetenekler üç alt gruba ayrılmıştır:

a) *İşlemlerin etkisini anlama:* Örneğin çarpma işleminin tekrarlı toplama işlemi olduğunu anlama veya çarpma işleminin her zaman bir sayıyı büyütmeceğini, 1’den küçük iki sayının çarpıldığında sonucun nasıl değişeceğini veya 1’den büyük bir sayı ile 1’den küçük bir sayı çarpıldığında sonucun ne olacağını fark etmedir.

b) *Matematiksel özellikleri anlama:* Bu özellikler matematik programında uzun süre yer alan değişme, birleşme ve dağılma özellikleridir.

c) *İşlemler arasındaki ilişkileri anlama:* Örneğin; “8 tane üçtekerli bisiklette kaç tane tekerlek vardır?” sorusunda öğrenciler teker teker sayma yöntemini kullanabilir, $3+3+3+3+3+3+3+3$ şeklinde tekrarlı toplama yapabilir, iki bisikleti bir grup yapıp gruplayarak toplayabilirler ($6+6+6+6$) veya çarpma yapabilirler (8×3 veya 4×6). İşlemlerin arasındaki ters etkiyi fark etme de işlemlerle ilgili önemli bir kavramdır. Örneğin $480/8$ işleminde bir öğrenci $8x?=480$ olarak tersten düşünebilmelidir. İşlemler arası ilişkiyi fark etme bilinen sayı çeşitleri tam sayılardan ondalık sayılara doğru arttıkça daha da önem kazanır. Örneğin bir sayıyı 0,1 ile çarpmanın, o sayının 10’a bölünmesi olduğunun fark edilmesi çarpma ve bölme arasındaki ilişkilere dendir.

3) Sayılar ve işlemlerle ilgili bilgi ve yeteneği hesapsal durumlarda uygulayabilme: Bu alandaki yetenekler dört alt gruba ayrılmıştır:

a) *Problem durumları ve gerekli hesaplama arasındaki ilişkiyi anlama:* Sayı duyusuna sahip bir öğrenci verilerin tam ve yaklaşık değerlerinin farkında olması ve çözümlerin de aynı şekilde kesin sonuç veya yaklaşık sonuç olabileceğinin farkında olmalıdır. Örneğin, “Ayşe, 2,88 TL elma için, 2,38 TL muz için ve 3,76 TL muz için ödemiştir.” Bu cümle üzerinden çok farklı sorular çıkabilir. Örneğin, “Ayşe bu meyveleri almak için kaç TL para vermiştir?” şeklinde sorulursa tam sonucun bulunması için fiyatların toplanması gerekir ve farklı hesapsal metotlar kullanılabilir (zihinsel hesap, hesap makinesi, yazılı hesaplama). Diğer bir taraftan soru “Ayşe bu meyvelerin fiyatını 10 TL ile ödeyebilir mi?” şeklinde sorulduğunda ise daha hızlı ve emin bir şekilde tahmin yapılarak 10 TL'nin yeterli olduğu kararı verilebilir.

b) *Çoklu stratejilerin varlığının farkındalığı:* Sayı duyusu, bir problem verildiğinde çözüm için sık sık var olan farklı çözüm stratejilerinin farkında olmayı ve en etkili stratejiyi seçebilmeyi gerektirir.

c) *Etkili temsil veya metotları kullanma eğilimi:* Bu yetenek etkili sayı veya sayıları seçme, zihinsel hesaplama ve kâğıt-kalem hesabı gibi çeşitli yöntemlerdeki yetenekleri kapsar. Örneğin, yetenekli bir ikinci sınıf öğrencisine, $8+7$ işlemi sorulduğunda, iki 7'nin 14 olduğunu düşünerek, sayıları $7+7+1$ şeklinde veya $8+2=10$ olduğunu düşünerek $8+2+5$ şeklinde ayırtırmayı seçmek yerine teker teker sayma stratejisini tercih eder.

d) *Sonucu veya veriyi yeniden inceleme eğilimi:* Sayı duyusu olan öğrenciler, problem durumu için bir çözüm ürettiklerinde, buldukları yanıtın anlamlı olup olmadığını düşünmek için yanıtlarını orijinal problem ışığında tekrar test ederler.

Greeno (1991) sayı duyusu için teorik bir analiz yaparak, sayı duyusunu üç temel bileşen altında toplamıştır. Bu bileşenler; 1) *esnek sayısal hesaplama*, 2) *sayısal tahmin* ve 3) *niceliksel muhakeme ve çıkarım* bileşenleridir.

1) *Esnek sayısal hesaplama*: Bu bileşen; nesnelere arasındaki eşdeğerliği fark edip, nesnelere tekrar oluşturup, yeniden düzenleyebilme olarak açıklanmıştır. Örnek olarak; 25×48 işleminde, $100/4 \times 48$, $100 \times 48/4$ ve $100 \times 12 = 1200$ işlemini yapabilmek kâğıt-kalem kullanarak işlemini yapmak yerine, problemi daha pratik işlem yapmayı sağlayacak bir eşdeğerine dönüştürmek daha üst düzey bir sayı duyusu seviyesi olduğu belirtilmiştir.

2) *Sayısal tahmin*: Çözümün farklı seviyelerindeki nesnelere farkındalığı, nedenselliği ve hesaplamanın içinde yaklaşık sayısal değerlerin fark edilmesini içerir. Örneğin; $(347 \times 6)/43$ işleminde 9. sınıf öğrencileri “İlk olarak $6/43$ işleminin yaparım yaklaşık olarak yanıt 7 eder ve daha sonra 350’yi 7’ye bölerim ve sonuç yaklaşık olarak 50 olur” yanıtını vermişlerdir.

3) *Niceliksel muhakeme ve çıkarım*: Niceliksel duyu, aynı zamanda çözümün farklı seviyelerinde nedenselliği ve farkındalığı içerir. Buna örnek olarak “1128 asker, her bir otobüs 36 kişiyi alacak şekilde taşınacaktır. Tüm askerlerin taşınması için ne kadar otobüs olması gerekir?” sorusu sorulduğunda alınan yanıt “31 otobüs, geriye 12 kalıyor” verilmiştir. Öğrenciler burada sayıların ne anlama geldiğini düşünmeden direkt olarak aritmetik işleme odaklanmışlardır. Yanıtın anlamı görmezden gelinip doğrudan niceliğin sayısal değerine bakılmıştır.

Görüldüğü gibi, sayı duyusu tanımını belirlemede olduğu gibi, sayı duyusunun bileşenlerini belirleme konusunda da araştırmacılar ortak bir yapı üzerinde birleşmemişlerdir. (Greeno, 1991; Markovits ve Sowder, 1994; McIntosh ve diğerleri, 1992; Reys ve diğerleri, 1999; Sowder ve Schappelle, 1989). Bunun sebebi olarak, sayı duyusu için belirlenen her bir bileşen için literatürde yeterince örnek bulunmaması, bundan dolayı benzer yeteneklerin ve davranışların farklı bir bileşen olarak adlandırılması gösterilebilir. Literatürde, sayı duyusunun varlığına işaret eden bir yeteneğin, birden çok bileşen adıyla tanımlandığı durumlarla karşılaşılmaktadır.

1.3 Sayı Duyusu ve Okul Matematik Programı

Geçmişte aritmetik; çarpım tabloları, sayıların dört temel kuralı (yazılı olarak formal metotlarla hesaplanması beklenen toplama, çıkarma, çarpma ve bölme) olarak düşünülmüş ve uzun bir süredir aritmetiğin anlamı, anlamlandırmaya bakılmaksızın standart algoritmalarındaki performansla sınırlandırılmıştır. Bugünkü toplumda, şimdiye kadar kabul görmüş sayılarla ilgili bu pratiklerin öğrencileri gelişen teknolojik toplumda hayata hazırlamadığı ve öğretme yöntemlerinin sayılar ve işlemlerin mantıksal yapısının altını çizen bir anlayışa odaklanılmasının gerekli olduğu şeklinde genel bir kabul bulunmaktadır. Yazılı hesaplamanın nasıl yapıldığına ağırlık vermektense ziyade, çocukların zihinsel hesaplama yapmaya, örüntüleri gözlemlemeye, işlem sonuçlarını tahmin etmeye ve fark edilen ilişkiler hakkında yorum yapmaya cesaretlendirilmesi gerekir.

Matematik müfredatındaki reformlar, hesaplama için standart yöntemlerin öğretiminden, örüntüler ve ilişkileri gözlemlemeye, ilişkiler kurmaya ve böylece çocukların sayılarla ilgili bir his ve içgörü geliştirmelerine geçiş yapılmasına yol açmıştır (Anghileri, 2001a; akt: Anghileri, 2006). Hesaplama için stratejilerdeki “yaratıcılık” ve “esneklik” olarak tanımlanan ve düşünmeden yoksun hesapsal yöntemlere yapılan aşırı vurguya bir tepki olarak kullanılan sayı duyusu reform belgelerinde sıklıkla kullanılmıştır. Müfredat reformları, dünya çapında geniş bir alana yayılmış ve Amerika’nın okul matematiği için ilkeler ve standartları (NCTM, 2000) ve Avusturalya’nın Avusturalya okulları için matematikteki ulusal bildirisi (Avusturalya Eğitim Konseyi, 2001) tarafından simgelenmiştir. Bu iki bildiri de sayı duyusu okul müfredatının önemli temel ögesi olarak tanımlanmıştır. Sayı duyusu, sadece anlayışın gelişmesine değil, aynı zamanda eski müfredatlarda eksik olan matematiğe karşı pozitif tavır ve güvenin beslenmesine karşılık gelir (Anghileri, 2006).

Dünya genelinde, okul müfredatlarında sayı duyusunun önemine yapılan vurgu, ülkemizdeki matematik öğretim programı değişikliklerine de yansımıştır. Programda doğrudan sayı duyusundan bahsedilmemekle birlikte, programın

belirlediği hedefler ve amaçlar incelendiğinde sayı duyusu ve sayı duyusunun gelişimine verilen önem göze çarpmaktadır.

Yenilenen ilköğretim matematik programında, günlük yaşamda matematiği kullanabilme ve anlayabilme gereksiniminin önem kazanmakta ve sürekli artmakta olduğu, günlük yaşamdaki değişimlerle birlikte matematiğin ve matematik eğitiminin belirlenen ihtiyaçlar doğrultusunda yeniden tanımlanması ve gözden geçirilmesi gerektiği belirtilmiştir. Önceden kâğıt-kalem ile yapmak zorunda kalınan ve günlük yaşamda ihtiyaç duyulan pek çok hesaplamanın artık hesap makineleri ile daha kolay yapılabildiği ve bu değişimin doğal sonucu olarak, matematik eğitiminde kâğıt-kalem ile yapılan hesaplamaların öneminin azalırken; tahmin edebilme, problem zme gibi becerilerin önem kazandığı belirtilmiştir (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2009).

Programda matematik eğitiminin genel amaçları arasında;

1. Matematiksel kavramları ve sistemleri anlayabilme, bunlar arasında ilişkiler kurabilme, bu kavram ve sistemleri günlük hayatta ve diğer öğrenme alanlarında kullanabilme,

2. Matematikte veya diğer alanlarda ileri bir eğitim alabilmek için gerekli matematiksel bilgi ve becerileri kazanabilme,

3. Tahmin etme ve zihinden işlem yapma becerilerini etkin kullanabilme,

4. Model kurabilme ve modelleri sözel ve matematiksel ifadelerle ilişkilendirebilme,

5. Matematiksel düşüncelerini mantıklı bir şekilde açıklamak ve paylaşmak için matematiksel terminoloji ve dili doğru kullanabilme yer almaktadır (MEB, 2009; s. 9).

Öğrencilere matematik bilgisinin temellerinin atıldığı erken sınıflarda temel amaç, matematiksel algoritmalar ve yöntemler ezberlemek dışında, öğrencilerin bazı eleştirel ve yaratıcı düşünceler üretmesini sağlayabilmek olmalıdır. Buna verilen önem, yenilenen programın amaçlarına bakıldığında

göze çarpmaktadır. Bu amaçlara bakıldığında genel olarak; matematik eğitiminde asıl amacın okulda öğrenilen matematiksel bilgileri, günlük hayatta farklı disiplinlerle ilişkilendirip karşılaşılan bazı sorunlara çözüm üretebilmede kullanmanın ve matematikte öğrenilen işlemlerde önemli olanın bir hesap makinesi gibi işlem yapmaktan ziyade tahmin ve zihinsel işlem yapma becerilerinin geliştirilmesinin asıl amaç olduğu görülür. Bu doğrultuda, okuldaki matematik eğitiminde bahsedilen amaçlara ulaşabilmek için şüphesiz ki öğrencilere sayı duyusunun kazandırılması gerekir; çünkü belirlenen amaçların bazıları doğrudan bazıları ise dolaylı olarak sayı duyusuyla ilişkilidir. Programda kâğıt-kalemle yapılan hesap yerine tahmin yapabilme becerisine önem verilmesi de öğrencilerin sayı duyusunun gelişmesine önem verildiğinin bir göstergesidir.

Programda öğrencilerin iletişim becerilerinin geliştirilmesine de önem verilmiş ve bunun için bazı kazanımlar belirlenmiştir. Bunlar arasında; matematiğin sembol ve terimlerini etkili ve doğru kullanma; matematiksel kavramları, işlemleri ve durumları farklı temsil biçimlerini kullanarak ifade etme; duygu ve düşüncelerini açıklarken farklı temsil biçimlerinden yararlanma; matematiğin aralarında anlamlı ilişkiler bulunan, kendine özgü sembolleri ve terminolojisi olan bir dil olduğunu fark etme yer almaktadır (MEB, 2009). Bu kazanımların, sayılar öğrenme alanı ve sayı duyusu açısından önemli olduğu, aynı zamanda bunlarla doğrudan ilişkili olduğu söylenebilir. Örneğin; üslü ifadeler konusu ele alındığında öğrencinin üslü ifade kavramını anlayabilmesi için öncelikle üslü gösterimin ne anlama geldiğini fark etmesi gerekir. Taban ve üssün ne anlama geldiğini, üssün tabana ne gibi bir etkisi olduğunu bilme tamamen sembolik gösterimle ilgilidir ve bu gösterim öğrenilmeden üslü ifade kavramının bir öğrencide gelişmesi ve bu ifadelerle yapılan işlemlerin öğrenilmesi çok güçtür. Farklı temsil biçimlerinden yararlanma ise sayıların farklı gösterimi olarak düşünüldüğünde sayı duyusunun birçok araştırmacı tarafından belirlenen ve araştırmalarda incelenen sayı duyusunun önemli bileşenlerinden birisidir (Berch, 2005; Reys ve diğerleri, 1999; Yang, Li ve Lin, 2008). Programda; öğrencilerin, aynı niceliğin farklı temsil biçimlerinin olumlu veya olumsuz yönlerinin farkında olması gerektiği belirtilmiş ve buna örnek olarak; öğrencilerin % 25, 0,25, 1/4 veya 25/100'in aynı sayının farklı gösterimleri

olduğunu bilmesi ve hangi gösterimin hangi durumda kullanımının daha uygun olduğuna karar verebilmesi gerektiği belirtilmiştir (MEB, 2009).

Programda öğrencilerin bazı alana özgü beceriler kazanmaları beklenmektedir. Bunlar; problem çözme, iletişim, akıl yürütme, tahmin stratejileri ve ilişkilendirme. Tahmin çeşitleri ve stratejileri üzerinde programda ayrıntılarıyla durulmuştur. Tahmin stratejisi, işlemsel ve ölçmeye dayalı tahmin olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. İşlemsel tahmin için de yuvarlama, gruplandırma, uyuşan sayıları kullanma, ilk ve son basamakları kullanma, özel sayılar, dağılma, düzenleme ve düzeltme olarak farklı yöntemler tanıtılmıştır (MEB, 2009). Görüldüğü gibi programda doğrudan sayı duyusundan bahsedilmemesine rağmen, sayı duyusunun göstergeleri olarak kabul edilen yeteneklerin üzerinde durulmuştur.

1.4 İlköğretim Matematik Programında Üslü ifadeler

Bir sayının pozitif ve negatif kuvvetlerini anlama, doğal sayıları ve ondalık kesirleri çözümlenmek için 10'un negatif ve pozitif kuvvetlerini kullanma, çok büyük ve çok küçük pozitif sayıları göstermede bilimsel gösterimden yararlanma programın üslü ifadelerle ilgili olan hedefleridir (MEB, 2009). Programda, üslü ifadeler konusuna 6, 7 ve 8. sınıfta yer verilmiştir.

MEB (2009) programında, 8. sınıflar için üslü ifadelerle ilgili dört kazanım yer almaktadır. Bunlar:

- Bir tam sayının negatif kuvvetini belirler ve rasyonel sayı olarak ifade eder,
- Ondalık kesirlerin veya rasyonel sayıların kendileriyle tekrarlı çarpımını üslü olarak yazar ve değerini belirler,
- Üslü ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerini yapar,
- Çok büyük ve çok küçük pozitif sayıları bilimsel gösterimle ifade eder (s. 290).

Programda sekizinci sınıflar için, bir tam sayının negatif kuvvetinin ne anlama geldiğini göstermek için örüntülerden yararlanılan bir etkinlik gösterilmiştir (MEB, 2009).

$$\begin{array}{l}
 3^4 = 81 \\
 3^3 = 27 \\
 3^2 = 9 \\
 3^1 = 3 \\
 \vdots
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \downarrow :3 \\
 \downarrow :3 \\
 \downarrow :3 \\
 \downarrow :3 \\
 \vdots
 \end{array}
 \qquad
 \begin{array}{l}
 3^0 = 1 \\
 3^{-1} = \frac{1}{3} \\
 3^{-2} = \frac{1}{9} \\
 \vdots
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \downarrow :3 \\
 \downarrow :3 \\
 \downarrow :3 \\
 \vdots
 \end{array}$$

Şekil 1.1. Sekizinci sınıf programındaki negatif kuvveti bulma ile ilgili etkinlik

Şekil 1.1’de görüldüğü gibi bu etkinlikte öğrencilerden örüntüden yararlanarak bir tam sayının negatif kuvvetini keşfetmeleri beklenmektedir. Üslü ifadelerde çarpma işleminin kuralını öğrencilere keşfettirmek için ise aşağıda belirtilen etkinlik önerilmiştir:

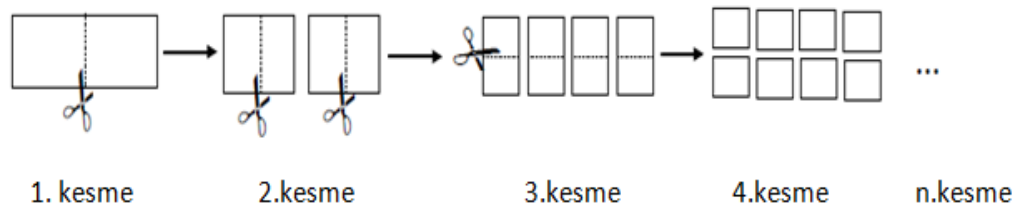
Öğrenciler, 6^2 ’nin ve 6^4 ’ün değerlerini, $36 \cdot 1296$ çarpma işleminin sonucunu bulurlar. Daha sonra 6^6 ’nın değerini de bularak yaptıkları son iki işlemin sonucunu karşılaştırırlar. $6^2 \cdot 6^4 = 6^6$ eşitliğine dikkat ederek iki üslü ifadenin çarpma işlemiyle ilgili kuralı bulurlar (MEB, 2009; s. 296).

7. sınıfta ise üslü ifadelerle, cebir öğrenme alanı, örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanında karşılaşılmaktadır. Kazanım olarak; “Tam sayıların kendileri ile tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder” (s. 279) belirlenmiştir. Etkinlik olarak ise; öğrencilere bir tam sayı seçtirilip, bu sayının pozitif kuvvetleri hesaplatılmıştır. Etkinlikte sayı negatif olduğunda hangi durumlarda sonucun pozitif, hangi durumlarda negatif olduğunun da öğrencilerin keşfetmeleri beklenmektedir (MEB, 2009).

6. sınıfta ise aynı şekilde cebir öğrenme alanı, örüntüler ve ilişkiler alt öğrenme alanında; “Doğal sayıların kendisiyle tekrarlı çarpımını üslü nicelik

olarak ifade eder ve üslü niceliklerin değerini belirler.” şeklinde kazanım yer almaktadır (MEB, 2009; s. 207). Aşağıdaki etkinlik bu kazanım için önerilmiştir:

Öğrencilere birer kâğıt şerit dağıtılır. Makas ile kâğıt şeridi ortadan ikiye kesmeleri, oluşan eş parçaların her birini tekrar ikiye kesmeleri ve bu işlemi devam ettirmeleri istenir. Kesme sıra numarasını ve kesme sonucunda oluşan parça sayısını tablonun ilgili satırlarına yazmaları sağlanır. Tablodaki sayılar incelenerek oluşan parça sayısındaki düzen fark ettirilir. Bu düzen üslü biçimde ifade ettirilir (s. 207).



Kesme sıra numarası	Oluşan parça sayısı	Kendisiyle tekrarlı çarpımı	Sayının üslü gösterimi
1	2	2	2^1
2	4	2×2	2^2
3	8	$2 \times 2 \times 2$	2^3
4	16	$2 \times 2 \times 2 \times 2$	2^4
...
n	n tane	$2 \times 2 \times \dots \times 2$ n tane	2^n

Şekil 1.2. Altıncı sınıf programındaki üslü ifadelerle ilgili etkinlik

Şekil 1.2’de görüldüğü gibi bu etkinlikte her bir kesmede oluşan parça sayısı bir öncekinin iki katı olduğundan, öğrencilerin tabloyu doldurduklarında oluşan parça sayılarının 2’nin kuvvetleri olduğunu fark etmeleri ve adım sayısını genelleyerek oluşan parça sayısını, 2^n şeklinde üslü olarak ifade edebilmeleri gerekir.

6. sınıflar için başka bir etkinlikte ise; hesap makinesindeki x^2 ve x^y tuşlarının işlevlerini öğrenmek için bu tuşları kullanılarak değişik sayıların değişik kuvvetlerini bulma etkinliklerinin yaptırılması önerilmiştir. Bunun dışında 10'un kuvvetlerinin öğrencilere fark ettirilip, 10 sayısının kuvvetine göre sayının sonunda kaç tane sıfır olması gerektiğinin öğrencilerin keşfetmesi istenmiştir (MEB, 2009).

2013 yılı şubat ayında, değişen sistemle birlikte, 5-8 arası sınıflar için ortaokul matematik müfredatı yayınlanmıştır (MEB, 2013). Bu yeni programda üslü ifadelerle ilgili bazı küçük değişiklikler yapılmıştır. Üslü ifadelerle yönelik tüm kazanımlar öncekinden farklı olarak sayılar ve işlemler öğrenme alanına alınmıştır. Yayınlanan programda sadece öğrenme alanı ve kazanımlar açıklanırken, bunlarla ilgili etkinliklere eski programdaki gibi ayrıntılı olarak yer verilmemiştir.

5. sınıfta sayılar ve işlemler öğrenme alanında üslü ifadelerle ilgili “Bir doğal sayının karesi ve küpünü üslü olarak gösterir; değerini bulur” (s. 4) kazanımına yer verilmiştir.

6. sınıfta ise üslü ifadeler, sayılar ve işlemler öğrenme alanında, doğal sayılar ve işlemler alt öğrenme alanında “Bir doğal sayının kendisiyle tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder ve üslü niceliklerin değerini belirler” (s. 13) kazanımı yer almaktadır.

7. sınıfta ise sayılar ve işlemler öğrenme alanında üslü ifadelerin “Tam sayıların kendileri ile tekrarlı çarpımını üslü nicelik olarak ifade eder” (s. 25) kazanımıyla öğrencilere tabanın negatif tam sayı olduğu durumlarda, kuvvetin tek ve çift olmasına göre üslü ifadenin değerinin nasıl değiştiğinin fark ettirilmesi beklenmektedir.

8. sınıfta sayılar ve işlemler öğrenme alanında, çarpanlar ve katlar alt öğrenme alanında üslü ifadelerle yönelik “Verilen pozitif tam sayıların çarpanlarını bulur; pozitif tam sayıları üslü ifade ya da üslü ifadelerin çarpımı şeklinde yazar” kazanımı yer almaktadır. Bununla ilgili $288=25.32$ şeklinde bir pozitif tam sayının asal çarpanlarını bulmaya yönelik çalışmalara yer verilmiştir.

Üslü ifadeler alt öğrenme alanında ise eski programdan farklı olarak 8. sınıflar için 5 kazanım bulunmaktadır. Bunlar:

- Tam sayıların, tam sayı kuvvetlerini hesaplar, üslü ifade şeklinde yazar.
- Sayıların ondalık gösterimlerini 10'un tam sayı kuvvetlerini kullanarak çözümler.
- Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur.
- Sayıları 10'un farklı tam sayı kuvvetlerini kullanarak ifade eder.
- Çok büyük ve çok küçük sayıları bilimsel gösterimle ifade eder ve karşılaştırır (s. 34).

Programa üslü ifadeler açısından genel olarak bakıldığında, üslü ifadelerin sembolik gösterimini fark ettirmeye, negatif kuvveti anlamaya ve üslü ifadelerle çarpma işleminin kuralını keşfettirmeye yönelik farklı etkinliklerin bulunduğu, kazanımlarda da üslü ifadelerle yönelik temel kuralların verildiği görülür. Üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu açısından program incelendiğinde, bir üslü ifadenin büyüklüğünü tahmin etmeye yönelik bir kazanım veya etkinliğin yer almadığı göze çarpmaktadır. Özellikle negatif kuvvetin verildiği 8. sınıfta negatif kuvvetin sayının büyüklüğüne etkisi farklı etkinliklerle öğrencilere fark ettirilmelidir. Bunun dışında, kuvvetteki artışa göre sayının büyüklüğündeki değişimin toplamsal değil çarpımsal olduğu, öğrencilere bir tam sayının kuvvetleri buldurularak fark ettirilebilir. Üslü ifadelerdeki kazanımlarda, sayı duygusu "Üslü ifadelerle ilgili temel kuralları anlar, birbirine denk ifadeler oluşturur" kazanımında göze çarpmaktadır. Öğrenciler üslü ifadelerde birbirine denk ifadeler oluşturabilmeleri, onların sayı duygularını geliştirmeye yardımcı olabilir.

1.5 Problem Cümlesi

1.5.1 Problem

Araştırmanın belirtilen amaçlarına ulaşabilmek için araştırmanın genel problem cümlesi aşağıdaki gibidir:

- İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ve üslü ifadelerle ilişkin başarıları ilişkili midir?

1.5.2 Alt problemler

- İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ne düzeydedir?
- İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili başarıları ne düzeydedir?
- İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ve üslü ifadelerle ilişkin başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?

1.6 Araştırmanın Amacı

Araştırmanın genel amacını; ilköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyularının ve başarılarının ne düzeyde olduğunun belirlenmesiyle birlikte, bunlar arasındaki olası bir ilişkinin varlığının araştırılması oluşturmaktadır.

1.7 Araştırmanın Önemi

Sayı duyusunun öğrenimi ve öğretimi ilköğretim öğrencileri için neden bu kadar önemlidir? Yang ve Wu (2010) bu sorunun yanıtını dört ana nedende toplamışlardır. İlk neden sayı duyusu genellikle esneklik, yaratıcılık, etkililik ve akılcılığı temsil eden bir düşünme tarzıdır. Örneğin, $24 \times 65 \div (6 \times 13)$ işlemi öğrencilere sorulduğunda öğrenciler genellikle yazılı hesaplama yöntemlerini kullanarak $24 \times 65 = 1560$, $6 \times 13 = 78$ ve sonucun $1560 \div 78 = 20$ olduğunu bulurlar.

Öğrenciler için bu sayılar arasında esnek ve etkili ilişkiyi bulmak ise daha zordur. Yani $24 \div 6 = 4$ ve $65 \div 13 = 5$ olduğundan sonucun $4 \times 5 = 20$ olduğunu görmeleri daha üst düzey bir düşünme şeklidir. İkinci neden ise sayı duyusu, günlük hayata etkili ve esnek bir şekilde uygulanması gereken, miktarlar, sayılar, işlemler ve aralarındaki ilişkilerle ilgili bütüncül bir kavramdır. Örneğin, “Meryem, oğlu ve kızı için 299 TL ve 499 TL’ye bisiklet almak istiyor. Meryem kasaya geldiğinde toplam ücreti ödemek için kaç tane 100 TL’ye ihtiyaç duyar?” sorusunda öğrenciler için 299’un yaklaşık 3 tane yüzlük, 499’un ise yaklaşık 5 yüzlük olduğu için toplam 8 tane yüzlük verilmesi gerektiğini düşünmek zor bir düşünme şekli olup, bu durumda öğrenciler sıklıkla yazılı hesap yapmayı tercih etmektedirler. Üçüncü neden, yetişkinlerin sayı temsillerinin ve matematiksel düşüncülerinin kısmen sayı duyularına bağlı olduğu düşüncesidir. Dördüncü neden ise, yazılı hesaplama yapılan aşırı vurgunun, öğrencilerin sadece matematiksel anlayış ve düşüncelerini sınırlamakla kalmadığı aynı zamanda öğrencilerin sayı duyusu gelişimini engellediği şeklindedir (Yang ve Wu, 2010).

Matematik eğitimcileri tarafından son yıllarda üzerinde çalışılan ve önemi vurgulanan bir konu olan sayı duyusu, matematik öğretiminde etkili bir odak noktası haline gelmiştir. Araştırmacılar, hem öğrencinin matematikteki gelişim yönü üzerinde, hem de matematik eğitiminde istenilen sonuç üzerinde sayı duyusunun önemini vurgulamaktadır. İlgili alan yazında öğretmenler, matematikte beklenen hedeflere ulaşmak ve sonuçları geliştirmek amacıyla çocuklarda sayı duyusu uygulamaları için teşvik edilmektedirler (Howell ve Kemp, 2005). Öğrencilerin matematiği anlaması ve etkili kullanma başarısı, sayı duyusunun gelişimiyle desteklenebilir (Kaminski, 2002).

Markovits ve Sowder (1994), sayı duyusuna işaret eden uzmanlığın matematik öğretimi için önemli olduğunu aşağıdaki gibi açıklamışlardır:

Geleneksel öğretimi tecrübe etmiş öğrenciler çoğu sayısal durumlarda hesaplama yeteneklerini sergilemezler. Matematikteki geleneksel öğretim Doyle (1983) tarafından, doğrudan yani öğrencileri içerikte ustalaştırmak için sistematik dersler yoluyla tasarlanan öğretim olarak karakterize edilmiştir. Bu ustalık Hatano’nun (1988) rutin olarak karakterize ettiği, uyum sağlayabilenin tam tersi olan bir tür uzmanlık türünü ortaya çıkarır. Rutin uzmanlar, benzer problemleri hızlıca ve doğru bir şekilde

çözebilirler ama uyum sağlayabilen bir uzman gibi zengin kavramsal bilgi olmadığından dolayı yeni yöntemler keşfedemezler. Hatano, rutin uzmanlığın değersiz olmadığını ve birçok örnekte yeterli olduğunu gösterir. Sadece değişik veya sıra dışı problemler ortaya çıktığı zaman bu kavramsal bilginin eksikliğinin ciddi bir engel teşkil ettiğini belirtmiştir. Uyum sağlayabilen uzmanlık, sayıları kullanmada esnekliği geliştirmek için gerekli aktiviteler, kuralların ve algoritmaların keşfi için dikkatli yapılandırılmış fırsatlar sağlamak üzerine odaklanmış öğretimin hedefi olarak daha etkili gözükmektedir (s. 5).

İlköğretim matematik müfredatının önemli bir bileşeni de esnek ve yaratıcı yollarla hesaplama yapma performansıdır. Bunun için sayı sistemlerinin yapısının bilgisi gereklidir (Sood, 2010). Öğrencilere sayılar ve işlemlerle ilgili matematiksel algoritmalar ve yöntemler ezberletmek yerine, öğrencilerin bazı eleştirel ve yaratıcı düşünceler üretebilmesini sağlayabilmek daha önemlidir. Bunun için de öğrencilerde sayı duyusunun gelişmiş olması gerekir.

İlköğretim matematik müfredatında, cebir öğrenme alanı ve sayılar öğrenme alanında yer alan bir konu olan üslü ifadeler; örüntüler ve ilişkiler, köklü sayılar, bölünebilme, asal sayılar, doğal sayı ve ondalık kesirleri çözümlene gibi farklı konularda da kullanımı gereken ve ilköğretim sonrası matematik öğreniminde logaritma, diferansiyel denklemler, kompleks analiz, fonksiyonlar gibi konulara temel oluşturan önemli bir kavramdır. Bunun için öğrencilerin üslü ifadeleri ilköğretim yıllarında etkili ve kalıcı bir şekilde öğrenmeleri gerekir.

Üslü ifadelerle ilgili standart testlerde öğrencilerin başarılı olması, üslü ifadeleri tam olarak anlamlandırdıklarını göstermeyebilir. Öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili bilgileri, üslü ifadelerin temelindeki mantığı kavramsallaştırmadan, ezberci bir öğretimle de oluşmuş olabilir. Yani, okuldaki bir sınavda üslü ifadeler konusunda başarılı olan bir öğrencinin, üslü ifadelerle ilgili sayı duyusu iyi düzeyde olmayabilir veya bunun tam tersi üslü ifade konusunda standart bir testte başarısız olan bir öğrenci, belli düzeyde üslü ifade duyusunu kullanıyor olabilir. Bunun ayırımına varmak ve öğrencilerin üslü ifadeler konusunda öğrendikleri kuralları ve yöntemleri ne kadar anlamlandırarak yaptıklarını ortaya çıkarabilmek için üslü ifadeler konusundaki sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkinin ortaya çıkarılması gerekir. Alanyazında sayı duyusu ve

matematik başarısı arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Jordan, Kaplan, Locuniak ve Ramineni, 2007; Kayhan-Altay, 2010; Mohamed ve Johnny, 2010; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008); fakat özel olarak bir konuya yönelik öğrenci başarısı ve sayı duygusu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmaların sayısı azdır. Öğrencilerin yüzdeler konusu ve ondalık sayılar konusuyla ilgili sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar mevcuttur (Gay ve Aichele, 1997; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012); ancak doğrudan üslü ifadeler konusundaki başarı ve sayı duygusu arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma bulunmamaktadır. Üslü ifadeler konusundaki genel başarı ve üslü ifade duygusu arasındaki ilişkiyi incelemek bu öğrencilerin bu konuyu ne kadar kavramsallaştırdığını ortaya çıkardığından dolayı önemlidir. Bununla birlikte ülkemiz alanyazında, sayı duygusuna yönelik birkaç çalışma mevcuttur; fakat üslü ifadelere yönelik sayı duygusuyla ilgili sadece bir çalışma bulunmaktadır. Sayı duygusundan bağımsız sadece üslü ifadeler konusuyla ilgili de fazla çalışmaya rastlanmamıştır. Özetle; ülkemiz alanyazında eksikliği hissedilen iki konu olan sayı duygusu ve üslü ifadelerin bir arada incelenmesinin ve üslü ifade başarısına göre üslü ifadelere yönelik sayı duygusunun değişiminin araştırılmasının ilgili alanyazına katkı yapacağı düşünülmektedir.

1.8 Sayıltılar

- Araştırmada kullanılan “üslü ifadelere yönelik başarı testi” ve “üslü ifadelere yönelik sayı duygusu ölçeği” amaca hizmet eder niteliktedir.
- Öğrencilerin, “üslü ifadelere yönelik başarı testi” ve “üslü ifadelere yönelik sayı duygusu ölçeği” ile sorulan sorulara samimi ve ciddi olarak yanıt verdikleri kabul edilmiştir.
- Öğrencilerin “üslü ifadelere yönelik başarı testi” ve “üslü ifadelere yönelik sayı duygusu ölçeği” için verdikleri yanıtlar onların gerçek başarı durumlarını yansıtmaktadır.

1.9 Sınırlılıklar

- Araştırma, veri toplama araçlarının uygulandığı zaman dilimi olarak, 2012-2013 eğitim-öğretim yılının 1. yarıyılı ile sınırlıdır.
- Araştırmanın çalışma grubu, Denizli'nin Tavas ilçesinde bulunan bir devlet ilkokulunun 8. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır.
- Araştırma verileri, veri toplama aracı olarak kullanılan “üslü ifadelerle yönelik başarı testi” ve “üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği” sorularına öğrencilerin verdikleri yanıtlar ile sınırlıdır.

1.10 Tanımlar

Araştırmada sıklıkla bahsedilen önemli kavramların tanımları aşağıdaki gibidir:

Sayı duyusu: Bir kişinin sayılar ve işlemlerle ilgili genel olarak anlama yeteneği ile birlikte, sayılar ve işlemler için kullanışlı stratejiler geliştirmek ve matematiksel muhakemede bulunmak için bu anlayışı esnek şekilde kullanabilmesidir (McIntosh ve diğerleri; 1992).

Üslü ifadelerle yönelik başarı puanı: Öğrencilerin *üslü ifadelerle yönelik başarı testi*nden aldıkları toplam puandır. Bu puan, öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik başarısı olarak değerlendirilmiştir.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı: Öğrencilerin *üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği* sorularında sayı duyularını kullanıp kullanmadığına bakılmaksızın, soruları doğru veya yanlış yapmalarına göre aldıkları toplam puandır. Bu puan, öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı olarak değerlendirilmiştir.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı: Öğrencilerin *üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği* sorularında sayı duyularını kullanmalarına göre aldıkları toplam puandır. Bu puan, öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı olarak değerlendirilmiştir.

İKİNCİ BÖLÜM

KURAMSAL ÇERÇEVE ve İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde yurt içi ve yurt dışında yapılmış olan çalışmalar, sayı duyusuyla ve üslü ifadelerle ilgili olanlar olmak üzere iki ayrı bölümde anlatılmıştır.

2.1 Sayı Duyusuyla İlgili Olan Araştırmalar

Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmalar; sayı duyusunu farklı kültürler arasında inceleyen, sayı duyusunu bileşenlerine göre inceleyen, uygulanan öğretim yöntemine göre sayı duyusunun gelişimini değerlendiren, sayı duyusunun çeşitli beceriler (tahmin, yazılı hesap) veya matematik başarısı ile ilişkisini inceleyen olmak üzere dört gruba ayrılmıştır.

2.1.1 Sayı duyusunu farklı kültürler arasında inceleyen çalışmalar

Markovits ve Pang (2007) yaptıkları çalışmada, Kore ve İsrail'deki 6. sınıf öğrencilerinin sayı duyusu içeren görevlerle baş etme yollarına bakmışlardır. Her iki ülkedeki 6. sınıf öğrencilerinin rutin matematiksel görevler, sayı duyusu ile ilgili görevleri ve matematik inançları ile ilgili düşüncelerini karşılaştırmak amaçlanmıştır. Kore ve İsrail'de okuyan toplam 275 altıncı sınıf öğrencisi ile çalışılmıştır. Ölçme aracı olarak 30 açık uçlu görev verilmiştir. Bunların 12 tanesi rutin görev, 12 tanesi sayı duyusu testi soruları ve 6 tanesi ise inanç sorularından oluşmaktadır. Rutin görevde bilinen sayılar (kesir ve ondalık sayı) ile ilgili tam sonucun hesaplanması ilk görev olarak belirlenmiş, daha sonra sayı duyusu soruları ve en son olarak da inanç soruları sorulmuştur. Araştırmada, Koreli öğrencilerin kesin sonuç bulmayı tercih ettikleri ortaya çıkmıştır. Tam bir hesaplama yapmadan verilen işlemlerin sonuçlarının bulunması istendiğinde, bunu başaran öğrenci yüzdesinin oldukça düştüğü görülmüştür. Koreli öğrencilerin İsraili öğrencilere göre rutin hesaplama yöntemlerini kullanmaya daha fazla eğilimli olduğu, bu sebeple Koreli öğrencilerin rutin görevlerde İsraili öğrencilere göre daha başarılı oldukları bulunmuştur. İsraili öğrencilerin verilen

görevlerde tam sonuç hesaplamaktan kaçındıkları ve başka yollar bulmaya çalıştıkları, ayrıca İsraili öğrencilerin problemlerin çözümlerinde hesaplama yerine daha çok sayı duyularını kullandıkları ortaya çıkmıştır. Strateji kullanımına ilişkin belirli bir yönlendirme olmayan sorularda bile İsraili öğrenciler sayı duyularını kullanabilmişlerdir. Koreli öğrencilerin de sayı duyularını kullanma yeteneklerinin olduğu ancak bunu aktif hale getiremedikleri görülmüştür. Bu sonucun sebebi olarak kültürel farklılıklar, her iki ülkedeki öğretmen inançları arasındaki farklılık, Kore müfredatındaki geleneksel hesaplama yapılan vurgu gösterilmiştir.

Reys ve diğerleri (1999); Avustralya, İsveç, Amerika ve Tayvan olmak üzere 4 farklı ülkenin 8-14 yaş aralığındaki öğrencilerinin sayı duyusu becerilerini incelemiştir. Araştırmalarında, sayı duyusunun 6 bileşeni üzerinde durmuşlardır. Bunlar; 1) sayıların anlamlarını ve büyüklüklerini anlama, 2) sayıların denk gösterimlerini anlama ve kullanma, 3) işlemlerin etkilerini anlama, 4) eşdeğer ifadeleri anlama ve kullanma, 5) zihinden ve yazılı hesaplama için esnek hesaplama ve sayma stratejileri kullanma ve 6) ölçmede referans noktası kullanımınıdır. Tüm bu bileşenler dikkate alınarak araştırmacılar tarafından 30-45 soruluk sayı duyusu testi geliştirilmiştir. Araştırmaya, her ülkeden rastgele orta büyüklükte okullardan seçilen her yaş düzeyinden 110-160 arasında öğrenci katılmıştır. Testin uygulanması sırasında öğrencilere her soru için 30-45 saniye arasında belirtilen süreden fazla süre harcamamaları söylenmiştir. Bundaki amaç, öğrencilerin çözüm süresini kısıtlayarak yazılı hesap yerine sayı duyusu becerilerini kullanmaya teşvik etmektir. Öğrencilere verilen toplam süre 30 dakikadır. Sonuçta, ülkeler arasında öğrencilerin sayı duyusu problemlerindeki başarılarının ülkelere, yaş grubuna ve soru maddesine göre farklılık gösterdiği bulunmuştur. Genel olarak bakıldığında, 4 ülkede de öğrencilerin sayı duyusu problemlerindeki başarılarının düşük olduğu görülmüştür. Öğrencilerin yaşı arttıkça sorulara doğru yanıt verme oranlarının arttığı görülmüştür. Araştırmacılar bu sonucu, okullardaki matematik müfredatının hala yazılı hesaplama işlemlerine ağırlık vermesine bağlamaktadırlar. Matematik müfredatlarında hesapsal algoritmalar, işlemler

üzerine odaklanılmasının öğrencilerin sayı duyusu gelişimi de zorlaştırdığı belirtilmiştir.

Aunio, Niemivirta, Hautamaki, Van Luit, Shi ve Zhang (2006) yaptıkları çalışmada; yaş, ülke ve cinsiyet değişkenlerinin Çinli ve Finlandiyalı anaokulu ve ilkokul öğrencilerinin sayı duyuları üzerindeki etkilerini incelemişlerdir. Örnekleme yaşları 4-7 aralığında değişen 130 Çinli, 203 Finlandiyalı öğrenci yer almıştır. Çocukların sayı duyularının ölçülmesinde 40 soruluk Utrecht Erken Dönem Sayı Testi (Utrecht Early Numeracy Test) kullanılmıştır. Bu testte çocukların sayısal ve sayısal olmayan niceliklerle ilgili bilgilerini birkaç açıdan değerlendirecek sorular yer almaktadır. Test sekiz farklı tür soru tipi içermektedir. Bunlar; karşılaştırma sonuçlarını değerlendirme, sınıflama, birebir eşleme, sıralama, sayı kelimelerini kullanma, yapısal sayma, sonuçsal sayma ve sayıların genel anlayışıdır. İlk dört tip soru çocukların nicelikler ve ilişkilerle ilgili anlayışlarının temel yeteneklerini göstermektedir. Diğer soru türleri ise sayıların anlaşılması ve kullanımı ile ilgili yetenekleri ortaya çıkaran sorulardır. Kullanılan ölçek aralarında yüksek ilişkili bulunan iki farklı açıdan, çocukların sayı duyularının değerlendirilmesini sağlamıştır. Ölçekteki ilk 20 soru çocukların verilen sayıları karşılaştırma ve organize etme yeteneklerini ölçerken (ilişkisel yetenekler), sonraki 20 soru çocukların sayı-kelime dizileriyle işlem ve bunları kullanma yeteneklerini (sayma yetenekleri) ölçmektedir. Uygulama sırasında, öğrencilere soruları bireysel olarak yanıtlaması için 30 dakika süre verilmiştir. Testte her doğru soru 1 puan, yanlış soru ise 0 puan olacak şekilde puanlandırma yapılmıştır. Verileri analiz etmek için sayı duyusunun iki yönünden korelasyon sonuçları elde edilmiştir. Birincisi, çocukların nicelikleri karşılaştırma ve organize etmedeki yeteneğini (İlişkisel yetenekler), diğeri ise çocukların sayı-kelime dizisiyle işlem yapma yeteneğini yansıtmıştır (Sayma yetenekleri). Araştırmanın sonucunda, yaş değişkeni dikkate alındığında her iki örnekleme de hem ilişkisel hem de sayma becerilerinde sistematik bir artış görülmüştür. Bu da çocukların sayı duyusundaki gelişimsel etkiyi açık bir şekilde göstermektedir. Fakat öğrencilerin cinsiyetleri ile sayı duyusu arasında bir ilişki görülmemiştir. Sayma yetenekleri ile ilgili olarak, Çinli çocuklar yaş gruplarına bakmazsınız Finlandiyalı çocuklardan daha iyi bir performans sergilemiştir.

Fakat ilişkisel yeteneklerle ilgili olarak ise bu durum sadece yaşı büyük olan çocuklar arasında görülmüştür. Dil açısından sonuçlara bakıldığında, Çinlilerin kullandığı sayı kelimeleri öğrencilerin sayıları anlamalarını, saymalarını, onluk sistemi anlamalarını, temel hesaplamaları daha hızlı ve doğru bir şekilde yapmalarını kolaylaştırdığı görülürken; aksine, Finlandiya'daki sayı kelimelerinin sistematik olmadığı, bu sebeple öğrencilerde sayma yetenekleri ve işlemlerle ilgili olarak bazı hatalara sebep olduğu gözlenmiştir.

Sayı duyusunu farklı kültürler arasında inceleyen çalışmalara genel olarak bakıldığında aşağıdaki sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür:

- Öğrencilerin çoğunlukla kendilerine sorulan sorularda kesin sonuç bulmaya yöneldikleri, tam bir hesaplama yapmadan verilen işlemlerin sonuçlarının bulunması istendiğinde, bunu başaran öğrenci yüzdesinin oldukça düştüğü görülmüştür (Markovits ve Pang, 2007; Reys ve diğerleri, 1999).
- Sorularda sayı duyusu kullanma oranının öğrencilerin yaşı arttıkça arttığı (Aunio ve diğerleri, 2006; Reys ve diğerleri, 1999); fakat öğrencilerin cinsiyetleri ile sayı duyusu arasında bir ilişki olmadığı ortaya çıkmıştır (Aunio ve diğerleri, 2006).
- Farklı ülkelerdeki öğrenciler arasında sayı duyusu başarısının ülkelerdeki müfredat sistemi ve öğretmen inançlarına göre değişiklik gösterdiği (Aunio ve diğerleri, 2006; Markovits ve Pang, 2007; Reys ve diğerleri, 1999) söylenebilir.

2.1.2 Sayı duyusunu bileşenlerine göre inceleyen çalışmalar

İymen'in (2012) yaptığı çalışmanın amacı, 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sorularda sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesidir. Bunun için öğrencilere araştırmacı tarafından geliştirilen üslü ifadelerle ilgili 11 soru görüşme şeklinde uygulanmıştır. Görüşme soruları sayı duyusunun denk gösterimler, sayısal tahmin, sayı büyüklükleri, işlemlerin etkileri, referans noktası kullanımı bileşenleri ile ilgili hazırlanmıştır. Görüşme

yapılacak öğrencilerin belirlenmesi için Pitta-Pantazi, Christou ve Zachariades (2007) tarafından geliştirilen üslü ifade çiftlerini karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bu testte belirlenen ölçütlere göre başarı elde eden 20 öğrenci ile görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere yapılan görüşmeler nitel yöntemlerle analiz edilmiştir. Analizler sonucunda üslü ifadelerle yönelik sorularda öğrencilerin sayı duyularını kullanma başarılarının düşük olduğu görülmüştür. Bunun sebebi olarak öğrencilerin tam sayılar ve rasyonel sayılar konularındaki bilgi eksikliği gösterilmiştir. Öğrencilerin çözüm yöntemlerinde daha çok standart yöntemleri tercih ettikleri; fakat öğrencilerden soruların çözümünde uzun işlem yapmadan yanıt bulmaları istendiğinde ise sayı duyularını kullandıkları görülmüştür. Öğrencilerin sayı duyusu bileşenlerinin içinden en çok işlemlerin etkilerini fark etme ile ilgili yetersizliklerinin olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra referans noktası kullanımının da az olduğu, sayı büyüklüklerini kavramada yetersiz oldukları görülmüştür. Öğrencilerin sayılarda denk gösterimler oluşturma, sayıları ayırıştırma ve birleştirme konusunda başarılı oldukları; ancak denk ifadeleri karşılaştırmada zorlandıkları görülmüştür. Tahmin yapmada öğrencilerin zorlandıkları ve tahminleri için uygun referans sayıları seçemedikleri bu sebeple tahminlerinin sezgisel kaldığı araştırmada ortaya çıkan diğer bir sonuçtur. Bunun dışında öğrencilerin sayı duyularının kullanma durumlarının önemli bir belirleyicisinin de sorulan soru tipi olduğu fark edilmiştir. Üslü ifadelerle ilgili olarak, öğrencilerin sorularda tabanın ve kuvvetin doğal sayı olduğu durumlarda rasyonel olduğu durumlara göre daha başarılı oldukları, öğrencilerin rasyonel sayılarla ilgili yetersizliklerinin olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bunun dışında öğrencilerin tabanın ve kuvvetin pozitif olduğu durumlarda negatif olduğu durumlara göre daha başarılı oldukları, negatif kuvvet ve sıfırcı kuvvet ile ilgili hatalar yaptıkları, çok büyük ve çok küçük üslü ifade büyüklüklerini kavramada zorlandıkları, üslü ifadede üssün artışının sayının büyüklüğüne etkisinin toplamsal olduğunu düşündükleri görülmüştür.

Zanzali ve Ghazali'nin (1999) yaptıkları çalışmanın amacı, öğrencilerin sayı duyularını, McIntosh ve diğerleri (1992) tarafından geliştirilen sayı duyusu testindeki beş bileşene göre değerlendirmektir. Ölçülen bu beş bileşen; 1) Sayıların büyüklüğü ve anlamını anlamak, 2) Sayıların eşdeğer formlarını ve

sayıların temsillerini kullanmak, 3) İşlemlerinin anlamını ve etkisini anlama, 4) Eşdeğer ifade kullanımı ve 5) Hesaplama ve sayma stratejileridir. Çalışmada 4. sınıf olan 406 Malezyalı çocuğun sayı duyuları araştırılmıştır. Araştırmacılar ayrıca öğrencilerin sayı problemlerini çözerken kullandıkları stratejiler ile sayı duyusu arasında bir ilişki olup olmadığını incelemişlerdir. Bu amaçla iki test geliştirmişlerdir. Birinci test öğrencilerin sayı duyusunun beş bileşenine ilişkin becerileri değerlendirmek amacıyla geliştirilmiştir. İkinci test sayı duyusu testinin içeriğinde yer alan benzer maddeler kullanılarak oluşturulan yazılı hesaplama testidir. Bir dizi görüşme de sayı duyusu ve hesaplama yeteneklerini ortaya çıkarmak için yapılmıştır. Verilerin analizinde öğrencilerin sayı kavramlarını anlamaları ile hesaplama becerileri arasındaki ilişki araştırılmıştır. Yazılı hesaplama testinden elde edilen bulgular, öğrencilerin yazılı testte sayı duyusu testine göre daha başarılı olduğunu göstermektedir. Genel olarak bakıldığında öğrenciler eşdeğer ifade kullanımı, hesaplama ve sayma stratejileri bileşeni dışındaki sayı duyusunun diğer bileşenlerinde zorluklar yaşamışlardır. Bu sonucu, araştırmacılar sayı duyusunun diğer becerilerinin mekanik hesaplamalardan öte daha çok derinlemesine anlama gerektirebileceği şeklinde yorumlanmıştır. Elde edilen sonuçlar, çocukların sayı duyusu bileşenleri içinden en çok işlemlerin etkisini anlamada zorluk yaşadıklarını göstermiştir.

Yang (2007) çalışmasında, öğretmenlik okuyan öğrencilerin sayı duyusu ile ilgili soruları çözerken kullandıkları stratejileri test etmiştir. Bunun için Güney Tayvan'daki bir üniversitede okuyan 15 öğretmen adayı ile görüşme yapılmıştır. Örnekleme, yaşları 20 ile 21 arasında değişen, 5'i matematik eğitimi, 5'i sınıf öğretmenliği ve 5'i ise dil eğitimi üzerinde öğrenim gören öğrencilerden oluşmuştur. Dil eğitimi alanında öğrenim gören öğrenciler de birinci sınıfta temel matematik dersi almışlardır. Yani örnekleme tüm öğrencilerin belli seviyede matematik bilgileri bulunmaktadır. Asıl uygulamadan önce soruları test etmek amacıyla iki öğrenciyle pilot bir uygulama yapılmıştır ve soruların açık, anlaşılır ve seviyeye uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Görüşmeler araştırmacı tarafından sessiz bir sınıfta yaklaşık bir saat boyunca uygulanmış ve öğretmen adaylarının yanıtlarını kâğıt üzerinde göstermelerini istenmiştir. Görüşme soruları dört farklı sayı duyusu bileşeni ile ilgili her bileşenden 3 soru olacak

şekilde toplam 12 sorudan oluşmuştur. Bu bileşenler; “sayıların anlamları, işlemleri ve aralarındaki ilişkiyi anlama”, “sayıların göreceli büyüklüğünü fark etme”, “uygun şekilde referans noktası geliştirip, kullanma”, “tahmin stratejileri kullanarak hesaplama sonuçlarının sebebini yargılayabilme” şeklindedir. Yanıtların analizinde her soru doğru ve yanlış olma durumuna göre puanlandırılmış ve yanıtların açıklanma türüne göre kategorize edilmiştir. Bunlar, sayı duyusu temelli, kural temelli ve yanlış açıklama içeren yanıtlar şeklindedir. Araştırma sonunda katılımcıların çoğunun 4 sayı duyusu bileşeniyle ilgili sorulara yanıt vermek için kural temelli yöntemleri kullandıkları gözlenmiştir. Görüşmeler esnasında çoğu katılımcının verdikleri yanıtlara emin olamadıkları, güven eksikliği olduğu ve kâğıt-kalem kullanmaya ihtiyaç duydukları gözlenmiştir. Araştırma sonucunda aynı zamanda katılımcıların kesirlerde toplama ile ilgili soruları, kesirlerin çarpımı veya ondalık sayıların çarpımıyla ilgili sorulardan daha iyi başardığı gözlenmiştir. “Tahmin” kavramının çoğu katılımcının alışık olmadığı bir kavram ve tahmin yapmanın onlar için yeni bir deneyim olduğu görülmüştür. Hatta birkaç katılımcı tahminin ne olduğunu anlayamamıştır. Bu öğrenciler sorularda kesin yanıt bulmaya yönelmişlerdir. Katılımcıların sadece üçte biri soruları yanıtlarken sayı duyusu temelli stratejileri uygulayabilmiştir. Geri kalanı ise yazılı algoritmaları uygulamaya yönelmiştir.

Howell ve Kemp (2005) çalışmalarında, öğrenciler için formal matematik öğreniminde etkin olan erken sayı duyusuna bir tanım ve değer kazandırmayı ana amaç olarak belirlemişlerdir. Çalışma, erken sayı duyusunun bileşenlerini ortaya çıkarabilmek için uzmanların görüşlerini almıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin sayma yeteneklerini sınırlamadan, matematikteki okul öğrenimini etkin kılmak ve dilsel engeli olan öğrencileri dezavantajlı duruma düşürmeyecek uygun değerlendirme çalışmaları belirlemeyi amaçlamıştır. Uzmanlar tarafından ortak bir görüş bulmak için Avustralyalı akademisyenlerin katıldığı değiştirilmiş delphi uygulaması kullanılmıştır. Bu uygulama iki turdan oluşmuştur. İlk turda 13 uzman katılımı, ikinci turda ise 9 uzman katılımıyla uygulama tamamlanmıştır. İlk turda 25 farklı sayı duyusu yeteneğinin hangilerinin sayı duyusunun erken yaşlardaki göstergesi olabileceği oylamaya sunulmuştur. Birinci tur sonucunda uzmanlardan en çok oy alan yetenek 5

veya 10 sayılarının bilgisini gerektiren sayma yeteneği ve toplamsal yetenekler olmuştur. Birinci tur sonucunda yeterince oy alan yetenekler ikinci turda tekrar uzmanlara sorulmuştur. Bu turda oylamaya sunulan sayı duyusu göstergelerinin sayısı 9'a düşürülmüş ve iki tane değiştirilmiş yetenek eklenmiştir. 2. turun sonuçlarına dayanarak katılımcı akademisyenler okulun ilk yılını çocuklar için sayma yöntemlerini kavrayabilmelerini sağlayan öğretici bir dönem olarak belirtmişlerdir. 2. tur yanıtları okulda geçen ilk yıldan sonra en basit sayma yeteneklerinin sayı algısının gerekli tamamlayıcısı olduğunu göstermiştir. 2. turda sayma yeteneğini gösteren 10 yetenekten 8'i katılımcıların % 100'ü tarafından "katılıyorum" ya da "kesinlikle katılıyorum" olarak değerlendirilmiştir. Geri kalan iki yetenek "eşleştirme" ve "denk gruplar oluşturma" küçük sayılara uygulandığında sayma bilgisi için önkoşul oluşturmamaktadır; fakat bir yıllık okul eğitimi sonunda bu görevleri yapabilmek için çocukların sayma bilgilerini kullanacakları düşünülmektedir. Bu iki tur sonucunda çocukların okula başladıklarında kazandıkları sayı duyusunun önemli bir belirleyicisinin de çocukların erken yaşlarda kazandıkları sayma yetenekleri olduğu sonucuna varılmıştır. Özetle, alan yazında verilen bir takım sayı duyusu yeteneklerinin bu çalışmadaki hedef kitleden yaşça daha büyük öğrencilere hitap ettiği, ayrıca yapılan bu çalışmanın okul öncesi dönemde bazı çocukların sahip olduğu yetenekleri tanımlamaya fırsat sağladığı ve bu yeteneklerin o yaş grubunun sayı duyusu başarısı için bir önkoşul olamayacağı belirtilmiştir. Erken sınıf çalışmalarının, çocukların birinci sınıftaki matematik başarıları için yeterli olduğunu anlamak için, bu çalışmada belirtilen yeteneklerin değerlendirmesi ve bunun devamı olan çalışmaların yapılması araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

Sayı duyusu bileşenlerine göre yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında aşağıdaki sonuçların ortaya çıktığı görülmüştür:

- Öğrencilerin yazılı hesaplama testindeki başarılarının sayı duyusu testindeki başarılarına göre daha iyi olduğu ortaya çıkmıştır (Zanzali ve Ghazali, 1999).

- Üslü ifade ile ilgili sorularda tabanın ve kuvvetin doğal sayı olduğu durumlarda rasyonel olduğu durumlara göre; ayrıca tabanın ve kuvvetin pozitif olduğu durumlarda negatif olduğu durumlara göre öğrencilerin daha başarılı oldukları belirlenmiştir (İymen, 2012).
- Öğrencilerin sayı duyusu ile ilgili kendilerine sorulan sorularda daha çok standart işlem yapmayı tercih ettikleri ve kural temelli yöntemlere başvurdukları görülmüştür (İymen, 2012; Yang, 2007; Zanzali ve Ghazali, 1999).
- “Tahmin” kavramının öğrencilere yabancı gelen bir kavram olduğu ve öğrencilerin iyi tahminler yapabilmeye başarısız oldukları, öğrencilerin kendi tahminlerine güvenmedikleri ve daha çok kâğıt-kalem ile hesap yapmaya ihtiyaç duydukları görülmüştür (İymen, 2012; Yang, 2007).
- Sayı duyusu bileşenlerinin içinden öğrencilerin yetersizliğinin en fazla hissedildiği bileşenlerin, kıyaslama (referans) noktası kullanımı ve işlemlerin etkisi olduğu belirlenmiştir (İymen, 2012; Zanzali ve Ghazali, 1999).

2.1.3 Uygulanan öğretim yöntemine göre sayı duyusunun gelişimini değerlendiren çalışmalar

Yang ve Tsai (2010) çalışmalarında, matematik öğretiminde teknoloji tabanlı bir öğrenme ortamı entegrasyonun öğrencilerin sayı duyularına ve öğrenme tutumlarına etkisini belirlemeyi amaçlamışlardır. Yarı deneysel araştırmada Tayvan'daki ilkokuldan iki 6. sınıf seçilmiştir. Kontrol grubu 32 öğrenciden oluşmaktadır ve öğrencilere sayı duyusu ile ilgili teknolojiyi kullanmadan alışıldık matematik eğitimi verilmiştir. Deney grubu da 32 öğrenciden oluşmaktadır ve teknoloji destekli bir eğitim ile öğrencilerin sayı duyusu geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu çalışmada Yang ve Li'nin (2007) çalışmasında kullanılan 6. sınıf öğrencileri için web tabanlı iki aşamalı sayı duyusu testi (ön test-son test) kullanılmıştır. Test, sayı duyusu ile ilgili 5 bileşeni içermektedir ve her bileşenle ilgili 10 soru maddesi olmak üzere toplam 50 bulunmaktadır. Test iki alt testte ayrılmıştır. Her bir alt test 25 maddeden

oluşmaktadır ve çözmek için öğrencilere yaklaşık 40 dakika verilmiştir. Çalışmada web tabanlı öğrenme kaynakları kullanılmıştır. Bunlar; kesirlerle ilgili bilgisayar ortamında modellemeye fırsat veren ve kesirleri daha iyi anlamaya yarayan web sitesi, denk kesirleri daha iyi anlamaya yarayan başka bir site olarak belirlenmiştir. Her iki grupta da aynı öğretmen tarafından aynı sayı duyusu etkinlikleri yapılmıştır ve dört ders periyodu (ders başına 40 dakika) için öğretim gerçekleştirilmiştir. Uygulama 4 hafta boyunca devam etmiştir. Yani her sınıf için uygulama 16 ders periyodu sürmüştür. 8 sayı duyusu faaliyeti araştırmacı tarafından hazırlanıp kullanılmıştır. Sonuç olarak sayı duyusu öğrenme ve öğretmede teknolojiyi kullanmanın sayı duyusu öğrenme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür. Bu da teknoloji destekli sayı duyusu öğretiminin geleneksel sayı duyusu öğretiminden üstün olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Başka bir sonuç olarak, sınıfta bilgisayar kullanımının matematik eğitiminde öğrencilerin öğrenme motivasyonlarına katkı sağladığı, öğrencilerin konuyla ilgili bilgisayarda uygulama yapma şansı verilmesinin öğrencileri heyecanlandığı görülmüştür. Öğrencilere çoklu öğrenme ortamları oluşturulduğu takdirde öğrencilerin sayı duyusunun gelişimine katkı sağladığı düşüncesi ileri sürülmüştür.

Yang'ın (2002) çalışmasının amacı bir öğretmenin öğrencilerin kesirlere yönelik sayı duyularının gelişimine süreç odaklı bir aktivite ile nasıl katkı sağladığını incelemektir. Aynı zamanda araştırmada iyi bir öğrenme ortamı geliştirmek için ilginç, değerli bir matematik sorusunun nasıl sorulması gerektiği konusuna da yanıt aramaktadır. Araştırmada sayı duyusuyla ilgili bir temeli olan kıdemli bir matematik öğretmeni; 29 altıncı sınıf öğrencisini (16 erkek, 13 kız) 5 gruba ayırmış ve onlara yönelttiği sorular üzerinde tartışmalarını istemiştir. Etkinlik "3/8 mi yoksa 7/13 mü 1/2'ye daha yakındır?" sorusu üzerinde tartışmayı içermektedir. Öğretmen rahat bir öğrenme ortamı oluşturmuştur. Öğrenciler tarafından yapılan açıklamaları dinlemiş ve onları sınıf ortamında tartışmaları için cesaretlendirmiştir. İkinci aşamada öğrencilerden kesirleri modelleyerek gösterip, karşılaştırmaları istenmiştir. Uygulama sonunda 5 grup da fikir paylaşmaktan zevk almıştır. Yanıt bulmak için farklı stratejiler kullanmışlardır. Gruplardan bazıları resimsel modellerle hangi kesrin yarıma

yakın olduğunu bulmuşlardır ancak sembolik olarak gösterememişlerdir. Gruplardan bazıları resimsel gösterimde sayı duyularını iyi kullanmışlardır (Hangi kesrin yarıma yakın olduğunu bulmaya çalışırken). Öğrenciler bazı özel yöntemler kullanabilmişlerdir. Örneğin $1/13$ 'ün yarısını $0,5/13$ diyebilmeleri müfredatta olmadığından şaşırtıcı bir sonuç olarak değerlendirilmiştir. Araştırmacı sınıf tartışması ve işbirlikli öğrenme ile geliştirilen bu etkinliğin öğrencilerin kesir konularındaki zorlanmalarının azalmasında etkili olduğunu belirtmiş ve sayı duyusunun iletişim ve tartışma ile gelişebileceğini ileri sürmüştür.

Kaminski (2002) yaptığı çalışmada, hizmet öncesi sınıf öğretmenliği öğrencilerine sayı duyusu odaklı bir matematik eğitimi programının, hangi çözüm stratejilerinin oluşturulmasına ve uygulanmasına, onların matematiği anlamalarına ve matematiğe yaklaşımlarına ne düzeyde katkı sağlayabileceği incelemiştir. Sayı duyusunun gelişimine yönelik olarak 43 tane öğretmen adayı üzerinde bir çalışma yürütmüştür. Haftada 4 saat olmak üzere toplam 12 haftalık bir sürede öğretmen adaylarına uygulanmıştır. Programda öğrenmeye yönelik sosyal yapılandırmacı yaklaşımlar doğrultusunda, öğretmen adayları kendi akranlarıyla olan iletişimlerinde, matematik bilgisi oluşturma, yorumlama ve elde etme fırsatlarına sahip olurlarken, öğretmen adaylarına aktif olma, gruplar halinde çalışma, matematiğin anlamı üzerine tartışma ve anlaşmalara girme olanakları sunmuştur. İlk dört hafta boyunca, sayı duyusu programında seçilen faaliyetler, basamak değeri kavramı, sayıları gruplama, değiştirme ve yeniden adlandırmayı, sayıları sıralama ve oluşturmaya odaklanmıştır. Sayı modelleri, sayısal ifadelerin kıyaslamasında kullanılmıştır. Öğretim araçları ve oyunların yanı sıra hesap makineleri, araştırma çalışmalarında kullanılmıştır. Beşinci haftadan yedinci haftaya kadar geçen süreçte, faaliyetlerin etkilerinin tespit edildiği ve sayısal modellerden ilişkilerin çıkarıldığı, sonuçları elde etmede hesaplamaların gerekip gerekmediği, ifade çiftlerinin denk olup olmadığı hususunda karar vermekle ilgili faaliyetler yapılmıştır. Son beş hafta boyunca ise sayı duyusu programındaki faaliyetler, zihinsel hesaplama, hesaplamada sayı duyusunun önemli yönlerinin kullanımıyla ilgili olmuştur; ancak rasyonel sayı alanına daha çok önem vermiştir. Araştırmanın sonucunda, bazı öğretmen

adaylarının rasyonel sayılara ilişkin işlemlerinde, matematik yöntemlerini ezbere uyguladıkları görülmüştür. Bazı sorularda hesaplama ve yuvarlama stratejileri kullanılarak bulunan sonuçlara rastlanmıştır. Sadece birkaç öğrencinin etkinlikler süresinde matematik yöntemlerini ezbere uyguladıkları, diğerlerinin matematiksel anlayışın işlemsel düzeylerinin ötesinde pek çok işlem yaptıkları, zihinsel hesaplama ve standart olmayan matematik yöntemlerini sıkça kullandıkları ortaya çıkan bulgular arasındadır. Özetle, öğretmen adaylarına uygulanan sayı duyusu programı, onların matematik anlayışlarını ve matematiğe yaklaşımlarını değiştirmiştir. Bu süreçteki tecrübelerin, hem sayı ilişkileriyle hem de bu ilişkilerin esnek ve standart olmayan yollarda kullanılmasıyla ilgili olması öğretmen adaylarının sayı duyusu gelişimini desteklenmiştir. Sayı duyusu işlemlerinin incelenmesi esnasında, adayların sayı duyusu kazanmakla kalmayıp aynı zamanda bunu başarabileceklerine de inandığı görülmüştür. Sayı duyusu programında sosyal yapılandırmacı bir yaklaşımın kullanılması, öğretmen adaylarının işbirliği içerisinde çalışmalarını, matematik ifadelerini incelemelerini, açıklamalarını ve yansıtmasını sağlamıştır ve öğrenme sürecine destek sağlamıştır.

Markovits ve Sowder (1994) çalışmalarında, sayı duyusu bileşenlerine yönelik öğretim programının 7. sınıf öğrencilerinin sayı duyularını gelişimine etkisini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla sayı duyusuna yönelik bir öğretim programı hazırlanıp, bu programın etkililiğine bakılmıştır. Geliştirilen programda sayı duyusu bileşenlerinden; sayı büyüklüğüne, zihinsel hesaplama ve sayısal tahminlere odaklanılmıştır. Bunun için dört eğitimsel ünite araştırmacılar tarafından alanında tecrübeli bir öğretmenin uygulaması için hazırlanmıştır. Bu üniteler, sırasıyla zihinsel hesaplama, sayı büyüklüğü, kesir, tahmin ünitesi şeklindedir. Derslerin işlenmesi sürecinde; öğretmen, öğrencilerin matematiği anlaması ve ondan anlam çıkarması için, grup tartışmalarına kılavuzluk etmiştir ve öğrencilere soru sormalarına, keşfetmelerine fırsat tanımıştır. Değişimi değerlendirmek için öncelikli olarak deney süresi boyunca önemli anlarda bireysel olarak her öğrenciyle röportaj yapılmıştır. Bunun dışında yazılı sorular uygulanmıştır ve öğrencilerden çoğu durumda yanıtlarını açıklamaları istenmiştir. Sonuçta; uygulama süreci boyunca öğrencilerin tüm

ünitelerdeki soruları yanıtladıkları çözüm yöntemlerinin standart hesaplama yönteminden, standart olmayan hesaplama yöntemine doğru ilerlediği ve öğrencilerin sayı duyularının geliştiği görülmüştür.

Sood (2010) tarafından yapılan çalışmanın amacı, anaokulu öğrencilerine uygulanan sayı duyusu odaklı öğretim etkinliğini, öğrencilerin matematik yeterliliği kazanması bakımından değerlendirmektir. Bunun için deneysel bir çalışma yapılmıştır. Pensilvanya'da bulunan bir ilköğretim okulundaki beş sınıftan (n=101) oluşan bir örneklem seçilmiştir. İki sınıf (n=40) kontrol grubu olarak belirlenmiştir ve müfredata uygun yeni değişikliklere göre hazırlanmış ders kitabı kullanılmıştır. Konular 6 ünite olarak 8 hafta boyunca öğrencilere uygulanmıştır. İşlenen konulardan bazı başlıklar; toplama, sayma, şekiller yapma, referanslar, toplama ve çıkarma, veri analizi şeklindedir. Deney grubu olan diğer üç sınıfa (n=61) ise sayı duyusu ağırlıklı bir eğitim verilmiştir. Sayı duyusu temelli eğitim alan program 4 üniteden oluşmuştur ve her ünite öğrencilere sayı duyusu ile ilgili önemli fikirlerin kazandırılması amaçlanmıştır. Bu ünitelerin başlıkları ise; 1) uzamsal ilişkiler, 2) bir fazla, iki fazla, 1 az, iki az, 3) 5 ve 10 referans noktası, 4) yarım-yarım tam ilişkileri şeklindedir. Çalışmada, anaokulu öğrencileri için dikkatli ve sıralı aktivitelerle onların da pratik yapmalarına fırsat verilerek, öğrencilerin sayılarla ilgili önemli fikirler oluşturabildiği ve sayı duyularının gelişiminin sağlanabildiği sonucuna varılmıştır.

Zaslavsky (2001) çalışmasında başka kültürlerin sayı sistemlerinin öğrenciler araştırılmasının ve derste tartışılmasının öğrencilerin sayı duyularının gelişimine nasıl bir katkı sağlayacağını ortaya çıkarmayı amaçlamıştır. Bunun için 3. ve 4. sınıf öğrencilerinden insanlar tarafından çok eskiden bu yana kullanılan sayı sistemleri hakkında araştırma yapmaları istenmiştir. Öğrenciler bu araştırmayı yapmak için kitap, materyaller ve internet kullanmışlardır. Araştırmalarının sonucunda öğrenciler sayılar ve sayı sayma ile ilgili şaşırtıcı bilgilerle karşılaşmışlardır. Parmakla sayma, somut objelere (çakıl taşları, çubuklar gibi) sayma gibi farklı yöntemleri keşfetmişlerdir. Bu öğrenciler kendi sayı duyularını farklı kültürlerin sayı duyularını kullanarak geliştirmişlerdir. Ayrıca öğrenciler saymak için kullanılan farklı yollarla ilgili kültürel bir beğeni

kazanmışlardır. Bu çalışmada matematik ve kültür ilişkisi kullanılarak, öğrencilere eski zamanlarda kullanılan sayılar ve sayma yöntemleri ile ilgili araştırma yaptırıp ve öğrencilerin edindikleri bilgileri uygulanan sınıf etkinlikleriyle tartışırmanın öğrencilerin sayı duyularını geliştirdiği sonucuna varılmıştır.

Yang ve Hsu (2009) çalışmalarında, Tayvan'da bir altıncı sınıfta, bir öğretmenin öğrencilerinin sayı duyularının gelişimine nasıl katkı sağlayabileceği ve sayı duyularını nasıl değerlendirebileceği üzerinde çalışmışlar ve bazı sonuçlar ortaya çıkarmışlardır. Çalışma, sayı duyusu aktivitelerinin matematik müfredatıyla; tartışma, düşünme, muhakeme etme ve keşfetme yollarıyla bütünleştirilmesi çabasını göstermektedir. Sınıftaki matematik öğretmeni alanında tecrübeli ve sayı duyusu hakkında alt yapısı bulunan bir öğretmendir. Sınıf öğretmeni öğrencilerini küçük gruplara ayırmış ve hepsinin öğrenme ortamına aktif olarak katılmaya teşvik etmiştir. Bunun için öğrencilere düşünmelerini sağlayacak sorular yönelmiş ve her grup üyesinin düşüncelerini birbirleriyle paylaşmalarını sağlamıştır. Son aşamada ise her grup fikirleri ve çözüm stratejilerini tartışma ortamında paylaşmıştır. Araştırmacılar, bu aşamalarda tüm sınıf aktivitelerini ve grup tartışmalarını kayıt altına almışlardır. Gruplara sorulan sorulardan biri; tam sonucu hesaplamadan, verilen iki kesrin toplanması ve işleminin en iyi tahminini bulma şeklindedir. Başka bir soru aynı şekilde kesirlerle toplamaya ilgili olup verilen dört toplama işleminden hangisinin sonucunun 1'den büyük olacağını tam hesaplama yapmadan bulmaları şeklindedir. Bu soruda sınıf öğretmeni, her grupta öğrencilerin uygun şekillerde 1 ve $1/2$ gibi referans noktalarından yararlanabildiklerini görmüştür. Öğrenciler bazı kesirlerin yarısının gösteriminde örneğin $9/9$ 'un yarısının $4,5/9$ veya $15/15$ 'in yarısının $7,5/15$ olabileceğini, okulda kesirlerde virgüllü sayıların kullanımının gösterilmemesine rağmen önceki bilgilerinden yararlanarak göstermişlerdir. Öğrencilerin sayı duyularının ve matematiksel düşüncelerinin sınıf aktiviteleri ve grup tartışmalarıyla belirgin bir şekilde geliştiği görülmüştür. Çalışma, bir sınıftaki sadece iki etkinliğin sonuçlarını göstermiştir; ancak bu çalışmada öğrencilere sorulan düşündürücü, rutin olmayan soruların öğrencilere zengin matematiksel öğrenme deneyimlerini sağladığı görülmüştür. Öğrenme

ve öğretme sürecinde bu aktivite; altıncı sınıf öğrencileri tarafından çoklu problem çözme stratejilerinin oluşturulduğunu ve kullanıldığını, öğretmenin öğrencilerin sayı duyularının gelişimine yardım etmede anahtar bir rol oynadığını, öğrencilerin özel matematiksel kavramları öğrenmeleri için öğretmenlerin farklı ve sayı duyusu temelli stratejilere sahip olmaları gerektiğini, öğretmenlerin değerli matematiksel görevler oluşturup, öğrencilerin kavramsal anlayış geliştirmelerine yardımcı olmaları gerektiğini göstermiştir. Sonuçlar, sayı duyusunun iyi tasarlanmış sayı duyusu faaliyetleri, etkili öğretim ve iyi bir öğrenme ortamı yoluyla geliştirilebilir olduğunu göstermektedir. Aynı zamanda sonuçlar öğrencilerin sayı duyularının ve matematiksel düşüncelerinin çoklu temsillerin kullanımıyla geliştirilebilir olduğunu göstermiştir.

Yang, Hsu ve Huang (2004) yaptıkları çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerinin sayı duyularının süreç odaklı aktivitelerle nasıl gelişeceğini incelemişlerdir. Bunun için Tayvan'da iki devlet okulu rastlantısal olarak seçilip, her okuldan da iki altıncı sınıf kontrol ve deney grubu olarak seçilmiştir. Deney gruplarında sayı duyusu odaklı sınıf aktiviteleri yürütülürken, kontrol gruplarında ise müfredata uygun standart yöntemler kullanılmıştır. Deney grubunda ders anlatan öğretmenler sayı duyusu hakkında bilgiye sahip ve buna önem veren yüksek lisans yapmakta olan öğretmenler olup, kontrol grubu öğretmenleri ise alanında tecrübeli öğretmenlerdir. Müfredattaki konu kesir ve ondalık sayılarla ve işlemlerle ilgili olup, program yazılı hesaplama odaklıdır. Deney grubunda öğretmenler grup tartışmalarına ve öğrencilerin sayılarla ilgili keşif yapıp düşüncelerini paylaşmaya cesaretlendirilirken, kontrol grubunda ise işlemsel bilginin öğretimine odaklı bir öğretim süreci olmuş, öğretmenler yazılı kuralların nasıl uygulanacağını gösterip, öğrencilere tüm formül ve kuralları ezberletmeye çalışmışlardır. Sınıflardaki öğretim için 5 ünite araştırmacılar tarafından tasarlanmıştır. İlk ünite kesir ve ondalık kesir kavramlarına odaklanmıştır. İkinci ünite sayı büyüklüklerini karşılaştırmaya, üçüncü ünite uygun referans noktası kullanımına, dördüncü ünite ise tahmin ve işlemlerin sayılar üzerindeki etkisine odaklanmıştır. Öğrencilerin başarılarını ölçme aracı olarak ön, son ve kalıcılık testi ve görüşme uygulanmıştır. Test sorularının hepsi aynı formatta olup, 30 sorudan oluşmaktadır. Test soruları beş sayı duyusu bileşenine

odaklanmıştır. (Sayıların anlamını fark etme, sayı büyüklüklerini anlama, uygun referans noktası kullanımı, sayılar üzerinde işlemlerin etkisini anlama, tahmin stratejileri geliştirip sonuçların uyguladığını muhakeme etme). Görüşmeler de ön, son ve kalıcılık olarak üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Görüşme soruları test sorularından seçilmiştir ve toplam 12 sorudan oluşmuştur. Araştırmanın nicel sonuçlarında, deney grubunun son test ve kalıcılık testi puanları ile ilk test puanları arasında anlamlı bir fark bulunmuştur. Ancak kontrol grubunda ise ön test-son test ve ön test-kalıcılık testi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Nitel veriler sonucu ise deney grubundaki öğrencilerin eğitimden sonraki değişimi kontrol grubundaki öğrencilere göre daha belirgin olduğu görülmüştür. Kontrol gruplarında eğitim sürecinde çok az bir değişim görülmüştür. Bu veriler, sayı duygusu faaliyetlerinin öğretimi, deneysel sınıflarda öğrencilerin sayı duygusunun geliştirilmesinde etkili ve yardımcı olduğunu göstermiştir. Ayrıca, kalıcılık testi sonuçları da öğrencilerin öğrenmelerinin anlamlı ve belirgin olduğunu göstermiştir.

Diezmann ve English (2001) çalışmalarında, üstün yetenekli çocukların, büyük sayılarla ilgili anlayışlarını, onların “uzay yolculuğu” etkinliği merkezinde bir seri zenginleştirilmiş deneyim ile ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Büyük sayılar matematik müfredatının erken dönemlerinde yer almamasına rağmen, üstün yetenekli öğrencilerin büyük sayıları anlaması bir probleme dönüşebileceği; çünkü büyük sayılar birçok matematik konusunun ayrılmaz bir parçası olduğu belirtilmiştir. Bu çalışma, 5-8 yaşındaki öğrencilerle oluşturulmuş bir sınıfta 20 üstün yetenekli öğrenci ile yapılmış ve bazı zenginleştirilmiş faaliyetler tasarlanıp uygulanmıştır. Öğrenciler küçük gruplar halinde çalışmışlardır. Problem temelli miktar, mesafe ve para ile ilgili üç farklı etkinlik gruplarına verilmiştir. Etkinliklerde ilk olarak okuma yani büyük sayıların sembolik gösterimlerinin okunması, ikinci olarak büyük sayıların ve onların göreceli büyüklüklerini anlamak için referans noktası geliştirebilme, üçüncü olarak ise niceliksel olarak sunulan büyük sayıların anlaşılmasına odaklanılmıştır. Miktarla ilgili olan etkinlikte bir resim gösterilmiştir ve tabakta kaç tane bezelye tanesi olabileceği sorulmuştur. İkinci aktivitede ise bir milyon doları taşımak için ne büyüklükte bir kaba ihtiyaç olduğu sorulmuştur. Üçüncü etkinlikte ise yıldızların

ne kadar uzaklıkta olduğu sorulmuştur. Bu etkinlikler boyunca sınıf tartışmaları uygulanmış, öğrencilere bazı bilgiler verilmiş, küçük ön etkinlikler yapılmış ve öğrencilerin bunlardan sonra düşünmeleri sağlanmıştır. Çalışma sonunda, öğrencilerin çocukların uzay yolculuğu araştırmasında kaynak materyalin içinde büyük bir sayı olduğunda çocukların zorlandığı görülmüştür. Üstün yetenekli öğrenciler kendi yaşlarına göre daha fazla matematiksel yeteneğe sahip olmasına rağmen aya ilk ayak basmayı izleyen insan sayısını, bir uzay uçuşunun maliyetini ve dünyanın aya, gezegen ve yıldızlara olan uzaklığını tahmin etmede zorluk yaşadıkları görülmüştür. Çocuklarda büyük sayıların anlayışında bir eksiklik olduğu zaman, öğrenciler verilen bilginin etkili bir şekilde muhakemesini yapamamışlardır. Örneğin bir öğrenci bulunduğu yere ayın, bir şehirden daha yakın olduğunu söylemiştir. “Geceleri Ay’ı görebilirsin ancak, Sydney’i göremezsin.” Bazı öğrencilerin büyük sayıların varlığından haberdar olmadıkları görülmüştür. 8 yaşındaki bir öğrenci yüz bin diye bir sayı daha önce duymadığını söylemiştir. 6 yaşındaki başka bir öğrenci ise bir milyon sayısının sözel yazımıyla sembolik gösterimi arasındaki farklı görünce şaşırmıştır. Sembolik gösterimde çok basamak kullanılması ancak yazımının daha kısa olması öğrencide hayret uyandırmıştır. Görsel etki olarak ise bir milyon sayısının metre küple modellenmesinde bir öğrenci “büyük sayıların çok fazla yer kapladığını öğrendim” şeklinde yorum yapmıştır. Bu sebeple öğrencilerde büyük sayılarla ilgili sayı duyularının gelişmesinin gerekli olduğu belirtilmiştir. Faaliyetler boyunca üstün yetenekli öğrencilerin yanıtları göz önüne alındığında, çok basamaklı sayı öğretiminde dikkate gerek olduğu görülmüştür. Bu aktivitelerle aynı zamanda öğrencilerin mantıksal-matematiksel ve uzamsal zekâ gelişimlerine de katkı sağlanmıştır. En önemlisi ise öğrenme sürecinin sonucunda öğrencilerin düşünceleri bir matematikçi gibi güçlenmiştir. Örneğin sekiz yaşında bir öğrenci “Eğer düşünürsek, büyük sayıların nasıl sayılacağını ortaya çıkarabiliriz” yorumunu yapmıştır. Büyük sayılar, küçük çocukların matematik müfredatında yer almamasına rağmen zenginleştirilen bu deneyimlerde öğrenciler soruları heyecanla yanıtlamışlardır. Bu deneyimler, çocuklara bilim kaynaklı materyallerde rastlanan büyük sayıları anlamalarında ve en önemlisi matematiksel güçleri gelişmelerinde bir fırsat sağlamıştır.

Tsao ve Lin (2011) tarafından yapılan çalışmanın amacı Tayvan'da hizmet içi ilköğretim matematik öğretmenlerinin sayı duyuları, sayı duyusu öğretme stratejileri ve öğrencilerde sayı duyusu gelişimi hakkındaki anlayışlarını belirlemek, ayrıca matematik eğitime sayı duyusunun dahil edilmesini ve bunun için gerekli olan öğretim metotlarını araştırmaktır. Veriler iki ilköğretim matematik öğretmenin sayı duyusuyla ilgili anlayışlarını anlamak için yarı yapılandırılmış görüşmeler yoluyla toplanmıştır. Görüşme sorularında iki ana madde üzerinde durulmuştur. Bunlardan ilki öğretmenlerin sayı duyusu ile ilgili farkındalıklarıyla ilgilidir. Yani öğretmenlere sayı duyusunu daha önce duyup duymadıkları, sayı duyusunu nasıl açıkladıkları ve sayı duyusunun önemiyle ilgili düşünceleri sorulmuştur. İkinci olarak ise, çocukların sayı duyusunu geliştirme konusunda öğretmenlerin bilgileri ve bu konudaki fikirleri sorulmuştur. Bu görüşmeleri ise öğretmenlerin kendi sınıflarında öğretim sürecinin araştırmacı tarafından gözlenmesiyle devam etmiştir. Gözlemler iki hafta boyunca, kesirlerde dört işlem konusunun işlenmesi süresince devam etmiştir. Toplanan veriler, bu öğretmenlerin anlayış ve öğretim uygulamalarının sınıflandırılması ve karşılaştırılmasını da içermektedir. Katılımcı olan iki öğretmen de çalışma olarak belli bir tecrübeye sahiptir. İlk öğretmen sayı duyusu hakkında bir ön bilgiye sahip olup, diğer öğretmen ise sayı duyusu kavramına yabancı bir öğretmendir yani sayı duyusu ile ilgili bilgisi yetersizdir. Çalışmanın sonucunda iki öğretmenin de kesirlerin dört temel işleminin öğretiminde, öğrencilere kesirlerin dört temel işlemiyle ilgili temel aritmetik kuralları tekrar ettirip, ezberletme eğiliminde olduğu görülmüştür. İlk öğretmen kesirlerde dört işlem ünitesinde günlük hayat durumlarına, somut materyallere, açık uçlu sorulara yer vermesine rağmen, sınıf ve grup tartışmalarına ve referans noktası kullanımına önem vermemiş ve bu yöntemleri süreçte ihmal etmiştir. Diğer öğretmen ise yeni tanıştığı bir kavram olan sayı duyusuna dersinde öğretim sürecine dahil etmeye çalışmış ancak sınıf tartışması, temel kavramların öğrenciler tarafından yapılandırılması belirgin bir şekilde ihmal edilmiştir. Bu durum iki öğretmenin de araçsal bilgiye değer verdiğini ve öğrencilerin sayı duyularını geliştirmede başarısız olduklarını göstermiştir. Araştırma sonunda, sayı duyusunun çoğu öğretmene yabancı gelen bir kavram olduğu, birçok öğretmenin sayı duyusu tanımını hiç

duymadığı ve öğretim süreçlerine dâhil etmedikleri bu sebeple ilk olarak öğretmenlerin sayı duyusu ve ilgili alanları hakkında bilgilendirilmesi gerektiği, ancak bu şekilde öğrencilerin sayı duyularının gelişiminin sağlanabileceği belirtilmiştir.

Yang ve Wu (2010) yaptıkları çalışmada, sayı duyusuna odaklanan gerçekçi aktivitelerin (matematik ders kitabı ünitelerine dahil edilmiş) üçüncü sınıf öğrencilerinin matematik performansını nasıl etkilediği incelemiştir. Araştırmada nitel ve nicel yöntemler bir arada kullanılmıştır. Kontrol ve deney grubu rastlantısal olarak, toplam 60 kişiden oluşan iki farklı şubedeki 3. sınıf öğrencilerinden oluşturulmuştur. Çalışmada her iki grubun öğretmenleri de aynı tecrübeye sahip ve benzer öğretim yöntemini kullanmaktadır. Her iki grupta da grup çalışmaları ve sınıf tartışmaları yapılmıştır. Deney grubunun öğretmeni, sayı duyusu ile ilgili bir ön bilgiye sahip olup, sınıf aktivitelerinde sayı duyusunu ortaya çıkaracak sorular kullanmıştır ve kitaptaki aktiviteleri sayı duyusunu ortaya çıkaracak şekilde yeniden düzenlemiştir. Kontrol grubunda ise kitaptaki aktiviteler olduğu gibi uygulanmıştır. Uygulama sayılar ve işlemlerle ilgili iki ünitenin işlenmesi süresince (20 ders saati) her iki grupta da devam etmiştir. Nicel veriler sayı duyusuyla ilgili ön test ve son testle toplanarak analiz edilmiştir. Öğrencilere uygulanan çoktan seçmeli sorularda doğru soru için 1, yanlış soru için ise 0 puan verilmiştir. Bunun dışında araştırmanın nitel verilerini elde etmek için deney ve kontrol grubundan öğrencilerle bireysel görüşmeler yapıp kayıt altına alınmıştır. Görüşmeler sırasında öğrencilerin yanıtlarının puanlandırılmasında, puanlar sayı duyusu temelli, kural temelli ve yanlış yanıtlar olarak kategorize edilmiştir. Nicel verilerin analiz sonuçlarında görülmüştür ki deney grubunun sayı duyusu testinden aldıkları puanlar kontrol grubuna göre daha iyidir. Uygulama öncesi ön görüşme analizlerinde ise ne deney grubunda ne de kontrol grubunda öğrenciler ön görüşme sorularını yanıtlamak için sayı duyusu temelli yöntemler kullanmışlardır. Uygulama sonrası görüşmelerde ise kontrol grubunda soruya doğru yanıt öğrenciler olmasına rağmen sayı duyusunu kullanarak yanıt veren öğrenci olamamıştır. Deney grubunda uygulama sonrası yapılan görüşmede ise bazı öğrenciler soruları yanıtlarken 100 ve 1000 sayılarını referans noktası olarak düşünerek sayı duyularını

kullanabilmişlerdir. Sonuç olarak, uygulama sonucunda deney grubundaki öğrencilerin sayı duyusu testindeki performansları belirgin bir şekilde kontrol grubundaki öğrencilere göre daha iyi olmuştur. Çalışmada sayı duyusu odaklı gerçekçi aktivitelerin üçüncü sınıf öğrencilerin sayı duyusu performansına pozitif bir etkisinin olduğu görülmüştür. Sayı duyusu öğretiminin, yaratıcı ve esnek yollarla problem çözme uygulamalarında öğrencileri cesaretlendirdiği de çalışmadan çıkan bulgular arasındadır.

Uygulanan öğretim yöntemine göre sayı duyusunun gelişimini değerlendiren çalışmalara genel olarak bakıldığında;

- Sayı duyusu öğrenme ve öğretmede teknolojiyi kullanmanın sayı duyusunu öğrenme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu, öğrencilere çoklu öğrenme ortamları oluşturulduğu takdirde öğrencilerin sayı duyusunun gelişimine katkı sağladığı görülmüştür (Yang ve Tsai, 2010).
- Sınıf tartışması ve işbirlikli öğrenme ile geliştirilen etkinliklerin öğrencilerin kesir konularındaki zorlanmalarının azalmasında ve sayı duyusunun gelişiminde etkili olduğu ortaya çıkmıştır (Yang, 2002).
- Sayı duyusunun, dikkatli ve sıralı aktivitelerle öğrencilerin de pratik yapmalarına fırsat verilerek, etkili öğretim, iyi bir öğrenme ortamı yoluyla ve çoklu temsillerin kullanımıyla geliştirilebilir olduğu belirtilmiştir (Markovits ve Sowder, 1994; Sood, 2010; Yang, 2002; Yang ve Hsu, 2004; Yang, Hsu ve Huang, 2009; Yang ve Wu, 2010).
- Sosyal yapılandırmacı bir yaklaşımla uygulanan sayı duyusu etkinliklerinin, öğrencilerin işbirliği içerisinde çalışmalarını, matematik ifadelerini incelemelerini, açıklamalarını ve yansıtmasını sağladığı belirlenmiştir (Kaminski, 2002).
- Matematik ve kültür ilişkisi kullanılarak, öğrencilere eski zamanlarda kullanılan sayılar ve sayma yöntemleri ile ilgili araştırma yaptırılması ve öğrencilerin edindikleri bilgileri sınıf etkinlikleriyle tartışmalarının

sağlanması öğrencilerin sayı duyularını geliştirdiği görülmüştür (Zaslavsky, 2001).

- Çocuklara bilim kaynaklı materyallerde rastlanan büyük sayıları anlamalarında ve matematiksel güç gelişmelerinde, zenginleştirilmiş deneyimlerin sunulmasının öğrencilerin büyük sayılarla ilgili sayı duyularının gelişmesinde ve öğrencilerin mantıksal-matematiksel ve uzamsal zekâ gelişmelerine katkı sağladığı görülmüştür (Diezmann ve English, 2001).
- Sayı duyusu öğretiminin, yaratıcı ve esnek yollarla problem çözme uygulamalarında öğrencileri cesaretlendirdiği belirlenmiştir (Yang ve Wu, 2010).
- Sayı duyusunun çoğu öğretmene yabancı gelen bir kavram olduğu, birçok öğretmenin sayı duyusu tanımını hiç duymadığı ve öğretim süreçlerine dâhil etmedikleri bu sebeple ilk olarak öğretmenlerin sayı duyusu ve ilgili alanları hakkında bilgilendirilmesi gerektiği, ancak bu şekilde öğrencilerin sayı duyularının gelişiminin sağlanabileceği belirtilmiştir (Tsao ve Lin, 2011).

2.1.4 Sayı duyusunun sınıf seviyesi, matematik başarısı veya çeşitli beceriler (tahmin, yazılı hesaplama) ile ilişkisini inceleyen çalışmalar

Kayhan-Altay'ın (2010) yaptığı araştırmanın amacı; ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularının sınıf düzeyi, cinsiyet ve sayı duyusu bileşenlerine göre değişimini ve ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyuları ile matematik performansları arasındaki ilişkiyi belirlemektir. Araştırmaya Ankara'da okuyan 584 ikinci kademe öğrencisi (6-7-8) katılmıştır. 17 sorudan oluşan "Sayı Duyusu Testi" veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. Araştırmanın sonucunda, ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularının oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Çözüm yolları incelendiğinde, sayı duyusunun her bileşeninde öğrencilerin sayı duyusundan çok, standart-rutin hesaplamaları tercih ettikleri görülmüştür. Araştırmada ortaya çıkan bir diğer önemli sonuç ise öğrencilerin çoğunun kıyaslama (referans) noktası

kullanımı stratejisini sayı duyusu problemlerinde kullanamadıklarıdır. Öğrencilerin sayı duyularının sınıf düzeyine göre anlamlı bir şekilde değiştiği, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin sayı duyularının azaldığı saptanmıştır. Cinsiyet değişkeni açısından sayı duyusu kullanımında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Aynı zamanda, öğrencilerin sayı duyusu testinde göstermiş oldukları matematik performansı ile sayı duyusu puanları arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur.

Şengül ve Gülbağcı (2012), ikinci kademe öğrencilerinin sayı duyularını, ondalık sayılar konusu üzerinde değerlendirmişlerdir. Yapılan çalışmanın amacı ikinci kademe öğrencilerinin ondalık sayılarla ilgili sayı duyularını test etmektir. Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin sınıf seviyesi, cinsiyeti ve matematik başarısına göre, aynı zamanda sayı duyusunun bileşenlerine ondalık sayılarla ilgili sayı duyusundaki değişim araştırılmıştır. Araştırma tarama modelinde olup, araştırmanın nicel verileri ondalık sayılarla ilgili sayı duyusu testinden, nitel verileri ise görüşmeler yoluyla elde edilmiştir. Araştırma Türkiye'nin farklı bölgelerinde bulunmakta olan 6 farklı okuldaki 19 sınıfta yürütülmüştür. Öğrenciler 6, 7 ve 8. sınıftan olup toplam 573 (284 kız, 289 erkek) kişidir. (6. sınıf 111, 7. sınıf 249, 8. sınıf 213 öğrenci). Öğrencilerin sayı duyusu testindeki performanslarının incelenmesinin yanı sıra çözüm yollarını ortaya çıkarabilmek için her sınıf seviyesinden 3 kişi olacak şekilde toplam 9 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Ondalık sayılarla ilgili sayı duyusu testi, sayı duyusu bileşenleri araştırılarak oluşturulmuştur. 4 farklı bileşenle ilgili dörder soru olmak üzere toplam 16 soru testin son halini oluşturmuştur. Testte çoktan seçmeli ve açık uçlu sorular bulunmaktadır. Sorularda kullanılan dört farklı bileşen, ondalık sayıların anlamını anlamlandırma, ondalık sayıların göreceli büyüklüklerini fark etme, uygun bir şekilde referans noktası kullanabilme, ondalık sayılar içeren bir hesaplama sonucunun muhakemesini yapabilme şeklinde belirlenmiştir. Test soruları aynı zamanda görüşme soruları olarak kullanılmıştır. Öğrencilere test sorularında kâğıt-kalem kullanmamaları, sadece zihinsel hesaplama ve tahmin yapabilecekleri söylenmiştir. Görülecek öğrenciler rastlantısal olarak seçilmiştir. Sayı duyusu testinde doğru yanıtlar 1, yanlış yanıtlar 0 olarak kodlanıp analiz edilmiştir. Öğrencilerin görüşmede

verdikleri yanıtlar ise sayı duygusu temelli veya kural temelli yanıtlar olmak üzere iki şekilde kodlanmıştır. Araştırma sonuçları göstermiştir ki, sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin ondalık sayılara yönelik sayı duygusu testinden elde ettikleri puanları da artmaktadır. Ancak 8. sınıf öğrencileri bile soruların ancak yarısını doğru çözebilmişlerdir. Buradan da ikinci kademe öğrencilerinin ondalık sayılara yönelik sayı duygularını yeterli şekilde kullanmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Tüm sınıfların sayı duygusu bileşenleri bakımından başarısı incelendiğinde ise en kötü sonuçların “ondalık sayılar içeren bir hesaplama sonucunun muhakemesini yapabilme” bileşeniyle ilgili sorularda alındığı görülmüştür. Öğrenciler en iyi başarıyı ise “uygun bir şekilde referans noktası kullanabilme” bileşeniyle ilgili sorularda elde etmişlerdir. Cinsiyete göre sayı duygusu başarısında öğrenciler arasında bir farklılık görülmemiştir. Matematik başarısı ve sayı duygusu başarısı arasında pozitif yönde bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin sorularda sıklıkla kural temelli stratejileri kullanmaya eğimli olduğu görülmüştür. Araştırmacılar bunun sebebi olarak ise sınav sistemlerini, sınavlarda öğrencilerden soruları hızlı şekilde yanıtlanmaları beklendiğini göstermişler, bunun için öğretmenlerin de ders sürecinde kavramları anlamlandırmayı sağlamaktan çok kural kullanarak hızlı soru çözdürmeye odaklandıklarını belirtmişlerdir. Öğretmenlerin sayı duygusu hakkında yeterli bilgiye sahip olmadıkları ve bu sebeple de öğrencilerin kural temelli stratejileri kullanmaya eğimli oldukları belirtilmiştir.

Pike ve Forrester (1996), sayı duygusu becerisinin tahmin becerisi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Bu çalışmada amaç çocukların ölçümleri tahmin edebilme yetenekleri ile yaşın ve sayı duygusunun karşılaştırmalı ve ortak etkileri incelenmektir. 6-11 yaş aralığında 62 ilkokul öğrencisi (38 erkek, 24 kız) ile çalışılmıştır. Bu uygulamada makromedya ve çoklu ortamlardan yararlanılarak 7 aylık bir uygulama tasarlanmıştır. Öğrencilerin sayı duyguları; sayı duygusu bileşenlerinden zihinsel hesaplama, sayıların büyüklüklerini anlama ve sayı ilişkilerini anlama bileşenleri kapsamında değerlendirilmiştir. Öğrencilerin uzunluk ve alan tahmin yeteneklerini değerlendirmek için bilgisayar ortamında animasyonlu bir öyküden yararlanılmıştır. Uzunlukla ilgili tahminde öğrencilerden belli uzunlukta bir dala ne kadar uğur böceği sıralanabileceği

birim uzunluktan yararlanarak tahmin etmeleri, alan tahmininde ise öğrencilerden bir yaprağa sığabilecek uğur böceği sayısını yine verilen birim dikdörtgenden yararlanarak tahmin etmeleri istenmiştir. Sonuç olarak, çocukların sayı duyusu kullanımında yaşın gelişimsel etkisi görülmüştür; ancak uzunluk veya alan tahminlerinde böyle bir etki bulunmamıştır. Bunun dışında, çocukların sayısal ilişkileri anlama ve kullanma ve büyük sayıların göreceli büyüklüklerini anlama yeteneklerinin, çocukların alan tahmin etme yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüş; ancak uzunluk tahmin etmede ise böyle bir etki görülmemiştir.

Alias, Ghazali ve Dali (2009) yaptıkları çalışmada, resimsel formda sunulan toplama ve çıkarma problemlerinde öğrencilerin sayma ve çözme stratejilerini ortaya çıkarmaya çalışmışlardır. Katılımcılar pekiyi, iyi, orta seviyelerinden üç farklı başarı seviyesinde, 1. 2. ve 3. sınıftan toplam 26 öğrenciden oluşmuştur. Öğrencilerden, resimsel formda gösterilen toplam nesne sayılarını belirlemeleri ve resimsel formda sunulan toplama ve çıkarma problemlerini çözmeleri istenmiştir. Öğrenciler yanıtlarını yazılı olarak ifade ettikten sonra, yanıtların nasıl bulunduğunu ortaya çıkarmak için görüşmeler yapılmıştır. Öğrencilere sunulan 17 sorunun 8 tanesi resimsel nesnelere sayısını bulma ile ilgili olup, kalan sorular ise toplama ve çıkarma problemleri ile ilgilidir. Öğrencilerin yanıtları doğru, yanlış ve yanıt verilmeyen olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Doğru verilen yanıtlar ise kendi içinde öğrencilerin kullandıkları stratejilere göre gruplandırılmıştır. Öğrencilerin kullandıkları stratejiler aynı zamanda öğrencilerin yaş seviyelerine göre de gruplandırılmıştır. Görüşmeler sonucu bulgularda öğrencilerin çoğunun resimsel olarak gösterilen nesne sayısını bulmada sayma stratejilerini kullanabildikleri; ayrıca 2. ve 3. sınıf öğrencilerinden birkaçının gösterilen resimlerdeki nesne sayılarını bir bakışta sayarak yanıtı ulaşabilen öğrencilerin olduğu görülmüştür. 1. sınıfa giden öğrenciler toplama ve çıkarma problemlerinde de sayma stratejileri kullanarak çözüme ulaşmaya çalışırken, 2. ve 3. sınıf öğrencileri problemi resimsel gösterimden sembolik gösterime dönüştürebilmiştir. 1. sınıf öğrencilerinin daha çok sayma stratejilerini tercih ettikleri, 3. sınıf öğrencilerinin ise algoritmik yöntemleri tercih ettikleri görülmüştür. Ayrıca, bu çalışmada

başarısı pekiyi olan öğrencilerin beşer veya ikişer olarak sayma stratejisi kullanırken, başarısı orta olan öğrencilerin ise birer birer saymayı tercih ettikleri görülmüştür. Öğrencilerin soruları doğru veya yanlış yanıtlama durumlarına bakılmaksızın öğrencilerin birer, ikişer, üçer, dörder, beşer ve onar olarak sayma stratejileri kullandıkları görülmüştür. Resimsel gösterimde sunulan toplama ve çıkarma problemlerinde genellikle problemi çözmeden önce öğrencilerin resimde gösterilen sayıları sayısal sembollere dönüştürdükleri gözlenmiştir. Öğrencilere doğrudan sayıların sayısal formlarının gösterildiği zaman kullandıkları stratejilerin farklılaştığı, bazı öğrencilerin zihinsel hesaplama stratejilerini kullanabildikleri ancak çoğunlukla toplama ve çıkarma algoritmalarını kullandıkları da araştırmada ortaya çıkan bulgular arasındadır. Sayma stratejileri sayma deneyiminin farklı seviyelerine karşılık gelse de; araştırmacılar, bir bakışta sayma yeteneğinin sayı duyusunun belirleyicisi olarak ifade etmişlerdir.

Reys ve Yang (1998) çalışmalarında, öğrencilerin sayı duyuları ile hesaplama becerileri arasındaki ilişkileri incelemişlerdir. 6. ve 8. sınıf Tayvanlı öğrenciler (234 öğrenci) ile çalışılan bu çalışmada veriler yazılı hesaplama ve sayı duyusu ile ilgili ayrı testlerden toplanmıştır. Rastgele seçilen 17 öğrenci ile sayı duyusu ile ilgili daha fazla bilgi almak için görüşme yapılmıştır. Yazılı hesaplama testi için araştırmacılar tarafından müfredata uygun 20 soru hazırlanmıştır. 6. ve 8. sınıflara da aynı test uygulanmıştır. 40 soru ise aynı şekilde sayı duyusu testi için hazırlanmıştır (çoklu seçenek, açık uçlu ve çoklu seçenek açık uçlu şeklinde). Sayı duyusu testindeki 20 soru yazılı testindeki sorular ile paralel olarak hazırlanmıştır. İki test de belirli aralıklarla uygulanmıştır. Çoğunluğun sayı duyusu performansının yazılı hesaplama performansına göre daha zayıf olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Öğrencilerin sayı duyusu ile ilgili bir sorudaki performansı aynı nitelikte yazılı hesaplama gerektiren bir soruya göre daha zayıf olduğu görülmüştür. Bunun sebebi olarak ise yazılı hesaplama testine öğrencilerin alışık olduğu ancak sayı duyusu testinin onlar için yeni bir deneyim olduğu bu sebeple zorlandıkları gösterilmiştir. Çok az öğrenci, çözümlerinde kararlarını verirken sayı duyusunun belirgin bileşenlerinden referans noktasını doğal olarak kullanabilmiştir. Yapılan

görüşmeler sonucunda testten aldıkları puanlara göre yüksek ve orta düzeydeki öğrencilerin daha çok okulda öğretilen hesaplama tekniklerini kullanmaya eğilimli oldukları ve hesaplayarak buldukları yanıtlara daha çok güvendikleri saptanmıştır. Görüşmelerde “başka bir yolla çözebilir misin?” şeklinde bir soru yöneltildiğinde öğrenciler sayı duyularını kullanmaya yönelmişlerdir. Yapılan görüşmeler öğrencilerin, soruların çözümleri için kullandıkları özel yaklaşımlarının ortaya çıkarılmasına yardım etmiştir. Okul müfredatındaki yazılı hesaplama yapılan vurgunun öğrencilerin düşünme süreçlerini ve yaklaşımlarını büyük ölçüde etkilediği belirtilmiştir.

Chrysostomou, Tsingi, Cleanthous ve Pitta-Pantazi (2012) çalışmalarında öğrencilerin sayı duyusu ve cebirsel akıl yürütme ile ilgili görevlerdeki başarıları ve bu görevlerde kullanılan stratejiler ile öğrencilerin bilişsel stilleri arasında bir ilişki olup olmadığını test etmeyi amaçlamışlardır. 83 sınıf öğretmeni adayına sayı duyusu, cebirsel muhakeme ve bireysel bilişsel stil anketi ile ilgili matematiksel test uygulanmıştır. Testte sayı duyusu ve cebirsel akıl yürütme ile ilgili 10 farklı soru yer almıştır. Sorular, öğrencilerin yeteneklerini incelemek amacıyla her bir içerik alanı (hesaplama tahmini, örüntüler, bölünebilme, sayılar arası ilişkiler ve bilinmeyenlerle problem çözme) ile ilgili sözel ve resimsel olmak üzere iki türden oluşturulmuştur. Test sorularına verilen yanıtlarda çözümün doğru veya yanlış olmasına göre ve çözümde kullanılan stratejiye göre iki farklı puan verilmiştir. Puan verilen stratejiler; o kavramla ilgili daha derin anlama gerektiren kavramsal stratejiler, formüllerin ya da kuralların tipik uygulanması şeklinde olan yani işlemsel stratejiler ve üçüncü olarak stratejinin olmaması durumu olarak belirlenmiştir. Sonuçlar göstermiştir ki uzamsal görüntüler bilişsel stili, nesnel görüntüler ve sözel bilişsel stillerin aksine sayı duyusu ve cebirsel akıl yürütme başarıları ile ilişkilidir. Uzamsal görüntüler bilişsel stili iyi olan öğretmen adaylarının hem sayı duyularının hem de sözel ve resimsel görevlerdeki başarılarının da iyi olduğu ortaya çıkmıştır. Bu çalışmada aynı zamanda, uzamsal görüntülemenin öğretmen adaylarının kavramsal stratejileri benimsemesinin önemli bir belirleyici olduğu sonucu çıkmıştır. Yani öğretmen adaylarının cebirsel akıl yürütme ve sayı duyusuyla

ilgili olan görevlerde uzamsal işlemleri tercih etmeleri arttıkça, ürettikleri kavramsal stratejilerin de arttığı görülmüştür.

Jordan ve diğerleri (2007) çalışmalarında öğrencilerin sayı duyusu gelişimini anaokulundan başlayarak 1. sınıfın ortalarına kadar takip etmişlerdir. 1. sınıfın sonunda ise öğrencilerin genel matematik başarısı üzerinden sayı duyuları değerlendirilmiştir. Araştırmanın örneklemini 6 farklı okuldan seçilen 277 anaokulu öğrencisi oluşturmuştur. Öğrencilerin anaokulundaki sayı duyuları geniş bir zaman diliminde (eylül, kasım, şubat, nisan), birinci sınıftaki sayı duyuları ise eylül ve kasım aylarında değerlendirilmiştir. Öğrencilere sayı duyusu etkinlikleri kolaydan zora doğru verilmiştir. Son olarak öğrencilerin matematik başarısı ise birinci sınıfın nisan ayında 35 dakikalık bir test uygulanarak değerlendirilmiştir. Çocukların okuma becerileri de nisan ayında değerlendirilmiştir. Sayı duyusu görevleri; sayma, sayı bilgisi, sözsüz hesaplama, hikâye problemleri ve sayı kombinasyonları olarak belirlenmiştir. Anaokulu sayı duyusu performansının yanı sıra sayı duyusu gelişimi, birinci sınıf matematik başarısındaki değişkenliğin % 66'sını oluşturmuştur. Gelir durumu, cinsiyet, yaş, okuma yeteneği gibi çeşitli özellikler sayı duyusu gelişiminde açıklayıcı bir varyans oluşturmamıştır. Ancak yaşı büyük olan ve okuma yeteneği iyi olan öğrencilerin sayı duyularının da iyi olma eğiliminin fazla olduğu belirtilmiştir. Bulgular erken sayı duyusu gelişiminin, daha sonraki sınıflarda matematik güçlüğü veya engelleriyle karşı karşıya gelecek çocukların tanımlanması için yararlı olduğunu göstermiştir. Sonuç olarak, anaokulundaki sayı duyusu başlangıcı ve 1. sınıfın ortasına doğru sayı duyusunun gelişimi, 1. sınıftaki matematik başarısının önemli bir belirleyicisi olduğu belirtilmiştir. Sayı duyusu ve matematik başarısı arasındaki ilişki pozitif yönde ve anlamlı bulunmuştur.

Locuniak ve Jordan (2008) çalışmalarında, anaokulu öğrencilerinin sayı duyusu becerilerini inceleyerek, aynı öğrencilerin 2. sınıftaki hesaplamadaki kolaylık ve akıcılık yeteneklerini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Bu amaçla, anaokuluna devam etmekte olan 198 öğrenci üzerinde çalışma yapmışlardır. Bunun için, ilk olarak anaokulu öğrencilerinin sayı duyuları belirlenmiştir; aynı öğrenciler birinci sınıfa geldiğinde bilişsel ölçümler yapılmıştır; ikinci sınıfa

geldiklerinde ise hesaplama akıcılığı ölçümleri yapılmıştır. Anaokuluna devam etmekte olan çocukların sayı duyusu becerileri; sayma, sayı bilgisi, sözel olmayan hesaplama, hikâye problemleri, sayı kombinasyonları gibi başlıklar altında ölçülmüştür. Uygulamalarda süre kısıtlaması olmadan, toplam 50 soru sorulmuştur. 1. sınıftaki bilişsel ölçümler için çocuklara hafıza aralığı testi uygulanmıştır. Bunun için çocuklardan gösterilen sayılardaki rakamları aynen tekrarlamaları ve aynı sayının rakamlarını ters sırayla yazmaları istenmiştir. 2. sınıf öğrencilerinin hesaplamadaki akıcılıkları ölçmede kullanılan değerlendirmede, öğrencilere bir kâğıtta yatay olarak verilen 25 adet toplama ve çıkarma problemleri verilmiş ve 1 dakika içerisinde kalem kullanarak çözebildikleri kadar problem çözmeleri istenmiştir. Toplama ve çıkarma problemlerinden aldıkları toplam puan hesaplama akıcılığı puanları olarak kaydedilmiştir. Grup giriş regresyonu kullanılarak; yaşın olağan belirleyicileri, okuma, hafıza, sayısal ve sözel algılar ilk grup olarak (yordayıcı değişken), sayı duyusu ölçümleri ise ikinci grup olarak girilmiştir. Regresyon analizi genel ve sayı duyusu değişkenlerini ayrı ayrı dikkate alarak 2. sınıf seviyesindeki hesaplama akıcılığını tahmin etmeyi olanaklı kılmıştır. Araştırmanın sonunda, araştırmacılar 2. sınıf öğrencilerinin hesaplama akıcılıklarının; anaokulundaki öğrencilerin sayı kombinasyonları ($r = .57$), hikâye problemleri ($r = .51$) ve sözel olmayan problemlerdeki ($r = .51$) sayı duyusu becerileri ile yüksek derecede ilişkili olduğunu bulmuşlardır. Bunun dışında, çalışmada ölçülen tüm alanlar birbirleriyle pozitif ilişkili bulunmuştur. Fakat regresyon analizinin sonucunda anaokuluna devam etmekte olan çocukların sayı duyularının; yaş, okuma, sözel dil, hafıza ve uzamsal akıl yürütmeye göre daha önemli bir yordayıcı olduğu bulunmuştur. Temel olarak, anaokuluna devam etmekte olan çocuklardan basit toplama ve çıkarmayı iyi bir şekilde kavrayanların, ikinci sınıfta daha iyi bir hesaplama akıcılığı kazanma eğiliminde olduğu belirtilmiştir. Özetle, anaokulunda kazanılan sayı duyusu daha sonraki yıllarda hesaplama akıcılığı yeteneğinin güçlü bir belirleyici olduğu düşüncesine ulaşılmıştır.

Gay ve Aichele (1997) yaptıkları çalışmada ortaokul öğrencilerinin sayı duyularına odaklanarak yüzde konusundaki performanslarını test etmişlerdir. Araştırmada, öğrencilerin yüzdeleri, resimsel parça olarak verilen veya sürekli

bir alanda gösterilen durumlarda yorumlama becerilerine, öğrencilerin yüzde olarak verilen bir ifadenin sayısal değerini anlama durumuna, öğrencilerin somut setlerde veya resimlerdeki yüzdelerle karşılaştırma yapmak için hangi stratejileri kullandıklarına bakılmıştır. Çalışmaya katılan öğrencilerin 103'ü 7. sınıf, 93'ü 8. sınıf öğrencilerinden oluşmuştur. Öğrenciler araştırmaya katıldıkları öğrenim yılında yüzdelerle ilgili bir bilgi almamışlardır. Daha önceki senelerden bilgileriyle soruları yanıtlamışlardır. Öğrencilerin yüzdelerle ilgili bilgilerini ölçmek için yazılı test uygulanmıştır. Testin ilk yedi sorusu daire setlerinden oluşturulmuş resimler üzerinden öğrencilerin yüzdelerle ilgili karşılaştırma yetenekleri ölçmek için tasarlanmıştır. Diğer yedi soru ise sürekli dikdörtgensel bölgeler üzerinden gösterilmiş olan bölünmüş parçalardaki yüzdeleri bulup karşılaştırma ile ilgili olup, sonraki yedi soru ise bir sayının yüzdesi olarak sunulan niceliğin verilen bir sayıdan daha küçük, büyük veya eşit olduğuna karar verme ile ilgilidir. Üçüncü tür sorular açık uçlu olup öğrencilerden karşılaştırmaları nasıl yaptıklarının açıklanması istenmiştir. Testin uygulanması sonrası öğrencilerin düşünme stillerini ortaya çıkarmak için 28 öğrenciyle bireysel olarak görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonucunda her iki sınıf seviyesinde de öğrencilerin ortalama puanları en yüksek ikinci bölüm soruları olan yüzdelerin sürekli dikdörtgensel bölgelerdeki gösteriminde ve en düşük ortalama puanları ise üçüncü bölüm soruları olan açık uçlu karşılaştırma sorularında olmuştur. Bunun dışında her üç soru türünden de toplam puan olarak 8. sınıf öğrencileri 7. sınıf öğrencilerinden daha yüksek puan aldıkları görülmüştür. Öğrencilerin yüzdelerle ilgili yanıtlarına bakıldığında, resimsel sürekli dikdörtgensel bölgelerde gösterilen yüzdelerin yorumlanması, ayırık daire setleri ile ifade edilen yüzdelerle göre daha başarılı bulunmuştur. Öğrenciler bir sayının yüzdesi olarak verilen nicelikleri yorumlamada zorluk yaşamışlardır. Ancak bazı öğrenciler karşılaştırma sorularının birinde, % 100'ün bir tamı gösterdiğinden yola çıkarak, 145 sayısının % 110'unun değerinin 145'den büyük olması gerektiği sonucuna ulaşabilmişlerdir. Öğrencilerin yüzdeleri karşılaştırmak için kullandıkları stratejilerde, sorulara doğru ve yanlış yaklaşımları geniş bir açıklık göstermiştir. Öğrenciler yüzdeleri karşılaştırma sorularında özellikle % 50'yi ve % 100'ü referans noktası olarak çok yaygın bir şekilde kullanmışlardır. Bir diğer yaygın bir şekilde kullanılan referans noktası

ise $1/2$ kesridir. Öğrenciler sunulan yüzdelerin değerini bulmada sıklıkla tahmin yeteneklerini de kullanmışlardır. Yüzdelerin kesirsel gösterimi bazı öğrenciler tarafından kullanıldığı görülmüştür (% 50'nin $1/2$ veya % 25'in $1/4$ olduğu gibi). Bazı öğrencilerin hesapsal uygulamalar ve sayısal karşılaştırmalarda yanlış stratejiler geliştirdikleri görülmüştür.

Şengül, Gülbağcı ve Cantimer (2012) yaptıkları çalışmada, ilköğretim altıncı sınıf öğrencilerinin yüzde problemlerini çözerken kullandıkları sayı duyusu stratejilerini incelemişlerdir. Çalışmanın araştırma grubunu Sakarya ilindeki bir ilköğretim okulunun 6. sınıfında öğrenim görmekte olan 30 öğrenci (15 kız, 15 erkek) oluşturmuştur. Veri toplama aracı olarak yüzdeler konusu ile ilgili 8 açık uçlu problemden oluşan ve araştırmacılar tarafından hazırlanan bir test kullanılmıştır. Sorular hazırlanırken ilköğretim matematik dersi öğretim programındaki kazanımlar dikkate alınmıştır. Öğrencilerden problemleri çözmeleri sonrasında ise çözüm yollarını açıklamaları istenmiştir. Veri analizinde öğrencilerin soru kâğıtları incelenmiş ve ilk olarak verilen yanıtlarının doğru veya yanlış olduğuna karar verilmiştir. Analizin ikinci kısmında ise öğrencinin kullanmış olduğu strateji betimsel olarak analiz edilmiştir. Stratejiler sayı duyusu temelli, kural temelli ve açıklama ya da yanıt olamayan olmak üzere üç şekilde kodlanmıştır. Analiz sonucunda örneklemin tüm sorulara verilen yanıtlarının % 57,5'u doğru yanıt, % 42,5'u ise yanlış yanıt olmuştur. Soruların doğru ya da yanlış yanıtlanması ayırt edilmeksizin, kullanılan çözüm yollarında % 25'inin sayı duyusu temelli, % 57,5'inin ise kural temelli strateji kullanıldığı ortaya çıkmıştır. Çözümlerde kullanılan sayı duyusu temelli stratejilerde, referans noktalarının kullanımı oldukça fazla olduğu görülmüştür. Araştırma sonuçları, çalışmaya katılan öğrencilerin yüzde problemlerinin çözümünde sayı hissi stratejilerden daha ziyade kural temelli stratejilere yöneldiklerini ortaya çıkarmıştır. Bu sonuç öğrencilerin sayı duyusu kullanmada yetersiz kaldığını göstermiştir.

Yang, Li ve Lin (2008) yaptıkları çalışmada, Tayvan'da 5. sınıftan yeni mezun olmuş öğrencilerin matematik başarıları ve sayı duyusu performansları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Öğrencilerin sayı duyusu performanslarını değerlendirmede, geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmış, bilgisayar

donanımlı bir sayı duyusu ölçeği geliştirilmiştir ve ölçekte sayı duyusuna yönelik dört farklı bileşenle ilgili toplam 23 soru yer almıştır. Bu bileşenler; "sayıların göreceli büyüklüğünü anlama", "sayıların ve işlemlerin çoklu gösterimlerini kullanma", "hesaplama sonuçlarının tahminlerini uygun bir şekilde yargılayabilme" ve "işlemlerin sayılar üzerindeki etkilerini anlama" şeklindedir. Araştırmanın örneklemini 47 sınıftan toplam 1212 olmak üzere 5. sınıftan yeni mezun olmuş öğrenciler oluşturmuştur. Öğrencilerin matematik başarısını değerlendirmede ise öğrencilerin 5. sınıfta matematik dersinden aldıkları ortalama puan dikkate alınmıştır. Sayı duyusu ölçeğini puanlandırmada, yanıtı ve seçtiği açıklaması doğru olan her soru maddesi için 4 puan, yanıtı doğru ancak açıklaması yanlış olan her soru maddesine 1 puan, yanıtı yanlış ancak seçilen açıklama doğru olan yanıtlara 2 puan, ikisi de yanlış olan yanıtlara ise 0 puan verilmiştir. Puanlandırmanın gerekçesi olarak araştırmacılar doğru açıklamanın doğru yanıtın daha önemli olduğu belirtmişlerdir. Sayı duyusu ölçeği öğrencilere bilgisayar üzerinden uygulanmıştır. Veriler bilgisayar ortamında kaydedilip, analiz edilmiştir. Test sonucunda, 5. sınıf öğrencilerinin sayı duyularının yeteri kadar iyi olmadığı ortaya çıkmıştır. Öğrencilerin en başarılı oldukları sayı duyusu bileşeninin "sayıların göreceli büyüklüğünü anlama", en başarısız oldukları bileşenin ise "hesaplama sonuçlarının tahminlerini uygun bir şekilde yargılayabilme" bileşeni olduğu görülmüştür. Bu sonuç önceki çalışmalarla tutarlı bulunmuştur. İkinci bir sonuç ise kız öğrencilerin ortalama olarak "sayıların göreceli büyüklüğünü anlama" bileşeninde erkek öğrencilerden daha başarılı olduklarıdır. Son olarak araştırmaya katılan öğrencilerin matematik başarıları ile sayı duyusu performansları arasında yüksek oranda bir ilişki bulunmuştur. Öğrencilerin özellikle tahmin sorularında zorluk yaşadıkları ve yazılı hesaplama yapmadan bir yanıt verilemeyeceği açıklamasını seçtikleri görülmüştür. Öğrencilerin hesaplama sonuçlarının tahminlerini uygun bir şekilde yargılayabilme bileşeninde en başarısız olmalarının sebebi olarak, Tayvan'daki öğrencilerde bağımsız düşünme eksikliği olduğu çünkü öğrencilerin aşırı derecede yazılı hesaplama metotlarına bağlı oldukları gösterilmiştir. Tayvan'daki matematik programına yapılan bazı reformların, öğrencilerin sayı duyularını geliştirmeye katkısının yetersiz olduğu belirtilmiştir. Tayvan'da matematik başarısında bir artışın görülebilmesi için, ilkökul müfredatının

tamamında sayı duyusunun gelişiminin ve değerlendirilmesinin merkeze alınıp, sayı duyusuna odaklanması gerektiği araştırmacılar tarafından önerilmiştir.

Tsao'nun (2004) çalışmasının amacı, hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinin sayı duyuları ile zihinsel hesaplama performansı ve yazılı hesaplama performansı arasındaki ilişkileri araştırmak ve sayı duyusu ile zihinsel hesaplama becerileri, hesaplama becerileri, arasındaki korelasyonu belirlemektir. Örnekleme, hizmet öncesi sınıf öğretmenlerinden, matematik bölümündeki giriş seviyesindeki altı sınıfın öğrencileri tarafından oluşturulmuştur. Bu altı sınıftan 155 katılımcı ile çalışma için bahar döneminde veriler toplanmıştır. Bunun için likert tipi ölçek olan matematik öğrenmeye karşı tutum ölçeği, zihinsel hesaplama testi, yazılı hesaplama testi, sayı duyusu testi kullanılmıştır. Zihinsel hesaplama testinde her doğru yanıt için 1 puan verilmiştir ancak yanıtların yazılı olarak bulunduğu durumlarda yanıt doğru olsa da puan verilmemiştir. Zihinsel hesaplama testinin ilk 16 sorusu sayı duyusu testi ile paralellik göstermiştir. Yazılı hesaplama testinde de her doğru yanıtta 1 puan verilmiştir. Bu testte katılımcıların kâğıt kalem kullanarak işlemlerin tam sonucu bulmaları istenmiştir. Sayı duyusu testinde ise yanlış yanıtlara puan verilmezken, doğru yanıt verip açıklama yapılamayan yanıtlara 1 puan, doğru yanıt verip yanıtın açıklaması olanlara ise 2 puan verilmiştir. Sayı duyusu testinde katılımcıların sayıların göreceli büyüklüğünü fark etmeleri, sayıları ayrıştırıp birleştirmeleri, referans noktası kullanımı, işlemlerin sayılar üzerindeki etkilerini fark etmeleriyle ilgili sorular yer almıştır. Verilerin analizinde öğrencilerin tutum ölçeği, zihinsel hesaplama testi, yazılı hesaplama testi ve sayı duyusu testi puanları arasındaki ilişkiyi değerlendirmek için regresyon analizleri yapılmıştır. Araştırma bulgularında, katılımcıların yazılı hesaplama testinden aldıkları puanlar, sayı duyusu ve zihinsel hesaplama testinden aldıkları puanlardan daha yüksek çıkmıştır. Hizmet öncesi ilköğretim öğretmenlerinin sayı duyusu problemlerindeki başarıları, matematik kaygı ölçeği, matematik öğrenmeye inanç ölçeği, yazılı hesaplama ölçeği ve zihinsel hesaplama ölçeği ile doğrudan yüksek derecede ilişkili bulunmuştur. Araştırma sonucunda katılımcılarının çoğunun matematik öğrenmede kendilerine güven eksikliği görülmüştür. Kaygı ölçeği sonunda ise katılımcıların çoğunda

matematiğe karşı kaygılarının yüksek olduğu görülmüştür. Katılımcıların sayı duyusu testi başarıları ile zihinsel ve yazılı hesaplama testindeki başarıları yüksek derecede ilişkili bulunmuştur; ancak zihinsel ve yazılı hesaplama testindeki ortalama puanların oldukça düşük olduğu görülmüştür.

Yang (2005) tarafından yapılan çalışmanın amacı, 6. sınıf Tayvanlı öğrencilerle görüşerek, belirli sayı duyusu problemlerini çözmek için kullandıkları stratejileri araştırmak ve analiz etmektir. Bunun için araştırmada öğrencilerin görüşme sorularında sayı duyularını kullanıp kullanmadıklarına ve sorularda kullanılan sayı duyusu stratejilerinde, düşük, orta ve yüksek matematik başarıları olan öğrenciler arasında bir farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Araştırmanın örneklemini güney Tayvan bölgesinde dört farklı devlet okulundan oluşturulmuştur. Her okuldan rastlantısal olarak bir altıncı sınıf seçilmiştir. Her sınıfta öğrenciler geçen seneki matematik dersi başarısına göre üç başarı seviyesine bölünmüştür. Sınıfların her birinden üç başarı seviyesinden rastlantısal olarak 2 öğrenci olacak şekilde toplam 24 öğrenci seçilmiş ve bunlardan 21'i ile görüşmeler yapılmıştır. Görüşmeler bireysel olarak bir sınıfta yaklaşık 25 dakika sürmüştür. Bunlardan 8'er öğrenci düşük ve orta seviyeden öğrenciler olup, 5 öğrenci ise yüksek başarıları olan öğrencilerdir. Ölçme aracında incelenen bileşenler "sayıların anlamlarının anlaşılması", "sayı büyüklükleri", "kıyaslama (referans) noktası kullanımı", "işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama", "sayısal problemleri çözebilmek için uygun stratejiler (tahmin, zihinsel hesaplama ve mantıklı karar verebilme gibi) kullanma" olarak belirlenmiştir. Görüşmelerin analizinde üç kategori belirlenmiştir. Bunlar; sayı duyusu temelli, kural temelli ve açıklama olmayan yanıtlardır. Analizlerde, görüşmede verilen doğru yanıtlar ikinci bir uzmanla birlikte değerlendirilmiştir. Araştırma sonucunda, her başarı seviyesinde öğrencilerden alınan doğru yanıtlarda çoğunlukla kural temelli veya açıklama olmayan yanıtlar ön plana çıkmıştır. Her soru maddesi için sayı duyusu kullanarak verilen yanıtlar çok az gözlenmiştir. Dört soru maddesinde ise sayı duyusu kullanarak yanıt veren öğrenci olmamıştır. Yanlış yanıtların hiçbirinde sayı duyusu kullanarak açıklama yapan öğrenci olmamıştır. Sadece bir soruda sayı duyusu kullanılan yanıt sayısı her üç başarı grubunda en fazla çıkmıştır. Bunun sebebi olarak ise Tayvan

müfredatında benzer bir sorunun bulunduğu olarak gösterilmiştir. Birçok düşük başarı grubundaki öğrenci, görüşmelerde yanıtlarını kâğıt-kalem metotları kullanarak açıklamaya çalışmış ya da yanıtlarını hiçbir şekilde açıklayamamıştır. Yanıtlarında sayı duyusu kullanarak açıklama yapan öğrencilerin toplam yüzdesi ortalama olarak % 14 olmuştur. Başarı gruplarına göre ise sayı duyusu kullanma yüzdesi, düşük grupta % 7, orta grupta % 14 ve başarılı grupta ise % 26 olarak bulunmuştur. Genel olarak, öğrencilerin soruları yanıtlarken sayı duyularını kullanmaktan çok, yazılı algoritmalara başvurdukları görülmüştür. Tahmin stratejileri geliştirmede öğrencilerin yeteneklerinin çok düşük olduğu araştırmadan elde edilen diğer bir sonuçtur.

Mohamed ve Johnny (2010), tarafından yapılan çalışmada amaç, öğrencilerin matematik başarıları ve sayı duyusundaki performansları arasında bir ilişki olup olmadığını incelemek ve öğrencilerin zayıf olduğu sayı duyusu bileşenlerini incelemektir. Araştırmaya rastlantısal olarak seçilen ve matematik başarıları % 80 ve üzerinde olan 32 ilköğretim 4. sınıf öğrencisi katılmıştır. Araştırmada, McIntosh ve diğerleri (1997) tarafından geliştirilen ve Zanzali ve Ghazali (1999) tarafından adapte edilen sayı duyusu testi kullanılmıştır. Testteki 20 soru; Yang, Hsu ve Huang (2004) ve Yang, Li ve Li (2008) tarafından belirlenen beş bileşene göre kategorize edilmiştir. Bu beş bileşen, sayıların ve işlemlerin anlamlarını anlama, sayıların göreceli büyüklüklerini fark etme, sayıları ayrıştırıp birleştirme, sayılar üzerinde işlemlerin etkisini fark etme, hesaplama sonuçlarının uygunluğunu yargılama şeklindedir. Her soru maddesinde doğru yanıt verenlere 1, yanlış yanıt verenlere ise 0 puan verilmiştir. Sorular öğrencilere projeksiyonda yansıtılarak teker teker gösterilmiştir ve her soru için öğrencilere 30 saniye süre verilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin kâğıt-kalem kullanarak hesaplama yapmalarının önüne geçilmesi istenmiştir. Öğrenciler kâğıtları sadece verdikleri yanıtları yazmak için kullanmışlardır. Öğrencilerin matematik başarıları ise daha önceki sene uygulanan bir testle ölçülmüştür. Uygulanan matematik başarıları testinin ortalama puanı % 86,38 olarak bulunmuştur. Bu sonuç okulda yüksek bir başarı seviyesinin olduğunu göstermektedir. Şaşırtıcı bir şekilde aynı grubun sayı duyusu testindeki başarıları % 58,28'e düşmüştür. Öğrencilerin matematik

başarısı ve sayı duyusu başarısı arasında SPSS analizleri sonucunda pozitif yönlü bir ilişki bulunmuştur. Sayı duyusu bileşenleri açısından başarıya bakıldığında ise “sayıların ve işlemlerin anlamlarını anlama” bileşeniyle ilgili sorularda öğrenciler daha başarılı olmuşlardır. “sayılar üzerinde işlemlerin etkisini fark etme” ve “hesaplama sonuçlarının uygunluğunu yargılama” bileşenleriyle ilgili sorularda öğrenciler daha zayıflardır. Bu da öğrencilerin verilen problemlerde yazılı hesaplama yapmadan uygun zihinsel tahmin yapabilmede zorluklar yaşadıklarını göstermiştir. Araştırma bulgularından aynı zamanda öğrencilerin kesir ve ondalık sayı kavramlarında daha çok zorlandıkları görülmüştür. Matematik başarısı testinde öğrenciler zorlanmadan kesir ve ondalık sayılarla ilgili soruları çözebilmişken, sayı duyusu testinde bu sayılarla ilgili sorularda tahmin yapmada zorlanmışlardır. Öğrencilerin ondalık sayılar ve kesirlerle ilgili bazı rutin kuralları ezberleyip uygulamaları, hesaplamalarda tahmin yapmayı gerektiren durumlarda ise zorlanmaları bu sayıları tam olarak anlamlandıramadıklarını göstermektedir.

Işık ve Kar (2011) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin sayı duyularını ve rutin olmayan problem çözme becerilerini belirlemeyi ve bunlar arasında olası bir ilişkinin varlığını ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Çalışma ilişkisel tarama modelinde olup, çalışmanın örneklemini Erzurum il merkezindeki ilköğretim okullarından basit seçkisiz örnekleme yoluyla belirlenen 4 ilköğretim okulunun 6, 7 ve 8. sınıflarında öğrenim gören 240 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmada belirlenen amaç doğrultusunda 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı duyuları, rutin olmayan problem becerileri belirlenmiş ve bunlar arasındaki ilişki ortaya çıkarılmıştır. Bunun dışında sınıf seviyesine göre öğrencilerin sayı duyusu başarıları arasında ve rutin olmayan problem çözme başarıları arasında farklılık olup olmadığına bakılmıştır. Çalışmada veri toplama aracı olarak sayı duyusu testi ve tümdengelim, tümevarım ve uzamsal muhakemeyi gerektiren problemleri içeren rutin olmayan problem çözme testi kullanılmıştır. Verilerin analizinde yüzde ve frekans değerleri, tek yönlü anova, bağımsız t-testi ve korelasyon analizinden yararlanılmıştır. Çalışmadan elde edilen bulgular, sayı duyusu yüksek olan öğrencilerin oranının bütün sınıflar düzeyinde düşük olduğuna işaret etmiştir; ancak sınıf seviyelerinin ilerlemesine paralel olarak

öğrencilerin sayı duygusu düzeylerinin de gelişim gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun dışında çalışmada ilköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme becerilerinin düşük olduğuna sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada ulaşılan bir diğer sonuç; bütün sınıflar düzeyinde sayı duygusu ve rutin olmayan problem çözme başarıları arasında pozitif bir ilişkinin varlığıdır. Bu bulgudan öğrencilerin rutin olmayan problem çözme başarılarının düşük düzeyde olmasında, öğrencilerin sayı duygusu düzeyinin düşüklüğünün etkisinin olduğu sonucu çıkarılmıştır.

Yang ve Huang (2004) yaptıkları çalışmada, altıncı sınıf öğrencilerinin hesapsal performansları, resimsel gösterim yeteneği, sembolik gösterim yeteneği ve sayı duyuları arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamışlardır. Çalışmanın örneklemini Tayvan'daki beş farklı şehirden seçilen 10 okulun altıncı sınıf öğrencilerinden toplam 627 kişi oluşturmuştur. Test için hesapsal test, resimsel gösterim testi, sembolik gösterim testi ve sayı duygusu testi olmak üzere dört farklı tipte 16 soru hazırlanmıştır. Bu testteki sorular birbirine paralel bir formatta hazırlanmıştır. Sayı duygusu testi sayı duygusunun sayıların temel anlamlarını ve işlemlerin etkisini anlama, sayıların büyüklüğünü fark etme, referans noktası kullanımı ve uygun stratejilerin kullanımı, sonuçların sebeplerini yargılayabilme bileşenleri ile ilgilidir. Test maddelerinin zorluğunu ve uygunluğuna karar verebilmek için 23 altıncı sınıf öğrencisiyle pilot uygulama yapılmıştır. Hazırlanan dört test her hafta bir test olmak üzere sırayla dört haftada uygulanmıştır. Hesapsal test, sembolik gösterim ve resimsel gösterim testleri için öğrencilere 20 dakika süre verilmiştir. Sayı duygusu testi için öğrencilere 15 dakika süre verilmiştir. Sayı duygusu testindeki her bir madde için yaklaşık olarak 50 saniye süre verilmiştir. Uygulama sonucu örneklemden öğrencilerin her bir test için aldıkları puanlar doğru yanıtlar için 1, yanlış yanıtlar için 0 puan verilerek analiz edilmiştir. Analizler sonucu örneklemden öğrencilerin yazılı hesaplama testindeki puanlarının; sembolik gösterim, resimsel gösterim ve sayı duygusu testindeki puanlarından daha yüksek olduğu sonucunu çıkarmıştır. Altıncı sınıf öğrencilerinin en yüksek puanları % 76 ile yazılı hesaplama testi puanları olurken, en düşük puanları ise % 46 ile resimsel gösterim testi puanları olmuştur. Dört tür testin içinden yazılı hesaplama testinin

öğrencilere daha tanıdık geldiği ancak resimsel gösterim ve sayı duyu testlerinin ise öğrenciler için yeni bir deneyim olduğu görülmüştür. Öğrencilerin büyük bir çoğunluğu doğru işlemi yapıp cevaba ulaşabilmiştir; ancak bu yeteneklerini benzer problemlerde esnek bir şekilde sayıları ve işlemleri anlamlandırmada kullanamamışlardır. Bu sonuçtan yola çıkarak araştırmacılar doğru yanıtların her zaman iyi düşünmenin göstergesi olamayabileceğini, bu sebeple hesapsal akıcılığın anlamlandırmayı içermesi gerektiğini belirtmişlerdir.

Sayı duyusunun; sınıf seviyesi, matematik başarısı veya çeşitli beceriler (tahmin, yazılı hesaplama) ile ilişkisini inceleyen çalışmalara genel olarak bakıldığında;

- Sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerin sayı duyusu testlerinden elde ettikleri puanlarının da arttığı (Işık ve Kar, 2011; Şengül ve Gülbağcı, 2012) ve sayı duyusu kullanımında yaşın gelişimsel etkisi olduğu (Jordan ve diğerleri, 2007; Pike ve Forrester, 1996) görülmüştür. Bu bulguların aksine iki araştırmada, sınıf seviyesine göre öğrencilerin sayma ile ilgili problemlerde kullandıkları stratejilerinin değiştiği, büyük sınıftaki öğrencilerin, küçük sınıflara göre daha çok algoritmik yöntemleri tercih ettiği, sınıf seviyesi arttıkça öğrencilerinin sayı duyularının azaldığı tespit edilmiştir (Alias, Ghazali ve Dali, 2009; Kayhan-Altay, 2010).
- İkinci kademe öğrencilerinin kesir ve ondalık sayı kavramlarını anlamlandırmakta zorlandıkları (Mohamed ve Johnny, 2010) ve ondalık sayılara yönelik sayı duyularını yeterli şekilde kullanmadıkları belirlenmiştir (Şengül ve Gülbağcı, 2012).
- Öğrencilerin kendilerine sorulan sorularda sayı duyusu kullanımının az olduğu ve yeteri kadar iyi olmadığı belirlenmiştir (Işık ve Kar, 2011; Kayhan-Altay, 2010; Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008).
- Cinsiyete göre sayı duyusu başarısında öğrenciler arasında bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir (Şengül ve Gülbağcı, 2012; Kayhan-Altay, 2010); başka bir çalışmada bu bulgunun aksine kız öğrencilerin ortalama

olarak, sayıların göreceli büyüklüğünü anlama bileşeninde erkek öğrencilerden daha başarılı oldukları görülmüştür (Yang, Li ve Lin, 2008).

- Matematik başarısı ve sayı duyusu başarısı arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Jordan ve diğerleri, 2007; Kayhan-Altay, 2010; Mohamed ve Johnny, 2010; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008). Başarısı pekiyi olan ve orta olan öğrencilerin kullandıkları sayma stratejilerinin farklılık gösterdiği belirlenmiştir (Alias, Ghazali ve Dali, 2009). Bir çalışmada matematik başarısı ve sayı duyusu başarısı ilişkili bulunmakla beraber öğrencilerin matematik başarılarına göre sayı duyusu testindeki başarı yüzdesinin daha düşük olduğu görülmüştür (Mohamed ve Johnny, 2010).
- İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin rutin olmayan problem çözme becerilerinin düşük olduğu, ayrıca öğrencilerin sayı duyuları ve rutin olmayan problem çözme başarıları arasında pozitif bir ilişkinin olduğu bulunmuştur (Işık ve Kar, 2011).
- Öğrencilerin sorularda sıklıkla kural temelli stratejileri kullanmaya eğimli olduğu görülmüştür (Kayhan-Altay, 2010; Reys ve Yang, 1998; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012; Yang, 2005). Öğrencilerin daha çok okulda öğretilen hesaplama tekniklerini kullanmaya eğilimli oldukları ve hesaplayarak buldukları yanıtlara daha çok güvendikleri, görüşmelerde ikinci bir çözüm yöntemi sorulduğunda sayı duyularını kullanmaya yöneldikleri ve soruların çözümlerinde özel yaklaşımlarını ortaya çıkarılabildiği belirlenmiştir (Reys ve Yang, 1998; Yang, 2005).
- Sayı duyusu bileşenlerinden, sayısal ilişkileri anlama ve kullanma ve büyük sayıların göreceli büyüklüklerini anlama yeteneklerinin, çocukların alan tahmin etme yetenekleri üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu görülmüştür (Pike ve Forrester, 1996).
- Öğrencilerin sayı duyusu problemlerindeki başarılarının yazılı hesaplama ölçeği ve zihinsel hesaplama ölçeği başarıları ile yüksek derecede ilişkili

olduğu tespit edilmiştir (Tsao, 2004). Başka çalışmalarda ise öğrencilerin sayı duyusu performanslarının yazılı hesaplama performanslarına göre daha zayıf olduğu (Reys ve Yang, 1998; Tsao, 2004; Yang ve Huang, 2004) ve öğrencilerin sayı duyusu ile ilgili bir sorudaki performansının aynı nitelikte yazılı hesaplama gerektiren bir soruya göre daha zayıf olduğu belirlenmiştir (Reys ve Yang, 1998; Yang ve Huang, 2004).

- Uzamsal görüntüler bilişsel stili ile sayı duyusu başarısının ilişkili olduğu bulunmuştur (Chrysostomou ve diğerleri, 2012).
- Anaokulunda kazanılan sayı duyusunun, daha sonraki yıllarda hesaplama akıcılığı yeteneğinin güçlü bir belirleyicisi olduğu (Locuniak ve Jordan, 2008) ve öğrenimin ilk yıllarındaki sayı duyusu başlangıcının ve gelişiminin ilerleyen yıllardaki matematik başarısının önemli bir belirleyicisi olduğu tespit edilmiştir (Jordan ve diğerleri, 2007).
- Öğrencilerin sayı duyusu yeteneklerini, yüzde sorularını çözerken kullandıkları, özellikle yüzdelerin değerinin bulma sorularında tahmin yeteneklerini, yüzdeleri karşılaştırma sorularında ise referans noktasını çok yaygın bir şekilde kullandıkları görülmüştür. Özellikle % 50 ve % 100 referans noktalarının sıklıkla kullanıldığı belirlenmiştir (Gay ve Aichele, 1997). Başka bir çalışmada da benzer şekilde yüzde sorularında sayı duyusu temelli stratejilerden en çok referans noktası kullanımı görülmüştür (Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012).
- Öğrencilerin özellikle tahmin sorularında zorluk yaşadıkları, tahmin stratejileri geliştiremedikleri ve yazılı hesaplama yapmadan bir yanıt verilemeyeceğini düşünen öğrencilerin bulunduğu belirlenmiştir (Mohamed ve Johnny, 2010; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008). Başka bir çalışmada benzer şekilde, öğrencilerin tam sonuç istendiğinde standart işlemleri uygulayarak çözüme ulaşabildikleri ancak aynı sorunun yanıtını tahmin yolu ile bulmaları istendiğinde zorlandıkları görülmüştür (Mohamed ve Johnny, 2010).

- Öğrencilerin çoğunda matematik öğrenmede kendilerine güven eksikliği olduğu ve matematiğe karşı kaygılarının yüksek olduğu görülmüştür (Tsao, 2004).
- Sayı duygusu bileşenlerinden “sayılar üzerinde işlemlerin etkisini fark etme” ve “hesaplama sonuçlarının uygunluğunu yargılama” bileşenleriyle ilgili sorularda öğrencilerin daha zayıf olduğu görülmüştür (Mohamed ve Johnny, 2010).

2.2 Üslü İfadelerle İlgili Olan Araştırmalar

Pitta-Pantazi, Christou ve Zachariades'in (2007) yaptıkları çalışmada, güney Kıbrıs'taki ortaokul öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili bilgilerindeki mevcut durumu araştırmak ve öğrencilerin üslü ifade kavramını anlama seviyelerini belirlemek, bunu öğrencilerin kavramsal değişim aynı zamanda öğrencilerin prototip kavram ve yorumlamalarının etkisi çerçevesinde analiz etmeyi amaçlamışlardır. Araştırmanın örneklemini yaklaşık eşit sayıda erkek ve kız öğrenciden oluşan ve orta sınıf devlet okulundan gelen 202 ortaokul öğrencisi oluşturmuştur. Veriler 20 sorudan oluşan yazılı sorularla ve yarı yapılandırılmış görüşme yapılarak toplanmıştır. Öğrencilere soruları çözmek için 40 dakika süre verilmiştir. Her soruda öğrencilere bir çift üslü ifade verilip bilgisayar ve hesap makinesi kullanmadan verilen iki üslü ifadeyi karşılaştırmaları istenmiştir. Öğrencilerin üslü ifade ve sayı sistemi bilgilerine dayanarak soruları çözmelerini sağlamak için, karşılaştırılması istenen üslü ifade çiftleri, öğrencilerin yazılı hesap yaparak bulmalarını zorlaştıracak şekilde çok büyük sayılardan oluşturulmuştur. Öğrencilerden ayrıca yazılı olarak verdikleri yanıtları, kullandıkları yöntemleri veya yanıtı ulaşılmakta için kullandıkları özellikleri yazarak doğrulamaları istenmiştir. Yazılı doğrulamaların yanı sıra yapılan görüşmeler öğrencilerin düşüncelerinin daha nitel olarak analiz edilmesi sağlamıştır. Yazılı sorular iki farklı türden oluşmuştur. Birinci tür sorularda tabanlar aynı üsler farklı, ikinci tür sorularda ise üsler aynı tabanlar farklı şekilde verilmiştir ve her iki tür soru grubu kendi içinde alt türlere ayrılmıştır. Örneğin tabanları aynı olan üslü ifade karşılaştırma sorularında, üssün negatif veya

pozitif olduğu iki farklı grup soru yer almıştır. Öğrencilerin farklı üslü ifade anlama seviyelerini araştırmak için öğrenciler yazılı ölçeğin sonuçlarına göre düşük, orta ve yüksek başarılılar olmak üzere üç gruba ayrılmıştır. Test uygulamasından 1 hafta sonra ise her gruptan 10 kişi olmak üzere toplam 30 kişiyle daha ayrıntılı bilgi toplamak için görüşmeler yapılmıştır. Araştırma sonucunda her gruptaki öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili gösterdikleri yetenekler temel alınarak üslü ifade anlama seviyesi modeli önerilmiştir. Bu modelde öğrenciler üslü ifade sorularında verdikleri yanıtlara göre üç seviyeye ayrılmıştır. 1. seviyedeki öğrencilerin, ön kavramsal düzeyde ve tam sayı olan üsler için tekrarlı çarpma yöntemini kullanmakta olduğu ve bu aşamada kullanılan sayıların pozitif olduğu; 2. seviyedeki öğrencilerin kavramsal seviyede ve prototip kavramların genişlemesi aşamasında oldukları, bu aşamada taban ve üslerin negatif olduğu durumlarda işlem yapılabildiği; seviye 3'ün ise yeniden yapılandırılmanın olduğu seviye olduğu ve bu seviyede bilgilerin yeniden organize edilmesinin söz konusu olduğu, bu aşamada olan öğrencilerin anlama düzeylerinin köklü sayılara kadar genişlediği, taban ve kuvvetin pozitif veya rasyonel sayı olduğu durumlarda da işlem yapabildiği tespit edilmiştir.

Cengiz (2006) yaptığı çalışmada, reel sayıların öğretiminde lise öğrencilerinin yanlışlarını ve yanlışlarını tespit etmeyi amaçlamıştır. Bu amaca ulaşmak için lise öğrencilerinin rasyonel sayılar, üslü ifadeler ve köklü ifadeler konularındaki olası kavram yanlışları araştırılmıştır. Araştırmanın örneklemini 2004-2005 öğretim yılında iki farklı lisede öğrenim gören 163 kişiden oluşan 9. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Durum çalışması olan bu çalışmada öğrencilerin rasyonel sayılar, üslü ve köklü ifadeler konularındaki olası kavram yanlışlarını belirleyebilmek için; rasyonel sayılar bilgi testi, üslü ifadeler bilgi testi ve köklü ifadeler bilgi testi uygulanmıştır. Her üç test de Milli Eğitim Bakanlığının öğretim programındaki amaç ve hedeflere uygun olarak hazırlanmıştır. Rasyonel sayılar bilgi testinde öğrencilere açık uçlu 10 soru sorulmuştur. Üslü ifadeler bilgi testinde öğrencilere açık uçlu 22 soru yöneltilmiştir. Üslü ifadeler bilgi testinde yer alan soruların 16'sı üslü ifadeleri kavrayabilme, 6'sı üslü ifadelerde işlem yapabilme ile ilgilidir. Köklü ifadeler bilgi testinde öğrencilere açık uçlu 12 soru yöneltilmiştir. Öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili kavram yanlışları; bir sayının

sıfırın kuvvetinin sıfır olduğunu veya kendisine eşit olduğunu düşünme, üslü ifadeyi hesaplarırken tabanla kuvveti çarpma, negatif sayıların tüm kuvvetlerinin kuvvetin tek veya çift sayı olduğuna bakmadan negatif olduğunu düşünme, üslü ifadelerde çarpma yaparken hem tabanı hem kuvveti çarpma, bölme işlemi yaparken ise kuvvetleri çıkarmak yerine birbirine bölme veya hem tabanı hem kuvveti birbirine bölme, negatif kuvvet almada sayıyı ters çevirmek yerine sayının önüne eksi işareti koyma, üsleri aynı ifadeleri toplarken tabanları direk toplama veya hem tabanı hem üssü toplama olarak tespit edilmiştir. Benzer şekilde öğrencilerin rasyonel ve köklü sayılarla da ilgili olarak da çeşitli kavram yanlışlarının olduğu tespit edilmiştir. Bu yanlışları gidermek için sayılarla ilgili bazı kuralları öğrencilere ezberletmek yerine öğrencilerinin kendilerinin keşfetmelerine fırsat verilmesi gerektiği ve öğrencilere sık yapılan hatalarla ilgili de örneklerin verilmesi gerektiği böylece kuralın doğru ve hatalı uygulamaları arasındaki farkların görülmüş olacağı ve böylece öğrencilerin hata yapma oranının azalacağı ifade edilmiştir.

Şenay (2002) yapmış olduğu tez çalışmasında, öğrencilerin üslü ve köklü sayılarla ilgili sahip oldukları kavram yanlışlarını ve yaptıkları hataları ortaya çıkarmayı ve bu konuların öğretiminin kalıcı olmasına katkıda bulunmayı amaçlamıştır. Araştırmanın örneklemini Konya ilinin üç ilçesinde bulunan toplam 9 genel lisede okuyan 9. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Tarama modelinde olan bu araştırmanın verileri “teşhis testi” verilerine dayanarak yürütülmüştür. Teşhis testi için 25 test sorusu hazırlanmıştır, sorular ve seçenekleri düzenlenirken uzman görüşlerinden faydalanılmıştır. Test daha önce bir kontrol grubuna uygulanmıştır ve değerlendirme sonunda 20 sorudan oluşan teşhis testi elde edilmiştir. Uygulamada öğrencilere 40 dakika süre verilmiştir. Yanıtlar optik forma işaretletilmiştir ve çözümleri görmek için soruların çözümlerini soru kâğıdının uygun yerlerine yazmaları istenmiştir. Değerlendirmeler okullara, ilçeye ve cinsiyete göre ayrı ayrı yapılmıştır. Test uygulaması sonrası bazı öğrencilerle görüşmeler de yapılmıştır. Araştırmanın bulguları sonucunda, öğrencilerin tabanları aynı olan üslü ifadeler ve üsleri aynı olan üslü ifadelerle ilgili kuralları birbirine karıştırdıkları, negatif üs kavramını anlamakta zorluk yaşadıkları ve negatif üs olan üslü ifadelerde işlem yapmada zorlandıkları,

tabanın negatif olduğu üslü ifadelerde hatalı sonuçlar buldukları, üssü üssünü almada hatalar yaptıkları, üslü ifadelerde çarpma ve bölmeyle ilgili kuralları birbirine karıştırdıkları, köklü sayılarla ilgili olarak ise öğrencilerin köklü sayıların kuvvetini almada hatalar yaptıkları, köklü sayılarla işlem yapmada zorlandıkları ve kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür. Bu kavram yanılgılarını en aza indirebilmek için öğrencilerin ön şart bilgilerindeki eksikliklerin tamamlanması gerektiği, üslü ve köklü sayılarla ilgili temel kavramların çok iyi açıklanması gerektiği, özellikle çok karıştıran kavramlar üzerinde daha fazla durulup, etkinliklerin yapılmasının önemli olduğu şeklinde çalışma sonunda bazı önerilerde bulunulmuştur.

Avcu (2010) yaptığı çalışmada öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırmadaki yeteneklerini ortaya çıkarıp analiz etmiştir. Bunun için 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili zihinsel hesaplamalarındaki başarı düzeyine karar vermeyi ve öğrencilerin ortalama puanları üzerinde üslü ifadelerin farklı prototip örneklerinin bir etkisi olup olmadığını görmeyi amaçlamıştır. Araştırma 2009-2010 öğretim yılında Aydın ilinin iki farklı ilköğretim okulunda uygulanmıştır. Çalışmada 159 ilköğretim 8. sınıf öğrencisi rastgele örnekleme yöntemiyle seçilmiştir ve seçilen örnekleme bir üslü ifade başarı testi uygulanmıştır. Genel tarama modelinde olan bu çalışmada veri toplama aracı benzer bir çalışmanın yardımıyla araştırmacılar tarafından geliştirilen 20 tane açık uçlu sorudan oluşmuştur. Testte 10 farklı prototip örnekten ikişer tane soru bulunmaktadır. Sorular yenilenen matematik müfredatına göre geliştirilmiştir ve süreçte matematik eğitimcilerinin görüşleri alınmıştır. Her soruda öğrencilerden hesap makinesi kullanmadan verilen üslü ifadeleri karşılaştırmaları istenmiştir. Sorularda aynı zamanda öğrencilerin yazılı olarak da hesaplama yapmasının mümkün olamayacağı büyük sayılar seçilmiştir. Bu şekilde öğrenciler hesaplama yeteneklerinden çok üslü ifadelerle ilgili bildikleri özellikleri kullanmaya teşvik edilmiştir. Öğrencilerden aynı zamanda soruya verdikleri yanıtlarını açıklamaları da istenmiştir. Sorular tabanları aynı olan ve kuvvetleri aynı olan üslü ifade soruları olmak üzere iki gruptan oluşmuştur. Sorularda doğru yapan öğrencilere 1, yanlış yapan veya boş bırakan öğrencilere ise 0 puan verilmiştir. Araştırma sonunda öğrencilere verilen sayı formlarında taban

ve üssün doğal sayı olduğu durumlarda öğrencilerin üslü ifadeleri hesaplamada son derece başarılı olduğu görülmüştür. Bu tip sorulardaki öğrencilerin yüksek performansları üslü ifadeler öğretilirken verilen geleneksel örneklerle izah edilmiştir. Öğretmenlerin genellikle örnekler verirken kendilerini üslü ifadelerde tabanın ve kuvvetin doğal sayı olduğu prototip kavramları kullanmak için sınırlandırdıkları belirtilmiştir. Tabanın ondalık sayı, üssün doğal sayı olduğu durumlarda ise öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırmada zorluklar yaşadığı görülmüştür. Tabanın veya kuvvetin negatif olduğu karşılaştırma sorularında da aynı şekilde öğrencilerin yanıldığı gözlenmiştir. Araştırmanın sonunda, öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırmadaki yeterliliklerinin tabandaki ve kuvvetteki sayı formlarına göre çeşitlilik göstermekte olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Sastre ve Mullet'in (1998) yaptıkları çalışmada, öğrencilerin üslü ifadelerde tabanın ve kuvvetin durumuna göre üslü ifadenin büyüklüklerine ne kadar aşına olduklarını araştırmayı amaçlamışlardır. Araştırmaya farklı yaş gruplarından (18-19, 16-17, 12-13 yaş) 107 İspanyol lise öğrencisi katılmıştır. Öğrenciler müfredatta erken yaşlarda üslü ifadelerle tanıştığından araştırmaya katılan tüm öğrencilerin üslü ifadelerle aşinalığı bulunduğu belirtilmiştir. Sorularda üç taban değeri (5, 7, 9) ve dört üs değeri (2, 3, 4, 5) birleştirilerek 12 farklı üslü ifade oluşturulmuştur. Bu sayılar kartlara yazılarak öğrencilere teker teker gösterilmiştir. Öğrencilerden bu ifadelerin büyüklüklerini yaklaşık olarak tahmin edip değerlerini kendilerine verilen 60 cm'lik milimetrik ölçekte işaretlemeleri istenmiştir. Ölçeğin uç noktaları (0-600) küçük ve büyük olarak adlandırılmıştır. 12 kart gösterildikten sonra öğrencilere ölçekte sayıların yerini gerekli görürlerse ileri veya geri hareket ettirme şansı verilmiştir. Öğrencilere bu görev esnasında sayıların değerini bulmak için kâğıt-kalem veya hesap makinesi verilmemiştir. Böylece öğrencilerin üslü ifadelerin büyüklüklerini sezgisel olarak nasıl tahmin ettikleri ve üslü ifadeleri doğru bir şekilde ne düzeyde anlamlandırdıkları görülmüştür. Testin uygulanması yaklaşık 45 dakika sürmüştür. Araştırma sonucunda üslü ifadelerin büyüklerine karar vermede ve grafikleştirilmede öğrencilerde gözlemlenen 6 farklı özellik ön plana çıkmıştır. Bunlar; 1) Üç eğrinin de birbirinden farklı olduğu, 2) Üç eğrinin de artan eğri

olduğu, 3) Eğitim etkisi (kuvvetin etkisi tabanın etkisinden daha fazladır), 4) Üç eğrinin birbirinden uzaklaştığı, 5) Eğrilerin eşit uzaklıkta olmadığı (tabanın 7 olduğu eğri, her zaman tabanın 9 olduğu eğriye değil tabanın 5 olduğu eğriye daha yakın olduğu), 6) Üç eğrinin eğiminin pozitif olarak arttığı düşüncesidir. Analizler 12-13 yaş grubu öğrencilerin sadece ilk üç özelliği kullandığını göstermiştir. 16 yaş grubu öğrencileri üç eğriyi birbirinden uzak olacak şekilde çizmişlerdir. 18-19 yaş grubundaki öğrencilerin üslü ifadelerin gerçek değerine daha benzer bir tahmin yaptıkları görülmüştür. Bireysel yanıtlar analiz edildiğinde ise dört farklı grup oluşmuştur. Bunlar; toplamsal model (13-14 ve 15-16 yaş), çarpımsal model, son olarak niteliksel olarak doğru olan üssel model (sadece 18-19 yaş). İlk gruptaki öğrencilerin yanıtları sadece ilk iki özelliği fark edenlerden oluşmuştur. Birinci özellik, taban ne kadar büyükse üssün değerinin daha fazla olduğudur (9'un tüm kuvvetleri 7'den ve 5'in kuvvetlerinden büyük olduğunu düşünerek grafikte 9'un kuvvetlerini en yüksek noktalarda işaretleme). İkinci özellik ise üs ne kadar büyükse sayının değerinin doğrusal bir şekilde arttığı düşüncesidir. Bu iki düşünce de üslü ifadelerle ilgili daha ilkel bir anlayış performansına karşılık gelir (Toplamsal model). İkinci grup yanıt veren öğrenciler ise beklenen ilk üç özelliği fark edebilmişlerdir. Grafiklerinde çizdikleri eğrilerin hala birbirine paralel ancak daha yakın çizildiği görülmüştür. Bu grubun ilk gruba göre daha ayrıntılı bir anlayış performansı sergilediği belirtilmiştir (Toplamsal model). Üçüncü grup ise beklenen ilk dört özelliği fark edebilmiştir. Bu grupta çizilen eğriler kuvvet arttıkça birbirinden uzaklaşmıştır. Bu grup ilk iki gruba göre daha ayrıntılı bir anlayış performansı sergilemiştir. Bu gruptaki öğrencilerin hesaplamalarında, tabanın üslü ifadenin büyüklüğüne etkisinin üssün değeri ile orantılı olduğu düşüncesinin hakim olduğu görülmüştür (Çarpımsal model). Dördüncü grup öğrencilerin ise grafiklerinin doğru grafikle en uygun olanı olduğu ve bu gruptaki yanıtların ilgili sayı aralığında daha ayrıntılı bir anlayış performansı gösterdiği belirtilmiştir (Üssel model).

Üslü ifadelerle ilgili yapılan çalışmalara genel olarak bakıldığında;

- Öğrencilerin bir sayının sıfırinci kuvvetinin sıfır olduğunu veya kendisine eşit olduğunu düşünme, üslü ifadeyi hesaplarken tabanla üssü çarpma

gibi hatalar yaptıkları (Cengiz, 2006); üssün üssünü alırken de bazı hatalar yaptıkları görülmüştür (Şenay, 2002).

- Üsleri aynı ifadeleri toplarken tabanları direk toplama veya hem tabanı hem üssü toplama gibi hataların yapıldığı belirlenmiştir (Cengiz, 2006).
- Öğrencilerin rasyonel sayılarla ilgi çeşitli kavram yanılgılarının olduğu tespit edilmiştir (Cengiz, 2006).
- Öğrencilerin köklü sayıların üslerini almada hatalar yaptıkları, köklü sayılarla işlem yapmada zorlandıkları (Şenay, 2002) ve öğrencilerin köklü sayılarla ilgili olarak çeşitli kavram yanılgılarının olduğu belirlenmiştir (Cengiz, 2006; Şenay, 2002).
- Öğrencilerin üslü ifadelerde çarpma yaparken hem tabanı hem üssü çarpma, bölme işlemi yaparken ise üsleri çıkarmak yerine üsleri birbirine bölme veya hem tabanı hem üssü birbirine bölme gibi hatalar yaptıkları görülmüştür (Cengiz, 2006). Ayrıca, öğrencilerin tabanları aynı olan üslü ifadeler ve üsleri aynı olan üslü ifadelerle ilgili kuralları, üslü ifadelerde çarpma ve bölmeyle ilgili kuralları birbirine karıştırdıkları belirlenmiştir (Şenay, 2002).
- Öğrencilerin negatif üs kavramını anlamakta zorluk yaşadıkları ve negatif üs olan üslü ifadelerde işlem yapmada zorlandıkları (Şenay, 2002); negatif üs almada sayıyı ters çevirmek yerine sayının önüne eksi işareti koyma gibi hatalar yaptıkları belirlenmiştir (Cengiz, 2006).
- Tabanın negatif olduğu üslü ifadelerde hatalı sonuçlar buldukları (Şenay, 2002) ve negatif sayıların tüm kuvvetlerinin değerlerinin negatif olduğunu düşünme gibi kavram yanılgılarının olduğu görülmüştür (Cengiz, 2006).
- Öğrencilerin verilen sayı formlarından tabanın ve üssün doğal sayı olduğu durumlarda üslü ifadeleri hesaplamada son derece başarılı olduğu belirlenmiştir (Avcu, 2010).

- Tabanın ondalık sayısı, üssün doğal sayısı olduğu durumlarda öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırmada zorlandıkları; tabanın veya üssün negatif olduğu karşılaştırma sorularında da aynı şekilde öğrencilerin yanıldığı; kısaca öğrencilerin üslü ifadeleri karşılaştırmadaki yeterliliklerinin tabandaki ve üsteki sayı formlarına göre çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir (Avcu, 2010).
- Öğrencilerin yaş seviyesi arttıkça üslü ifadelerin büyüklüklerinin tabana ve üsse göre nasıl değiştiğini daha iyi kavradıkları ve üslü ifadelerin gerçek değerini daha iyi tahmin edebildikleri görülmüştür (Sastre ve Mullet, 1998).
- Öğrencilerde; üsteki değere bakmadan taban ne kadar büyükse, üslü ifadenin değerinin daha fazla olduğu, üs ne kadar büyükse üslü ifadenin değerinin de doğrusal bir şekilde arttığı, tabandaki sayının üslü ifadenin büyüklüğüne etkisinin üssün değeri ile orantılı olduğu gibi kavram yanılgılarının bulunduğu tespit edilmiştir (Sastre ve Mullet, 1998).

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeli, araştırma grubu, veri toplama araçları, verilerin toplanması, verilerin çözümlenmesi ve araştırmada kullanılan istatistiksel tekniklerden bahsedilecektir.

3.1 Araştırmanın Modeli

İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerle ilgili sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkinin belirlenmesi için tarama modelinde bir araştırma uygulanmıştır. “Tarama modelleri, geçmişte ya da halen var olan bir durumu var olduğu şekilde betimlemeyi amaçlayan araştırma yaklaşımıdır. Araştırmada konu olan olay, birey ya da nesne, kendi koşulları içinde ve olduğu gibi tanımlanmaya çalışılır. Onları herhangi bir şekilde değiştirme, etkileme çabası gösterilmez” (Karasar, 2008; s. 77). Bu araştırmada öğrencilerin üslû ifadelerle ilgili sayı duyuları ve başarıları arasında bir ilişkinin olup olmadığına bakıldığından, tarama modelinin bir alt yöntemi olan ilişkisel tarama modeli kullanılmıştır. “İlişkisel tarama modeli, iki ya da daha çok sayıdaki değişken arasında birlikte değişim varlığını ve/veya derecesini belirlemeyi amaçlayan araştırma modelidir” (Karasar, 2008; s. 81).

İlişkisel tarama modelinin de iki tür olduğu söylenebilir. Bunlar korelasyon türü ve karşılaştırma türü ile elde edilen ilişkilere dir. Bu araştırmada korelasyon türü bir ilişki aranmıştır. Korelasyon türü ile ilişki aramada değişkenlerin birlikte değişip değişmedikleri, birlikte bir değişim varsa bunun nasıl olduğu öğrenmeye çalışılır. Bu şekilde bir ilişki arandığında ise üç farklı sonuç çıkabilir. Bunlar; değişkenler arasında ilişki olmama, değişkenlerin doğru (aynı yönde) orantılı olması, değişkenlerin ters orantılı olmasıdır (Karasar, 2008).

Araştırmanın değişkenlerini 8. sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerine yönelik başarı testi puanları, üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu puanları ve üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanları oluşturmaktadır.

3.2 Araştırma Grubu

Araştırmanın örneklemini, 2012-2013 eğitim öğretim yılı Denizli ilinin Tavas ilçesinde bulunan bir devlet ilkokulunun 8. sınıf öğrencileri oluşturmuştur. Okuldaki iki 8. sınıf şubesinde toplam 49 öğrenci bulunmaktadır. Bu öğrenciler arasından bir öğrencinin kaynaştırma eğitimi raporu olduğundan dolayı örnekleme dahil edilmemiştir. Örneklemdaki öğrencilerin şubeye ve cinsiyete göre dağılımı aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 3.1: Araştırmanın örnekleminin sınıf şubesine ve cinsiyete göre dağılımı

Şube	Kız	Erkek	Toplam
8-A	15	10	25
8-B	11	12	23
Toplam	26	22	48

3.3 Veri Toplama Araçları

Bu bölümde, araştırmada veri toplamak için kullanılan ölçeklerin özellikleri ve ölçeklerin oluşturulma aşamaları ayrı bölümler halinde bahsedilecektir.

Araştırmada 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle yönelik başarılarını, sayı duyularını ve sayı duyusu testi başarılarını ortaya çıkarabilmek için iki farklı ölçek kullanılmıştır. Bunlar;

- i. Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği
- ii. Üslü ifadelerle yönelik başarı testidir.

3.3.1 Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği, İymen (2012) tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılarak hazırlanmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle yönelik kullandıkları sayı duyusu bileşenlerini ortaya çıkarmak için

hazırlanan bir ölçektir (Ek-1). Ölçek sayı duygusuyla ilgili beş farklı bileşene yönelik oluşturulmuştur. Bu bileşenler; denk gösterimler, sayısal tahmin, sayı büyüklükleri, işlemlerin etkileri, referans noktası kullanımı şeklindedir. Ölçek toplam 13 sorudan oluşmuştur. Uzman görüşleri sonrası, ölçekteki soruların 5'inin denk gösterimler, 5'inin sayısal tahmin, 3'ünün sayı büyüklükleri, 3'ünün işlem etkisi ve 3'ünün referans noktası kullanımı bileşenleri ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Uzman görüşleri ve pilot uygulama sonucunda toplam 11 soru asıl uygulamada kullanılmıştır (İymen, 2012). Bu sebeple bu araştırmada da aynı şekilde 11 soru kullanılmıştır.

3.3.2 Üslü ifadelerle yönelik başarı testi

8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle yönelik başarı durumlarını belirleyebilmek için araştırmacı tarafından "üslü ifadelerle yönelik başarı testi" geliştirilmiştir. Ölçeğin soruları belirlenirken, 2012-2013 eğitim öğretim yılında devlet okullarının 8. sınıflarında okutulmakta olan üç farklı yayının matematik ders ve çalışma kitaplarındaki (Aygün ve diğerleri, 2012; Canpekel, 2010; Güler ve Yücelyiğit, 2011) üslü ifadeler konusunun sorularından yararlanılmıştır. Araştırmanın uygulandığı okulda okutulmakta olan yayından, öğrencilerin daha önce soruları çözmüş olabileceği düşüncesiyle yararlanılmamıştır. Yararlanılan kitaplardaki üslü ifadelerle ilgili sorulardan ölçekte yer alacakların belirlenmesi aşamasında ise 8. sınıf ilköğretim matematik programındaki kazanımlar dikkate alınmıştır. 8. sınıf ilköğretim matematik programında (MEB, 2009) üslü ifadelerle ilgili dört farklı kazanım bulunmaktadır. Bunlar:

1. Bir tam sayının negatif kuvvetini belirler ve rasyonel sayı olarak ifade eder.
2. Ondalık kesirlerin veya rasyonel sayıların kendileriyle tekrarlı çarpımını üslü olarak yazar ve değerini belirler.
3. Üslü ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
4. Çok büyük ve çok küçük pozitif sayıları bilimsel gösterimle ifade eder (s. 294).

Üç farklı yayının matematik ders ve çalışma kitaplardaki sorular araştırmacı tarafından incelenmiş ve birinci kazanımla ilgili iki, ikinci kazanımla ilgili altı, üçüncü kazanımla ilgili altı ve son kazanımla ilgili ise iki tane olmak üzere toplam on altı soru seçilmiştir. Sorular öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili var olan bilgilerini daha iyi görebilmek için açık uçlu ve boşluk doldurma şeklinde sorulmuştur. Soruların seçilme ve hazırlanma aşamasından sonra ise; soruların anlaşılabilirliği, kazanımları değerlendirmede ne kadar etkili olacağı ve öğrenci seviyesine uygunluğu hakkında matematik eğitimi alanında uzmanlardan görüşleri alınmıştır. Uzmanlardan, her bir soru için seviyeye ve kazanıma uygunluk, soruların anlaşılabilirliği ile ilgili 1 ile 5 arasında (1 en düşük, 5 en yüksek) puan vermeleri istenmiştir. Gerekli görülürse o soru ile ilgili verdikleri puanları açıklamaları veya farklı bir fikirleri varsa paylaşımları için uzman görüşü formunda açıklama bölümü oluşturulmuştur. Uzman görüşü formu Ek-2'de verilmiştir. Uzmanların 3'ü doktora programını tamamlamış akademisyen olup, 2'si ilköğretim matematik eğitimi alanında doktora öğrencisi, 3'ü ise ilköğretim matematik eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisidir. Kazanıma uygunluk, seviyeye uygunluk ve soruların anlaşılabilirliği açısından verilen puanların ortalaması tüm sorularda 4 puanın üzerindedir. Uzmanların verdikleri puanların ortalamaları Ek-3'te verilmiştir. Uzman görüşleri sonucu, uzman görüş formundaki 7. ve 12. sorular kazanımlara uygun olmadığı ve 16. soruya benzer testte soru bulunduğu sebebiyle bu üç soru testten çıkarılmıştır. Ayrıca bazı soruların soru kökünde değişiklikler yapılmış, bazı soruların seçeneklerine ekleme ve çıkarmalar yapılmıştır. Sonuç olarak, uzman görüşleri sonucunda testteki toplam soru sayısı 16 sorudan 13 soruya indirilmiştir. Bu soruların her biri için uygulama öncesi puanlama ölçütleri belirlenmiştir. Bunun için her bir doğru adım 1 puan, yanlış adım 0 puan olacak şekilde her sorudan alınabilecek toplam puanlar hesaplanmıştır.

23-26 Kasım 2012 tarihlerinde Tavas ilçe merkezindeki uygulama okulundan farklı bir okuldaki iki 8. sınıf şubesinden toplam 39 öğrenciye üslü ifade başarı testinin pilot uygulaması yapılmıştır. Üslü ifade başarı testinin belirlenen puanlama ölçütlerine göre her bir öğrencinin soru yanıtları puanlandırılıp, belirlenen her bir adım için verilen puanlar MS Excel programına

girilmiştir. Toplam puan ve madde puanları belirlenip, madde analizleri yapılmıştır. Pilot uygulama sonucu testin her bir sorusu için oluşan madde gücülüğü ve madde ayıricılığı değerleri Ek-4'te verilmiştir. Madde analizleri sonucu, uzman görüşü formundaki soru numarasına göre 11. soru testten çıkarılmıştır. Bir soruda (uzman görüşü formundaki 13. soru) ise öğrencilerin çözüm yöntemleri dikkate alınarak sorunun puanlama ölçütleri değiştirilmiş ve başka bir soruda (uzman görüşü formundaki 10. soru) ise soru kökünde değişiklik yapılmıştır. Öğrenci yanıtları dikkate alındığında bir sorunun iki seçeneğindeki sayılar kazanımı daha doğru ölçebilmek için değiştirilmiştir. Böylece hem uzman görüşleri hem de pilot uygulama sonrası yapılan bazı değişiklikler sonucunda üslü ifadelerle yönelik başarı testine son şekli verilmiştir (Ek-5). Testin son şeklinde toplam 12 soru bulunmaktadır ve bu sorular için oluşturulan puanlama ölçütleri Ek-6'da verilmiştir. Asıl uygulamada kullanılan üslü ifadelerle yönelik başarı testinin son halinin programda yer alan kazanımlara göre dağılımı tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Üslü ifadelerle yönelik başarı testi sorularının kazanımlara göre dağılımı

Soru no	Kazanım
1	Bir tam sayının negatif kuvvetini belirler ve rasyonel sayı olarak ifade eder.
2	
3	Ondalık kesirlerin veya rasyonel sayıların kendileriyle tekrarlı çarpımını üslü olarak yazar ve değerini belirler.
4	
5	
6	
7	
8	Üslü ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
9	
10	
11	Çok büyük ve çok küçük pozitif sayıları bilimsel gösterimle ifade eder.
12	

Tablo 3.2'den de görüldüğü gibi, testin son halinde ilk kazanımla ilgili 2 soru, ikinci kazanımla ilgili 5 soru, üçüncü kazanım ile ilgili 4 soru, son kazanımla ilgili ise 1 soru olmak üzere toplam 12 soru yer almıştır.

3.4 Verilerin Toplanması

Son haline getirilen üslû ifadelerine yönelik başarı testinin asıl uygulaması, araştırmacı tarafından, 5-6 Aralık 2012 tarihlerinde araştırmacının örneklemini olan iki 8. sınıf şubesinde toplam 48 öğrenciye matematik derslerinin olduğu saatte yazılı olarak uygulanmıştır. Şubelerin matematik dersleri farklı günlerde olduğundan testin iki sınıfa uygulanması iki günde gerçekleştirilmiştir. İki sınıfa da uygulanan test ile ilgili gerekli açıklamalar yapılmış ve bir ders saati süre verilmiştir.

Üslû ifadelerine yönelik başarı testinin uygulanmasından sonra üslû ifadelerine yönelik sayı duygusu ölçeği, örneklemdaki tüm öğrencilerle birebir görüşmeler şeklinde araştırmacı tarafından aralık ayının son üç haftası boyunca uygulanmıştır. Görüşmeler okulun rehberlik sınıfında sessiz bir ortamda gerçekleştirilmiştir. Öğrencilere görüşme öncesi gerekli açıklamalar yapılmış ve görüşme sırasında öğrencilerin düşüncelerini daha iyi ortaya çıkarabilmek için öğrencilerin rahat olması sağlanmıştır. Bunun için öğrencilere verdikleri yanıtlardan not almayacakları, ses kayıtlarının ve isimlerinin hiçbir yerde yayınlanmayacağı söylenmiştir. Görüşme soruları her bir öğrenciye yazılı olarak gösterilmiştir. Gerekli görürlerse soru kâğıdının üzerinde işlem yapabilecekleri belirtilmiştir. Öğrencilerden soruları yanıtladıkları sesli düşüncelerini ve çözüme nasıl ulaştıklarını açıklamaları istenmiştir. Sorular tüm öğrencilere aynı sırada sorulmuştur. Öğrencilere bilemedikleri soruları yanıtlamadan geçebilecekleri söylenmiş ve isterlerse yanıtladıkları bir soruya tekrar geri dönme ve yanıtlarını değiştirme fırsatı da verilmiştir. Öğrencilerin seviyesine göre görüşme süreleri 15-45 dakika arasında değişiklik göstermiştir. Seviyesi çok düşük öğrenciler, sorulara genellikle “*bilmiyorum*” şeklinde yanıt verdikleri veya soruları yanıtlandırmadan geçmek istedikleri için görüşmeleri de kısa sürmüştür. Seviyesi orta ve iyi olan öğrencilerle görüşmelerde ise ilk önce

öğrencilerin kendi ortaya çıkardığı çözüm yolu görülmüştür ve çözümlerini açıklamaları istenmiştir. Öğrencilerin çözüm yöntemlerini daha iyi anlamak için öğrencilere görüşmeci tarafından “Neden böyle düşündün?”, “Çözüme nasıl ulaştın?” şeklinde sorular yöneltilmiştir. Öğrencilerin kendi çözümünden sonra “Daha farklı nasıl düşünebilirdin?”, “Daha kısa bir yoldan yanıtına karar verebilir miydin?” şeklinde sorular yöneltilerek öğrencilerin sayı duyuları ortaya çıkarılmaya çalışılmıştır. Görüşmeler ses kayıt cihazı ile kayıt altına alınmıştır.

3.5 Verilerin Çözümlemesi

3.5.1 Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği yanıtlarının çözümlemesi

Öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanlarının belirlenmesi için, 11 sorudan oluşan “Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği”, görüşme şeklinde uygulanmıştır. Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinin verilerinin çözümlemesi için, her bir öğrenci ile yapılan görüşme kayıtları yazılı metin haline getirilmiştir. Öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanları ve üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanları bu yazılı metinler üzerinden belirlenmiştir. Araştırmacı, puanlama güvenilirliğini artırmak için üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ile ilgili tezi olan bir doktora öğrencisiyle birlikte çalışmıştır. Araştırmacılar bir soruya her öğrencinin verdiği yanıtların yazılı metinlerini okuyarak sayı duyusu kullanmaya göre ve soruya doğru yanıt vermeye göre iki tür puan vermişlerdir. Bir sorunun tüm öğrenciler için puanlandırılması bittikten sonra araştırmacılar verdikleri puanları karşılaştırmışlardır. Farklı verilen puanlar tartışılmış ve fikir birliğine varılan puan geçerli sayılmıştır. Aynı işlem tüm sorular için uygulanmış ve öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili sayı duyusu ve başarı puanları belirlenmiştir.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanının belirlenmesinde; çözümlerinde sayı duyularını hiç kullanmayan öğrencilere 0 puan, sayı duyularını başlangıçta kullanmayıp, görüşme esnasında ortaya çıkaran öğrencilere 1 puan ve ilk olarak sayı duyularını kullanan öğrencilere 2 puan verilmiştir. Örneğin, “ 2^6 sayısı 2^2 ile 2^{10} sayılarından hangisine daha yakındır?”

sorusunda, 2^6 ve 2^7 arasındaki farkın bile 2^6 ve 2^2 arasındaki farktan daha fazla olduğunu düşünerek işlem yapmadan doğrudan yanıtın 2^2 olduğunu söyleyebilen öğrenci 2 puan, başlangıçta 2^6 'nın tam ortada olduğunu düşünen; ancak “*tam ortada olduğunu nasıl anladın?*”, “*Sayıların büyüklükleri hakkında ne söyleyebilirsin?*” gibi sorular sonrası sayıların değerlerini tahmin etmeye çalışarak doğru yanıtı ulaşan öğrenci 1 puan, sayıları tahmin etmeye çalışmadan 2^2 'ni 4, 2^6 'yı 64 ve 2^{10} 'u 1024 olarak hesaplama yaparak bulan ve 64 'ün 4 'e daha yakın olduğunu söyleyen öğrenci 0 puan almıştır. Görüldüğü gibi çözümde sayı duyusu kullanılmadıysa, soruya doğru yanıt verilse bile sayı duyusu puanı verilmemiştir. Bu puanlamaya göre, ölçekte yer alan 2. soru iki seçenekli olduğundan, öğrencilerin alabilecekleri en yüksek üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı 24'tür.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanının belirlenmesinde ise; soruya yanlış yanıt verenler veya bilmediklerini söyleyenlere 0 puan; basit hata yapan, kavram yanılgısı olan, doğru çözüme ulaşamayan veya doğru çözüme ulaşıp yanıtını açıklayamayan öğrencilere 1 puan; doğru bir yöntemle cevaba ulaşıp çözümlerini doğru bir şekilde açıklayabilen öğrencilere ise 2 puan verilmiştir. Bu şekilde öğrencilerin testten alabileceği en yüksek üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı 24'tür.

3.5.2 Üslü ifadelerle yönelik başarı testi yanıtlarının çözümlenmesi

Örneklemdaki öğrencilerin 12 sorudan oluşan üslü ifadelerle yönelik başarı testinden aldıkları toplam puanları belirlemek için, öğrencilerin verdikleri yanıtlar pilot uygulama ve uzman görüşleri sonrası belirlenen puanlama ölçütlerine göre araştırmacı tarafından puanlanmıştır. Bu puan, öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik başarı puanı olarak değerlendirilmiştir. Verilen yanıtlarda doğru yapılan her bir adım için 1 puan, yanlış yapılan her bir adım için 0 puan verilip, öğrencilerin aldıkları toplam puanlar hesaplanmıştır. Puanlandırmanın daha güvenilir olması için bir soruya her öğrencinin verdiği yanıtlar puanlandırıldıktan sonra diğer sorulara geçilmiştir. Öğrencilerin tüm adımlarda aldıkları puanlar excelle girilmiş ve en son aşamada toplam puanlar excelde hesaplatılmıştır.

Testte her bir adım doğru yanıtlanarak alınabilecek en yüksek üslü ifadelerle yönelik başarı puanı 79'dur. Belirlenen üslü ifadelerle yönelik başarı puanları, excel programında yüzlük sisteme dönüştürülmüştür. Öğrenciler aldıkları puanlara göre sıralandırılarak üst ve alt gruplar belirlenmiş ve böylelikle madde güçlükleri ve ayıricılıkları hesaplanmıştır. Uygulama sonucu, üslü ifadelerle yönelik başarı testinin her bir sorusu için oluşan madde güçlük ve ayıricılık indeksleri Ek-4'te verilmiştir.

3.6 Kullanılan İstatistiksel Teknikler

Araştırmada elde edilen verilerin analizinde SPSS 17 paket programından yararlanılmıştır. 8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişkinin belirlenebilmesi için "Pearson çarpım momentler korelasyon katsayısı" hesaplanmıştır. Pearson çarpım momentler korelasyonu, korelasyon hesaplamada en çok kullanılan tekniklerden biridir. "Pearson çarpım momentler korelasyonu, eşit aralıklı ve oranlı ölçeklerle elde edilmiş veriler için kullanılır" (Karasar, 2008; s. 222). Korelasyon katsayısı (+1) ile (-1) arasında değerler alır. Değişkenler birlikte artıp veya azalıyorsa ilişki artı yönde, biri azalırken öteki artan veya biri artarken öteki azalan değerler alıyorsa ilişki eksi yönde çıkar. Katsayının 1'e yaklaşması ilişkinin kuvvetli olduğunu, sıfıra yaklaşması ise ilişkinin zayıf olduğunu ya da yokluğunu gösterir (Karasar, 2008). Bunun dışında, verilerin analizinde aritmetik ortalama, standart sapma, maksimum ve minimum puanlar gibi bazı betimsel istatistik tekniklerinden yararlanılmıştır.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde, toplanan verilerin istatistiksel olarak analizleri sonucu ortaya çıkan bulgular ve yorumlar araştırmmanın alt problemlerine göre verilmiştir.

4.1 Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın birinci alt problemi “İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslû ifadelerle ilgili sayı duyuları ne düzeydedir?” şeklindedir. Üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği ile toplanan öğrenci yanıtları için iki tür puan verilmiştir. Öğrencilerin üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği sorularının çözümlerinde sayı duyusu kullanma durumlarına göre “üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı”, üslû ifade duyusu ölçeği sorularına doğru veya yanlış yanıt verme durumlarına göre “üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı” verilmiştir. Bu iki puan türüne ilişkin bulgular ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

4.1.1 Öğrencilerin üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu puanlarına ilişkin bulgular

Öğrencilerle yapılan görüşmeler sonrası; öğrencilerin üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu puanları, görüşmenin yazılı kayıtları üzerinden belirlenen puanlama ölçütlerine göre verilmiştir. Öğrencilerin aldıkları puanlar, excel programında tüm sorular için girilmiş ve toplam puanlar hesaplanmıştır. Yorumlamayı kolaylaştırmak için, toplam puanların yüzlük sistemdeki karşılığı excel programında hesaplatılmıştır.

Öğrencilerin görüşmeler sonucu üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinden aldıkları toplam sayı duyusu puanların ortalaması 100 puan üzerinden 32,47 ve standart sapması ise 24,11 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi örneklemdaki öğrencilerin sayı duyularını kullanmaya göre aldıkları toplam puanların ortalaması oldukça düşüktür.

Ölçekteki soruların çözümlerinde, sayı duyularını doğrudan kullanabilen, sonradan ortaya çıkarıp kullanabilen ve hiç kullanmayan öğrencilerin sayıları ve yüzdeleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.1: Ölçekteki soruların çözümünde sayı duyusunu doğrudan kullanan, sonradan ortaya çıkararak ve hiç kullanmayan öğrenci sayıları ve yüzdeleri [n (%)]

Soru no	Doğrudan sayı duyusu kullananlar	Sayı duyularını görüşme sırasında ortaya çıkaranlar	Sayı duyusu kullanmayanlar
1	6 (12,50)	11 (22,92)	31 (64,58)
2a	3 (6,25)	12 (25)	33 (68,75)
2b	4 (8,33)	12 (25)	32 (66,67)
3	15 (31,25)	7 (14,58)	26 (54,17)
4	29 (60,42)	6 (12,50)	13 (27,08)
5	2 (4,17)	13 (27,08)	33 (68,75)
6	3 (6,25)	8 (16,67)	37 (77,08)
7	7 (14,58)	16 (33,33)	25 (52,08)
8	12 (25)	8 (16,67)	28 (58,33)
9	36 (75)	2 (4,17)	10 (20,83)
10	10 (20,83)	2 (4,17)	36 (75)
11	11 (22,92)	1 (2,08)	36 (75)

Tablo 4.1'deki verilerden, soruların genelinde sayı duyularını doğrudan kullanan öğrenci yüzdesi ortalaması yaklaşık olarak % 24, sayı duyularını görüşme sırasında ortaya çıkaran öğrenci yüzdesi yaklaşık % 17 ve sayı duyularını çözümlerinde kullanmayan öğrenci yüzdesi ise yaklaşık % 59 olarak hesaplanmıştır. Görüldüğü gibi ölçekteki soruların genelinde örneklemin yarıdan fazlası çözümlerinde sayı duyusunu kullanmamıştır. Soruların çözümünde doğrudan sayı duyusunu kullanan öğrenci yüzdesi ise oldukça düşüktür. Öğrencilerin % 17'sinin görüşmecinin soruları sonrası sayı duyularını kullanmaları, öğrencilerin standart kuralları kullanmaya alışkın olduklarını; ancak farklı sorular yardımıyla da sayı duyularını kullanabildiklerini göstermiştir.

Tablo 4.1'den görüldüğü gibi çözümde doğrudan sayı duyusu kullanan öğrencilerin en fazla olduğu soru 9. soru olurken, bu sorudan sonra sayı duyusunu doğrudan kullanan öğrenci sayısının fazla olduğu soru ise ölçeğin 4. sorusu olmuştur.

Çözümlerinde sayı duyularını doğrudan kullananların en fazla olduğu ölçeğin 9. sorusu *“ 7^{-3} , 7^4 , 7^2 , 7^2 sayılarını küçükten büyüğe doğru sıralayınız. Yanıtınızı açıklayınız.”* şeklindedir. Örneklemedeki öğrencilerden 36 kişi sorunun çözümünde doğrudan sayı duyularını kullanabilmiştir. 2 öğrenci ise görüşmecinin sorduğu sorular yardımıyla sayı duyularını kullanmışlardır. Sadece 10 öğrenci hiçbir şekilde sayı duyusu kullanamamıştır. Bu soruda öğrencilerin çoğu, üslü ifadelerin değerlerini tek tek hesaplamadan doğrudan üsleri sıralayarak doğru çözüme ulaşmışlardır. Öğrenciler üsteki negatif sayının o sayıyı küçülttüğünü, bu sebeple üssü en küçük olan üslü ifadenin değerinin en az olacağını düşünerek tahmin yoluyla çözüme ulaşmışlardır.

Çözümlerinde sayı duyularını doğrudan kullananların en fazla olduğu bir diğer soru ölçeğin 4. sorusu olmuştur. Üslü ifadelere yönelik sayı duyusu ölçeğindeki 4. soru olan,

“Aşağıdaki sayılardan tam 3 tanesiyle çarpma, bölme, çıkarma veya toplama işlemlerini kullanarak 52 sayısına ulaşabilir misiniz? Yanıtınız “evet”se nasıl ulaşabileceğinizi aşağıda gösteriniz.”

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4, 2^2, \left(\frac{1}{6}\right)^{-2}, 52^0, 3^3, 1^0, 26, 2^{-1}, 5^2, 2$$

sorusunda öğrencilere bazıları tam sayı bazıları üslü ifade şeklinde çeşitli sayılar verilir 52'ye ulaşmaları istenmiştir. Bazı öğrenciler ilk denemelerinde, bazıları ise birkaç deneme sonucu 52 sayısına ulaşabilmiştir. Bu soruda 29 öğrenci doğrudan, 6 öğrenci ise görüşmecinin soruları yardımıyla sayı duyularını kullanabilmiştir. Sayı duyusunu kullanan bir öğrenci, 26, 2 ve 1^0 sayılarını seçip birbiriyle çarparak doğrudan 52 sayısına ulaşabilmiştir. Başka bir öğrenci başlangıçta 3^3 , 5^2 'ni seçip değerlerini bulmuştur. 27 ve 25'i toplayıp 52'ye ulaşmıştır. 3 tane sayının kullanılması gerektiği hatırlatıldığında 1^0 'ı seçip sonucu 1'e bölerek 52 sayısına ulaşabilmiştir. Bir öğrenci benzer şekilde 3^3 ,

5^2 'ni seçip toplayarak 52'ye ulaşabilmiş; ancak bir tane daha sayı kullanılması istendiğinde 52 sayısına ulaşmada başarısız olmuştur.

Tablo 4.1'den görüldüğü gibi, sayı duyusunu doğrudan kullananların sayısının en az olduğu soru ölçeğinin 5. sorusu olmuştur. Çözümlerinde sayı duyularını doğrudan kullananların en az olduğu ölçeğinin 5. sorusu " $5 \times 10^6 + 10^6 - 10^6$ İfadesinin yaklaşık değerini ifade edebilir misiniz? Yanıtınızı açıklayınız." şeklindedir. Bu soruda, öğrencilerin "yaklaşık değer" ifadesinin ne anlama geldiğini bildikleri ancak bunu soruda uygulayamadıkları görülmüştür. Bu sorunun çözümünde doğrudan sayı duyusunu kullanan sadece 2 öğrenci olmuştur. 13 öğrenci ise görüşmecinin sorduğu sorular sonucunda sayı duyularını kullanabilmişlerdir. Bazı öğrenciler bu soruda yanlış bir mantık yürütüp işlemdeki son iki terim zıt işaretli olduğundan iki sayıyı da işlemden çıkarıp geriye sadece 5 milyon kaldığını söylemişlerdir. Çözümünde sayı duyusunu doğrudan kullanan öğrencilerden birisinin yanıtı aşağıdaki gibidir:

Öğrenci: Dört milyon.

Görüşmeci: Nasıl düşündün bunu?

Öğrenci: Beş çarpı on üssü altı beş milyon. Eksi on üssü altı bir milyon çıkartırsak dört milyon. On üssü eksi altı milyonda bir gibi bir şey oluyor. O yüzden yaklaşık değeri sorduğu için dört milyon.

Görüldüğü gibi bu öğrenci bir sayının negatif kuvvetinin büyüklüğünü kavramsal olarak anlamlandırabilmiş ve 10^6 'un -6 . kuvvetinin çok küçük bir sayı olduğunu düşünebilmiştir. Soruda yaklaşık değer sorulduğundan dolayı da bu değeri ihmal edebilmiştir.

Çözümlerinde sayı duyularını doğrudan kullananların en az olduğu bir diğer soru ölçeğinin 6. sorusu olmuştur. Ölçekteki 6. soru, " $3^3 \times 2^2$ işleminin sonucunun $3^2 \times 2^2$ veya $3^3 \times 2^3$ olduğunu söylemek birer tahmindir. Hangi tahmindeki hata daha azdır? Neden?" şeklindedir. Bu soruda öğrenciler daha çok her bir işlemin sonucunu yazılı olarak hesaplayarak bulup, bu sonuçların aralarındaki farka bakarak bir kıyaslama yapma yoluna gitmişlerdir. Öğrenciler

işlem sonuçlarını bulmadan bir tahmin yapmada zorlanmışlardır. “İşlem yapmadan nasıl düşünebilirdi?”, “Daha farklı bir çözüm yolu var mıdır?” şeklinde sorulduğunda ise öğrenciler çoğunlukla “İşlem yapmadan düşünemezdim” şeklinde yanıt vermişlerdir. Sadece 3 öğrenci ilk olarak sayı duyusunu kullanmışlardır. Bu öğrencilerden birisi, ilk tahminde sonucun 3’e bölündüğünü ve 3’e bölmenin 1/3 ile çarpmak anlamına geldiğini, ikinci tahmin de ise sonucun 2 ile çarpıldığını fark edip, 1/3’ün 2’den daha küçük olduğunu söyleyip, ilk tahminin daha iyi bir tahmin olduğunu fark etmiştir. 8 öğrenci ise ilk olarak işlemi yapıp karar vermiştir, ikinci bir çözüm yolu sorulduğunda sayı duyularını kullanmışlardır.

Tablo 4.1 incelendiğinde ölçekteki sorular içinden en fazla 7. soruda öğrenciler çözümlerinde sayı duyularını sonradan ortaya çıkarıp, çözümlerinde kullanabilmiştir. Ölçeğin 7. sorusu,

“ 2^6 sayısı 2^2 ile 2^{10} sayılarından hangisine daha yakındır?”

- a)** 2^2
- b)** 2^{10}
- c)** 2^2 ile 2^{10} sayılarının tam ortasındadır.”

şeklinde. Bu soruda öğrencilerin sadece 7’si ilk başta sayı duyularını kullanabilmiştir. Sayı duyusunu ilk başta kullanan bir öğrencinin çözümü aşağıdaki gibidir:

Öğrenci: Bana göre ikiye doğru daha yakın.

Görüşmeci: Neden?

Öğrenci: Küçük sayıdan yavaş yavaş iki çarpa çarpa gittiğimiz için basamağı küçüktür.

Görüşmeci: Hı hım.

Öğrenci: O yüzden iki üzeri altıyı hesapladığımızda şimdi burada belki dört basamaklıdır. İki üzeri ona kadar altı veya beş basamaklı olabileceği için iki üzeri iki olduğuna karar veriyorum.

Görüşmeci: Daha yakındır diyorsun. Tahminen mi buluyorsun ikinin karesini cevabını?

Öğrenci: Tahmini olarak buluyorum. İki üzeri iki mesela bir şey ise.

Görüşmeci: Basamak mı?

Öğrenci: Bir basamak ise iki üzeri on eşittir, mesela dört veya beş basamaklıdır. Ama iki üzeri altı eşittir, iki basamaklı olarak düşündüm. Basamak olarak hesapladığımda.

Bu soruda çözümlerinde sayı duyularını sonradan ortaya çıkaranların sayısı 16'ya yükselmiştir. Sonradan sayı duyusunu kullanan bir öğrencinin yanıtı aşağıdaki gibidir:

Görüşmeci: Tam ortada olduğundan nasıl emin oldun?

Öğrenci: Çünkü iki tarafta da...

Görüşmeci: Sayı olarak düşünsen? Sayıların kendilerini düşünsen?

Öğrenci: Sayı olarak düşünürsem... İkinin karesi dört yapıyor. İki üzeri altı demeden önce iki üzeri on baya uçuyor yani.

Görüşmeci: Baya bir... Ne kadar mesela?

Öğrenci: Ee ne kadar on altıyla çarpımı kadar iki üzeri altının. Mantıken düşündüğümüzde iki üzeri iki, dört.

Görüşmeci: Hı hı..

Öğrenci: İki üzeri altı sonucunu da biliyorum. Altmış dört. İki üzeri on baya bir ilerleyeceğini biliyorum. O yüzden altmış dörtle dört arasındaki fark altmış olduğuna göre daha küçük kalır.

Görüşmeci: Hangisine daha yakın o zaman?

Öğrenci: İki üzeri ikiye daha yakın.

Bu soruda sayı duyusunun, daha çok görüşmecinin sorularıyla ortaya çıkarıldığı gözlenmiştir. Öğrencilerin bir üslü ifadede taban ve kuvvetin ne anlama geldiğini, kuvvetin taban üzerinde ne gibi bir etkisi olduğunu bildikleri; fakat bu bilgileri üslü ifadenin değerini tahmin etmede kullanamadıkları görülmüştür. Çözümde çoğu öğrenci ilk başta yanlış bir yöntem geliştirerek kuvvetler arasındaki farka bakmışlardır ve sayının tam ortada olduğunu söylemişlerdir. Ancak görüşmeci tarafından üslü ifadelerin değerleri ayrı ayrı sorulduğunda ve öğrenciye tahmin etmeye çalıştırıldığında doğru yöntemi keşfedebilmişlerdir. Bu aşamada çoğu öğrenci 2'nin 10. kuvvetinin büyük bir sayı olacağını söyleyebilmiş ve doğru cevaba ulaşabilmişlerdir. Bazı öğrenciler ise bu aşamada tüm üslü ifadelerin değerleri tek tek çarparak hesaplama yoluna gitmişlerdir. Bu soruda ortaya çıkan bir diğer durum ise görüşmecinin sorularıyla üslü ifadelerin değerlerini tahmin etmede, üssün 10 olduğu durumda üssün 2 ve 6 olduğu duruma göre daha çok zorlanmışlardır. Bu bulgulardan, öğrencilerin üssün büyük olduğu üslü ifadelerde tahmin yapmada, üssün küçük olduğu ifadelere göre daha fazla zorlandıkları ve tahmin yapmada başarısız oldukları söylenebilir. Öğrencilerin bu sorunun çözümü için gerekli kavramsal bilgiye sahip olmaları ancak soru tahmine dayalı olduğundan sorudaki değerleri düşünmeden doğrudan kuvvetler arası farka bakarak yanıtı bulmak istemeleri ve görüşmecinin sorularıyla doğru yanıtı tahmin edebilmeleri dikkat çekici bir sonuçtur. Çözüm için tahmin yapmak öğrencilere yabancı gelen ve çözümde kullanmak istemedikleri bir yöntem olmuştur; fakat görüşmecinin sorularıyla tahmin yapmaya çalıştıklarında bu konuda başarısız olmadıkları da görülmüştür.

Tablo 4.1 incelendiğinde sayı duyularını sonradan ortaya çıkarmada öğrenci sayısının en az olduğu soruların 11. ve 10. sorular olduğu görülür. 11. soruda sadece 1 öğrenci görüşmecinin soruları yardımıyla sayı duyusunu kullanabilirken, 10. soruda ise bu sayı 2 olmuştur. Benzer tipte olan bu iki soruda bu durumun ortaya çıkmasının sebebi olarak, öğrencilerin çarpma ve bölme işlemlerinin etkisiyle ilgili olarak çarpma işleminin sonucu daima büyüteceği ve bölme işleminin sonucu daima küçülteceği şeklinde kavram yanlışlarının olması ve bu sebeple görüşmecinin sorularından sonra bile

öğrencilerin fikirlerinin değişmemesi gösterilebilir. Ayrıca bu iki sorudaki işlemlerin öğrencilere zor gelmesinden ve deneyerek cevaba ulaşamamalarından dolayı, öğrenciler tahmin yapmaya çalışmışlar ancak kavram yanlışlığı olması sebebiyle tahminlerinde başarısız olmuşlardır.

Görüşme sonrası puanlamalar sonucunda, üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğindeki 11 soru için 2 puan üzerinden oluşan ortalama üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanları hesaplanarak tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2: Sorulara göre alınan ortalama üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanları

Soru no	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ort. puan	0,47	0,37	0,41	0,77	1,33	0,35	0,29	0,62	0,66	1,54	0,45	0,47

Ölçekteki 11 sorudan alınan sayı duyusu puanlarının genel ortalaması 2 puan üzerinden 0,65 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgudan ölçeğin genelinde sayı duyusu kullanma oranının oldukça düşük olduğu sonucu çıkmaktadır.

Tablo 4.2 incelendiğinde, ölçeğin 9. sorusu öğrencilerin sayı duyularını kullanma açısından en başarılı oldukları soru olmuştur. Bu soruyu ölçeğin 4. sorusu izlemiştir. Bu iki sorudaki ortalama sayı duyusu puanlarına bakıldığında, öğrencilerin çözümlerinde sayı duyusu kullanma başarısında diğer sorulara göre oldukça yüksek bir fark olduğu söylenebilir. Sayı duyusu kullanmada en başarısız olunan soru ise ölçeğin 6. sorusu olmuştur. Ölçeğin 5. sorusu da aynı şekilde sayı duyusu kullanma oranının düşük olduğu soru olmuştur.

4.1.2 Öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanlarına ilişkin bulgular

Öğrencilere, üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği ile toplanan veriler üzerinden üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanının dışında, sorulara verilen yanıtların doğru veya yanlış olmasına göre üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı verilmiştir. Belirlenen puanlama ölçütüne göre verilen başarı

puanları, excel programında girilmiş ve yorumlamayı kolaylaştırmak için yüzlük sisteme dönüştürülmüştür.

Öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeğinden aldıkları toplam üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeği başarı puanlarının ortalaması 100 puan üzerinden 50,52 ve standart sapması ise 31,15 olarak hesaplanmıştır. Ortalamaya bakıldığında ölçekteki sorulara doğru yanıt vermede örneklemin genelinin orta seviyede bir başarısı olduğu söylenebilir.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeğindeki 11 soruya, öğrencilerin doğru veya yanlış yanıt vermelerine göre aldıkları üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeği başarı puanlarının ortalamaları, her bir soru için hesaplanarak tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3: Sorulara göre alınan ortalama üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeği başarı puanları

Soru no	1	2a	2b	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ort. puan	1,10	1,06	1,06	1	1,50	0,56	1,06	1,17	0,94	1,60	0,52	0,54

Ölçekteki tüm sorulardan alınan başarı puanlarının ortalaması 2 puan üzerinden 1,01 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgudan, ölçekteki sorulara öğrencilerin doğru yanıt verme oranının çok iyi olmadığı görülmektedir.

Tablo 4.3'ten görüldüğü gibi ölçekteki sorulardan doğru yanıt verme oranının en düşük olduğu sorular 10. soru ve 11. soru olmuştur.

Ölçeği 10. sorusu "*1254 sayısının 12^{-21} ile bölümü ve 12^{-21} ile çarpımı karşılaştırıldığında hangi işlemin sonucu daha büyük olur?*" şeklindedir. Bu soruya 35 öğrenci yanlış yanıt vermiş veya soruyu yanıtlamak istememişleridir. 1 öğrenci sorunun bir kısmına doğru yanıt vermiş ancak doğru yanıtı ulaşamamıştır. 12 öğrenci ise soruya doğru yanıt verip çözümünü açıklayabilmiştir. Bu soruda öğrencilerin çoğunda çarpma işleminin sonucu daima büyüttüğü kavram yanlışlığı bulunmaktadır. Bu sebeple öğrenciler üslü

ifadedeki negatif üssün işleme etkisini düşünmeden doğrudan 12^{-21} ile çarpmanın 1254 sayısını büyüteceğini söylemişlerdir.

Kavramsal açıdan 10. soruya benzer bir soru olan 11. soru ise;

“ $175 \div 10^{-7}$ İşleminin sonucu için aşağıdakilerden hangisinin doğru olduğunu söyleyebilirsiniz? Neden?”

- a) *175'ten çok küçük*
- b) *175'ten çok büyük*
- c) *175'ten biraz küçük*
- d) *175'ten biraz büyük*
- e) *İşlem yapmadan yanıt veremeyiz.”*

şeklindedir. Bu soruya da öğrenciler 10. soru ile yaklaşık olarak aynı oranda doğru yanıt vermişlerdir. Yani bu sorudaki başarı oranı da oldukça düşüktür. Soruya 33 öğrenci tamamen yanlış yanıt vermiş veya soruyu yanıtlamak istememişlerdir. 4 öğrenci sorunun çözümüne yönelik bazı doğru açıklamalarda bulunmuş ancak tam çözüme ulaşamamışlardır. 11 öğrenci ise soruya doğru yanıt verip çözümünü açıklayabilmiştir. Bu soruda örneklemdaki öğrencilerin çoğu aynı şekilde bölen sayının büyüklüğüne bakmadan, bölme işleminin her zaman sonucu küçülteceğini düşünmüşlerdir.

Ölçekteki 5. soru *“ $5 \times 10^6 + 10^6 - 10^6$ İfadesinin yaklaşık değerini ifade edebilir misiniz? Yanıtınızı açıklayınız.”* şeklindedir. Bu soru 10. ve 11. sorulardan sonra doğru yanıt verme oranın düşük olduğu soru olmuştur. Bu soruda 28 öğrenci yanıt vermek istememiş veya yanlış yanıt vermişlerdir. 13 öğrencinin ise yanıtlarının bir kısmı doğrudur; fakat çözüm yöntemlerinde bazı kavram yanılgıları bulunmaktadır. Bu soruya sadece 7 öğrenci doğru yanıt verip, çözümlerini açıklayabilmiştir. Sorudaki son iki terimin işareti zıt olduğundan üslere bakmadan iki terimin birbirini sıfırlaması soruda sıklıkla karşılaşılan yanlış bir düşünce olmuştur.

Tablo 4.3 incelendiğinde, örneklemdaki öğrencilerin, üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeğindeki soruların içinden en fazla 9. soruya doğru yanıt verdikleri görülür. *“ 7^3 , 7^4 , 7^2 , 7^2 sayılarını küçükten büyüğe doğru sıralayınız.*

Yanıtınızı açıklayınız.” şeklinde olan soruyu örnekteki 9 öğrenci yanlış yanıtlamıştır. 1 öğrenci sorunun bir kısmına doğru yanıt verebilmiş ancak tam sonuca ulaşamamıştır. Bunun dışındaki 38 öğrenci, soruya doğru yanıt verip çözümlerini açıklayabilmişlerdir. Bazı öğrenciler üssü küçük olan üslü ifadenin değerinin en küçük olacağını ifade edebilmiş ancak negatif tam sayıları yanlış sıraladığından dolayı doğru cevaba ulaşamamışlardır.

9. sorudan sonra doğru yanıt verme oranının en fazla olduğu soru,

“Aşağıdaki sayılardan tam 3 tanesiyle çarpma, bölme, çıkarma veya toplama işlemlerini kullanarak 52 sayısına ulaşabilir misiniz? Yanıtınız “evet”se nasıl ulaşabileceğinizi aşağıda gösteriniz.”

$$\left(\frac{1}{2}\right)^4, 2^2, \left(\frac{1}{6}\right)^{-2}, 52^0, 3^3, 1^0, 26, 2^{-1}, 5^2, 2$$

şeklinde olan ölçeğin 4. sorusu olmuştur. Bu soruda sadece 8 öğrenci 52 sayısına ulaşamamıştır. 8 öğrenci çeşitli işlemlerle 52 sayısına ulaşmayı denemiş, ancak istenen şekilde 3 sayı kullanarak ulaşamamışlardır. 32 öğrenci ise istenen şekilde 52 sayısına ulaşabilmişlerdir.

4.2 İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın ikinci alt problemi “İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili başarıları ne düzeydedir?” şeklindedir. Örnekteki öğrencilerin, 12 sorudan oluşan üslü ifadelerle yönelik başarı testinden aldıkları üslü ifadelerle yönelik başarı puanları, belirlenen puanlama ölçütlerine göre hesaplanmıştır. Belirlenen toplam puanlar, yorumlamayı kolaylaştırmak için excel programında yüzlük sisteme dönüştürülmüştür. Uygulama sonucu oluşan, üslü ifadelerle yönelik başarı testi sorularının madde güçlükleri ve ayırıcılıkları Ek-4’te, puanlama ölçütünde belirlenen her bir puanlama adımını doğru yanıtlayan öğrenci sayısını ve yüzdesini gösteren frekans tablosu da Ek-6’da verilmiştir.

Öğrencilerin üslü ifadelerle yönelik başarı testinden aldıkları üslü ifade testi başarı puanlarının ortalaması 100 puan üzerinden 54,80 ve standart

sapması ise 31,13 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgudan, örneklemin genelinin üslü ifadeler konusundaki başarısının orta seviyede olduğu söylenebilir.

Ek-6'da yer alan üslü ifadelere yönelik başarı testindeki 12 sorunun her bir puanlama adımını doğru yanıtlayan öğrenci sayısının frekanslarına bakılarak öğrencilerin başarısının düşük ve iyi olduğu sorular tespit edilmiştir. Bu soruların çözüm aşamalarına bakılarak öğrencilere kolay gelen ve en çok zorlanılan adımlar belirlenmiştir.

4.2.1 Üslü ifadelere yönelik başarı testinde başarının düşük olduğu sorular

Öğrencilerin başarısının en düşük olduğu soru, ondalık sayıların pozitif veya negatif üslerini hesaplama ile ilgili olan testin 6. sorusu olmuştur. Bu soruda öğrencilerden $(1,4)^2$, $(-0,3)^{-3}$, $(0,01)^2$ üslü ifadelerinin değerlerinin bulunması istenmiştir. Bu üç ifade içinden başarının en düşük olduğu madde ise $(-0,3)^{-3}$ ifadesi olmuştur. Bu soruda öğrencilerin çoğu, ondalık sayıları rasyonel olarak ifade edemediklerinden dolayı sorunun doğru yanıtına ulaşamamışlardır. Bazı öğrencilerin, ondalık sayının üssünde 2 olduğu seçeneklerde, ondalık sayıları rasyonel olarak ifade etmeden doğrudan ondalık sayıyı kendisiyle tekrarlı çarpmayı denediği, ancak üste -3 sayısı olan seçenekte ise bu yöntemi uygulayamadıklarından sorunun çözümüne ulaşamadıkları görülmüştür.

“ $\frac{27}{64}$ rasyonel sayısını bir rasyonel sayının üssü şeklinde ifade ediniz”

şeklinde olan testin 5. sorusunda öğrencilerden 27 ve 64 sayılarını 3 ve 4'ün küpü şeklinde üslü olarak ifade etmeleri ve iki ifadenin de üssü 3 olduğundan dolayı verilen rasyonel ifadeyi $3/4$ 'ün küpü şeklinde yazmaları beklenmiştir. Bu sorunun üçüncü adımında başarı oranı oldukça düşüktür (% 23). Sorunun ilk iki adımı yani, 27 ve 64 sayılarının hangi tam sayıların üssü olarak yazmayı öğrencilerin çoğunluğunun başarabildiği ancak; çözümün son adımında verilen rasyonel sayıyı, bir rasyonel sayının üssü olarak ifade edemedikleri görülmüştür.

Öğrencilerin başarılarının düşük olduğu başka bir soru da, testin 9. sorusu olan $A = \frac{2^7 \cdot 2^9}{4}$ ve $B = \frac{4^2 \cdot 4}{2^7}$ olduğuna göre A ve B ifadelerinin değerlerini bir tam sayının üssü şeklinde gösteriniz.” sorusu olmuştur. Bu sorunun son adımını doğru yapabilen öğrenci sayısı oldukça düşüktür (% 27). Bu soruda öğrenciler üslü ifadeleri benzer tabanlara getiremedikleri bu sebeple çarpma ve bölme işlemlerinde zorlandıkları görülmüştür. Paydaki çarpma işlemi doğru yapan bazı öğrenciler, paydaki ve paydadaki üslü ifadeleri birbirine bölme aşamasında zorluk yaşamışlardır. Öğrenciler, özellikle B işleminde sonucun üssü negatif çıktığından, pay ve payda bulunan üslü ifadelerin üssünü birbirinden çıkarmada yapılan işlem hatasından dolayı doğru cevaba ulaşamamışlardır. Bu bulgudan da öğrencilerin tam sayılarda işlemlerle ilgili bazı eksikliklerinin olduğu sonucu çıkmaktadır. Özellikle de tam sayılarda çıkarma işleminde sonucun negatif çıktığı durumlarda öğrencilerin sonucu yanlış hesapladığı ve işaret hatası yaptıkları söylenebilir.

Üslü ifadelerin bilimsel gösterimi ile ilgili olan 12. soruda ise öğrencilerin başarıları üslü ifadenin çok büyük veya çok küçük sayı olmasına göre değişmiştir. Çok büyük sayıların bilimsel gösteriminde, çok küçük sayıların bilimsel gösterimine göre daha fazla başarı gösterilmiştir. Öğrenciler, verilen sayıda virgülün hangi basamağa kaydırılması gerektiğini fark etseler bile, 10'un üssü şekline getirmede üssün kaç olması gerektiğini bulmada zorlanmışlardır. Örneğin, “Güneşin çapı: 3 392 000 km” sorusunda öğrencilerin çoğu virgülü doğru yere kaydırıp sayının 3,392 şeklinde belirtilmesi gerektiğini fark etmişler; ancak, sayıyı 10^6 ile çarpım şeklinde yazmada hata yapmışlar ve üsse yanlış sayılar yazmışlardır. 0,00000008 ifadesinin bilimsel gösterimini yazmada öğrencilerin başarıları oldukça düşüktür. Bu ifadede öğrencilerin % 71'i virgülü doğru yere kaydırmayı başarabilmişken, çarpım durumunda 10'nun kaçınıcı üssü olacağını örneklemin sadece % 29'u başarabilmiştir.

Başarı oranının düşük olduğu başka bir soru $7 \cdot 5^6 \cdot 2^6$ işleminin sonucu kaç basamaklı bir sayıdır?” şeklinde olan testin 11. sorusu olmuştur. Bu soruda öğrencilerden üsleri aynı olan iki sayıyı çarpıp 10'un üssü şeklinde yazmaları ve 10'un üssünü kullanarak basamak sayısını doğru bulabilmesi beklenmiştir.

Öğrencilerin % 42'si üslü ifadeleri doğru çarparak 10'un üssü şeklinde yazmayı başarabilmiştir; ancak işlemin sonucunun kaç basamaklı olacağını öğrencilerin sadece % 31'i doğru bulabilmiştir.

Üslü ifadelerle çarpma ve bölme işlemi ile ilgili olan 8. sorunun d maddesi başarı oranının düşük olduğu bir soru olmuştur. Bu soruda öğrencilerden $(-8)^{-9} \div (-8)^{-3}$ işleminin sonucunu bulmaları istenmiştir. Çözümler incelendiğinde öğrencilerin % 58'inin tabanın (-8) olması gerektiğini fark ettikleri; ancak üslerin çıkarılması gerektiği fark ettikleri halde bu sayıları çıkarmada hatalar yaptıkları görülmüştür. Öğrencilerin sadece % 31'i üsleri doğru çıkarabilmiştir. Bu bulgudan öğrencilerin tam sayılarla ilgili bazı eksikliklerinin olduğu söylenebilir.

Testin 10. sorusu olan " $2^{a+3}=64$ ise 3^{a-5} 'in değerini bulunuz." sorusu öğrencilerin çözmekte zorlandığı bir soru olmuştur. Bu soruda öğrencilerin % 54'ü 64'ün 2'nin kaçınıcı üssü olduğunu fark edip, a'nın değerini bulabilmişken, ikinci ifadede a'nın değeri yerine koyulduğunda üssün negatif olduğunu fark edip tabanı ters çeviren öğrenci yüzdesi % 35'e düşmüştür. Bazı öğrenciler a'nın değerini yerine koymada işlem hatası yaparak üssü pozitif olarak düşünüp hesaplama yapmışlardır. Öğrenciler, tam sayılarda işlemlerde hatalar yaptıkları için üslü ifadenin değerini hesaplamada başarısız olmuşlardır.

Testin 2. sorusunda öğrencilerden $1/64$ ve $-1/64$ rasyonel sayılarını 4 veya -4'ün kuvveti cinsinden yazmaları istenmiştir. Bu sorunun iki maddesinde de öğrencilerin yaklaşık % 67'si paydadaki sayının hangi tam sayının kuvveti olduğunu bulabilmişler veya sayıyı bir tam sayının tekrarlı çarpımı olarak ifade edebilmişlerdir; ancak verilen rasyonel sayıları 4 ve -4'ün kuvveti olarak yazmadaki başarı, birinci ifadede % 44'e, ikinci ifadede ise % 40'a düşmüştür. Bu da öğrencilerin kesir olarak verilen bir ifadeyi bir tam sayının kuvveti şekline getirmede zorlandıklarını göstermiştir.

4.2.2 Üslü ifade başarı testinde başarının iyi olduğu sorular

Öğrenciler üslü ifadelere yönelik başarı testi sorularının içinden en iyi başarıyı testin 4. sorusunda elde etmişlerdir. 4. soru;

"Tekrarlı çarpımları verilen rasyonel sayıları üslü olarak ifade ediniz."

$$a) \left(\frac{3}{4}\right) \cdot \left(\frac{3}{4}\right) \cdot \left(\frac{3}{4}\right)$$

$$b) (-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5)$$

$$c) \left(-\frac{1}{5}\right) \cdot \left(-\frac{1}{5}\right) \cdot \left(-\frac{1}{5}\right)$$

$$d) \frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}$$

şeklindedir. Bu sorunun a maddesinde öğrencilerin % 85'i hem tabanı hem de üssü doğru yazabilmişlerdir. b ve c maddelerinde doğru yanıtlama oranı eşit olmuştur. Öğrencilerin % 79 tabanı doğru yazabilmiş, % 77'si ise üssü doğru yazabilmiştir. d maddesi ise diğer maddelere göre öğrencilere daha zor gelmiştir. d maddesinde öğrencilerin % 69'u tabanı doğru yazabilmiş, % 79'u üssü doğru yazabilmiştir. Bu soruda öğrenciler tabanı doğru yazmakta zorluk yaşamışlardır. Bunun sebebi de bu seçenekte verilen ifadenin gösteriminin farklı olmasından kaynaklanıyor olabilir.

4. sorudan sonra öğrencilerin başarılı olduğu soru, üslü ifadelerde çarpma ve bölme işlemiyle ilgili olan 8. soru olmuştur. 8. soru aşağıdaki gibidir:

Aşağıdaki işlemlerin sonucunu bir tam sayının üssü şeklinde ifade ediniz.

$$a) 2^{-3} \cdot 2^{-5}$$

$$b) 7^3 \cdot 7^7$$

$$c) (-5)^8 : (-5)^3$$

$$d) (-8)^{-9} : (-8)^{-3}$$

$$e) 3^5 \cdot 5^5$$

$$f) 12^4 \cdot 3^4$$

Bu sorunun d maddesi dışında tüm maddelerinde öğrenci başarıları diğer sorulara göre daha iyi olmuştur. Tüm maddelerin ilk adımında öğrencilerden işleme göre taban veya kuvvetin aynen yazılması beklenmiştir. Sorunun e, f, b, maddelerindeki işlemlerin ilk adımında öğrenci başarı yüzdesi % 81 olmuştur. a ve c maddelerinin ilk adımında ise başarı yüzdesi % 79 ve % 69'dur. Bu soruların ilk adımdaki başarı yüzdelerden görüldüğü gibi iyidir; ancak işlemlerin ikinci adımlarında başarılar daha düşük olmuştur. İkinci adımda öğrencilerden

verilen işleme göre tabanlar veya kuvvetler arasında işlem yapmaları beklenmiştir. e maddesinde öğrencilerin % 69'u tabanları çarpabilmiştir. f ve c maddelerinde öğrencilerin % 63'ü tabanları doğru bölebilmiş ve kuvvetleri doğru çıkarabilmiştir. a ve b maddelerinin ikinci adımında ise öğrencilerin sadece % 48'i kuvvetleri doğru toplayabilmiştir. Görüldüğü gibi öğrenciler negatif tam sayılarla işlem yapmada daha fazla zorlanmışlardır.

Başarının iyi olduğu bir diğer soru, tam sayıların negatif kuvvetini hesaplama ile ilgili olan 1. sorudur. 1. soru;

“Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulup yazınız.”

a) 5^{-3}

b) $(-5)^{-3}$

c) $(-3)^{-4}$

d) 3^{-4}

şeklinde. Bu sorunun tüm maddelerinde verilen sayıların işaret düşünmeksizin kuvvetlerini doğru hesaplamada başarı yüzdesi oldukça iyi olmuştur (% 79, % 79, % 77, % 77); ancak taban ve kuvvetteki negatif sayının sonuca etkisini düşünmede başarı oranı düşmüştür. Tüm maddelerde öğrencilerin yaklaşık % 50'si kuvvetteki negatifin tabanı ters çevirmek anlamına geldiğini fark etmiştir. b ve c maddelerinde sonucun işaretini öğrencilerin yaklaşık % 60'ı doğru bulabilmiştir. Bu bulgudan, öğrencilerin taban ve kuvvette negatif sayı olduğu durumlarda doğru yanıtı bulmada zorlandıkları söylenebilir.

7. soruda da öğrencilerin genel olarak orta seviyede bir başarısı olduğu söylenebilir. Testin 7. sorusu;

“Aşağıdaki boşluklara “>,<,” işaretlerinden uygun olanını sebebini açıklayarak yazınız.”

a) $\frac{1}{8} \dots 2^3$ Sebebi:

b) $10^2 \dots 2^{10}$ Sebebi:

c) $(\frac{1}{2})^3 \dots 2^{-3}$ Sebebi:

d) $(-0,4)$. $(-0,4)$... $(-0,16)$ Sebebi:

şeklindedir. Bu soruda öğrencilerin başarı oranının en iyi olduğu madde %71 oranla b maddesi olmuştur; ancak sebebini açıklamada ise bu oran % 54'e düşmüştür. Bundan sonra en başarılı oluna madde % 60 oranla d maddesi olmuştur; ancak benzer şekilde sebebini açıklamada başarı oranı % 44'e düşmüştür. a ve c maddelerinde yaklaşık olarak aynı başarı oranı oluşmuştur (% 55) ve diğer maddelere benzer şekilde sebebini açıklamada başarı oranı düşmüştür.

Testin 3. sorusunda da genel olarak öğrencilerin orta seviyede bir başarısı olduğu söylenebilir. 3. soru;

“Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulup yazınız.”

a) $(-\frac{2}{7})^3$

b) $(\frac{5}{2})^3$

c) $(\frac{2}{7})^0$

şeklindedir. a ve b maddelerinde öğrencilerin yaklaşık % 60'ı verilen kesirleri tekrarlı çarparak üslü ifadelerin sayısal değerini bulabilmişlerdir; ancak a maddesinde sonucun işaretini doğru yazan öğrenci başarısı % 46'ya düşmüştür. Öğrencilerin % 48'i verilen kesrin sıfırcı kuvvetinin 1 olduğunu yazabilmiştir.

Bu bulgulardan öğrencilerin tabanda tam sayı olan üslü ifade sorularında, tabanın kesirli veya ondalık sayılı olduğu üslü ifade sorularına göre daha başarılı oldukları söylenebilir. Bunun dışında, öğrencilerin verilen bir ifadeyi bir sayının üssü şeklinde yazmada, üslü bir ifadeyi hesaplamaya göre daha fazla zorlandıkları söylenebilir. Öğrenciler hem de tabanın hem de üssün pozitif olduğu işlem sorularında daha başarılı olmuşlardır. Taban veya üssün negatif olduğu durumlarda, öğrenciler işlemi nasıl yapması gerektiğini bilse de negatif sayılarla işlem yaparken hata yaptıkları için başarı oranı düşmüştür. Bir tam sayının

negatif üssünü almada öğrenciler, tabanın pozitif olduğu durumlarda, tabanın negatif olduğu durumlara göre daha başarılı olmuşlardır.

4.3 Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorumlar

Araştırmanın üçüncü alt problemi “İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ve üslü ifadelerle ilişkin başarıları arasında anlamlı bir ilişki var mıdır?” şeklindedir. İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyuları ve üslü ifadelerle ilişkin başarıları arasında arasındaki ilişki, pearson momentler çarpımı korelasyonu kullanılarak hesaplanmıştır. Yapılan analiz sonuçları Tablo 4.4’te görülmektedir.

Tablo 4.4: Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ve başarı arasındaki ilişki

Değişkenler	R
Üslü ifadelerle yönelik başarı puanı- Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı	0,878
Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı- Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı	0,950
Üslü ifadelerle yönelik başarı puanı -Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı	0,806

*Korelasyon 0,01 düzeyinde anlamlıdır.

Tablo 4.4’ten görüldüğü gibi, öğrencilerin üç puan türü de birbiriyle 0,01 anlamlılık düzeyinde pozitif yönde kuvvetli derecede ilişkili bulunmuştur. Bu bulgudan, öğrencilerin üslü ifadeler hakkındaki bilgileri ve başarıları ne kadar iyiye üslü ifadelerle yönelik sayı duyularını kullanmada da o kadar başarılı oldukları söylenebilir. Öğrencilerin iki testteki başarı puanları da aynı şekilde ilişkilidir. Üslü ifade başarı testinde başarılı olan öğrenciler aynı şekilde üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinde de soruları doğru yanıtlama açısından başarılı olmuşlardır.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı, üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı ve üslü ifadelerle yönelik başarı puanlarını alınan toplam puanlara göre karşılaştırmak için, toplam puan 100 üzerinden beş gruba

ayrılmış ve her bir puan aralığındaki öğrenci sayıları belirlenmiştir. Üç puan türü için, sınıflandırılan puan aralığındaki öğrenci sayıları ve yüzdeleri, aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 4.5: Üç puan türünden alınan puanların aralığına göre öğrenci sayıları ve yüzdeleri [n (%)]

Puan aralığı	Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu puanı	Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı	Üslü ifadelerle yönelik başarı puanı
81-100	2 (4,17)	11 (22,92)	12 (25)
61-80	6 (12,50)	5 (10,42)	9 (18,75)
41-60	8 (16,67)	12 (25)	8 (16,67)
21-40	12 (25)	7 (14,58)	12 (25)
0-20	20 (41,67)	13 (27,08)	7 (14,58)
Toplam	48 (100)	48 (100)	48 (100)

Tablo 4.5 incelendiğinde, sayı duyusu puanı 80 puan üzeri olan sadece 2 öğrenci bulunduğu ve örneklemin yarıdan fazlasının (32 öğrenci) 40 puan ve altında aldığı görülür. Puan aralığına göre öğrenci yüzdesine bakıldığında öğrenciler en fazla 0-20 aralığında (% 41,67) puan almışlardır. Bu bulgulardan, öğrencilerin sayı duyusu kullanma oranlarının oldukça düşük olduğu söylenebilir. Öğrencilerin çoğu, üslü ifadelerle ilgili sorularda daha çok standart işlem yapmayı tercih etmişler, işlem yapmadan tahmin ve yorum yapmada zorlanmışlardır.

Öğrencilerin aldıkları toplam üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanları incelendiğinde, 11 öğrencinin 80 puan üzeri aldığı görülür. 20 öğrenci ise 40 puan ve altında almıştır. Puan aralıklarına göre öğrenci sayıları karşılaştırıldığında, örneklemdaki öğrenciler en fazla 0-20 aralığında puan almışlardır (% 27,08). Bu bulgulardan, örneklemdaki öğrencilerin çoğunluğunun, üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğindeki sorulara doğru yanıt vermede zorlandıkları söylenebilir. Ancak örneklemda, sayı duyusu ölçeği başarı puanı iyi

seviyede olan öğrencilerin de olduğu görülmektedir. 6 öğrencinin üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı 100 olmuştur.

Üslû ifadelerine yönelik başarı testinden alınan toplam puanlara bakıldığında, 12 öğrencinin 80 üzeri puan aldığı görülür. Bu öğrencilerden 3 tanesi testten 100 puan almışlardır. 40 puan ve altı alan ise 19 öğrenci bulunmaktadır. Alınan puanların aralığına göre öğrencilerin dağılımlarına bakıldığında, örnekleme üslû ifadelerine yönelik başarı açısından her seviyesinden öğrenci bulunduğu görülür. Öğrenciler en fazla 81-100 ve 21-40 aralığında puan almışlardır (% 25).

Öğrencilerin üslû ifadelerle ilgili üç puan türü kendi aralarında yüksek derecede ilişkili olmakla beraber tablo 4.5'ten görüldüğü gibi alınan puanların dağılımı ve ortalamaları üç puan türü için bazı farklılıklar göstermiştir. Öğrencilerin sayı duyusu puanları, üslû ifadelerine yönelik başarı testinden aldıkları puanlara göre oldukça düşüktür. Üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu puanlarının ortalaması 32,47 iken, üslû ifadelerine yönelik başarı testi puanlarının ortalaması 54,80'dir. Üslû ifadelerine yönelik başarı testinde 12 öğrenci 80 ve üzeri puan alabilmesine karşılık, üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeğinde bu sayı 2'ye düşmüştür. Alt gruba bakıldığında da aynı durum ortaya çıkar. Üslû ifadelerine yönelik başarı testinde 20 puan ve altında 7 öğrenci bulunmasına karşılık, üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeğinde bu sayı 20'ye çıkmıştır. Bu durumdan, öğrencilerin programda üslû ifadelerle ilgili yer alan kazanımlara yönelik sorularda başarılı olmalarının onların üslû ifadelerine yönelik sayı duyularının iyi seviyede olduğunu göstermeyebilir sonucu çıkmaktadır. Öğrenciler, üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu açısından çok iyi seviyede olmamasına rağmen, üslû ifadelerine yönelik programda kazandırılması hedeflenen davranışlarda başarılı olabilmektedirler.

Öğrencilerin üslû ifadelerine yönelik hesaplanan iki başarı puanının içinden, üslû ifadelerine yönelik başarı testi puanları daha yüksek çıkmıştır. İki puan türünün ortalamalarına bakıldığında; üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanlarının ortalaması 50,52 iken, üslû ifadelerine yönelik başarı testinin ortalaması ise 54,80 olmuştur. Üslû ifadelerine yönelik sayı duyusu ölçeği

başarı puanlarında 60 üzeri puan alan 16 öğrencinin olmasına karşılık, üslû ifadelerle yönelik başarı testinde ise 21 öğrenci bulunmaktadır. Alt gruba bakıldığında, üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği başarı puanı 20 ve altında olan 13 öğrenci bulunurken, üslû ifadelerle yönelik başarı testinde bu sayı 7'ye düşmüştür. Bu durumun sebebi üslû ifadelerle yönelik başarı testinde öğrencilerin görmeye alıştıkları ve ders ve çalışma kitaplarındaki sorulara benzer sorular olması ancak, üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğindeki soruların daha çok tahmine, yaklaşık değere ve yoruma dayalı sorular olmasından kaynaklanıyor olabilir. Öğrenciler standart kuralları ezberleyip bir takım işlemleri yapabilirken, bu işlemleri ne kadar yorumlayabiliyor sorusunun yanıtını bu durum göstermektedir. Sayı duyusu ölçeğindeki üslû ifade soruları öğrencilerin üslû ifadelerle ilgili standart kuralları uygulamalarından ziyade; daha çok üslû ifadelerin büyüklüğünü tahmin edebilme, işlemlerin etkilerini fark edebilme, negatif kuvvetin üslû ifadenin büyüklüğünü nasıl değiştirdiğini yorumlamalarını gerektiren sorulardır. Bu sebeple, üslû ifadeleri doğru bir şekilde kavrayamamış ve bir takım kuralları ezberleyerek soruları çözmeyi başaran öğrencilerin, üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğindeki başarı puanları daha düşüktür.

Öğrencilerin üslû ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinden aldıkları iki puan türü olan sayı duyusu ve başarı puanları da aynı şekilde farklılık göstermiştir. Öğrencilerin aynı soru üzerinden aldığı sayı duyusu puanları, başarı puanlarına göre oldukça düşüktür. Ölçekteki sorulara göre 2 üzerinden aldıkları sayı duyusu puanlarının ortalaması 0,65 iken, başarı puanlarının ortalaması 2 üzerinden 1,01 olmuştur. Bunun dışında toplam puanların ortalamasında da aynı fark görülür. Ortalama sayı duyusu puanı 100 üzerinden 32,47 iken, başarı puanının ortalaması ise 50,52'ye yükselmiştir. Ölçekteki aynı sorulardan alınan bu iki farklı puan türünde böyle bir farklılığın oluşması, öğrencilerin soruları doğru yanıtlamadaki başarılarının, aynı sorularda sayı duyularını kullanma başarılarıyla benzer olmadığını, sayı duyusu kullanma açısından alınan puanların daha düşük olduğunu göstermiştir. Görüşme esnasında farklı çözüm yolları öğrencilere sorulsa da öğrenciler çoğunlukla standart kural uygulamak dışında farklı bir yöntem geliştirememişler ve sayı

duyularını kullanamamışlardır. Bu sebeple doğru yanıtladıkları bir sorudan sayı duyusu puanı alamamışlardır. Bu durumu ölçeğin 6. sorundan ortaya çıkan sonuçlar açık bir şekilde göstermektedir. Öğrencilerin sayı duyusu açısından en az puanı aldıkları “ $3^3 \times 2^2$ işleminin sonucunun $3^2 \times 2^2$ veya $3^3 \times 2^3$ olduğunu söylemek birer tahmindir. Hangi tahmindeki hata daha azdır? Neden?” sorusunda öğrencilerin doğru yanıt verme oranı diğer sorulara göre daha iyidir. Bu soruda öğrencilerin ortalama sayı duyusu puanı 2 üzerinden 0,29 iken, ortalama başarı puanı 1,06’ya yükselmiştir. Bu durumdan da, bir öğrencinin bir soruya doğru yanıt vermesi, o öğrencinin sayı duyusunun iyi olduğunu veya o öğrencinin sayı duyusunu kullandığını göstermeyebilir sonucu çıkmaktadır.

Benzer durum üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinin 1. ve 2. sorularında da görülmüştür. 2. soruda öğrencilerin soruyu doğru yanıtlamadan aldıkları başarı puanlarının ortalaması sorunun iki maddesinde de 1,06 olmuştur. Ancak aynı sorudan alınan ortalama sayı duyusu puanları a maddesinde 0,37 ve b maddesinde ise 0,41’e düşmüştür. Bu soruda, öğrencilerden sorunun a maddesinde $4^{-1} + 2^{-1}$ ve b maddesinde ise $5^0 - 3 \times 4^{-1}$ işlemlerinin sonuçlarını verilen şekiller üzerinde tarayarak göstermeleri istenmiştir. Bu sorunun iki maddesinde de örneklemin çoğunluğu kesirleri ters çevirerek negatif üstten kurtarıp, kesirlerdeki işlem algoritmalarını kullanarak cevaba ulaşmışlardır. Bu soruda sayı duyusunu doğrudan kullanan, sorunun a maddesinde 3 ve b maddesinde 4 öğrenci bulunmaktadır. Her iki maddede görüşmecinin soruları yardımıyla 12 öğrenci ikinci bir çözüm yöntemi sorulduğunda sayı duyularını kullanmışlardır. Bu sorunun a maddesinde sayı duyusunu doğrudan kullanan bir öğrencinin yanıtı aşağıdaki gibidir:

Öğrenci: Yüzde yetmiş beş olur. Dört üssü eksi bir, 1/4, artı iki üssü eksi bir, 1/2.

Görüşmeci: Hı hım.

Öğrenci: Toplamda yüzde yetmiş beş oluyor. Bu da dörtte üçü olur.

Görüldüğü gibi öğrenci kesirlerde payda eşitleyerek işlem yapmaya gitmeden doğrudan kesirlerin değerlerini yüzde olarak düşünüp toplamda $1/2$ ve $1/4$ 'ün % 75 olduğunu söyleyebilmiştir.

1. soruda ise 2. soruya benzer şekilde ortalama başarı puanı 1,06 iken sayı duygusu puanı 0,47'ye düşmüştür. Ölçeğin 1. sorusu, " $4^{-1} + 0,76 \square 2^0$ Kutunun sağındaki ve solundaki ifadelerin yaklaşık değerlerini düşünerek kutuya ">", "<" veya "=" işaretlerinden birini yerleştiriniz." şeklindedir. Bu soruda örneklemdaki birçok öğrenci önce negatif üslü ifadeyi kesir olarak yazıp, 0,76'yı da aynı şekilde kesir şeklinde yazarak payda eşitleyerek toplama işlemi yapmaya yönelmiş veya $1/4$ 'ü 0,25 olarak yazıp, 0,76 ile alt alta toplayarak sonucu bulmuşlardır. 2'nin 0. kuvvetini de 1 olarak düşünüp buldukları işlemin sonucuyla bir kıyaslama yapmışlardır. Bu soruda sadece 6 öğrenci sayı duygusunu doğrudan kullanırken, 11 öğrenci ise görüşmecinin soruları yardımıyla ikinci bir çözüm yönteminde sayı duygularını kullanmışlardır. Sayı duygusunu doğrudan kullanan bir öğrencinin yanıtı aşağıdaki gibidir:

Öğrenci: Bir bölü dört.

Görüşmeci: Yani.

Öğrenci: Çeyrek.

Görüşmeci: Peki.

Öğrenci: Yetmiş altı bölü yüz...

Görüşmeci: Hı hım.

Öğrenci: Yarımın üstünde.

Görüşmeci: Yarımın üstünde?

Öğrenci: Üç çeyreğin bir büyüğü yani.

Görüşmeci: Peki toplarsak?

Öğrenci: Toplarsak birden büyük çıkar.

Görüşmeci: Nasıl anladın?

Öğrenci: Çünkü burada bir çeyrek var, burada üç çeyreğin bir büyüğü var. İkisini toplarsak yine birin bir büyüğü çıkar.

Görüldüğü gibi öğrenci bu soruda $1/4$ 'ün çeyrek olduğunu ve $0,76$ 'nında üç tane çeyrekten biraz daha büyük olduğunu, bu sebeple sonucun 1 'den büyük olacağını söyleyebilmiştir.

Öğrencilerin aynı sorulardan aldıkları sayı duygusu ve başarı puanlarında, sayı duygusu puanlarının düşük olduğu durumda, başarı puanlarının iyi olduğu sorulara rastlanmıştır; ancak öğrencilerin sayı duygusu puanlarının iyi olduğu sorularda başarı puanları da iyi olmuştur. Ölçeğin 4, 7, 8 ve 9. soruları bu duruma rastlanan sorulardır. Yani belli bir seviyede sayı duygusu kullanan öğrenciler soruları doğru yanıtlamada zorluk yaşamamışlardır. Bu durum, sayı duygusunun önemi açısından istenen ve olması beklenen bir sonuçtur. Sayı duygularını soruların çözümlerinde kullanabilen öğrenciler, zaten daha üst düzeyde sayıları kullanma ve yorumlama yeteneğine sahip olduğundan, bu durum onların soruları doğru çözebilmelerine katkı sağlamıştır.

BEŞİNCİ BÖLÜM

SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1 Sonuçlar

5.1.1 Birinci alt probleme ait sonuçlar

Öğrencilerin üslû ifadelerle ilgili kendilerine sorulan sorularda aldıkları sayı duyusu puanlarının ortalaması 100 puan üzerinden 32,47 olmuştur. Bu bulgudan öğrencilerin üslû ifade sorularında sayı duyularını kullanma başarılarının düşük olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Dünya genelinde yapılan birçok çalışmada da benzer şekilde öğrencilerin sayı duyularının kullanma başarılarının yeterli derecede iyi olmadığı belirtilmiştir (Işık ve Kar, 2011; Kayhan-Altay, 2010; Markovits ve Pang, 2007; Mohamed ve Johnny, 2010; Reys ve diğerleri, 1999; Reys ve Yang, 1998; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008).

Öğrenciler üslû ifadelerle ilgili kendilerine sorulan sorularda çoğunlukla standart işlem yöntemlerini uygulamaya çalışmışlar, tahmin ve yaklaşık değerle ilgili sorularda bile üslû ifadelerin değerlerini yazılı hesaplama yaparak bulma yoluna gitmişler, kısaca sayı duyularını kullanamamışlardır. Üslû ifadelere yönelik sayı duyusu ölçeği sorularının tümü için ortalama olarak öğrencilerin yaklaşık % 24'ü çözüm yöntemlerinde doğrudan sayı duyularını kullanabilmiştir. Bu da öğrencilerin soruların çözümünde, tahmin ve yorum yapmak yerine kural temelli yöntemleri kullanmaya meyilli olduklarını, yazılı hesaplama yöntemini daha çok kullandıklarını göstermiştir. Çok sayıda araştırmamanın sonucu benzer şekilde bu bulguya dikkat çekmiştir (İymen, 2012; Kayhan-Altay, 2010; Markovits ve Pang, 2007; Mohamed ve Johnny, 2010; Reys ve Yang, 1998; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Şengül, Gülbağcı ve Cantimer, 2012; Yang, 2005; Yang, 2007; Zanzali ve Ghazali, 1999). Öğrencilerin ortalama olarak yaklaşık %17'si soruların çözümünde görüşmecinin “İkinci bir çözüm yolu var mıdır?”, “Başka türlü nasıl düşünebilirdin?” şeklindeki soruları sonrası ikinci bir çözüm yöntemi olarak sayı duyularını kullanabilmiştir. Bu bulgu da daha önce yapılan

çalışmaların bulgularıyla benzerlik göstermiştir (İymen, 2012; Reys ve Yang, 1998; Yang, 2005). Öğrencilerin çözümlerinde sayı duyularını başlangıçta kullanmayıp, görüşmecinin soruları sonrası ortaya çıkarabilmesi dikkat çekicidir. Bu durum öğrencilerin sayı duyularını kullanmaya tamamen kapalı olmadıklarını, sayı duyusu kullanma yeteneklerinin öğretim sürecinde farklı sorular sorularak veya sayı duyusunu geliştirmeye yönelik farklı etkinlikler yapılarak geliştirilebileceği sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğindeki sorularda öğrencilerin sayı duyularını kullanma başarıları sorulan soru türüne göre farklılık göstermiştir. Öğrencilerin sayı duyusu kullanma oranının en az olduğu soru tahminle ilgili bir soru olurken, bu sorudan sonra ise sayı duyusunun en az kullanıldığı soru yaklaşık değerle ilgili soru olmuştur. Görüşmelerde öğrencilerin çoğunun tahmin ve yaklaşık değer ifadelerinin ne anlama geldiğini bildikleri ve bunları açıklayabildikleri; ancak bu bilgilerini sorularda kullanamadıkları görülmüştür. Bu iki soruda tam sonuç istenmemesine rağmen öğrencilerin çoğu standart işlem yaparak kesin sonuç bulmaya yönelmişlerdir. Kesin sonucun bulunmasının istenmediği tahmin ve yaklaşık değer soruları öğrencilerin sayı duyusu kullanma oranının da düştüğü sorular olmuştur. Benzer şekilde, tam bir hesaplama yapmadan verilen işlemlerin sonuçlarının bulunması istendiğinde, bunu başaran öğrenci yüzdesinin oldukça düştüğü bazı araştırma sonuçlarında belirtilmiştir (Markovits ve Pang, 2007; Mohamed ve Johnny, 2010; Reys ve diğerleri, 1999). Tahmin ve yaklaşık değer sorularında öğrencilerin sayı duyularını daha çok kullanması beklenirken tam tersi bir sonucun çıkması dikkat çekicidir. Bunun sebebi öğrencilerin bu tarz sorulara ders ve test kitaplarında sık rastlamamaları ve bundan dolayı da kendi yorumlarına güvenmemeleri ve soruda işlem yapmadan yorum yapmak istememeleri gösterilebilir. Benzer şekilde birçok çalışmada öğrencilerin iyi tahmin yapmada başarısız oldukları ve tahmin stratejileri geliştiremedikleri, tahmin sonuçlarını yeterli görmedikleri ve tahmin sonuçlarına güvenmediklerini, tahminlerini standart işlemlerle destekleme yoluna gittikleri belirtilmiştir (İymen, 2012; Yang, Li ve Lin, 2008; Yang, 2005; Yang, 2007).

Üslü ifadelerle yönelik sayı duygusu ölçeğinde üslü ifadelerin büyüklüğünü tahmin etme ile ilgili olan, 2^6 'nın, 2^{10} ve 2^2 'den hangisine daha yakın olduğu soruda öğrencilerin çoğu kuvvetler arasındaki farka bakarak üslü ifadenin verilen iki üslü ifadenin tam ortasında olduğunu söylemişlerdir. Öğrencilerin kuvvetler arası farka bakarak sayının büyüklüğüne karar vermesi üslü ifadelerdeki çarpımsal artışın farkında olmadıklarını, büyüklüğün toplamsal olarak arttığını düşünmelerinden kaynaklanmıştır. Bu bulgu, Sastre ve Mullet (1998) ve İymen'in (2012) çalışmalarında da ortaya çıkmıştır. Görüşmeler sırasında öğrencilerin bazıları, bu kavram yanlışlarını üslü ifadelerin değerlerini hesaplayarak bulup fark etmişler ve doğru yanıtı ulaşımlardır.

5.1.2 İkinci alt probleme ait sonuçlar

Öğrencilerin ilköğretim matematik programındaki kazanımlara göre hazırlanan üslü ifadelerle yönelik başarı testindeki ortalama puanı 100 üzerinden 54,80 olmuştur. Bu bulgudan, çalışmaya katılan sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili başarılarının orta seviyede olduğu sonucu ortaya çıkmıştır.

Test sorularına göre doğru yanıtlanma oranlarına bakıldığında, öğrenciler en çok tabanın ondalık sayı olduğu üslü ifade sorularında zorlandığı görülmüştür. Öğrencilerin çoğu bu sorularda verilen ondalık sayıları rasyonel olarak yazamamışlardır. Bu da öğrencilerin rasyonel sayılarla ilgili bazı eksiklerinin olduğunu göstermiştir. Bu bulgu Cengiz (2006) ve Avcu (2010) çalışmalarının bulgularıyla tutarlıdır. Alanyazındaki bazı çalışmaların bulgularına benzer şekilde (Avcu, 2010; İymen, 2012) öğrenciler üslü ifade sorularının içinden, tabanın ve üssün doğal sayı olduğu sorularda, kesirli olduğu sorulara göre oldukça başarılı olmuşlardır.

Örneklemdaki öğrencilerin yaklaşık yarısının, bir üslü ifadede negatif üssün tabandaki sayıyı ters çevirmek anlamına geldiğini bilmediği ve negatif üsle ilgili sorularda bazı hatalar yaptıkları görülmüştür. Bu bulgu, Şenay (2002), İymen (2012) ve Cengiz (2006) çalışmalarının bulgularıyla örtüşmektedir.

Öğrenciler verilen üslü ifadelerin değerini hesaplamada tabanın pozitif olduğu durumlarda daha başarılı olmuşlardır. Tabanın negatif olduğu durumlarda ise tabanı tekrarlı çarparak ifadenin sayısal değerini bulmayı başarsalar bile işareti bulmada zorlanmışlardır. Bu bulgu da öğrencilerin negatif sayılarda çarpma işleminde işaretlerin çarpımlarında zorlandıklarını göstermiştir. Şenay (2002) ve Cengiz (2006) çalışmalarında benzer şekilde, öğrencilerin tabanın negatif olduğu durumlarda hatalı sonuçlar bulduklarını ve negatif sayılarının tüm üslerinin negatif olduğunu düşünme gibi kavram yanlışlarının olduğunu belirtmişlerdir. Benzer şekilde, İymen (2012) çalışmasında üssün pozitif olduğu durumlarda negatif olduğu durumlara göre öğrencilerin daha başarılı olduklarını belirtmiştir. Avcu (2010) çalışmasında da benzer şekilde öğrencilerin tabanın veya kuvvetin negatif olduğu karşılaştırma sorularında öğrencilerin yanıldığını gözlemlemiştir.

Örneklemdaki öğrencilerin yaklaşık yarısının, bir sayının sıfırıncı kuvvetinin bire eşit olması gerektiğini bilmedikleri, bir sayının sıfırıncı kuvvetinin sayının kendisine veya sıfıra eşit olduğunu düşünme gibi bazı hatalar yaptıkları görülmüştür. Bu bulgu, Cengiz (2006) ve İymen'in (2012) çalışmalarının bulgularıyla benzerlik göstermiştir.

Öğrencilerden, verilen bir rasyonel sayının hangi rasyonel sayının üssü olduğunu bulmaları istenen soruda, öğrencilerin rasyonel ifadenin pay ve paydasında bulunan tam sayıların hangi tam sayının üssü olduğunu bildikleri ve bu sayıları üslü bir şekilde ifade edebildikleri; ancak verilen ifadeyi bir rasyonel sayının üssü şeklinde yazmada başarının düştüğü görülmüştür. Verilen rasyonel sayının negatif olduğu durumda ise öğrencilerin başarılarının daha çok düştüğü ortaya çıkmıştır. Bu durum öğrencilerin tam sayıların üssünü, kesirli olarak verilen sayıların üssüne göre daha iyi anlamlandırdıklarını ortaya çıkarmıştır.

Öğrenciler, tekrarlı çarpımları verilen sayıları, üslü ifade şeklinde yazma ile ilgili soruda, verilen bir üslü ifadenin değerini hesaplama sorularına göre daha başarılı olmuşlardır. Bu bulgudan, öğrencilerin çoğunun bir üslü ifadede taban ve üssün ne anlama geldiğini bildikleri, verilen tekrarlı çarpımları üslü

ifade şekline getirebildikleri; ancak üslü ifadenin değerini hesaplamada, tam sayılar ve rasyonel sayılarla ilgili hesaplamalarda işaret hatası yapma, işlemlerle ilgili kuralları birbirine karıştırma gibi bazı eksiklikleri olduğundan dolayı zorlandıkları sonucu çıkabilir. Yapılan birçok çalışmada benzer şekilde öğrencilerin rasyonel sayılarla ilgili bazı eksikliklerinin olduğu sonucu çıkmıştır (Cengiz, 2006; İymen, 2012; Kayhan-Altay, 2010; Mohamed ve Johnny, 2010)

Üslü ifadelerle ilgili çarpma ve bölme işlemi sorularında, öğrencilerin başarıları üsteki sayılara göre değişmiştir. Üssün negatif olduğu işlem sorularında öğrenciler işlemin nasıl yapılması gerektiğini bilseler bile negatif tam sayılar ile işlem yapmada zorlandıklarından dolayı doğru yanıtı ulaşamamışlardır. Özellikle üslü ifadelerde bölme işleminde iki kuvvetin de negatif tam sayı olduğu soruda, öğrenciler iki negatif tam sayıyı birbirinden çıkarmada hatalar yaptıklarından dolayı doğru yanıtı ulaşamamışlardır. Bu da öğrencilerin üslerin doğal sayı olduğu durumlarda, negatif olduğu durumlara göre daha başarılı olduğunu göstermiştir. Benzer şekilde, Şenay (2002) çalışmasında öğrencilerin üssün negatif olduğu durumlarda işlem yapmada zorlandıklarını belirlemiştir.

5.1.3 Üçüncü alt probleme ait sonuçlar

Yapılan çalışmada, sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelere yönelik başarıları ve sayı duyuları yüksek derecede ilişkili bulunmuştur. Bu sonuç birçok araştırma sonucuyla tutarlılık göstermektedir. Yapılan araştırmalarda özel olarak bir konu üzerindeki başarı yerine, genel olarak matematik başarısı ve sayı duyusu arasındaki ilişki incelenmiştir ve bu çalışmanın sonucuna benzer olarak matematik başarısı ile sayı duyusunun ilişkili olduğu sonucu ortaya çıkmıştır (Jordan ve diğerleri, 2007; Kayhan-Altay, 2010; Mohamed ve Johnny, 2010; Şengül ve Gülbağcı, 2012; Yang, 2005; Yang, Li ve Lin, 2008). Matematikte bir konu üzerindeki başarı veya genel olarak matematik başarısı arttıkça sayı duyusu kullanma başarısının arttığı söylenebilir.

Öğrencilerin üslü ifadelere yönelik başarıları ve sayı duyuları ilişkili bulunmuştur; ancak aynı ölçekten alınan ortalama sayı duyusu puanı 100

üzerinden 32,47 iken, başarı puanının ortalaması ise 50,52'ye yükselmiştir. Bu da öğrencilerin aynı sorulardan aldıkları başarı puanlarının sayı duyusu puanlarına göre daha yüksek olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Bu bulgudan öğrencilerin yazılı hesaplama yapma yeteneklerinin daha iyi olduğu sorularda, sayı duyusunun varlığına işaret eden tahmin, yaklaşık değer bulma gibi yetenekleri kullanmada başarısız oldukları sonucu çıkmaktadır. Benzer şekilde, yapılan birçok çalışmada öğrencilerin sayı duyusu performansının yazılı hesaplama performansına göre daha zayıf olduğu, öğrencilerin sayı duyusu ile ilgili bir sorudaki performansının, aynı nitelikte yazılı hesaplama gerektiren bir sorudaki performansına göre daha zayıf olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda, öğrencilerin belirli algoritmaları kullanarak hesaplama yapma yetenekleri ve sayı duyusu yetenekleri arasında bir boşluğun bulunduğu, öğrencilerin çoğunun tam bir hesaplama yapılması istendiğinde bunu çok iyi yapabildikleri; ancak bunları yaparken sayı kavramlarını çok iyi anlamlandıramadıkları görülmüştür (Mohamed ve Johnny, 2010; Reys ve Yang, 1998; Tsao, 2004; Zanzali ve Ghazali, 1999).

Öğrencilerin aynı sorudan aldıkları başarı ve sayı duyusu puanları arasında bazı sorularda büyük farklılık oluşmuştur. Örneğin üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinin 6. sorusunda öğrenciler ortalama olarak en düşük sayı duyusu puanını almışlardır; ancak bu soruyu doğru yanıtlamaya göre aldıkları başarı puanının ortalaması ölçeğin diğer sorularına göre oldukça iyi olmuştur. Öğrenciler bu soruda yazılı hesaplama yaparak doğru sonuca ulaşabilirken, standart işlem yapmadan, tahmin ve yorum yaparak çözüme ulaşmada zorluk yaşamışlardır. Bu durum için McIntosh ve diğerleri (1992) ve Sowder (1988; akt: Reys ve Yang, 1998) bir öğrencinin yazılı hesaplamadaki iyi performansının, sayı duyusuna dayanan hesaplama gerektirmeyen tekniklerde de yeterli olduğunu göstermeyebildiğini, doğru yanıtların iyi düşünmenin güvenli bir göstergesi olamayabileceğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple, öğretmenlerin doğru yanıtlardan daha fazlasını test etmeleri ve öğrencilerden yanıttan daha fazlasını istemeleri gerektiğini belirtilmişlerdir.

Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeğinde, doğru yanıtladığı halde çözümünde sayı duyusu kullanmada başarısız olunan sorular bulunmasına

rağmen, bunun tersi bir durum oluşmamıştır. Yani öğrenciler, çözümünde sayı duyusu kullanımının iyi olduğu sorularda, soruyu doğru yanıtlayma açısından da başarılı olmuşlardır. Öğrencilerin sorulardaki sayı duyusu kullanma başarıları, o soruyu doğru yanıtlayabilmelerine olumlu bir etki yapmıştır. Bu sonuç araştırmacıların sayı duyusuna verdiği önemin sebebini bir kez daha ortaya çıkarmaktadır. Bu durumdan, öğrencilerin karşılaştıkları sorularda sayı duyularını kullanabilecek yeterliliğe getirilmesi, öğrencilerin sorulara daha kavramsal açıdan yaklaşmalarına ve soruları doğru yanıtlamalarına yardım ederek, ezberlenen kurallarla mekanik işlem uygulayıp bazı hatalar yapmalarının önüne geçilebileceği sonucu çıkarılabilir.

5.2 Öneriler

Bu bölümde çalışmadaki bulgulara dayanarak ortaya çıkarılan öneriler uygulamaya yönelik ve ileride yapılacak çalışmalara yönelik olmak üzere iki ayrı bölümde verilmiştir.

5.2.1 Uygulamaya yönelik öneriler

- Yapılan çalışmada öğrencilerin aynı sorulardaki başarıları, sayı duyularını kullanma başarılarına göre oldukça düşük çıkmıştır. Bu durum, öğrencilerin işlem yapma yetenekleri ve bunları anlamlandırmaları arasında bir boşluğun olduğunu göstermiştir. Sayıların öğretim süreci içinde standart işlemler ve kuralların üzerine odaklanması öğrencilerin konuları kavramsal açıdan anlamalarına ve o konuyla ilgili mantıklı stratejiler geliştirmelerine ket vurmaktadır. Bu bağlamda öğrencilerin hesaplamalarda veya işlem algoritmalarında niçin ve nasıl yaptıklarını anlayabilmeleri gerekir. Öğretimin hedefi öğrencilerin mekanik bir şekilde işlem yapmalarını sağlamak olmamalıdır. Bunlardan ziyade, öğrencilerin daha çok sayılarla ilgili tahmin yapabilmeleri ve bu konuda kendilerine güvenmeleri sağlanmalıdır; öğrencilerin sayılara yönelik düşünme ve çözüm stratejileri geliştirebilmelerine, kendi yöntemlerini keşfetmelerine ve bunları sorgulamalarına destek olunmalıdır. Ders sürecinde, öğrencilerin zihinsel hesaplama yeteneklerinin geliştirilmesi için farklı

etkinlikler uygulanmalı ve öğrenciler zihinsel hesaplama yapmaya teşvik edilmelidir. Kısaca; sayı duyusu odaklı bir öğretim için, ders işleme süreçleri yöntemsel amaçlı olmaktan ziyade kavramsal olmalı ve öğrenciler var olan bilgilerini yeni öğrendikleriyle ilişkilendirebilmelidirler.

- Öğrencilerin kendilerine sorulan sorularda genel olarak sayı duyularını kullanamadıkları, çözümlerinde genellikle standart kuralları uyguladıkları görülmüştür. Bu durumun önünde geçebilmek için geliştirilen matematik programında, gerek belirlenen kazanımlar gerekse öğrenci ders ve çalışma kitaplarında verilen etkinlikler öğrencilerin sayı duyusunu geliştirmeye yönelik olmalı ve sayı duyusuna yönelik etkinlikler her konunun içine dahil edilmeye çalışılmalıdır. Ülke genelinde öğrenci seviyesini belirlemeye yönelik yapılan seviye belirleme ve bursluluk gibi sınavlar da öğrencilerin bu yeteneklerini ölçecek şekilde olmalıdır. Yapılan sınavlar ve öğretimin hedefleri arasında bir tutarsızlık olmamalı, öğrenimde öğrencilere kazandırılması hedeflenen öncelikli yetenekler üzerine sınavlar hazırlanmalıdır. Okulda yapılan matematik sınavlarında da aynı şekilde, öğrencilerin doğru yanıtlarının ötesinde onların düşünme biçimlerini açığa çıkartan sınavlar uygulanmalıdır.
- Görüşmelerde öğrencilerin çoğunun tahmin ve yaklaşık değerle ilgili sorularda zorlandıkları görülmüştür. Ders sürecinde öğrencilerin tahmin yapma ve işlemlerin yaklaşık değerlerini bulma ile ilgili farklı etkinlikler yaptırılmalı ve öğrencilerin bu yetenekleri geliştirilmelidir. Bunun için işlem sorularında öğrencilerden işlemin tam sonucunu bulmadan önce tahmin yapmaları ve yaptıkları tahminleri işlemin tam sonucuyla karşılaştırmaları istenebilir.
- Öğrencilerin kuvvetler arası farka bakarak sayının büyüklüğüne karar vermesi üslü ifadelerdeki çarpımsal artışın farkında olmadıklarını, büyüklüğün toplamsal olarak arttığını düşünmelerinden kaynaklanmıştır. Üslü ifade kavramını geliştirmesi için; öncelikle bir üslü ifadenin ne anlama geldiğinin öğrenciler tarafından anlamlandırılması gerekir. Taban ve üssün anlamının ve taban ve üsse göre üslü ifadenin değerinin nasıl

değiştiğinin öğrencilere fark ettirilmesi öncelikli hedef olmalıdır. Bu durumda ortaya çıkan bir zorluk da geliştirilen üslü ifadelerin tahmininin zor olmasıdır. Özellikle, taban ve üssün büyük değerlerde olduğu zaman bu zorluk daha da ön plana çıkmaktadır. Öğrencilerle üslü ifadelerde tahmin üzerine etkinlikler yapılarak, üssün artışına göre sayının büyüklüğünün doğrusal olarak artmadığı fark ettirilebilir. Üslü ifadenin büyüklüğünün öğrencilere sezgisel olarak fark ettirilmesi ile öğrencilerin üslü ifadenin büyüklüğüne tabanın ve üssün nasıl bir etkisini olduğunu daha iyi anlamaları sağlayabilir.

- Örneklemdaki öğrencilerin birçoğunun bir üslü ifadede negatif üssün anlamını ve bir sayının sıfırıncı kuvvetinin bire eşit olması gerektiğini bilmedikleri ve hatalar yaptıkları görülmüştür. Bunun gibi hataların önüne geçebilmek için, üslü ifadelerle ilgili en çok yapılan hatalar veya karıştırılan kurallara dikkat çekilerek, yapılan yanlış uygulamalar gösterilmeli ve öğrenciler bu konuda uyarılmalıdır. Bu şekilde üslü ifadelerle ilgili sık karşılaşılan basit hataların önüne geçilebilir.
- Öğrencilerin tam sayılar ve rasyonel sayılarla ilgili olarak, işaret hatası yapma, işlemlerle ilgili kuralları birbirine karıştırma gibi bazı eksiklikleri olduğundan dolayı üslü ifadenin değerini hesaplamada zorlandıkları görülmüştür. Öğrencilerin bu konulardaki kavram yanlışları tespit edilip giderilmeye çalışıldıktan sonra, üslü ifadelerle ilgili bilgilerin verilmesi, öğrencilerin bu konuda karşılaştıkları güçlüklerin önüne geçilebilir.

5.2.2 İleride yapılacak çalışmalara yönelik öneriler

- Bu çalışmada sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle yönelik sayı duyuları ve başarıları arasındaki ilişki incelenmiştir. Aynı çalışma, üslü ifadelerden başka; köklü sayılar, rasyonel sayılar, yüzdeler gibi farklı bir konu üzerine odaklanarak yapılabilir. Öğrencilerin bu konulardaki başarıları ve sayı duyuları arasındaki ilişki araştırılabilir. Bunlardan farklı olarak, özel bir sayı kümesine odaklanmadan tüm sayı kümeleri için

sorular hazırlanarak, öğrencilerin genel olarak sayılar konusundaki başarıları ve sayı duyuları arasındaki ilişki incelenebilir.

- Bu çalışmanın örnekleme, sınıf seviyesi olarak sadece 8. sınıf öğrencilerinden oluşmuştur. Üslü ifadeler konusu orta öğretim seviyesinde daha ayrıntılı olarak verildiğinden aynı çalışma bu seviyedeki öğrenciler üzerinde yapılarak daha genel bir yargıya varılabilir ve böylece ortaya çıkan sonuçlar ilköğretim ve ortaöğretim seviyesindeki öğrenciler arasında karşılaştırılabilir.
- Çalışmanın bulguları toplam 48 ilköğretim sekizinci sınıf öğrencisinden alınan verilerle sınırlıdır. Çalışmanın nicel bir çalışma olduğu düşünülürse, aynı çalışma öğrenci sayısı artırılıp daha geniş bir örneklem üzerinde uygulanırsa daha kapsamlı bir sonuç elde edilebilir.
- Öğrencilerin üslü ifadelerle ilgili sayı duyularını geliştirmeye yönelik deneysel bir çalışma yapılarak, farklı öğretim yaklaşımlarının öğrencilerin sayı duyularını geliştirmede ne derece etkili olduğu ortaya çıkarılıp, matematik eğitimi araştırmacılarına ve öğretmenlere önerilerde bulunabilir.
- Öğrencilerin sayı duyularını geliştirmek için öncelikle öğretmenlerin bu konudaki eksikliklerinin tespit edilip, giderilmesi gerekir. Bu sebeple öğretmen ve öğretmen adaylarının sayı duyusu hakkındaki bilgilerini ve bu konudaki eksikliklerini belirlemeye yönelik çalışmalar yapılarak var olan durum ortaya çıkarılabilir.

KAYNAKLAR

- Alias, R., Ghazali, M. ve Dali, M. R. (2009). Students number sense when solving problems presented in pictorial representation. *Third International Conference on Science and Mathematics Education (CoSMEd)*. Penang, Malaysia. Retrieved November, 21, 2012, from <http://www.recsam.edu.my/cosmed/cosmed09/AbstractsFullPapers2009/Abstract/Mathematics%20Parallel%20PDF/Full%20Paper/14.pdf>
- Altun, M. (2008). *Matematik Öğretimi 6-7-8. Sınıflar*. (5.baskı). Ankara: Alfa Yayınları.
- Anghileri, J. (2006). *Teaching number sense*. Retrieved February, 26, 2013 from http://www.google.com.tr/books?hl=en&lr=&id=sWtfg5eE2i0C&oi=fnd&pg=PA1&dq=%22number+sense%22&ots=OdeswK5ELk&sig=iNT8kQCv8H24yyB_7cA_vO8EOs&redir_esc=y#v=onepage&q=%22number%20sense%22&f=false.
- Aunio, P., Niemivirta, M., Hautamaki, J., Van Luit, J. E. H., Shi, J. ve Zhang, M. (2006). Young children's number sense in China and Finland. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 50 (5), 483–502.
- Avcu, R. (2010). Eight graders' capabilities in exponents: making mental comparisons. *Practice and Theory in System of Education*, 5(1), 39–48.
- Aygün, S., Aynur, N., Coşkuntürk, N., Çuha, S., Karaman, U., Özçelik, U., Ulubay, M. ve Ünsal, N. (2012). *İlköğretim matematik 8 ders kitabı*. (5. Baskı). Ankara: Revizyon yayıncılık.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38 (4), 333–339.
- Canpekel, M. (2010). *İlköğretim matematik 8 ders kitabı*. Ankara: Dikey yayıncılık.
- Cengiz, Ö. M. (2006). *Reel sayıların öğretiminde bir kısım ortaöğretim öğrencilerinin yanlışları ve yanlışları üzerine bir çalışma*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Chrysostomou, M., Tsingi, C., Cleanthous, E. ve Pitta-Pantazi, D. (2012). Cognitive styles and their relation to number sense and algebraic reasoning. Retrieved April, 15, 2012 from http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/2/CERME7_WG2_Chrysostomou.pdf
- Diezmann, C. M. ve English, L. D. (2001). Developing Young Children's Mathematical Power. Retrieved December, 16, 2012. from <http://eprints.qut.edu.au/1648/1/1648.pdf>
- Gay, S. A. ve Aichele, D. B. (1997). Middle school students' understanding of number sense related to percent. *School Science and Mathematics*, 97 (1), 27–36.
- Güler, S. ve Yüceliyiğit, S. (2011). *İlköğretim ders kitabı 8. sınıf matematik*. Ankara: Hayalgücü yayıncılık.
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain source. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22 (3), 170–218.

- Hope, J. (1989). Promoting number sense in school. *Arithmetic Teacher*, 36(6), 12-16.
- Işık, C. ve Kar, T. (2011). İlköğretim 6, 7 ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı algılama ve rutin olmayan problem çözme becerilerinin incelenmesi, *Ahi Evran Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 12(1), 57-72.
- İymen, E. (2012). *8. sınıf öğrencilerinin üslü ifadeler ile ilgili sayı duyularının sayı duyusu bileşenleri bakımından incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Jordan, N. C., Kaplan, D., Locuniak, M. N. ve Ramineni, C. (2007). Predicting firstgrade math achievement from developmental number sense trajectories. *Learning Disabilities Research & Practice*, 22 (1), 36–46.
- Kayhan-Altay, M. (2010). *İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Sayı Duyularının; Sınıf Düzeyine, Cinsiyete ve Sayı Duyusu Bileşenlerine Göre İncelenmesi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Kaminski, E. (2002). Promoting mathematical understanding: Number sense in action. *Mathematics Education Research Journal*, 14 (2), 133–149.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi*. (18. Baskı). Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Locuniak, M. N. ve Jordan, N. C. (2008). Using kindergarten number sense to predict calculation fluency in second grade. *Journal of Learning Disabilities*, 41(5), 451–459.
- Markovits, Z. ve Pang, J. (2007). The ability of sixth grade students in Korea and Israel to cope with number sense tasks. In Woo, J. H., Lew, H. C., Park, K. S., & Seo, D. Y. (Eds.), *Proceedings of the 31st Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*, (Vol. 3, pp. 241–248), Seoul: PME.
- Markovits, Z. ve Sowder, J. (1994). Developing number sense: An intervention study in grade 7. *Journal for Research in Mathematics Education*, 25 (1), 4–29.
- McIntosh, A., Reys, B. J. ve Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the learning of mathematics*, 12(3), 2-44.
- MEB. (2009). *İlköğretim 6.-7.-8. sınıflar matematik dersi öğretim programı*. Retrieved December, 23, 2012 from <http://ttkb.meb.gov.tr/program2.aspx/?width=900>.
- MEB. (2013). *Ortaokul matematik dersi öğretim programı*. Retrieved March, 15, 2013 from <http://ttkb.meb.gov.tr/www/guncellenen-ogretim-programlari-ve-kurul-kararlari/icerik/150>.
- Mohamed, M. ve Johnny, J. (2010). Investigating number sense among students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 317-324.
- Nickerson, S. D. ve Whitacre, I. (2010). A local instruction theory for the development of number sense. *Mathematical Thinking and Learning*, 12(3), 227-252.

- Pike, C. D. ve Forrester, M. A. (1996). The role of number sense in children's ability. *Proceedings of the Day Conference, British Society for Research into Learning Mathematics* (pp. 43–48). Institute of Education, London. Retrieved 12, April, 2012 from <http://www.bsrlm.org.uk/IPs/ip16-3/BSRLM-IP-16-3-8.pdf>
- Pitta-Pantazi, D., Chiristou, C. ve Zachariades, T. (2007). Secondary schoolstudents' levels of understanding in computing exponents. *Journal of Mathematical Behavior*, 26, 301-311.
- Reys, R. E. ve Yang, D. C. (1998). Relationship between computational performance and number sense among sixth- and eighth- grade students in Taiwan. *Journal for Research in Mathematics Education*, 29 (2), 225–237.
- Reys, R., Reys, B., McIntosh, A., Emanuelsson, G., Johansson, B. ve Yang, D. C.(1999). Assessing number sense of Students in Australia, Sweeden, Taiwan, and the United States. *School Science and Mathematics*, 99 (2), 61–70.
- Sastre, M. T. M. ve Mullet, E. (1998). Evolution of the Intuitive Mastery of the relationship between base, exponent, and number magnitude in highschool students. *Mathematical Cognition*, 4(1), 67-77.
- Sood, S. (2010). The Role of Cognitive Strategy and Direct Instruction in Enhancing Kindergarten Students' Learning of Number Sense. *SREE Conference Abstract Template*, Retrived April, 12, 2012 from <https://www.sree.org/conferences/2010/program/abstracts/160.pdf>
- Sowder, J. T. ve Schappelle, B. P. (Eds.) (1989). Establishing foundations for research on number sense and related topics: Report of a conference. San Diego, CA: San Diego State University, *Center for Research in Mathematics and Science Education*.
- Şenay, Ş. C. (2002). *Üslü ve köklü sayıların öğretiminde öğrencilerin yaptıkları hatalar ve yanlışları üzerine bir araştırma*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Şengül, S. ve Gülbağcı, H. (2012) Evaluation of Number Sense on the Subject of Decimal Numbers of the Secondary Stage Students in Turkey. *International Online Journal of Educational Sciences*, 4(2), 296-310.
- Şengül, S., Gülbağcı, H. ve Cantimer, G. G. (2012). 6. Sınıf öğrencilerinin yüzde kavramı ile ilgili sayı hissi stratejilerinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 5(8), 1055-1070.
- Tsao, Y. L. (2004). Exploring the connections among number sense, mental computation performance, and the written computation performance of elementary preservice school teachers. *Journal of College Teaching & Learning*, 1(12), 71-90.
- Tsao, Y. L. ve Lin, Y. C. (2011). The Study of number sense and teaching practice. *Journal of Case Studies in Education*, 2, 1-14.
- Yang, D. C. (2002). Teaching and learning number sense: One successful processoriented activity with sixth grade students in Taiwan. *School Science and Mathematics*, 102 (4), 152–157.

- Yang, D. C. (2005). Number sense strategies used by 6th grade students in Taiwan. *Educational Studies*, 31(3), 317-333.
- Yang, D. C. (2007). Investigating the strategies used by pre-service teachers in Taiwan when responding to number sense questions, *School Science and Mathematics*, 107 (7), 293–301.
- Yang, D. C. ve Hsu, C. J. (2009). Teaching number sense for 6th graders in Taiwan. *International Electronic Journal of Mathematics Education*. 4 (2),92-109
- Yang, D. C., Hsu, C. J. ve Huang, M. C. (2004). A study of teaching and learning number sense for sixth grade students in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 407-430.
- Yang, D. C. ve Huang, F. Y. (2004). Relationships among computational performance, pictorial representation, symbolic representation, and number sense of sixth grade students in Taiwan. *Educational Studies*, 30 (4), 373–389.
- Yang, D. C., Li, M. N. ve Lin, C. I. (2008). A Study of the performance of 5th graders in number sense and its relationship to achievement in mathematics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 789–807.
- Yang, D. C. ve Tsai, Y. F. (2010). Promoting Sixth Graders' Number Sense and Learning Attitudes via Technology-based Environment. *Educational Technology & Society*, 13 (4), 112–125.
- Yang, D. C. ve Wu, W. R. (2010). The study of number sense: Realistic activities integrated into third-grade math classes in Taiwan. *The Journal of Educational Research*, 103(6), 379-392.
- Zanzali, N. A. A. ve Ghazali, M. (1999). Assessment of school children's number sense. *Proceedings of the International Conference on Mathematics Education into the 21st Century: Societal Challenges: Issues and Approaches*. Cairo, Egypt.
- Zaslavsky, C. (2001). Developing number sense: What can other cultures tell us?. *Teaching Children Mathematics*, 7 (6), 312–319.

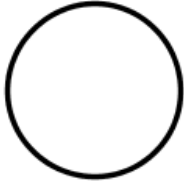
EKLER

Ek-1. Üslü ifadelerle yönelik sayı duyusu ölçeği

1) $4^{-1} + 0,76 \square 2^0$ Kutunun sağındaki ve solundaki ifadelerin yaklaşık değerlerini düşünerek kutuya “>”, “<” veya “=” işaretlerinden birini yerleştiriniz. Yanıtınızı Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

2) Aşağıda belirtilen işlemlerin ifade ettikleri değerleri, altında verilen şekiller üstünde tarayarak gösterebilir misiniz? Yaptığınız taramanın sebebini Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

$$4^{-1} + 2^{-1}$$



Çözüm 1:

Çözüm 2:

$$5^0 - 3 \times 4^{-1}$$



Çözüm 1:

Çözüm 2:

3) “ $3^6 \times 5^9$ işleminin sonucu, $3^8 \times 5^7$ işleminin sonucundan daha büyüktür.”

Bu ifade sizce doğru mudur? Nasıl karar verdiniz?

4) Aşağıdaki sayılardan tam 3 tanesiyle çarpma, bölme, çıkarma veya toplama işlemlerini kullanarak 52 sayısına ulaşabilir misiniz? Yanıtınızı “evet”se nasıl ulaşabileceğinizi aşağıda gösteriniz.

$$\left(\frac{1}{2}\right)^{-4}, 2^2, \left(\frac{1}{6}\right)^{-2}, 52^0, 3^3, 1^0, 26, 2^{-1}, 5^2, 2$$

5) $5 \times 10^6 + 10^{-6} - 10^6$ ifadesinin yaklaşık değerini ifade edebilir misiniz? Yanıtınızı açıklayınız.

6) $3^3 \times 2^2$ işleminin sonucunun $3^2 \times 2^2$ veya $3^3 \times 2^3$ olduğunu söylemek birer tahmindir. Hangi tahmindeki hata daha azdır? Neden? Yanıtınızı Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

7) “ 2^6 sayısı 2^2 ile 2^{10} sayılarından hangisine daha yakındır?”

- a) 2^2
- b) 2^{10}
- c) 2^2 ile 2^{10} sayılarının tam ortasıdır.

Bu sorunun yanıtı yukarıdakilerden hangisidir? Kısa yoldan nasıl bulduğunuzu Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

8) $21^{-3} \square 31^{-2}$ Boşluğa “>”, “<” veya “=” işaretlerinden hangilerini yerleştirebileceğinize kısa yoldan nasıl karar verirsiniz? Yanıtınızı Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

9) 7^{-3} , 7^{-4} , 7^2 , 7^{-2} , sayılarını küçükten büyüğe doğru sıralayınız. Yanıtınızı açıklayınız.

10) 1254 sayısının 12^{-21} ile bölümü ve 12^{-21} ile çarpımı karşılaştırıldığında hangi işlemin sonucu daha büyük olur? Yanıtınızı Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

11) $175 \div 10^{-7}$ İşleminin sonucu için aşağıdakilerden hangisinin doğru olduğunu söyleyebilirsiniz? Neden?

- a) 175’ten çok küçük
- b) 175’ten çok büyük
- c) 175’ten biraz küçük
- d) 175’ten biraz büyük
- e) İşlem yapmadan yanıt veremeyiz.

Yanıtınızı Çözüm 1’in altında açıklayınız. Eğer cevaba ulaşırken kullanabileceğiniz farklı bir çözüm yolu var ise Çözüm 2’nin altında açıklayınız.

Ek-2. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi uzman görüş formu

Sayın Uzman,

Pamukkale üniversitesinde, ilköğretim matematik eğitimi alanında yüksek lisans öğrencisiyim. *İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin üslü ifadelerle ilgili sayı duyularının ve başarılarının ne düzeyde olduğunu belirlenmesini amaçlayan bir tez hazırlamaktayım.*

Bu amaç doğrultusunda öğrencilerin üslü ifadeler konusundaki başarılarını ortaya çıkarmak için üslü ifadelerle yönelik başarı testi geliştirilecektir. Bunun için ilköğretim matematik programındaki üslü ifadelerle ilgili kazanımlar dikkate alınarak, devlet okullarında kullanılmakta olan 8. sınıf matematik ders ve çalışma kitaplarındaki sorular bir araya getirilmiştir. Programda üslü ifadelerle ilgili olarak dört farklı kazanım bulunmaktadır. Bunlar:

- 1) Bir tam sayının negatif kuvvetini belirler ve rasyonel sayı olarak ifade eder.
- 2) Ondalık kesirlerin veya rasyonel sayıların kendileriyle tekrarlı çarpımını üslü olarak yazar ve değerini belirler.
- 3) Üslü ifadelerle çarpma ve bölme işlemlerini yapar.
- 4) Çok büyük ve çok küçük pozitif sayıları bilimsel gösterimle ifade eder (MEB, 2009).

Hazırlanan 16 soru dört kazanıma göre gruplandırılmıştır. Bu soruların *anlaşılabilirliği, kazanımları değerlendirmede ne kadar etkili olacağı ve öğrenci seviyesine uygunluğu* ile ilgili görüşlerinizi, her soru maddesinin yanına 1 ile 5 arasında (1 en düşük, 5 en yüksek) verdiğiniz puanı yazarak ve gerekirse açıklama yaparak benimle paylaşırsanız sevinirim.

Katkılarınız için şimdiden teşekkür ederim.

Gülcan BAYRAM

Pamukkale Üniversitesi

Kazanım no	Soru no	Soru	Seviyeye uygunluk		Kazanıma uygunluk		Soruların anlaşılabilirliği	
			Puan (1-5)	Açıklama	Puan (1-5)	Açıklama	Puan (1-5)	Açıklama
1	1	Aşağıdaki üslü sayıların değerlerini bulup yazınız. a) 5^{-3} b) $(-5)^{-3}$ c) $(-7)^{-2}$						
	2	Aşağıdaki sayıları 4 veya -4'ün kuvveti cinsinden yazınız. a) 64 b) -64 c) $\frac{1}{64}$ d) $-\frac{1}{64}$						

2	3	Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulup yazınız. a) $(-\frac{2}{7})^3$ b) $(\frac{5}{2})^3$ c) $(\frac{2}{7})^0$						
	4	Tekrarlı çarpımları verilen rasyonel ifadeleri üslü olarak ifade ediniz. a) $\frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4} \cdot \frac{3}{4}$ b) $(-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5)$ c) $(-\frac{1}{5}) \cdot (-\frac{1}{5}) \cdot (-\frac{1}{5})$ d) $\frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}$						
	5	$\frac{27}{64}$ sayısını bir rasyonel sayının üssü şeklinde ifade ediniz.						

2	6	Aşağıda verilen üslü sayıların değerini bulunuz. a) $(1,4)^2$ b) $(-0,3)^{-3}$ c) $(0,01)^2$					
	7	$\left[\left(\frac{1}{2}\right)^{-2}\right]^3$ işleminin sonucunu bulunuz.					
	8	Aşağıdaki boşluklara “>,<,” işaretlerinden uygun olanını sebebini açıklayarak yazınız. a) $\frac{1}{8} \dots 2^3$ Sebebi: b) $10^2 \dots 2^{10}$ Sebebi: c) $5^2 \dots 2^5$ Sebebi: d) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 \dots 2^{-3}$ Sebebi: e) $(-0,4) \cdot (-0,4) \dots (-0,16)$ Sebebi:					

3	9	Aşağıdaki işlemlerin sonucunu bir tam sayının üssü şeklinde ifade ediniz. a) $2^{-3} \cdot 2^5$ b) $7^{-3} \cdot 7^7$ c) $(-5)^8 : (-5)^3$ d) $(-8)^{-9} : (-8)^{-3}$ e) $3^5 \cdot 5^5$ f) $12^4 : 3^4$					
	10	$A = \frac{2^7 \cdot 2^9}{4}$ ve $B = \frac{4^2 \cdot 4}{2^7}$ olduğuna göre A ifadesi B ifadesinin kaç katıdır?					
	11	$2^{12} = 4096$ ise 2^{10} ifadesinin değerini bulunuz.					
	12	$\frac{5^x + 5^x + 5^x + 5^x}{5^x + 5^x}$ ifadesinin değerini bulunuz.					
	13	$2^{a+3} = 64$ ise 3^{a-5} in değerini bulunuz.					
	14	$7 \cdot 5^6 \cdot 2^6$ işleminin sonucu kaç basamaklı bir sayıdır?					

4	15	Aşağıdaki sayıların bilimsel gösterimlerini yazınız. a) Güneşin çapı: 3 392 000 km b) AIDS virüsünün uzunluğu: 0,00011 mm c) Güneş sisteminin yarıçapı: 100 000 000 000 m d) Bir atomun çapı: 0,00000008 cm						
	16	Güneşin dünyamıza uzaklığı astronomi birimi (A.B.) ile gösterilir. 1 A.B.'nin büyüklüğü 150 000 000 km'dir. 1 A.B.'yi bilimsel gösterimle ifade ediniz.						

Ek-3. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi soruları için uzmanlardan alınan puan ortalamaları

Soru no	Puan ortalamaları		
	Seviyeye uygunluk	Kazanıma uygunluk	Sorunun anlaşılabilirliği
1	5	4.875	4.875
2	5	4.75	5
3	5	4.875	4.875
4	5	5	5
5	5	5	4.875
6	4.875	4.875	4.875
7	4.625	4.625	4.5
8	5	4.75	5
9	5	5	4.75
10	4.875	4.75	4.875
11	5	5	5
12	4.75	4.625	4.75
13	5	4.625	5
14	5	5	5
15	5	5	4.875
16	5	4.75	4.875

Ek-4. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi için pilot ve asıl uygulamada oluşan madde güçlük ve ayıricılık indeksleri

Soru no	Pilot uygulama		Asıl uygulama	
	Güçlük	Ayıricılık	Güçlük	Ayıricılık
1a	0.89	0.20	0.65	0.75
1b	0.80	0.70	0.63	0.77
1c	0.76	0.45	0.63	0.69
1d	0.82	0.35	0.65	0.77
2a	0.45	0.70	0.55	0.87
2b	0.39	0.65	0.50	0.95
3a	0.60	0.50	0.55	0.81
3b	0.56	0.40	0.60	1
3c	0.82	0.10	0.50	0.90
4a	1	0	0.90	0.52
4b	0.91	0.10	0.80	0.54
4c	0.95	0.05	0.80	0.54
4d	0.97	0.10	0.75	0.84
5	0.68	0.75	0.50	0.74
6a	0.59	0.65	0.55	0.60
6b	0.50	0.70	0.27	0.70
6c	0.61	0.75	0.40	0.65
7a	0.51	0.60	0.45	0.81
7b	0.76	0.35	0.60	0.77
7c	0.88	0.50	0.55	0.96
7d	0.39	0.55	0.50	0.81
8a	0.80	0.20	0.65	0.65

8b	0.80	0.40	0.65	0.62
8c	0.64	0.55	0.65	0.73
8d	0.51	0.05	0.45	0.70
8e	0.77	0.30	0.75	0.58
8f	0.69	0.55	0.75	0.73
9	0.40	0.76	0.36	0.97
10	0.35	0.32	0.44	0.97
11	0.41	0.75	0.35	0.79
12a	0.68	0.45	0.55	0.73
12b	0.51	0.50	0.45	0.81
12c	0.77	0.50	0.55	0.77
12d	0.68	0.20	0.50	0.66
Çıkarılan soru (uzman formu 11. soru)	0.3	0.4	-	-

Ek-5. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi

1. Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulup yazınız.

a) 5^{-3}

b) $(-5)^{-3}$

c) $(-3)^{-4}$

d) 3^{-4}

2. Aşağıdaki sayıları 4 veya -4'ün kuvveti cinsinden yazınız.

a) $\frac{1}{64}$

b) $-\frac{1}{64}$

3. Aşağıdaki üslü ifadelerin değerlerini bulup yazınız.

a) $(-\frac{2}{7})^3$

b) $(\frac{5}{2})^3$

c) $(\frac{2}{7})^0$

4. Tekrarlı çarpımları verilen rasyonel sayıları üslü olarak ifade ediniz.

a) $(\frac{3}{4}) \cdot (\frac{3}{4}) \cdot (\frac{3}{4})$

b) $(-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5) \cdot (-0,5)$

c) $(-\frac{1}{5}) \cdot (-\frac{1}{5}) \cdot (-\frac{1}{5})$

d) $\frac{1}{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}$

5. $\frac{27}{64}$ rasyonel sayısını bir rasyonel sayının üssü şeklinde ifade ediniz.

6. Aşağıda verilen üslü ifadelerin değerini bulunuz.

a) $(1,4)^2$

b) $(-0,3)^{-3}$

c) $(0,01)^2$

7.) Aşağıdaki boşluklara “>,<,” işaretlerinden uygun olanını sebebini açıklayarak yazınız.

- a) $\frac{1}{8} \dots 2^3$ Sebebi:
 b) $10^2 \dots 2^{10}$ Sebebi:
 c) $\left(\frac{1}{2}\right)^3 \dots 2^{-3}$ Sebebi:
 d) $(-0,4). (-0,4) \dots (-0,16)$ Sebebi:

8) Aşağıdaki işlemlerin sonucunu bir tam sayının üssü şeklinde ifade ediniz.

- a) $2^{-3} \cdot 2^5$
 b) $7^{-3} \cdot 7^7$
 c) $(-5)^8 : (-5)^3$
 d) $(-8)^{-9} : (-8)^{-3}$
 e) $3^5 \cdot 5^5$
 f) $12^4 : 3^4$

9) $A = \frac{2^7 \cdot 2^9}{4}$ ve $B = \frac{4^2 \cdot 4}{2^7}$ olduğuna göre A ve B ifadelerinin değerlerini bir tam sayının üssü şeklinde gösteriniz.

10) $2^{a+3} = 64$ ise 3^{a-5} in değerini bulunuz.

11) $7 \cdot 5^6 \cdot 2^6$ işleminin sonucu kaç basamaklı bir sayıdır?

12) Aşağıdaki sayıların bilimsel gösterimlerini yazınız.

- a) Güneşin çapı: 3 392 000 km
 b) AIDS virüsünün uzunluğu: 0,00011 mm
 c) Güneş sisteminin yarıçapı: 100 000 000 000 m
 d) Bir atomun çapı: 0,00000008 cm

Ek-6. Üslü ifadelerle yönelik başarı testi puanlama ölçütleri ve uygulama sonrası oluşan başarı yüzdeleri

Soru no	Puanlama ölçütü	Frekans-yüzde [n (-%)]
1a	Sayıyı ters çevirme	24 (-50)
1a	Sayının küpünü doğru hesaplayabilme	38 (-79)
1b	Sayıyı ters çevirme	22 (-46)
1b	Sayının küpünü doğru hesaplayabilme	38 (-79)
1b	Sonucun işaretini doğru bulma	30 (-63)
1c	Sayıyı ters çevirme	22 (-46)
1c	Sayının kuvvetini doğru hesaplayabilme	37 (-77)
1c	Sonucun işaretini doğru bulma	28 (-58)
1d	Sayıyı ters çevirme	24 (-50)
1d	Sayının kuvvetini doğru hesaplayabilme	37 (-77)
2a	Sayıyı $1/4$ 'ün tekrarlı çarpımı olarak yazma veya sayıyı 4'ün kaçınıcı kuvveti olduğunu bulma	32 (-67)
2a	Sayıyı üslü biçimde gösterebilme	21 (-44)
2b	Sayıyı $-1/4$ 'ün tekrarlı çarpımı olarak yazabilme veya 64 'ün 4'ün kaçınıcı olduğunu bulma	31 (-65)
2b	Sayıyı üslü biçimde gösterebilme	19 (-40)
3a	Sayıyı tekrarlı çarpım olarak yazıp üssün değerini bulma	29 (-60)
3a	Sonucun işaretini yazabilme	22 (-46)
3b	Sayıyı tekrarlı çarpım olarak yazıp üssün değerini bulma	27 (-56)
3c	Üssün değerini yazabilme	23 (-48)
4a	Tabanı doğru yazabilme	41 (-85)
4a	Kuvveti doğru yazabilme	41 (-85)
4b	Tabanı doğru yazabilme	38 (-79)
4b	Kuvveti doğru yazabilme	37 (-77)
4c	Tabanı doğru yazabilme	38 (-79)
4c	Kuvveti doğru yazabilme	37 (-77)
4d	Tabanı doğru yazabilme	33 (-69)
4d	Kuvveti doğru yazabilme	38 (-79)
5	27 sayısını üslü biçimde gösterebilme veya çarpanlarına ayırarak bulma	34 (-71)
5	64 sayısını üslü biçimde gösterebilme veya çarpanlarına ayırarak bulma	31 (-65)
5	Tabanı rasyonel olarak ifade edip, üslü şekilde gösterme	11 (-23)
6a	Ondalık sayıyı rasyonel olarak yazma veya sayıyı kendiyle çarpmayı fark etme	36 (-75)
6a	Tekrarlı çarpımı yapabilme	12 (-25)
6b	Ondalık sayıyı rasyonel olarak yazma	11 (-23)
6b	Kesri ters çevirebilme	9 (-19)
6b	Tekrarlı çarpımı yapabilme	10 (-21)
6b	İşareti doğru şekilde yazma	23 (-48)
6c	Ondalık sayıyı rasyonel olarak yazma veya doğrudan kendisiyle çarpılması gerektiğini fark etme	29 (-60)

6c	Tekrarlı çarpımı doğru yapabilme	11 (-23)
7a	İşareti doğru yazma	26 (-54)
7a	Sebebini açıklayabilme	21 (-44)
7b	İşareti doğru yazma	34 (-71)
7b	Sebebini açıklayabilme	26 (-54)
7c	İşareti doğru yazma	28 (-58)
7c	Sebebini açıklayabilme	26 (-54)
7d	İşareti doğru yazma	29 (-60)
7d	Sebebini açıklayabilme	21 (-44)
8a	Tabanı aynen yazma	38 (-79)
8a	Kuvveti doğru toplayabilme	23 (-48)
8b	Tabanı aynen yazma	39 (-81)
8b	Kuvveti doğru toplayabilme	23 (-48)
8c	Tabanı aynen yazma	32 (-67)
8c	Kuvveti doğru çıkarabilme	30 (-63)
8d	Tabanı aynen yazma	28 (-58)
8d	Kuvveti doğru çıkarabilme	15 (-31)
8e	Kuvveti aynen yazma	39 (-81)
8e	Tabanları çarpabilme	33 (-69)
8f	Kuvveti aynen yazma	39 (-81)
8f	Tabanları bölebilme	30 (-63)
9	A ifadesinde paydaki üslü ifadeleri doğru çarpar	26 (-54)
9	Paydayı ikinin kuvveti şeklinde yazar	23 (-48)
9	En son pay ve paydadaki üslü ifadeleri birbirine böler	17 (-35)
9	B ifadesinde paydaki 4'leri 2'nin kuvveti şeklinde yazar	19 (-40)
9	Üssün üssü kuralına göre kuvvetleri çarpar	19 (-40)
9	Paydaki iki üslü ifadeyi doğru çarpar	21 (-44)
9	En son pay ve paydadaki üslü ifadeyi birbirine böler	13 (-27)
10	64 ün 2'nin kaçınıcı kuvveti olduğunu bulma	26 (-54)
10	a'nın değerinin bulma	26 (-54)
10	İkinci ifadede a'nın değerini yerine koyup, kuvvetin sayısal değerini bulma	21 (-44)
10	İkinci ifadede negatif kuvveti fark edip tabanı ters çevirme	17 (-35)
10	İkinci ifadede tabanı tekrarlı olarak çarpıp üslü ifadenin sayısal değerini bulma	18 (-38)
11	Kuvvetleri aynı olan iki ifadeyi çarpabilme	20 (-42)
11	Basamak sayısını doğru ifade edebilme	15 (-31)
12a	Virgülü doğru yere kaydırma	28 (-58)
12a	10'un kuvvetini doğru yazma	22 (-46)
12b	Virgülü doğru yere kaydırma	26 (-54)
12b	10'un kuvvetini doğru yazma	17 (-35)
12c	Virgülü doğru yere kaydırma	30 (-63)
12c	10'un kuvvetini doğru yazma	22 (-46)
12d	Virgülü doğru yere kaydırma	34 (-71)
12d	10'un kuvvetini doğru yazma	14 (-29)

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler	
Adı	Gülcan
Soyadı	Bayram
Doğum yeri ve tarihi	Erzurum - 22.01.1988
Uyruğu	Türk
İletişim adresi ve telefonu	glnbyrm@gmail.com 05549035051
Eğitim	
İlköğretim	Denizli Merkez İlköğretim Okulu
Ortaöğretim	Denizli Kazım Kaynak Yabancı Dil Ağırlıklı Lisesi
Yükseköğretim (Lisans)	Anadolu Üniversitesi, Eskişehir
Yabancı dil	
İngilizce-ÜDS-Ekim 2012	66,25
Mesleki Deneyim	
2009-	Hakimiyet İlkokulu, Denizli/Tavas, Matematik Öğretmeni