



Sayı Duyusu Temelli Öğretimin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Özyeterliklerine ve Performanslarına Etkisi *

Çiğdem Alkaş Ulusoy ¹

Öz

Bu çalışmada sayı duyusu temelli öğretimin öğrencilerin matematiğe ilişkin özyeterlikleri ve performanslarına etkisi incelenmiştir. Matematiğe ilişkin özyeterlikler, matematik özyeterliliği ile sayı duyusuna yönelik özyeterlikten oluşmaktadır. Öğrencilerin matematik performanslarını ise sayı duyuları, problem çözme başarıları, matematik başarıları ile günlük hayattaki matematiği fark edebilmeleri oluşturmaktadır. Bu çalışma, deneysel bir çalışmadır. Nicel araştırma desenlerinden öntest-sontest kontrol gruplu desen kullanılmıştır. Çalışma, Ankara ili Çankaya ilçesinde bulunan bir devlet okulunda altıncı sınıfa devam eden bir grup üzerinde uygulanmış ve 13 hafta ders planlarının, 2 hafta ölçeklerin uygulanması olmak üzere toplam 15 hafta sürmüştür. Bu süreçte deney grubundaki öğrenciler sayı duyusu temelli bir öğretimden geçerken, kontrol grubundaki öğrenciler öğretmenlerinin genellikle ders kitabından yararlanarak sürdürdüğü öğretimle devam etmişlerdir. Çalışmanın, sayı duyusunun betimlenmesinden öte, uzun süre ile uygulanan bir öğretim planı çerçevesinde sayı duyusunun gelişimini incelemesi, ayrıca bu gelişim sürecinde diğer bazı değişkenlerdeki değişimi de araştırması açısından alana katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Çalışmada öğrencilerin sayı duyularını belirlemek amacıyla "Sayı Duyusu Testi", özyeterliklerini ölçmek amacıyla "Matematiğe Karşı Özyeterlik Algısı Ölçeği", sayı duyusuna yönelik özyeterliklerini belirlemek için "Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik Ölçeği", günlük hayattaki matematiği ne kadar fark ettiklerini belirlemek için "Günlük Hayatta Matematik Anketi", problem çözme başarılarını ölçmek amacıyla "Problem Çözme Testi", matematik başarılarını belirlemek için ise dönem sonu notu kullanılmıştır. Veriler SPSS 15.0 paket programı kullanılarak MANOVA analizi ile analiz edilmiştir. Yapılan analiz sonuçlarında sayı duyusu temelli bir öğretim sürecinden geçen öğrencilerin geçmeyenlere göre sayı duyularının, günlük hayattaki matematiği fark edebilmelerinin ve problem çözme başarılarının anlamlı bir şekilde geliştiği gözlenmiştir. Yapılan sayı duyusu temelli öğretim, öğrencilerin matematik özyeterliklerinde, sayı duyusuna yönelik özyeterliklerinde ve matematik başarılarında anlamlı bir farklılaşma yaratmamıştır.

Anahtar Kelimeler

Sayı duyusu
Sayı duyusu temelli öğretim
Özyeterlik
Günlük hayatta matematik
Problem çözme

Makale Hakkında

Gönderim Tarihi: 24.12.2018
Kabul Tarihi: 20.11.2019
Elektronik Yayın Tarihi: 06.04.2020

DOI: 10.15390/EB.2020.8381

* Bu makale Çiğdem Alkaş Ulusoy'un Mesture Kayhan Altay danışmanlığında yürüttüğü "Sayı Duyusu Temelli Öğretimin Altıncı Sınıf Öğrencilerinin Özyeterliklerine ve Performanslarına Etkisi" başlıklı doktora tezinden üretilmiştir.

¹ TED Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, Türkiye, cigdemalkas@gmail.com

Giriş

Sayı duyusu, üzerinde yapılan çalışmaların son yıllarda önemli ölçüde arttığı, geçmişi çok da eski olmayan önemli bir kavramdır. National Council of Teachers of Mathematics (NCTM)'nin (2000), Okul Matematiği için Müfredat ve Değerlendirme Standartları (Curriculum and Evaluation Standards for School Mathematics) adlı kitabında, sayı duyusuna sahip çocukların özellikleri şöyle açıklanmıştır:

Sayı duyusuna sahip çocuklar; (1) sayıların anlamlarını çok iyi bir şekilde anlar, (2) sayılar arasında çoklu ilişkiler geliştirir, (3) sayıların göreceli büyüklüklerini fark eder, (4) işlemlerin sayılar üzerindeki etkilerini anlar, (5) çevresindeki nesnelerin ölçümleri için kıyaslama (referans) noktası geliştirir (s. 38).

Nörologlar ve psikologlar, sayı duyusunun kökenine ilişkin farklı görüşler ileri sürmüşlerdir. Bir nörolog ve matematikçi olan Dehaene (1997), insanların beyinlerinde sayıları algılayan bir merkez olduğunu savunur. Sayılarla ilgili hesaplama yaparken beyin korteksimizdeki bazı nöronlar harekete geçer. Buna göre, sayı duyusuna beynin yapısı ile ilgili biyolojik bir donanım olarak bakılmalıdır. Başka bir görüş ise sayı duyusunun sadece biyolojik bir donanımla sınırlı kalamayacağını savunur. Çoğunlukla matematik eğitimcileri tarafından benimsenen bu görüşe göre sayı duyusu beyin biyolojik donanımı ile sınırlandırılmaz. Sayı duyusu, bir bilgi veya beceri gibi geliştirilebilir (Yang, 1995). Birçok matematikçi, öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça sayı duyularının da arttığını ifade eder (Reys vd., 1991; Sowder, 1992). Baroody ve Coslick'e (1998) göre de sayı duyusu, sayının büyüklüğüne dair bir his ile başlar ve öğrencilerin bu hissi geliştirmeleri onların sayılarla ilgili yaşayacakları anlamlı deneyimlere bağlıdır.

Sayı duyusu kavramı için birçok araştırmacının söylemlerinde ortak öğelere rastlansa da ne yazık ki herhangi iki araştırmacının çalışmalarında aynı tanıma rastlamak güçtür. Alanyazında, bu konuda çalışan birçok araştırmacının farklı sayı duyusu tanımları ve sınıflamalarına rastlamak mümkündür (Berch, 2005; Case, 1998; Greeno, 1991; Hope, 1989; Howden, 1989; Kayhan Altay ve Umay, 2013; McIntosh, Reys ve Reys, 1992; Reys vd., 1999; Yang, 1995). Yang (1995), diğer araştırmacılardan farklı olarak yapılan birçok sayı duyusu tanımını ve sınıflandırmasını ortak yönleri ile değerlendirmiş, sayı duyusu kavramı için bu çalışmanın da kuramsal alt yapısını oluşturan oldukça geniş bir çerçeve sunmuştur. Yang (1995), sayı duyusunu bireyin matematiksel muhakeme yaparken sayı ve işlemleri esnek bir biçimde kullanmaya yeteneği ve eğilimi olması ve aynı zamanda matematiksel durumlarda faydalı ve kullanışlı stratejiler geliştirebilmesi olarak tanımlamıştır. Ayrıca sayı duyusunu toplam altı bileşenden oluşan bir sınıflama altında toplamıştır. Bu bileşenler; (1) *sayıların anlamlarının anlaşılması*, (2) *sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme*, (3) *sayı büyüklükleri*, (4) *kıyaslama*, (5) *işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama* ve (6) *sayı ve işlem bilgisini hesaplama durumlarına uygulamadaki esneklik bileşenleridir*.

Bu bileşenlerden *sayıların anlamlarının anlaşılması*, sayıların temsil ettiği miktarları anlayabilmeyi ifade eder. Yang (1995), bu bileşeni açıklarken, sayıların temsil ettiği miktarları farklı bağlamlarda değerlendirebilen bireyler için bu bileşenin gelişmiş olduğunu ifade eder. *Sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme*, sayıların farklı gösterim biçimlerini esnek bir biçimde kullanmayı ve hesaplamayı kolaylaştıran uygun gösterim biçimini seçmeyi ifade eder. Örneğin $240 \times 0,25$ işlemini yaparken $0,25 = \frac{25}{100}$ olduğunu göz önüne almak veya 24×25 işleminde sayıları $6 \times 4 \times 25$ şeklinde ayırıştırıp 6×100 şeklinde tekrar birleştirmek ancak sayı duyusu gelişmiş bir öğrencinin seçebileceği bir tercihtir. *Sayı büyüklükleri* bileşeni sayıların karşılaştırılmasını ve sayıları sıralama becerisini içerir. Örneğin $534,6 \times 0,545 = 291357$ işleminde virgölün nereye konulması gerektiğini bilemeyen bir öğrencinin sayı büyüklükleri bileşeni konusunda gelişmiş olduğu söylenemez. *Kıyaslama*, uygun sayıları referans noktası olarak kullanmayı içerir. Örneğin $\frac{8}{9}$ ve $\frac{13}{14}$ kesirlerini toplarken kıyas noktası olarak "1" sayısını kullanan öğrenci, bu toplamın 2'den biraz az olduğunu, çünkü her bir kesrin 1'den biraz az olduğunu kestirebilir. *İşlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama*, hesaplama durumunda bir sayının veya işlemin değeri değiştiği zaman sonucun nasıl değişeceğini fark etme becerisini ifade eder. Örneğin, öğrenciler

her biri 50' den küçük olan iki sayıyı topladıklarında sonucun 100' den küçük olacağını bilmelidirler. Son bileşen olan *sayı ve işlem bilgisini hesaplama durumlarına uygulamadaki esneklik*, hangi hesaplama aracının en etkili ve ulaşılabilir olduğuna karar verme, bir problemi çözerken kesin mi yoksa yaklaşık bir sonucun mu problem için uygun cevap olacağına karar verme, uygun bir strateji seçerek uygulama ve sonucun anlamlılığını test etme, zihinden hesap yapma ile tahmin becerilerini ifade etmektedir (Yang, 1995 aktaran Alkaş Ulusoy ve Şahiner, 2017)

Reys (1994), öğrencilerin sayı duyularını geliştirmenin en iyi yolunun düşünmenin, keşfetmenin, anlamlandırmanın ve anlamlı tartışmaların yer aldığı süreç odaklı öğrenme ortamları sağlamak olduğunu belirtmiştir. Sayı duyusunun geliştirilmesini konu alan araştırmalar (Hope ve Small, 1994; Gurganus, 2004; Reys, 1994; Sowder, 1992) incelendiğinde, sayı duyusunun geliştirilmesi için düzenlenen öğrenme ortamlarının özellikleri şu şekilde özetlenebilir: Öncelikle sınıf kültürü, öğrencilerin sayılarla ilgili rahat düşünecekleri, konuşacakları, tartışacakları şekilde düzenlenmelidir. Öğrenciler kendilerini rahat ifade etmeli, sayılar ve miktarlar hakkında sık sık konuşulmalıdır. Öğrencilerin birbirlerinin işlem stratejilerinden haberdar olmalarını sağlamak için grup çalışması, sınıf tartışması gibi yöntemlere yer verilmelidir. Öğrencilerin yaptıkları işlemlerde farklı stratejiler kullanmaları konusunda cesaretlendirilmeleri, öğrenci cevaplarından tahmine dayalı olanların da kıymetli olduğunun hissettirilmesi ve tahmini nasıl yaptıklarının sorgulanması da son derece önemlidir. Öğrencilerin sayıları ve çoklukları anlamlandırabilmeleri için bir sayının ya da çokluğun günlük hayatta ne ifade ettiğinin sık sık sorgulanması, çoklukları ve işlemleri somutlaştıracak materyaller kullanılması, derslerde sayıların farklı gösterimlerinin kullanılması ve bu gösterimler arasında dönüşümler yapılması, sayı doğrusunun etkili kullanılması gerekir. Ayrıca öğrenciler problem çözümlerinde işlem yaparken sayıların en uygun şekilde düzenlenmesi, ayrıştırılması ve yeniden birleştirilmesi, sayı örüntülerinin ve sayılar arasındaki ilişkilerin keşfedilmesi, farklı çözüm yollarını kullanarak gerçekçi matematik problemleri üzerinde çalışılması, bir problem durumu ile çalışırken ulaşılan niceliksel sonucun test edilmesi de sayı duyusunun gelişimini sağlayacaktır. Tüm bu koşullar dikkate alınarak oluşturulmuş öğrenme ortamları ve uygun sayı duyusu etkinlikleri ile öğrencilerin sayı duyularının geliştirilmesi öngörülmektedir.

Alanyazın incelendiğinde sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmaların birkaç başlık altında toplanabileceği görülür. Bunlar; sayı duyusunun tanımına ve bileşenlerinin belirlenmesine ilişkin çalışmalar (Berch, 2005; Case, 1998; Greeno, 1991; Hope, 1989; Howden, 1989; McIntosh vd., 1992; Şengül ve Gülbağcı Dede, 2013a, Reys vd., 1999), sayı duyusunun ölçülmesine, bileşenlerinin ve kullanılan stratejilerin belirlenmesine yönelik çalışmalar (Huang ve Yang, 2018; Kayhan Altay ve Umay, 2013; Tsao, 2005; Yang, 2007; Yang, Reys ve Reys, 2009), sayı duyusunun kültürlerarası incelenmesine ilişkin çalışmalar (Aunio, Ee, Lim, Hautamaki ve Van Luit, 2004; Markovits ve Pang, 2007; Reys vd., 1999), sayı duyusunun geliştirilmesine yönelik çalışmalar (Diezman ve English, 2001; Chen, Yan ve Xin, 2016; Kaminski, 2002; Markovits ve Sowder, 1994; Reys, Kim ve Bay, 1999; Tsao, 2004a; Yaman, 2015; Yang, 2002) ve sayı duyusunu diğer bazı kavramlarla ilişkilendiren çalışmalardır (Jordan, Kaplan, Locuniak ve Ramineni, 2007; Pike ve Forrester, 1997; Reys ve Yang, 1998; Yang, Li ve Lin, 2008).

Bu çalışma, sayı duyusunu geliştirmeye yönelik olduğu gibi aynı zamanda öngörülen bu gelişim sırasında seçilen bazı değişkenlerdeki değişimi de gözlemeyi amaçlamıştır. Alanyazında sayı duyusu ile ilişkilendirilen kavramlara bakıldığında tahmin, hesaplama akıcılık, matematik başarısı gibi kavramlara rastlanır (Jordan vd., 2007; Pike ve Forrester, 1997; Reys ve Yang, 1998; Yang vd., 2008). Bu çalışmada ise, sayı duyusu temelli öğretim sürecinin, özyeterlik başlığı altında; matematik özyeterliği ve sayı duyusuna yönelik özyeterlik; performans başlığı altında ise günlük hayattaki matematiği fark etme, matematik başarısı ve problem çözme başarısı değişkenlerindeki etkisinin sorgulanması amaçlanmıştır. Çalışmanın değişkenleri arasında olan matematiğe yönelik özyeterlik kavramını Hackett ve Betz (1989, s.262) "bireyin belli bir matematiksel görevi veya problemi başarılı bir şekilde yerine getirmedeki kişisel güveninin durumsal veya problem tabanlı değerlendirmesi" olarak tanımlamaktadır. Çalışmanın yine özyeterlik başlığı altında incelenen sayı duyusuna yönelik özyeterlik kavramı ise Hackett ve Betz'in matematiğe yönelik özyeterlik tanımlarından yola çıkılarak, bireyin

matematiksel muhakeme yaparken sayı ve işlemleri esnek bir biçimde kullanma, matematiksel durumlarda faydalı ve kullanışlı stratejiler geliştirebilme konularında kendine duyduğu güven olarak tanımlanabilir.

Veloo (2010), çalışmasında ortaokul öğrencilerinin sayı duygusu ile matematiksel davranışları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucunda, matematiksel davranışları belirlemek için kullanılan ölçeğin alt boyutlarından “matematikte öğrenme ve başarmaya ait güven” ve “matematiksel görevleri başarma becerisine ait güven” boyutları ile sayı duygusu arasında orta düzeyde bir ilişki ortaya çıkmıştır. Benzer şekilde Tsao (2004b), öğretmen adaylarının sayı duyguları ile matematiksel davranışları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Bu çalışmada da matematiksel davranışların alt boyutlarından biri “matematik öğrenmede güven” boyutudur. Çalışma sonucunda sayı duygusu ile matematik öğrenmedeki güven arasında orta düzeyde bir ilişki bulunmuştur. İlgili alanyazından yola çıkarak sayı duygusunun, özyeterlik kavramı ile ilişkisi de bu çalışmanın içeriğine dahil edilmiştir.

Bu çalışmanın performans başlığı altında incelenen değişkenlerinden biri olan günlük hayattaki matematiği fark etme değişkeni, bireyin matematiğin günlük hayat içerisindeki yeri ve rolüne ilişkin geliştirdiği farkındalık olarak tanımlanabilir (Erturan, 2007). Mousley (2004), matematiksel anlamının geliştirilmesi için kurulması gereken bağlantıları şöyle sıralamıştır: (1) mevcut bilgi ile yeni bilgi arasında kurulan bağ, (2) farklı matematiksel düşünceler ve gösterimler arasında kurulan bağ, (3) okuldaki matematik ve günlük hayat arasında kurulan bağ. Buna ek olarak, sayı duygusunun gelişiminin temelinde bireyin yaşadığı tecrübelerin büyük rol oynadığı, bu tecrübelerin de matematiğin günlük hayattaki yerine ilişkin bir farkındalıkla güçleneceği öngörüsü ile günlük hayattaki matematiği fark etme değişkeni seçilmiştir. Çalışmanın diğer değişkenleri olan problem çözme başarısı ve matematik başarısı, en genel anlamları ile alınmış; problem çözme başarısı, öğrencilerin araştırmacı tarafından geliştirilen, sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki konuları kapsayan problemlerden oluşan başarı testinden aldıkları puanlarla, matematik başarısı ise, öğrencilerin matematik dersi dönem sonu notlarıyla belirlenmiştir.

NCTM (2000), Sayı ve İşlemler standardında okul öncesinden on ikinci sınıfa kadar öğrencilerin, sayıları, sayıların farklı gösterimlerini, sayılar ve sayı sistemleri arasındaki ilişkileri anlamalarını; işlemlerin anlamlarını ve birbirleriyle nasıl ilişkili olduğunu fark etmelerini; akıcı bir şekilde hesap ve anlamlı bir şekilde tahmin yapabilmelerini vurgular. Söz konusu gereklilikler, sayı duygusunu oluşturan bileşenlerdir. Bu çalışmada sayı duygusunu geliştirmeye yönelik olarak, sayı duygusunun bütün bileşenlerini içeren kapsamlı bir öğretim planı hazırlanmıştır. Hazırlanan bu planlar yaklaşık bir eğitim-öğretim yarıyılı boyunca öğrencilere uygulanmış, öğrenciler bu uzun süre boyunca sayı duygusu ile ilgili zengin yaşantılar geçirmişlerdir. Bu durum, çalışmanın bir üstünlüğü olarak görülmektedir. Sayı duygusu ile ilgili olarak yapılan çalışmalar, genel olarak sayı duygularının betimlenmesi veya ölçülmesine ilişkindir. Bu çalışmanın sayı duygusunun geliştirilmesine yönelik olarak yapılan deneysel bir çalışma olması da yine çalışmanın bir üstünlüğü olarak görülebilir. Yapılan birçok çalışmada öğrencilerin sayı duygularının oldukça düşük düzeyde olduğu saptanmıştır (Harç, 2010; Singh, 2009; Yang, 2005; Menon, 2004; Mohamed ve Johnny, 2010; Verschaffel, Greer ve DeCorte, 2007). Bu durumun öğrencilerin sayı duygularını geliştirmek için uygun fırsatlara sahip olmamalarından kaynaklandığı öngörüsü ile öğrencilerin sayı duygularının gelişimini destekleyecek, deneysel bir uygulama gerçekleştirmeye ihtiyaç duyulmuştur.

Ayrıca sayı duygusunun, sayı duygusu ile yakından ilişkili olabileceği düşünülen matematiğe ve sayı duygusuna yönelik öz-yeterlik inancı, matematik başarısı, problem çözme başarısı ve günlük hayattaki matematiği fark edebilme üzerindeki etkisini bütünsel olarak inceleyen bir çalışmaya alanyazında rastlanmamıştır. Matematik başarısı, hesaplama becerisi, tahmin becerisi gibi birçok başarı ve beceri ile ilişkili olduğu saptanan böylesi bir kavramla ilgili araştırmaların gelişmesi ve derinleşmesinin matematik eğitimi alanına bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu nedenlerle aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

Sayılar ve işlemler öğrenme alanında, sayı duyusu temelli bir öğretim sürecinden geçen ve geçmeyen altıncı sınıf öğrencilerinin,

1. sayı duyuları,
2. matematik özyeterlikleri,
3. sayı duyusuna yönelik özyeterlikleri,
4. günlük hayattaki matematiği fark edebilmeleri,
5. problem çözme başarıları ve
6. matematik başarıları arasında anlamlı bir fark var mıdır?.

Yöntem

Araştırma, deneyin yapılacağı sınıflara seçkisiz olarak öğrenci atanamayıp, sınıflarda hali hazırda var olan öğrencilerle çalışma grubu oluşturulduğundan, yarı deneysel bir desene sahip, nicel bir araştırma örneğidir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Araştırmada, öntest-sontest kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışma grubu Ankara ili Çankaya ilçesinde bulunan bir devlet okulundan seçilmiştir. Okul, sosyoekonomik olarak yüksek bir çevrede bulunmaktadır. Uzun bir zaman dilimini kapsayan (13 hafta uygulama, 2 hafta veri toplama olmak üzere toplam 15 hafta) deneysel bir çalışma için çalışmanın birlikte yürütüleceği gönüllü öğretmenlerin sınırlı olması sebebiyle çalışma grubu ulaşılabilir olan bir okuldan seçilmiştir. Çalışma için gönüllü olan öğretmenin derslerini yürüttüğü iki şubeden biri rassal olarak deney (N=35), diğeri kontrol grubu (N=35) olarak belirlenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Araştırmada Sayı Duyusu (SD) Testi, Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik (SDYÖ) Ölçeği, Matematiğe Karşı Özyeterlik Algısı (MKÖA) Ölçeği, Günlük Hayatta Matematik (GHM) Anketi, Problem Çözme (PÇ) Testi ve Dönem Sonu Notu (DSN) veri toplama aracı olarak kullanılmıştır.

Sayı Duyusu (SD) Testi

Kayhan Altay ve Umay (2013) tarafından geliştirilen SD Testi, öğrencilerin sayı duyularını belirlemek için kullanılmıştır. Bu test ilköğretim öğrencilerinin sayı duyularını belirlemek için kullanılan ve boyutları faktör analizi kullanılarak belirlenen tek Türkçe ölçektir. Mevcut ölçeklerin faktör analizi yapılmaksızın teorik bir alt yapıya dayanarak oluşturulmuş olmasına karşın, Kayhan Altay ve Umay'ın (2013) geliştirdiği ölçeğin faktör analizi ile oluşturulmuş olması ölçeği bir adım öne çıkarmaktadır. Ölçek açık uçlu ve çoktan seçmeli toplam 17 sorudan oluşmaktadır. Yapılan faktör analizi sonucunda maddeler üç bileşen altında toplanmışlardır. Araştırmacı, bu bileşenleri hesaplamada esneklik, referans noktası kullanımı ve kesirlerde kavramsal düşünme olarak adlandırmıştır. Ölçeğin güvenilirliğinin belirlenmesinde Cronbach- α güvenilirlik katsayısı hesaplanmış ve 0.86 olarak bulunduğu ifade edilmiştir. 17 maddelik bir ölçek için güvenilirliğin 0,86 bulunmuş olması oldukça tatmin edicidir (Büyüköztürk, 2007). Bu araştırmada ise güvenilirlik katsayısı 0,82 olarak bulunmuştur. Ölçeğe ait veriler çözümlenirken sayı duyusunu kullanma durumu göz önüne alınmıştır. Soruyu çözerken yapılan açıklamalarda sayı duyusuna ait stratejileri (referans noktası kullanımı, sayıları ayırıp yeniden birleştirme, tahmin, vs. gibi) kullanan öğrencilere 1 puan, hesap yaparak, standart-rutin (kural temelli) yolla çözenlere ise 0 puan verilmiştir. Böylelikle testten alınabilecek en düşük puan 0, en yüksek puan 17 olmuştur.

Sayı Duyusuna Yönelik Özyeterlik (SDYÖ) Ölçeği

Araştırmacı tarafından geliştirilen veri toplama aracı (Alkaş Ulusoy ve Şahiner, 2017) 6., 7., ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı duyusuna yönelik özyeterliklerinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Ölçek maddeleri, genel olarak bir durum üzerinden öğrenciye bilgi vererek öğrencinin bu durumda nasıl davranacağına ilişkin özyeterlik inancını sorgulamaktadır. Örneğin; "162+98 işlemi yapmam istendiğinde aklıma sayıları alt alta yazıp toplamaktan başka bir şey gelmez", "Üzerinde sadece 0 ve 100 sayılarının yerleri işaretlenmiş bir sayı doğrusunda 78 sayısının yaklaşık yerini işaretleyebilirim" gibi. Öğrencilerden bu ifadeleri okuyup 5' li Likert tipi ölçeğe katılma derecelerini işaretlemeleri

istenmiştir. 19 maddeden oluşan testin Cronbach- α güvenilirlik katsayısı 0,82 dir. Bu çalışmada ise ulaşılan Cronbach- α güvenilirlik katsayısı 0,79 dur.

Matematiğe Karşı Özyeterlik Algısı (MKÖA) Ölçeği

Umay (2001), tarafından geliştirilen MKÖA Ölçeği, öğrencilerin matematiğe karşı özyeterlik algılarını ölçmek için kullanılmıştır. MKÖA ölçeği, matematik benlik algısı, matematik konularında davranışlarındaki farkındalık ve matematiği yaşam becerilerine dönüştürebilme olmak üzere üç boyuttan oluşan toplam 14 madde içerir. Ölçek 5'li Likert tipinde olup maddeler 'Her Zaman-5', 'Hiçbir Zaman-1' olacak şekilde puanlanmıştır. Bu puanlama sistemine göre ölçekten alınabilecek en düşük puan 14, en yüksek puan 70'tir. Ölçeğin Cronbach- α güvenilirlik katsayısının 0,88 olarak bulunduğu ifade edilmiştir. Bu araştırmada ise güvenilirlik katsayısı 0,80 olarak bulunmuştur.

Günlük Hayatta Matematik (GHM) Anketi

GHM Anketi, Erturan (2007) tarafından geliştirilen, öğrencilerin günlük hayatta kullanılan matematiği fark edebilme becerisini saptayan bir ölçektir. Anket, üç bölümden oluşur. Birinci bölümde öğrencilere, günlük hayatla bağlantılı ve 6. sınıf matematik konularını içeren toplam 8 tane soru yöneltilmiştir. İkinci bölümde öğrencilerden bir gün içinde matematik kullanarak yaptıkları işleri yazmaları istenmiştir. Üçüncü bölümde ise öğrencilerden, günlük hayatın içinde verilen 10 farklı durum için matematik kullanıp kullanmayacaklarını, kullanırlarsa nasıl kullanacaklarını açıklamaları beklenmektedir. Araştırmacı ölçeği geliştirirken 7. sınıf öğrencileri ile çalışmıştır ancak ölçek 6. sınıflar için de uygundur çünkü ölçeğin sadece birinci bölümünde matematiksel kazanımlara yönelik durumlar yer almaktadır. Bu durumlar ise doğal sayılar, kesirler, çevre ve alan hesapları gibi 5. Sınıf öğretim programında yer yer alan kazanımlara dayanmaktadır.

Anketin puanlanmasında birinci bölümdeki 8 soru için soruyu boş bırakan veya yanlış cevap verenlere 0 puan, yakın cevap verenlere 1 puan, doğru cevap verenlere 2 puan verilmiştir. Anketin birinci bölümünde öğrencilerin alabileceği minimum puan 0, maksimum puan 16'dır. İkinci bölümde öğrencilerin o gün içinde matematik kullandıklarını düşünerek yazdıkları işler için matematikle ilgili olanlara 1, olmayanlara 0 puan verilmiştir. Öğrencilerin 10 farklı durum için matematik kullanıp kullanmadıklarını açıklamalarının istendiği son bölümde yapılan açıklamalara; doğru ve matematik içeriyorsa 1, değil ise 0 puan verilmiştir.

Problem Çözme Başarı (PÇB) Testi

Araştırmacı tarafından geliştirilen PÇB Testi, öğrencilerin sayılar ve işlemler öğrenme alanındaki problem çözme başarılarını tespit etmek için kullanılmıştır. Bir başarı testi şeklinde tasarlanan PÇB Testi, sayılar ve işlemler öğrenme alanının alt öğrenme alanları olan doğal sayılar, tam sayılar, kesirler, ondalık kesirler, yüzdeler, oran-orantı konularını içermektedir. Testte, madde analizi sonucunda gerek güçlük indeksi ve gerekse ayırıcılık indeksi normal değerlerde bulunan toplam 15 problem bulunmaktadır. Testin, güvenilirlik katsayısı 0,83 olarak belirlenmiştir.

Dönem Sonu Notu (DSN)

Uygulamanın bitimini takip eden dönem sonunda öğrencilerin karnelerinde yer alan matematik dönem sonu notlarıdır. Her bir öğrencinin üç yazılı sınav, bir performans ödevi ve bir sınıf içi performans notu bulunmaktadır. Tüm bu notlar e-okul sistemine girildiğinde öğrencinin dönem sonu notu otomatik olarak oluşmaktadır. Öğrencilerin alabilecekleri en düşük not 1, en yüksek not 5'tir.

Uygulama Süreci

Çalışmada öncelikle etkinliklerin, materyallerin, değerlendirme sürecinin belli bir kuramsal çerçeve ile sistemli bir şekilde harmanlanarak öğrenciye sunulabilmesi için bir plan hazırlanmıştır. Alan yazın incelendiğinde sayı duygusu kavramına farklı çerçevelerden bakan görüşler ve bu kavramı farklı bileşenler ile tanımlayan araştırmacılar olduğu görülmüştür. Böylesi bir durumda bu kavram üzerinde çalışmanın kolay olmayacağı düşüncesiyle çalışmanın çerçevesi Yang'ın (1995) yaptığı sayı duygusu tanımı ve oluşturduğu bileşenler ile sınırlandırılmıştır. Çalışmanın çerçevesi olarak Yang'a ait tanımın seçilmesinin sebebi Yang'ın tanımının ve bileşenlerinin farklı başlıklar altında da olsa birçok

araştırmacınınki ile örtüşmesi, birçok araştırmacının tanımının sentezi olmasıdır. Bu sonuca kapsamlı bir alan yazın taraması ile varılmıştır. Çalışmanın sayı duyusu çerçevesi çizildikten sonra çalışmanın yürütüleceği sınıf düzeyine karar verilmiştir. Bu karar verilirken öğrencilerin herhangi bir yerleştirme sınavı kaygısı taşımadığı, sadece işlemsel bilgi ve test tekniği ağırlıklı bir öğretimle karşılaşmadığı, sayı duyusunu kullanabilecekleri birçok konu ile ilk kez karşılaşacakları bir sınıf seviyesi olmasına dikkat edilmiştir. Tüm bu sebeplerle çalışmanın altıncı sınıflarda yürütülmesine karar verilmiştir. Sınıf düzeyinin belirlenmesinden sonra sayı duyusuna yönelik konu içeriğinin belirlenmesi aşamasına geçilmiştir. Sayı duyusu ile ilgili yapılan çalışmalarda doğal sayılar, tam sayılar gibi sayı sistemleri; kesir, ondalık kesir, yüzde, oran gibi sayısal büyüklük ve gösterimler; dört işlem ve dört işlem problemleri konularında çalışıldığı görülmüştür. Çalışmanın yapıldığı sırada kullanılan öğretim programında (Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], 2013) bu konuların tamamını içeren öğrenme alanı sayılar ve işlemler öğrenme alanıdır. Konu içeriğinin de belirlenmesinin ardından sayı duyusu temelli bir öğretim programı oluşturulması aşamasına geçilmiştir. Bu aşama, konu içeriğini oluşturan alt öğrenme alanlarına ait kazanımların Yang'ın (1995) bileşenleri ile ilişkilendirilmesi ile başlamıştır. Örneğin; kesirler alt öğrenme alanındaki “Kesirleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir” kazanımı sayı duyusunun “sayıların anlamlarının anlaşılması, sayı büyüklükleri ve kıyaslama” bileşenleri ile ilişkilendirilmiştir. Bu ilişkilendirmeye dair ayrıntılı açıklamaya Tablo 1’de değinilmiştir.

Tablo 1. Kazanım-Sayı Duyusu İlişkilendirmesi Örneği

Kazanım	Sayı Duyusu Bileşeni	Açıklama
Kesirleri karşılaştırır, sıralar ve sayı doğrusunda gösterir.	Sayıların anlamlarının anlaşılması	Herhangi iki kesri kıyaslamadan önce kesrin temsil ettiği miktarı anlayabilme İki veya daha fazla kesri karşılaştırıp
	Sayı büyüklükleri	sıralarken kesrin büyüklüğünün farkında olma, karşılaştırmada payda eşitleme yerine esnek stratejiler kullanma
	Kıyaslama	Kesirleri karşılaştırırken $0, \frac{1}{4}, \frac{1}{2}, \frac{3}{4}$ ve 1 gibi referans noktaları kullanabilme

Her bir kazanım için yapılan kazanım-sayı duyusu ilişkilendirmesinin ardından bazı kazanımlar tek tek bazıları ise birleştirilerek hem kazanımları kazandırmaya hem de ilgili sayı duyusu bileşenini geliştirmeye yönelik toplam 25 ders planı oluşturulmuştur. Ders planları, sayı duyusu konusunda çalışma yapmış 2 konu alanı uzmanı ve 3 deneyimli öğretmen tarafından incelenmiştir. Uzmanlar ve öğretmenler, ders planlarının sınıf seviyesine uygunluğunu, kazanıma uygunluğunu ve sayı duyusu bileşenine uygunluğunu değerlendirmişlerdir. Görüşler doğrultusunda ders planlarında gerekli düzeltmeler yapılmıştır.

Pilot uygulama asıl uygulama ile paralel olarak yürütülmüştür. Uygulamayı yapan öğretmenin sorumlu olduğu deney ve kontrol grubu dışındaki diğer altıncı sınıf şubesinde ders planlarının önemli bir kısmı denenmiştir. Araştırmacı bu şubede yürütülen derse gözlemci olarak katılmış, uygulamada aksayan yerleri not almış, bu notları hem ders planlarını revize etmek hem de öğretmene uygulamaya dönük dönütler vermek için kullanmıştır. Pilot uygulamanın yürütüldüğü sınıfın ders programında matematik dersinin, deney grubundan önce kontrol grubundan sonra olması konusunda okul idaresinden yardım alınmıştır. Böylelikle öğretmen bir haftalık ders süresince önce kendi geleneksel yöntemi ile kontrol grubunda ders işlemiş, sonra deneyin pilot çalışmasını yapmış ve son olarak da deneyi gerçekleştirmiştir.

Araştırmacı hem deney hem kontrol grubunda ilk derse, dersi yürütecek öğretmen ile birlikte girmiş, kendini tanıtmış ve ilk dönem boyunca bir araştırma yürütmek amacıyla, sınıflarında gözlemci olarak bulunacağını açıklamıştır. Okulun açıldığı tarihten itibaren bir ay süreyle öğrenciler çalışma kapsamının dışındaki konuları işlemişlerdir. Araştırmacı bu bir aylık süreç boyunca çalışmanın kapsamı dışında olmasına rağmen işlenen konuları gözlemiş, böylelikle öğrenciler araştırmacıyı öğretim yılının başından itibaren sınıfın bir üyesi gibi kabullenmeye başlamışlardır. Bu durum uygulamanın daha normal ve doğal şartlarda gerçekleşmesine yardımcı olmuştur. Böylece gözlemciden kaynaklanabilecek olası etkilerin azaltılması mümkün olmuştur. Uygulamanın kapsamı dahilindeki konulara sıra gelmeden bir hafta önce öntestler tamamlanmıştır. Tüm öntestlerin tamamlanmasından sonra araştırma kapsamındaki konulara geçilmiş, deney grubunda sayı duyusunu geliştirmeye yönelik etkinliklerle desteklenen ders planları öğrencilere uygulanmaya başlanmış, kontrol grubunda öğretmen ders kitabı rehberliğindeki öğretimine devam etmiştir. Uygulayıcı etkisini ortadan kaldırabilmek için deney ve kontrol grubunda da uygulamayı dersin öğretmeni gerçekleştirmiştir. Öğretmene öncelikle sayı duyusu ile ilgili dokümanlar verilmiştir. Öğretmen bu dokümanları inceledikten sonra sayı duyusu ile ilgili tartışılmıştır. Bu genel bilgilendirmeyi takiben, her hafta öğretmen ile araştırmacı işlenecek ders planı üzerinde ayrıntılı olarak çalışmışlardır. Her hafta, bir sonraki haftanın ders planı öğretmene sunulmuş, dikkat edilmesi gereken noktalar, öğrencilerin muhtemel soru ve yorumları, yaşanabilecek güçlükler hakkında konuşulmuştur. Böylelikle öğretmenin derse hazırlanması sağlanmıştır.

Deney grubunda öğretmen, 13 hafta boyunca haftada dört saat ve her bir ders saati 40 dakika olmak üzere araştırmacı tarafından oluşturulan ders planlarını uygulamıştır. Çalışmada kullanılan ders planları birçok kitap, makale ve tez incelenerek (Baroody ve Coslick, 1998; Boaler, 1994; Bresser ve Holtzman, 1999; Carpenter, Lindquist, Matthews ve Silver, 1983; Lesh, Post ve Behr, 1998; NCTM, 2000; Ontario Ministry of Education, 2006a, 2006b, 2006c; Pilmer, 2008; Sertöz, 2002 Van de Walle, Karp ve Bay-Williams, 2010; Yang, 2003, 2006) gerek kaynağından direk alınarak, gerek adaptasyonu sağlanarak ve gerekse araştırmacının kendisi tarafından geliştirilerek oluşturulmuştur. Ders planlarında her derse sayı duyusunun sayıların anlamlarının anlaşılması bileşenini geliştirmeye yönelik olarak "Ayın Kaçı?" etkinliği ile başlanmıştır. Bu etkinlikte o gün ayın kaçı ise o sayı seçilmiş ve öğrencilerin o sayı hakkında konuşmaları sağlanmıştır. Bu konuşmada ilk sözü listenin konuşulacak sayı sırasındaki öğrenci almıştır. Örneğin 12 sayısı ile ilgili öğrencilerden gelen yorumlar şöyledir: "çoğumuzun yaşı; bir düzine demek; ben bu sayıyı çok seviyorum, küçük bir sayı ama çok çarpanı var: 1,2,3,4,6,12; bir onluk, iki birlikten oluşuyor, çift sayı". Bu etkinlik sayıların anlamlarının anlaşılmasının sağlanması kadar öğrencilerin derse motivasyonlarını da sağlamıştır. Tüm öğrencilerin bu etkinliğe katılım konusunda çok istekli davrandıkları gözlenmiştir. Bu etkinliğin ardından derse, günlük hayatla ilişkili olarak hazırlanmış çalışma kağıtları ve materyallerin dağıtılması ile devam edilmiştir. Öğrenciler kimi zaman ikili ve kimi zaman dörtlü gruplar halinde çalışma kağıtları veya verilen görevler üzerinde tartışmış, vardıkları sonuçları not etmişlerdir. Grup çalışmasının ardından varılan sonuçlar, kullanılan stratejiler, oluşturulan ürünler sınıfça tartışılmış, bütün grupların diğer grupların fikirlerinden haberdar olmaları sağlanmıştır. Öğretmen sınıf tartışmalarına rehberlik etmiş, varılan doğru sonuçları matematiksel cümlelerle öğrencilere özetlemiştir. Ders bazen sınıf tartışması ile bazen de varılan sonuçların uygulamasının yapılabileceği yeni etkinliklerle sonlandırılmıştır.

Öğretmen kontrol grubunda deney grubunda işlenen konulara paralel olarak ilerlemiştir. Kontrol grubunda dersler, Milli Eğitim Bakanlığı'nın yayınladığı ders kitabından işlenmiştir. Ders sırasında kitaptaki etkinliklerin bir kısmı uygulanmış; genellikle düz anlatım ve soru-cevap gibi öğretim tekniklerine yer verilmiştir. Kontrol grubunda dersler genel olarak bir önceki dersin hatırlatılması ile başlamış, öğretmen öğrencilere ders kitabından veya kendi notlarından bilgiler yazdırmış, ders

öğretmen tarafından verilen alıştırmaların çözülmesiyle tamamlanmıştır. Araştırmacı kontrol grubuna da gözlemci olarak katılmıştır.

Verilerin Analizi

Bu araştırmanın verileri SPSS 15.0 programı ile analiz edilmiştir. Araştırmada öncelikle deney ve kontrol gruplarından elde edilen verilere ilişkin betimsel istatistikler incelenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının öntest ve sontest puanlarına ait ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık, maksimum ve minimum değerler belirlenmiştir. Deney ve kontrol gruplarının öntest puanları kümelenmiş kutu grafikleri üzerinde incelenmiş, ayrıca aykırı değerler de tespit edilmiştir. Daha sonra deney ve kontrol gruplarına ait sontest puanlarından öntest puanlarının çıkarılması ile oluşturulmuş fark puanlarıyla ilgili betimsel istatistik değerleri incelenmiştir. Fark puanlarının normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için de çarpıklık ve basıklık katsayılarına bakılmıştır. Veriyi tanımlamak için incelenen betimsel istatistiğin ardından araştırma sorularına cevap verecek anlam çıkarıcı (vardamsal) istatistikler üzerinde çalışılmıştır. Bu çalışmada birden fazla bağımlı değişkenin bulunduğu deneylerde varyans analizi yapmak için kullanılan MANOVA tekniğine başvurulmuştur. Analize başlanmadan önce verilerin MANOVA' nın örneklem büyüklükleri ve kayıp veriler, normallik (tek değişkenli ve çok değişkenli), aykırı değerler, doğrusallık, varyans-kovaryans matrislerinin homojenliği (Stevens, 2002) açılarından incelenmesi gerekmektedir. MANOVA analizine bu varsayımların test edilmesi ile başlanmıştır.

Öntest-sontest verileri toplanırken ve deney sırasında deney ve kontrol gruplarında eşit sayıda öğrenci (N=35) bulunmaktadır. Ancak deney grubundan bir öğrencinin kaynaştırma öğrencisi olması ve bu öğrenciye ait verileri analize dâhil etmenin sonuçları yanlış yönde etkileyeceği düşüncesiyle, bu öğrenciye ait veriler analizlere katılmamış, deney grubu (N=34) kontrol grubundan (N=35) bir öğrenci eksik olarak analizler yapılmıştır. Ayrıca tüm veriler incelenmiş ve veri kümesinde kayıp veriye rastlanmamıştır. Tek değişkenli normalliğin değerlendirilmesi için değişkenlerin çarpıklık katsayıları incelenmiş ve hiçbirinin ± 1 sınırları dışında kalmadığı, böylece puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği görülmüştür. Ayrıca grup büyüklüğünün 50'den küçük olması durumunda puanların normalliğe uygunluğunu test etmek için Shapiro-Wilks testi de kullanılabilir. Analizde hipotez, puanların dağılımı normal dağılımdan anlamlı bir farklılık göstermez, şeklinde kurulduğu için hesaplanan p-değerinin $\alpha=.05$ 'ten büyük çıkması bu anlamlılık düzeyinde puanların normal dağılımdan anlamlı sapma göstermediği şeklinde yorumlanır (Büyüköztürk, 2007). Bu araştırmada Shapiro-Wilks testi için öntest-sontest fark puanlarına ilişkin hesaplanan değerlerinin tamamı $\alpha=.05$ 'ten büyük çıkmıştır. Dolayısıyla tek değişkenli normallik varsayımı sağlanmıştır. Değişkenlerin çok değişkenli normal dağılım gösterip göstermediğini belirlemek için değişkenlerle ilgili uç değerlerin olup olmadığının incelenmesi önerilir. Böylelikle doğrusallık varsayımının karşılanmasını güçleştiren uç değerlere de ulaşılmış olunur (Büyüköztürk, 2007). Bu amaçla öncelikle MANOVA analizinde kullanılacak tüm bağımlı değişkenler için Mahalanobis uzaklıkları hesaplanmıştır. Daha sonra elde edilen değerler X^2 tablosu incelenerek belirlenen, $X^2(p=0.001, sd=6)=22.457$ değeri ile karşılaştırılmıştır. Mahalanobis değeri 22.457'den büyük değerler multivariate outlier's (çok değişkenli aykırı değer) olarak nitelendirilmektedir. Elde edilen mahalanobis uzaklıkları incelendiğinde aykırı değer bulunmadığı gözlenmiştir. İki değişken arasındaki doğrusallık saçılım grafikleri yardımıyla incelenebilir. Her iki değişken de normal dağılım gösterir ve iki değişken arasında doğrusal bir ilişki varsa saçılım grafiği oval bir şekle sahip olur (Tabachnick ve Fidell, 2007). Bağımlı değişkenlerin tüm ikili ilişkilerine ait saçılım grafikleri incelendiğinde grafiklerin oval şekle sahip olduğu ve dolayısıyla doğrusallığı tehdit eden herhangi bir durum olmadığı görülmektedir. Varyans matrislerinin homojenliğinin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek için Levene Testi istatistikleri incelenmiştir. Problem çözme başarısı ve sayı duygusu değişkenleri dışındaki değişkenlerin fark puanlarının $p>0.05$ olduğu için varyans matrislerinin homojenliği şartı sağlanmış olur. Ancak problem çözme başarısı ($p = ,000$) ve sayı duygusu ($p = ,003$) değişkenleri için $p>0.05$ şartı sağlanamadığından bu iki değişken için dönüşüm kullanma yoluna gidilmiştir. Varyans matrislerinin homojenliğinin sağlanmadığı durumlarda logaritmik dönüşüm önerilir (Tabachnick ve Fidell, 2007). Her iki değişkene logaritmik dönüşüm uygulanmış, dönüşüm sonucunda elde edilen verilerle Levene Testi tekrarlanmıştır. Test

sonucunda elde edilen yeni istatistikler, varyans matrislerinin homojenliği varsayımının sağlandığını gösterir. Kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımını test etmek için ise Box's M Testi kullanılmıştır. Bu testte p(sig) değeri 0,05'ten küçük ise varsayım doğrulanamaz, p(sig) değeri 0,05'ten büyük ise varsayım doğrulanır. Yapılan testte p(sig.) değerinin $p=0,052$; $p>0,05$ olduğu için kovaryans matrislerinin homojenliği varsayımının da sağlandığı söylenebilir.

Varsayımların tamamının sağlandığı sonucuna varılınca MANOVA analizine ilişkin istatistikler ve bağımlı değişkenler için ANOVA istatistikleri incelenerek oluşturulan hipotezlere cevap aranmaya çalışılmıştır.

Geçerlik ve Etik

İç geçerlik bağımlı değişken üzerinde meydana gelen etkinin gerçekten bağımsız değişkenden kaynaklı olup olmadığını değerlendiren geçerlik türüdür. Yapılan çalışmanın geçerliğini sağlamak için mutlaka deneklerin özellikleri, denek kaybı, mekân, veri toplama araçlarının etkisi, uygulayıcının özellikleri ve önyargıları, zaman etkisi, olgunluk gibi iç geçerliği tehdit eden unsurlar kontrol altına alınmalıdır (Fraenkel ve Wallen, 2006). Bu çalışmada deney ve kontrol grubunda bulunan deneklerin ön test puan ortalamaları birbirine oldukça yakın olduğundan denek özelliklerinin bu çalışma için bir tehdit oluşturmadığı söylenebilir. Öntest-sontest verileri toplanırken ve deney sırasında deney ve kontrol gruplarında eşit sayıda öğrenci (N=35) bulunmaktadır. Ancak deney grubundan bir öğrencinin kaynaştırma öğrencisi olması ve bu öğrenciye ait verileri analize dâhil etmenin sonuçları yanlış yönde etkileyeceği düşüncesiyle, bu öğrenciye ait veriler analizlere katılmamış, deney grubu (N=34) kontrol grubundan (N=35) bir öğrenci eksik olarak analizler yapılmıştır. Deney grubundaki bir deneye ait verilerin bu şekilde kaybedilmiş olmasının, gruplardaki öğrenci sayılarının kayba rağmen çok yakın olması sebebiyle iç geçerliği tehdit eden bir unsur olarak görülmemiştir. Deney ve kontrol grubunda yapılan uygulama her grubun kendi sınıfında gerçekleştirilmiş, böylelikle mekân faktörünün öğrenciler için bir tehdit oluşturmamasına çalışılmıştır.

Araştırmada oldukça fazla veri toplama aracı kullanıldığından ve bu araçların uygulanması zaman aldığından veriler bir haftalık bir zaman dilimi içinde toplanabilmiştir. Fakat deney ve kontrol gruplarında aynı veri toplama aracı aynı gün içinde kullanılmıştır. Araştırmada kullanılan ders planlarının uygulanması 13 hafta gibi uzun bir zaman dilimi aldığından öğrencilerin veri toplama araçlarından öğrenmeleri ve bu durumun son testleri etkilemesinin mümkün olmadığı düşünülmektedir. Veri toplama araçları ile veriler toplanırken öğrencilerin cevaplarını etkileyecek herhangi bir durum gelişmemiştir. Ayrıca tüm veri toplama araçlarının geçerli ve güvenilir araçlar olduğu bilinmektedir. Dolayısıyla veri toplama araçlarının da bu çalışma için bir tehdit oluşturmadığı söylenebilir.

Uygulayıcı hem deney hem de kontrol grubuna gözlemci olarak okulun başladığı ilk günden itibaren katılmıştır. Böylelikle öğrenciler araştırmacıyı sınıfın bir üyesi olarak görmüşlerdir. Araştırmacının deneklerin hiçbiri ile daha önceden bir bağlantısı bulunmamaktadır. Dolayısıyla araştırmacının deneklerle ilgili araştırmanın iç geçerliğini tehdit edecek herhangi bir yargısı bulunmamaktadır. Hem deney hem kontrol grubundaki öğrenciler aynı yaşadadır. Araştırmanın verilerin toplanması ve uygulama ile birlikte toplam 15 haftayı kapsadığı için olgunluk, bu çalışma için bir tehdit oluşturmamaktadır. Dış geçerlik araştırmada elde edilen sonuçların genellenebilmesi ile ilgilidir (Fraenkel ve Wallen, 2006). Bu araştırmada dış geçerliğin artırılması için kullanılan değişkenler, uygulamalar, çalışma ortamı ve koşulları mümkün olduğunca detaylı bir şekilde anlatılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmanın etik kurallar çerçevesinde yapıldığı Hacettepe Üniversitesi Etik Kurul Komisyonu tarafından değerlendirilmiş ve onaylanmıştır. Ayrıca araştırmanın yürütüleceği okulun bağlı bulunduğu Milli Eğitim Bakanlığı'ndan da gerekli izinler alınmıştır. Araştırmanın birlikte yürütüldüğü öğretmen ve öğrencilere araştırma hakkında bilgi verilmiştir. Ayrıca öğrencilerden veri toplanırken, verdikleri bilgilerin sadece araştırmacının kendisi tarafından bilimsel amaçlı kullanılacağı, isimlerin ve kişisel bilgilerin hiçbir şekilde başka kişi ve kurumlarla paylaşılmayacağı, herhangi bir nedenden ötürü verilerinin kullanılmasını istemeyen öğrencilerin verilerini çalışmadan çekebilecekleri belirtilmiştir.

Bulgular

Deney ve kontrol grubundan elde edilen, bağımlı değişkenlerin öntest ve sontest puanlarına ait ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık, maksimum ve minimum değerleri Tablo 2 ve Tablo 3' de özetlenmiştir. Tablo 2'de görüldüğü gibi deney ve kontrol grubunun uygulamadan önce yapılan öntestlerden elde ettikleri bağımlı değişkenlere ait puan ortalamaları birbirine oldukça yakındır. Birbirine en uzak ortalama değeri MKÖA puanıdır ki bu puan deney grubunda 51,59 kontrol grubunda 55,17 olarak saptanmıştır.

Tablo 2. Deney ve Kontrol Gruplarının Öntest Puanlarına Ait Ortalama, Standart Sapma, Çarpıklık, Basıklık, Maksimum ve Minimum Değerler

Gruplar	Değişkenler	N	Ort.	Standart Sapma	Min.	Max.	Çarpıklık	Basıklık	Ölçekten Alnabilecek Max. Puan
Deney Grubu	Ö-SD	34	2,38	1,43	0	5	0,18	-0,74	17
	Ö-MKÖA	34	51,59	8,53	31	64	-0,39	-0,60	70
	Ö-SDYÖ	34	70,44	10,39	43	91	-0,64	0,25	95
	Ö-GHM	34	15,03	8,53	3	33	0,70	-0,56	46
	Ö-PÇB	34	2,44	1,46	0	5	0,09	-0,88	15
Kontrol Grubu	Ö-SD	35	2,43	1,33	0	5	0,21	-0,76	17
	Ö-MKÖA	35	55,17	8,59	33	70	-0,75	0,44	70
	Ö-SDYÖ	35	71,37	9,74	49	85	-0,72	-0,21	95
	Ö-GHM	35	15,11	8,17	5	32	0,72	-0,54	46
	Ö-PÇB	35	2,22	1,33	0	5	0,26	-0,45	15

Deney ve kontrol gruplarının sontest puanlarına ait ortalama, standart sapma, çarpıklık, basıklık, maksimum ve minimum değerleri içeren Tablo 3, Tablo 2 ile karşılaştırıldığında tüm bağımsız değişkenlerin deney grubuna ait puan ortalamalarında artış olduğu görülebilir. Deney grubunda sayı duyusuna ait puan ortalaması 2,38'den 10,62'ye, matematiğe yönelik özyeterlik puan ortalaması 51,59'dan 60,53'e, sayı duyusuna yönelik özyeterlik puan ortalaması 70,44'ten 82,50'ye, günlük hayattaki matematiği fark edebilme puan ortalaması 15,03'ten 18,47'ye, problem çözme başarısı puan ortalaması ise 2,44'ten 7,50'ye yükselmiştir. Kontrol grubunda ise sayı duyusu, sayı duyusuna yönelik özyeterlik, problem çözme başarısı puan ortalamalarında artış gözlenirken; matematiğe yönelik özyeterlik ve günlük hayattaki matematiği fark edebilme puan ortalamalarında azalma gözlenmiştir.

Tablo 3. Deney ve Kontrol Gruplarının Sontest Puanlarına Ait Ortalama, Standart Sapma, Çarpıklık, Basıklık, Maksimum ve Minimum Değerler

Gruplar	Değişkenler	N	Ort.	Standart Sapma	Min.	Max.	Çarpıklık	Basıklık	Ölçekten Alnabilecek Max. Puan
Deney Grubu	S-SD	34	10,62	3,52	2	17	-0,02	-0,19	17
	S-MKÖA	34	60,53	6,98	44	70	-0,72	-0,07	70
	S-SDYÖ	34	82,50	10,81	61	95	-0,57	-0,74	95
	S-GHM	34	18,47	9,13	5	36	0,47	-0,95	46
	S-PÇB	34	7,50	3,76	1	15	0,09	-0,53	15
	MB	34	3,91	0,96	2	5	-0,46	-0,73	5
Kontrol Grubu	S-SD	35	4,58	1,86	1	8	0,46	-0,18	17
	S-MKÖA	35	54,69	6,98	35	66	-0,89	0,90	70
	S-SDYÖ	35	81,71	8,16	60	95	-0,61	0,18	95
	S-GHM	35	13,74	6,52	3	28	0,64	-0,32	46
	S-PÇB	35	5,91	1,59	4	10	0,79	0,07	15
	MB	35	3,53	1,08	2	5	0,00	-1,23	5

Sürekli değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğunun bir göstergesi olarak kabul edilen çarpıklık katsayısının ± 1 sınırları içinde kalması gerekliliği (Büyüköztürk, 2007) durumu da Tablo 2 ve Tablo 3'ten incelenebilir. Tablolarda çarpıklık katsayılarının tamamının ± 1 sınırları içinde kaldığı, böylece puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği görülebilir.

Tablo 4'te deney ve kontrol gruplarına ait sontest puanlarından öntest puanlarının çıkarılması ile oluşturulmuş fark puanlarıyla ilgili betimsel istatistik değerleri yer almaktadır. Bu değerlerden çarpıklık ve basıklık değerleri incelendiğinde çarpıklık katsayılarının tamamının ± 1 sınırları içinde kaldığı, böylece puanların normal dağılımdan önemli bir sapma göstermediği görülebilir.

Tablo 4. Deney ve Kontrol Gruplarına Ait Fark Puanlarıyla İlgili Betimsel İstatistik Değerleri

Gruplar	Değişkenler	N	Ort.	Standart Sapma	Min.	Max.	Çarpıklık	Basıklık
Deney Grubu	F-SD	34	9,09	2,70	2	15	-0,17	0,66
	F-MKÖA	34	8,69	3,49	2	17	0,36	0,05
	F-SDYÖ	34	13,88	4,98	6	23	0,08	-0,98
	F-GHM	34	3,44	2,85	-3	9	0,00	-0,51
	F-PÇB	34	5,32	3,01	1	11	0,30	-0,95
Kontrol Grubu	F-SD	35	1,97	1,36	-1	5	0,54	-0,18
	F-MKÖA	35	-0,49	6,32	-11	15	0,45	-0,36
	F-SDYÖ	35	5,00	9,29	-13	32	0,51	0,84
	F-GHM	35	-1,37	3,03	-7	4	-0,16	-0,85
	F-PÇB	35	3,31	1,56	0	6	-0,23	-0,74

Anlam Çıkarıcı (Vardamsal) İstatistik

MANOVA varsayımlarının incelenmesinin ardından ("Verilerin Analizi" kısmında detaylandırılmıştır) F-GHM, B, F-MKÖA, F-SDYÖ, L-FPÇB ve L-FSD bağımlı değişkenlerine ait verilerle MANOVA analizi yapılmıştır. Analize ilişkin istatistiklere Tablo 5'de yer verilmiştir.

Tablo 5. MANOVA Analizine İlişkin İstatistikler

Varyansın Kaynağı	Wilks' Lambda	F	Hipotez sd	Hata sd	Anlamlılık Düzeyi	Eta Kare Değeri
GRUP	,217	37,335	6,000	62,000	,000	,783

MANOVA sonuçlarını değerlendirirken Wilks' Lambda testinin anlamlılık (p) değerine bakılır. Eğer p değeri 0,05'ten küçük ise bağımsız değişkenin en az iki grubu arasında bağımlı değişkenlerden en az birisinde anlamlı bir farklılık olduğu sonucuna varılır. Anlamlılık değerinin daha doğru yorumlanabilmesi için alfa anlamlılık değerini bağımlı değişken sayısına bölmek yoluyla Bonferroni düzeltmesi yapılması önerilir (Tabachnick ve Fidell, 2007). Dolayısıyla bu durumda Wilks' Lambda testinin (p) anlamlılık değeri $0,05 / 6 = 0,008$ değeri ile karşılaştırılarak yorumlanacaktır. Tablo 5 incelendiğinde GRUP bağımsız değişkeni için $F(6,62) = 37,33$; $p = 0,00$ olduğu görülür. Bu da deney ve kontrol gruplarına ait bağımlı değişken değerlerinin en az birisinde anlamlı bir farklılık olduğunun göstergesidir. Tabloda belirtilen eta kare değeri ise sayı duyusu temelli öğretimden geçip geçmeme durumunun yarattığı etkinin varyans oranını %78 olarak belirlemektedir. Yapılan deney sonucu oluşan farkın hangi bağımlı değişkenden kaynaklandığının anlaşılması için Tablo 6 incelenmiştir. Bu tabloda bağımlı değişkenler üzerindeki değişimin gözlenebileceği istatistikler mevcuttur.

Tablo 6. Bağımlı Değişkenlerin ANOVA Tablosu

<i>Bağımlı Değişken</i>	<i>sd</i>	<i>F</i>	<i>Anlamlılık Değeri (p)</i>	<i>Eta Kare Değeri</i>
LFSĐ	1	161,75	,000	,707
FMKÖA	1	,040	,842	,001
FSDYÖ	1	2,27	,136	,033
FGHM	1	46,09	,000	,408
LFPÇB	1	8,16	,006	,109
B	1	2,26	,137	,033

L-FSD: Sayı duyusu fark puanının logaritmik dönüşüm yapılmış hali

L-FPÇB: Problem çözme fark puanının logaritmik dönüşüm yapılmış hali

Tablo 6 incelendiğinde yapılan deney sonucunda öğrencilerin sayı duyuları ($F(1,67) = 161,75$; $p = 0,000$), problem çözme başarıları ($F(1,67) = 8,16$; $p = 0,006$) ve günlük hayattaki matematiği fark etmeleri ($F(1,67) = 46,09$; $p = 0,000$) değişkenlerinde anlamlı derecede bir farklılaşma olduğu gözlenmiştir. Tablo 6 verileri Tablo 7 ile birlikte incelendiğinde ise bu farklılaşmanın deney grubu lehinde olduğu fark edilebilir.

Tablo 7. Kontrol Altına Alınmış Ortalama ve Standart Sapma Değerleri

<i>Bağımlı Değişken</i>	<i>Grup</i>	<i>Ortalama</i>	<i>Standart Sapma</i>
LFSĐ	Deney	1,030	,026
	Kontrol	,569	,025
FMKÖA	Deney	4,000	1,217
	Kontrol	4,343	1,199
FSDYÖ	Deney	7,794	1,474
	Kontrol	10,914	1,453
FGHM	Deney	3,441	,505
	Kontrol	1,371	,498
LFPÇB	Deney	,746	,036
	Kontrol	,601	,036
B	Deney	3,912	,175
	Kontrol	3,543	,172

$p < 0,05$ şartı sağlanmadığı için matematiğe yönelik özyeterlik $F(1,67) = 0,040$; $p = 0,842$, sayı duyusuna yönelik özyeterlik $F(1,67) = 2,27$; $p = 0,136$ ve matematik dönem sonu notu $F(1,67) = 2,26$; $p = 0,137$ değişkenlerinde anlamlı bir farklılaşma olmadığı gözlenmiştir.

Bu veriler ışığında sayı duyusu temelli bir öğretim sürecinden geçen ve geçmeyen altıncı sınıf öğrencilerinin sayı duyuları, problem çözme başarıları ve günlük hayattaki matematiği fark etmeleri arasında anlamlı bir fark oluşmuş; matematiğe yönelik özyeterlik, sayı duyusuna yönelik özyeterlik ve matematik dönem sonu notu arasında anlamlı bir fark oluşmamıştır.

Tartışma ve Sonuç

Analiz sonuçları; yapılan sayı duyusu temelli öğretimin öğrencilerin sayı duyuları, matematik özyeterlikleri, sayı duyusuna yönelik özyeterlikleri, günlük hayattaki matematiği fark edebilmeleri, problem çözme başarıları ve matematik başarılarında deney grubu lehine istatistiksel olarak anlamlı bir farklılaşma yarattığını göstermiştir. Bu farklılaşmanın hangi bağımlı değişkenden kaynaklı olduğuna bakıldığında bu değişkenlerin sayı duyusu, günlük hayattaki matematiği fark etme ve problem çözme becerisi olduğu anlaşılmıştır. Yapılan sayı duyusu temelli öğretim, çalışmanın diğer bağımlı değişkenleri olan matematik özyeterliği, sayı duyusuna yönelik özyeterlik ve matematik başarıları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir fark yaratmamıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar her bir bağımlı değişken için ayrı ayrı aşağıda tartışılmıştır.

Yapılan deneyde sayı duygusu temelli bir öğretim sürecinden geçen ve geçmeyen öğrencilerin sayı duyuları arasında anlamlı bir fark oluşup oluşmayacağı sorusuna yanıt aranmıştır. Analiz sonuçlarına göre sayı duygusu temelli bir öğretim sürecinden geçen ve geçmeyen öğrencilerin sayı duyuları arasında deney grubu lehine anlamlı bir fark oluşmuştur. Bu durum alan yazına göre beklenen bir durumdur. Yang (1995), sayı duyusunun durağan değil aksine geliştirilebilir olduğunu ifade etmiştir. Yapılan birçok çalışmada da uygun ortam, uygun öğretim metodu, uygun materyal ve uygun teknolojik donanım sağlandığında sayı duyusunun geliştirilebileceği deneysel olarak ispatlanmıştır (Griffin, 2004; Kaminski, 2002; Markovits ve Sowder, 1994; O'nan, 2003; Whitacre ve Nickerson, 2006; Yang, 2002; Yang ve Tsai, 2010). Yang, Hsu ve Huang (2004) sayı duyusunun gelişimine yönelik olarak yaptıkları çalışmalarında öğrencileri sayıları ve işlemleri keşfetmeye, bu konuda düşünmeye ve tartışmaya teşvik etmenin sayı duyusunun gelişimine katkısının oldukça fazla olduğuna inandıklarını ifade etmişlerdir. Bu düşüncenin paralelinde deney esnasında öğrencilerin gerek grup içi tartışmalar gerekse sınıf içi tartışmalarda olabildiğince rahat bir şekilde sayılarla ilgili düşünme biçimlerini ifade etmeleri sağlanmaya çalışılmıştır.

Deney grubundaki öğrencilerin sayı duyularının gelişimindeki bir etken de özellikle *sayı ve işlem bilgisini hesaplama durumlarına uygulamadaki esneklik* bileşeninin içeriğindeki *tahmin ve zihinden işlem yapma* becerisinde ve *kıyaslama (referans noktası kullanma)* bileşeni üzerinde ayrıntılı olarak çalışmış olmaları olabilir. Bu çalışmada öğrencilerin olabildiğince bu becerilerle ilgili tecrübe yaşamalarına olanak sağlanmıştır. İlgili literatürde de tahmin becerisindeki yetersizliklerin temel sebebi olarak öğrencilerin tahminle ilgili yeterince çalışmamış olmaları (Sowder ve Wheeler, 1989; Tsao ve Pan, 2010) ve öğrencilerin gerek sonuca ulaşmak ve gerekse sonucun anlamlılığını test etmek için tahmin becerisini kullanmak konusunda motive edilmedikleri (Bestgen, Reys, Rybolt ve Wyatt, 1980) söylenmektedir. Ayrıca deneyin başlangıç dönemlerinde deney grubu öğrencilerinden zihinden işlem yapmaları istendiğinde birçoğu gözlerini kapayarak zihinlerini defter gibi kullanmışlar, defterlerinde uyguladıkları algoritmaları zihinlerinde canlandırmaya çalışmışlardır. Deneyin ilerleyen dönemlerinde ise farklı stratejiler kullanarak zihinden işlem yapmayı içselleştirmişlerdir.

Baroody ve Coslick (1998), insanlarda sayı duygusu gelişiminin sayılarla ilgili yaşadıkları anlamlı tecrübelerle bağlı olduğunu ifade etmişlerdir. Yapılan uygulamada deney grubunda mümkün olduğunca sayı, sayı türleri, sayıların hangi miktarlara karşılık geldiği, sayıların ne ifade ettiği, sayıların günlük hayattaki kullanım yerleri gibi konular üzerinde durulmuştur. Yapılan bu etkinliklerde sayı duygusu bileşenlerinden *sayıların anlamlarını anlama* bileşeninin gelişimi hedeflenmiştir. Öğrencilerden kullandıkları sayıları günlük hayatlarıyla bağdaştırmaları istenmiştir. Öğrenciler böylelikle günlük hayatlarında karşılaştıkları sayılarla matematik kitaplarında karşılaştıkları sayıları ilişkilendirebilmişlerdir. Bu uygulamanın da sayı duyusunun gelişiminde etkili olduğu düşünülmektedir.

Öğrenciler okulda öğrendikleri konuları günlük hayatta kullanmaları gereken matematikle ilişkilendirememektedirler. Bu durum, matematiksel kavramların kavramsal olarak öğretilmesinde yetersiz kalınması ve bu yüzden kavramların sınıf içinden günlük hayata taşınamaması ile açıklanabilir (Erturan, 2007). Sayı ve işlemler belki de öğrencilerin günlük hayatlarında en çok kullandıkları matematiksel kavramlardır. Ancak bu kavramlar kavramsal olarak öğrenilmediği, sadece kurallara bağlı kalındığı, esnek bir biçimde düşünülmediği sürece öğrencilerin bu kavramları da günlük hayata transfer etmeleri ve bu kavramları günlük hayatlarında etkili bir biçimde kullanmaları zorlaşmaktadır.

Bu çalışmada kullanılan etkinliklerde mümkün olduğu kadar öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaşılabilecekleri durumlardan yola çıkılmıştır. Etkinliklerde genel olarak okul, alışveriş, gezi, tiyatro, kermes gibi öğrencilerin vakit geçirdikleri veya ilgilendikleri yer ve durumlar kullanılmıştır. Etkinliklerde günlük hayatta kullandıkları sayı ve işlemleri anlamlandırmaları, onlarla esnek bir biçimde ve farklı yollarla ilgilenmeleri beklenmiştir. Birçok etkinlikte günlük hayatta sıklıkla kullanmaları gereken sayılar, işlemler, işlemlerin sayılar üzerindeki etkileri, işlemler arasındaki ilişkiler, zihinden işlem yapma, miktara yönelik tahmin, işlem sonucuna yönelik tahmin vs. üzerinde çalışılmıştır. Uygulama sonucunda sayı duygusu temelli bir öğretim sürecinin, bu süreçten geçen ve

geçmeyen öğrencilerin günlük hayattaki matematiği fark edebilmeleri arasında anlamlı bir fark yarattığı görülmüştür.

Alanyazında günlük hayat ile matematik konuları arasında kurulan bağın sayı duyusunun gelişimine katkıda bulunduğu sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur. Birçok araştırmacı sayı duyusunun gelişiminin temelinde bireyin yaşadığı tecrübelerin büyük rol oynadığı, bu tecrübelerin de en iyi günlük hayat içerisinde yaşanabileceği üzerine kuramsal çalışmalar yapmışlardır (Anghileri, 2000; Martinie ve Coates, 2007; Treffers, 1991). Bu çalışmada ise sayı duyusuna yönelik etkinliklerin uygulanmasının öğrencilerin günlük hayattaki matematiği fark edebilmelerine katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Öğrenciler günlük hayatlarında en çok kullandıkları matematiksel kavramlar olan sayılara ve işlemlere yönelik bilgilerini günlük hayatla daha rahat ilişkilendirmişlerdir. Bu durum da öğrencilerin günlük hayattaki matematiği fark etmelerine katkı sağlamış olabilir.

Araştırmanın sonunda sayı duyusu temelli öğretim sürecinin, bu süreçten geçen ve geçmeyen öğrencilerin problem çözme başarıları arasında anlamlı bir fark yarattığı görülmüştür. Öğrencilerin problem çözerken ihtiyaç duydukları bazı strateji ve bu stratejileri işleme dökerken kullandıkları bazı kuralların sayı duyusu ile ilişkisi düşünülürse bu sonuç oldukça anlamlıdır. Örneğin, kullanılan sayı duyusu bileşenlerinde *“sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme, sayı büyüklükleri, işlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama”* gibi bileşenler yapılan işlemlerde kolaylık sağladığı gibi işlemin anlamlılığının ve doğruluğunun test edilmesinde de etkilidir. Buna ek olarak problem çözmeye esnek düşünmeyi sağlayacak referans noktası kullanma ve tahmin gibi sayı duyusu bileşenleri de öğrencilerin problem çözme başarısını arttırmış olabilir. Ayrıca yine sayı duyusu bileşenlerinden biri olan ve ulaşılan sonucun anlamlılığını test etmeyi içeren *sayı ve işlem bilgisini hesaplama durumlarına uygulamadaki esneklik* bileşeni de öğrencileri buldukları sonuçların anlamlılığını test etmeye yönelterek problem çözme başarılarını arttırmış olabilir. Çalışmada ulaşılan sonuç bu konudaki alanyazınla da paralellik göstermektedir. Alanyazında özellikle küçük yaş grubu öğrencilerin problem çözme sürecinden geçerken kullandıkları sezgilerin önemi vurgulanmış (Carpenter, 1986), ayrıca sayı duyusu ile problem çözme başarısı arasındaki kuvvetli ilişkiyi gösteren çalışmalara da yer verilmiştir (Işık ve Kar, 2011; Louange ve Bana, 2010).

Sayı duyusu temelli öğretim süreci, bu süreçten geçen ve geçmeyen öğrencilerin matematik özyeterlikleri arasında anlamlı bir fark yaratmamıştır. Deney grubunda matematiğe yönelik özyeterlik puan ortalaması deneyden önce 51,59 iken, deneyden sonra bu ortalama 60,63 olarak saptanmıştır. Kontrol grubunda ise deneyden önce matematiğe yönelik özyeterlik puan ortalaması 55,17 iken deneyden sonra bu ortalama 54,69 olarak ölçülmüştür. Ölçekten alınabilecek en yüksek puanın 70 olduğu düşünülürse hem deney hem de kontrol grubundaki öğrencilerin deneyden önce de yüksek sayılabilecek bir özyeterliğe sahip oldukları söylenebilir. Şengül ve Gülbağcı Dede'nin (2013b) yedinci ve sekizinci sınıf öğrencilerinin matematik özyeterliklerinin sayı duyuları ile ilişkisini inceleyen çalışmasında da öğrencilerin matematik özyeterliği ile sayı duyuları arasında orta düzeyde bir ilişki gözlenmiş ve bu araştırmanın sonuçları ile paralel olarak öğrencilerin matematik özyeterliklerinin oldukça yüksek olduğu ifade edilmiştir. Bu durumda zaten yüksek olan bir özyeterlik puanını daha da yükseltmek oldukça zordur. Ayrıca tutum, özyeterlik gibi inanca dayalı kavramlardaki değişimin uzun zaman dilimlerini kapsadığı düşünülürse uygulama sürecinin özyeterlik inancını arttırmak için yeterli gelmemiş olabileceği söylenebilir.

Bandura (1997), başarılı deneyimlere sahip olan kişilerin özyeterlik inançlarının daha yüksek olacağını ifade etmiştir. Deney grubundaki öğrenciler yanlış cevap vermekten korkmaksızın düşüncelerini rahatça, kurallara bağlı kalmadan, esnek bir biçimde anlatabilmişlerdir. Böylelikle özyeterlik kaynaklarından biri olan kişisel deneyim konusunda olumlu yaşantılardan geçmişler, kendilerini daha başarılı hissetmişlerdir. Öğrencilere sunulan bu şekildeki bir öğretim ortamının sürdürülmesi uzun vadede öğrencilerin matematiğe yönelik özyeterlikleri üzerinde olumlu etkiler yaratacaktır.

Sayı duyusu temelli öğretim süreci, bu süreçten geçen ve geçmeyen öğrencilerin sayı duyusuna yönelik özyeterlikleri arasında anlamlı bir fark yaratmamıştır. Bilindiği gibi bireylerin herhangi bir konu ile ilgili inançlarının değişimi oldukça zaman alır. Bireyler öncelikle konu ile ilgili bilgiler ve tecrübeler edinmeli, o konu ile ilgili önyargularından kurtulmalı, bunlara bağlı olarak yeni inançlar geliştirmeli ve bu inançları içselleştirmelidirler (Bandura, 1997). Sayı duyusuna yönelik özyeterlik kavramının da özyeterlik kavramı gibi inançlara dayalı bir kavram olduğu için değişiminin oldukça zaman alacağı söylenebilir. Ayrıca öğrencilerin sayılarla ilgili düşünme biçimleri yerine kurallarla ulaşılan sonuçlara değer verildiği bir öğretim sisteminden geçmiş olmaları onların inanç sistemlerindeki değişimi zorlaştırmaktadır. Her ne kadar uygulama sırasında öğrencilerin sayılarla ilgili özyeterliklerine ilişkin düşüncelerindeki değişimi yansıtan bazı davranışlar gözlenirse de sonuçlar bu düşüncelerin içselleştirilemediğini, dolayısıyla istatistiksel sonuçlara yansımadığını göstermektedir.

Sayı duyusu temelli öğretim süreci, bu süreçten geçen ve geçmeyen öğrencilerin matematik başarıları arasında anlamlı bir fark yaratmamıştır. Oysaki alanyazında sayı duyusu ile matematik başarıları arasında anlamlı bir ilişki olduğunu gösteren çalışmalar mevcuttur (Harç, 2010; Jordan vd., 2007; Jordan, Glutting ve Ramineni, 2010; Mohamed ve Johnny, 2010; Yang vd., 2008). Çalışmanın bu sonucu yapılan diğer çalışmalarla örtüşmemektedir.

Bilindiği gibi sayı duyusu bir bilgi birikiminden ziyade bir beceridir. Bir becerinin davranışlara yansıtılması oldukça zordur ve zaman gerektirir. Dolayısıyla bu çalışmada da sayı duyusu ile ilgili edinilen beceriler matematik sınav kağıtlarına yansıtılmamıştır. Ayrıca öğrencilerin matematik başarılarını belirleyen karne notları sadece uygulamanın yapıldığı sayılar ve işlemler öğrenme alanına ait konuları kapsamamaktadır. Karne notları matematik dersinde işlenen tüm konuları kapsayan sınav sonuçları, proje ödevleri ve davranış notları ile oluşturulmaktadır. Sayı duyusu kavramının öğrenciler için çok yeni bir kavram olması sebebiyle bu kavrama ait beceriler diğer sınavlarda sorumlu oldukları diğer konulara transfer edilememiş olabilir.

Bu çalışma sadece sayılar ve işlemler öğrenme alanı ile sınırlı kalınarak yapılmıştır. Deney grubunda uygulanan sayı duyusu etkinliklerinin geometri, ölçme, cebir gibi alanlarla da ilişkilendirilerek sürece yayılmasının öğrencilerin genel matematik başarısını arttırabileceği düşünülmektedir.

Öneriler

Bu çalışma sayı duyusunun gelişimine yönelik etkili bir öğretimle öğrencilerin sayı duyularının rahatlıkla gelişebildiğini göstermiştir. Bu gelişim açısından gerekli olan noktalar birkaç bileşenle açıklanabilir. Öncelikle öğretim programı sayı duyusunun gelişimini sağlayacak şekilde olmalıdır. Her ne kadar öğretim programlarında sayı duyusunun bileşenlerinden olan zihinden işlem, tahmin etme gibi bazı beceriler yer alsın da sayı duyusunun tüm bileşenleri ile bir bütün olarak yer alması sayı duyusunun gelişimi açısından faydalı olacaktır. Sayı duyusunun gelişimi için elbette sadece programda yer almasını sağlamak yeterli değildir. Öğretmenlerin de sayı duyusu kavramı konusunda bilgilendirilmeleri ve eğitilmeleri sağlanabilir. Sayı duyusu konusunda biraz bilgilendirilmeye başlanan çoğu öğretmen, programın gereği olarak derslerde öğrencilere tahmin ve zihinden işlem yaptırıldıklarını ve dolayısıyla sayı duyusunun gelişimine katkı sağladıklarını ifade edebilir. Ancak sayı duyusu gelişiminde öğrencilerden beklenen onlardan istenildiği zaman sayı duyularını göstermeleri değil, bu kavramı içselleştirerek kendileri için gerekli olduğuna inandıkları anda kullanmalarıdır. Dolayısıyla öğretmenlerin sayı duyusunun gelişimine olanak sağlayacak bir sınıf kültürü yaratmaları faydalı olabilir. Bu sınıf ortamında öğrenciler kendi çözüm yollarını seçebilmeli, sayı ve işlemlerle ilgili algoritmalara tabi tutulmamalı, gerektiğinde kâğıt-kalem kullanmaksızın tahmin, referans noktası kullanımı, esnek hesap becerileri gibi bileşenleri kullanabilmeli, işlemlerin sayılar üzerindeki etkilerini keşfetmelerine olanak verilmeli, günlük hayatta tecrübe edecekleri olası durumları içeren sayı duyusu etkinlikleri ile ilgilenmeli, ulaştıkları bir işlem veya problem sonucunu test edebilmelidirler. Henüz öğretmenlik mesleğine adım atmamış öğretmen adayları için de sayı duyusu kavramı çok önemlidir. Geleceğin öğretmenleri olan öğretmen adayları da lisans programları boyunca aldıkları derslerde sayı

duyusu kavramı ile tanıştırlabilirler. Bu kavram, hem metot derslerinin içeriğine entegre edilebilir, hem de seçmeli bir ders olarak öğretim programlarına eklenebilir.

Ülkemizde öğretmenlerin, öğretmen adaylarının ve hatta veli ve öğrencilerin sayı duyusu hakkında bilgi sahibi olabilmeleri için yeterli kaynak bulunmamaktadır. Sayı duyusu hakkında bilgiler içeren, sayı duyusunun gelişimi konusunda yol gösteren, farklı sayı duyusu etkinlikleri-oyunları içeren kaynaklara ihtiyaç vardır. Konu alanı uzmanlarının bu tür kaynakların oluşturulması ile ilgili çalışması, sayı duyusu konusundaki farkındalığı arttırması ve sayı duyusunun gelişimine katkı sağlaması açısından etkili olabilir. Ayrıca mevcut matematik dersi kitaplarının sayı duyusu bakımından incelenmesi ve değerlendirilmesi de araştırmacılar için bir öneri olarak sunulabilir. Böylelikle kitapların revizyonuna katkı sağlanıp, yeni yazılacak kitaplar için sayı duyusunun gelişimini destekleyecek kriterler oluşturulabilir.

Sayı duyusu kavramı çok erken yaşlarda geliştirilmeye başlanması gereken bir beceridir. Birçok ülkede de sayı duyusu çalışmalarının okul öncesi ve ilkokul dönemlerinden başladığı görülür (Baroody, Eiland ve Thompson, 2009; Jordan vd., 2010; Locuniak ve Jordan, 2008) Sayı duyusunun gelişimine yönelik olarak yapılan çalışmalar ülkemizde de farklı sınıf seviyelerinde genişletilebilir. Özellikle sayılarla ilgili anlamlandırmanın başladığı erken çocukluk ve ilkokul düzeylerinde çalışmalar yapılabilir.

Öğrencilerin sayı duyularını belirlemek için yapılan kâğıt-kalem testleri onların sayı duyularının ölçüme dayalı bir karşılığını vermektedir. Oysaki öğrencilerin sayı duyuları nitel bir çalışma ile araştırıldığında, öğrencilerin sayı duyusu kullanıp kullanmadıkları, sayı duyularını nasıl kullandıkları, hangi sayı duyusu bileşenini nasıl kullandıkları hakkında daha detaylı bilgiye sahip olunabilir. Bu anlamda öğrencilerin sayı duyuları görüşme yoluyla ayrıntılı olarak incelenebilir.

Bu çalışma matematik dersi öğretim programındaki sayılar ve işlemler öğrenme alanı ile sınırlandırılmıştır. Sayı duyusu etkinliklerinin hazırlanıp uygulandığı benzer çalışmalar cebir, ölçme, geometri gibi farklı öğrenme alanları için de hazırlanıp sayı duyusu etkinliklerinin bu alanlara nasıl bir katkı sağlayacağı araştırılabilir.

Kaynakça

- Alkaş Ulusoy, Ç. ve Şahiner, Y. (2017). Sayı duyusuna yönelik özyeterlik ölçeğinin geliştirilmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 25(1), 17-32.
- Anghileri, J. (2000). *Teaching number sense*. London: Cromwell Press.
- Aunio, P., Ee, J., Lim, S. E. A., Hautamaki, J. ve Van Luit, J. E. H. (2004). Young children's number sense in Finland, Hong Kong and Singapore. *International Journal of Early Years Education*, 12(3), 195-216.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: W. H. Freeman & Company.
- Baroody, A. J. ve Coslick, R. T. (1998). *Fostering children's mathematical power: An investigative approach to K-8 mathematics instruction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baroody, A. J., Eiland, M. ve Thompson, B. (2009) Fostering at-risk preschoolers' number sense, *Early Education and Development*, 20(1), 80-128.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: Implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities*, 38(4), 333-339.
- Bestgen, B. J., Reys, R. E., Rybolt, J. F. ve Wyatt, J. W. (1980). Effectiveness of systematic instruction on attitudes and computational estimation skills of preservice elementary teachers. *Journal for Research in Mathematics Education*, 11(2), 124-136.
- Boaler, J. (1994). When do girls prefer football to fashion? An analysis of female in underachievement in relation. *British Educational Research Journal*, 20(5), 551-564.
- Bresser, R., ve Holtzman, C. (1999). *Developing number sense, grades 3-6*. Sausalito, CA: Math Solutions.
- Büyüköztürk, Ş. (2007). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı. İstatistik, araştırma deseni, SPSS uygulamaları ve yorum*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Carpenter, T. P. (1986). Conceptual knowledge as a foundation for procedural knowledge: Implications from research on the initial learning of arithmetic. J. Hiebert (Ed.), *Conceptual procedural knowledge: The case of mathematics* içinde (s. 113-132). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Carpenter, T. P., Lindquist, M. M., Matthews, W. ve Silver, E. A. (1983). Results of the third NAEP mathematics assessment: Secondary school. *Mathematics Teacher*, 76(9), 652-659.
- Case, R. (1998, Nisan). *A psychological model of number sense and its development*. Annual meeting of the American Educational Research Association sunulmuş sözlü bildiri, San Diego, CA.
- Chen, F., Yan, Y. ve Xin, T. (2016). Developing a learning progression for number sense based on the rule space model in China. *Educational Psychology*, 37(2), 128-144. doi:10.1080/01443410.2016.1239817
- Dehaene, S. (1997). *The number sense: How the mind creates mathematics*. New York: Oxford University Press.
- Diezmann, C. M., & English, L. D. (2001) Developing young children's multi-digit number sense. *Roeper Review*, 24(1), 11-13.
- Erturan, D. (2007). *Yedinci sınıf öğrencilerinin sınıf içindeki matematik başarıları ile günlük hayatta matematiği fark edebilmeleri arasındaki ilişki* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Fraenkel, J. R. ve Wallen, N. E. (2006). *How to design and evaluate research in education*. Boston: McGraw-Hill.
- Greeno, J. G. (1991). Number sense as situated knowing in a conceptual domain source. *Journal for Research in Mathematics Education*, 22(3), 170-218.
- Griffin, S. (2004). Building number sense with number worlds: A mathematics program for young children. *Early Childhood Research Quarterly*, 19(1), 173-180.
- Gurganus, S. (2004). Promote number sense. *Intervention In School and Clinic*, 40(1), 55-58.

- Hackett, G. ve Betz, N. E. (1989). An exploration of the mathematics self-efficacy/mathematics performance correspondance. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(3), 261-273.
- Harç, S. (2010). 6. sınıf öğrencilerinin sayı duygusu kavramı açısından mevcut durumlarının analizi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Hope, J. (1989). Promoting number sense in school. *Arithmetic Teacher*, 36(6), 12-16.
- Hope, J. ve Small, M. (1994). *Number sense in interactions: Program information*. Toronto, Ontario: Ginn Publishing Canada Inc.
- Howden, H. (1989). Teaching number sense. *Arithmetic Teacher*, 36(6), 6-11.
- Huang, J. W. ve Yang, D. C. (2018). Methods used by fourth graders when responding to number sense-related questions. *American Journal of Education and Learning*, 3(1), 1-13.
- 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.
- Jordan, N. C., Glutting, J. ve Ramineni, C. (2010). The importance of number sense to mathematics achievement in first and third grades. *Learning and Individual Differences*, 20(2), 82-88.
- 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.
- Kaminski, E. (2002). Promoting mathematical understanding: Number sense in action. *Mathematics Education Research Journal*, 14(2), 133-149.
- Kayhan Altay, M. ve Umay, A. (2013). The development of number sense scale towards middle grade students. *Education and Science*, 38(167), 241-255.
- Lesh, R., Post, T. ve Behr, M. (1998). Proportional reasoning. J. Hiebert ve M. Behr (Ed.), *Number concepts and operations in the middle grades* içinde (s. 93-118). Reston, VA: Lawrence Erlbaum & National Council of Teachers of Mathematics.
- 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.
- Louange, J., ve Bana, J. (2010). The relationship between the number sense and problem solving abilities of year 7 students. L. Sparrow, B. Kissane ve C. Hurst (Ed.), *Shaping the future of mathematics education: 33rd conference of the mathematics education research group of Australasia bildiriler kitabı* içinde (s. 360-366). Fremantle, Australia: Mathematics Education Research Group of Australasia.
- Markovits, Z. ve Pang, J. (2007). The ability of sixth grade students in Korea and Israel to cope with number sense tasks. J. H. Woo, H. C. Lew, K. S. Park ve D. Y. Seo (Ed.), *31st conference of the international group for the psychology of mathematics education (PME 31) bildiriler kitabı* içinde (s. 241-248). Seoul, South Korea.
- 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.
- Martinie, S. ve Coates, G. D. (2007). A push for number sense makes good sense. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 13(2), 88-91.
- 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), 2-9.
- Menon, R. (2004). Elementary school children's number sense. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/ramamenon.pdf> adresinden erişildi.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2013). *Ortaokul matematik dersi (5, 6, 7 ve 8. sınıflar) öğretim programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Mohamed, M. ve Johnny, J. (2010). Investigating number sense among students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 8, 317-324.

- Mousley, J. (2004). An aspect of mathematical understanding: The notion of “connected knowing”. M. J. Hoines ve A. B. Fuglestad (Ed.), *28th conference of the international group for the psychology of mathematics education (PME 28) bildiriler kitabı* içinde (s. 377-384). Bergen, Norway.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and standards for school mathematics*. Reston, VA: NCTM Publications.
- O’nan, M. (2003). *Daily number talks and the development of computational strategies in fourth graders* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Johnson University, ABD.
- Ontario Ministry of Education. (2006a). *Number sense and numeration, grades 4-6, multiplication*. http://eworkshop.on.ca/edu/resources/guides/NSN_vol_3_Multiplication.pdf adresinden erişildi.
- Ontario Ministry of Education. (2006b). *Number sense and numeration, grades 4-6, fractions*. http://eworkshop.on.ca/edu/resources/guides/NSN_vol_5_Fractions.pdf adresinden erişildi.
- Ontario Ministry of Education. (2006c). *Number sense and numeration, grades 4-6, decimal numbers*. http://eworkshop.on.ca/edu/resources/guides/NSN_vol_6_Decimal_Numbers.pdf adresinden erişildi.
- Pike, C. D. ve Forrester, M. A. (1997). The influence of number-sense on children's ability to estimate measures. *Educational Psychology*, 17(4), 483-500.
- Pilmer, C. D. (2008). *Number sense*. Canada: NSSAL.
- Reys, B. J. (1994). Promoting number sense in middle grades. *Teaching Mathematics in the Middle School*, 1(2), 114-120.
- Reys, B. J., Barger, R., Dougherty, B., Lemdke, L., Parnas, A., Sturdevant, R. ... Weber, M. (1991). *Developing number sense in the middle grades*. Reston, VA: National Council of Teachers of Mathematics.
- Reys, B. J., Kim, O. K. ve Bay, J. M. (1999). Establishing fraction benchmarks. *Mathematics Teaching in the Middle School*, 4(8), 530-532.
- 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.
- 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.
- Sertöz, S. (2002). *Matematiğin aydınlık dünyası*. Ankara: TÜBİTAK Yayınları.
- Singh, P. (2009). An assessment of number sense among secondary school students. *International Journal for Mathematics Teaching and Learning*. <http://www.cimt.plymouth.ac.uk/journal/singh.pdf> adresinden erişildi.
- Sowder, J. ve Wheeler, M. (1989). The development of concepts and strategies used in computational estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(2), 130-146.
- Sowder, J. T. (1992). Estimation and number sense. D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* içinde (s. 371-389). New York: Macmillan.
- Stevens, J. (2002). *Applied multivariate statistics for the social sciences*. USA: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Şengül, S. ve Gülbağcı Dede, H. (2013a). An investigation of classification of number sense components. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(8), 645-645.
- Şengül, S. ve Gülbağcı Dede, H. (2013b). 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin sayı hissi ile matematik öz yeterlikleri arasındaki ilişkinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(4), 1049-1060.
- Tabachnick, B. G. ve Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. USA: Pearson.

- Treffers, A. (1991). Meeting innumeracy at primary school. *Educational Studies in Mathematics*, 26(1), 333-352.
- Tsao, Y. L. (2004a). Effects of a problem-solving-based mathematics course on number sense of preservice teachers. *Journal Of College Teaching And Learning*, 1(2), 33-50.
- Tsao, Y. L. (2004b). 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. (2005). The number sense of preservice elementary school teachers. *College Student Journal*, 39(4), 647-679.
- Tsao, Y. L. ve Pan, T. R. (2010). The study of the computational estimation performance and computational estimation strategy. *New Wave-Educational Research & Development*, 13(1), 12-42.
- Umay, A. (2001). İlköğretim matematik öğretmenliği programının matematiğe karşı özyeterlik algısına etkisi. *Journal of Qafqaz University*, 8(1), 1-8.
- Van de Walle, J. A., Karp, K. ve Bay-Williams, J. M. (2010). *Elementary and middle school mathematics: Teaching developmentally*. Boston: Allyn & Bacon.
- Veloo, P. K. (2010). *The development of number sense and mental computation proficiencies: An intervention study with secondary one students in Brunei Darussalam* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Otago, Dunedin, New Zealand.
- Verschaffel, L., Greer, B. ve De Corte, E. (2007). Whole number concepts and operations. F. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* içinde (s. 557- 628). Charlotte, NC: Information Age Publishing.
- Whitacre, I. ve Nickerson, S. D. (2006). Pedagogy that makes (number) sense: A classroom teaching experiment around mental math. *PME-NA Proceedings*, 2, 736-743.
- Yaman, H. (2015). The mathematics education I and II courses' effect on teacher candidates' development of number sense. *Educational Sciences: Theory and Practice*, 15(4), 1119-1135.
- Yang, D. C. (1995). *Number sense performance and strategies possessed by sixth and eighth grade students in Taiwan* (Yayımlanmamış doktora tezi). University of Missouri, Columbia.
- 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. (2003). Developing number sense through realistic settings. *APMC*, 8(3), 12-17.
- Yang, D. C. (2005). Developing number sense through mathematical diary writing. *APMC*, 10(4), 9-14.
- Yang, D. C. (2006). Developing number sense through real-life situations in school. *Teaching Children Mathematics*, 13(2), 104-110.
- 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 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., 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, 407-430.
- 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(4), 789-807.
- Yang, D. C., Reys, R. E. ve Reys, B. J. (2009). Number sense strategies used by preservice teachers in Taiwan. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(2), 383-403.

Ek 1. Sayı Duyusunun Gelişimine İlişkin Uygulama Örnekleri***Sayıların anlamlarını anlama bileşenine ilişkin örnek uygulama:***

Öğretmen aşağıdaki senaryo ile derse başlar:

“Yüzyıllar önce, insanlar henüz sayıları kullanmaz, sayı saymayı bilmez iken bir çoban bir sorunla karşılaşır. Koyunlarını otlatmak için ağıldan çıkararak çoban onları otlatıp geri getirdikten sonra hiçbir koyunun kaybolmadığına emin olmak ister. Ama bunu nasıl yapacağına bir türlü karar veremez. Düşünür, düşünür, düşünür...”

Öğrenciler bu metni okuduktan sonra grup olarak düşünüp çobana bir öneri mektubu yazarlar. Daha sonra grup sözcüleri mektupları okur ve önerilerle ilgili bir tartışma yapılır. Bu tartışmanın içeriğinde bir çokluğun nasıl ifade edilebileceği, sayı kavramı, sayıların kullanıldığı yerler, sayıların önemi, sayıların anlamı, birebir eşleme gibi kavramlara yer verilir. Yine aynı ders planında sayıların anlamlarının anlaşılmasına yönelik olarak öğretmen her sıraya bir tane üzerinde aşağıdaki metin yazan bir kağıt dağıtır ve öğrencilerden metindeki boşlukları üstte karışık olarak verilen sayılarla tamamlamalarını ister. Ayrıca boşlukları doldururken boşluğa koyulan sayının verilen cümle içinde anlamlı olup olmadığını sıra arkadaşları ile tartışmalarını söyler.

“Didem’in okuldan çıkınca eve varabilmesi için metre yürümesi gerekiyor. Yolda giderken yan yana duran apartmanın önünden geçiyor. Bu apartmanlardan 10 katlı olanın yüksekliğini merak ediyor ve olsa olsa metredir, diye tahminde bulunuyor. Didem yürürken çantasının bugün çok hafif olduğunu fark ediyor. Çantasında en fazla kg lık yük olduğunu düşünüyor. Acaba defterlerimi okulda mı unuttum? diye düşünen Didem okula geri dönüyor.”
(Kullanılacak sayılar: 2, 50, 500, 6)

Burada öğrenciler çoklukların hangi sayısal değerlere karşılık gelebileceği hakkında akıl yürütürler. Sürekli simgesel olarak gördükleri 2, 50, 500 gibi sayıların günlük hayatta kullandıkları hangi büyüklüğün ifadesi olabileceğini tartışır. Öğrenciler bu etkinlikte aynı zamanda tahmin becerisinden de yararlanırlar.

Sayıları ayırıştırma ve yeniden birleştirme bileşenine ilişkin örnek uygulama:

Öğrencilere 240x120 metre ölçüsünde bir bahçenin miras için 200x120 metre ve 40x120 metre şeklinde paylaşılmasının söz konusu olduğu bir durum sunulur. Öğrencilerden bu iki parça bahçenin başlangıçtaki bahçenin tamamına eşit olup olmadığını sorgulamaları istenir. Öğrenciler gruplar halinde bir süre çalıştıktan sonra 23x15=? gibi bir işlemi yapmak için;

23=20+3, 23x15=(20x15)+(3x15) şeklinde bir yol izlenebileceği sonucuna ulaşılır. Birkaç farklı örnek üzerinde tartışma devam ettirilir ve “sayıları ayırıştırıp yeniden birleştirerek işlem kolaylığı sağlanabileceği ve bu sayede işlemlerin zihinden de kolayca yapılabileceği” vurgulanarak tartışma sonlandırılır.

Sayı büyüklükleri bileşenine ilişkin örnek uygulama:

Öğrenciler üçlü gruplara ayrılır. Öncelikle aşağıdaki soru üzerinde tartışır:

“Aylin, defterine bir sayı doğrusu çizer. Sayı doğrusu üzerinde iki bölü beş ile üç bölü beş kesirlerinin yerlerini işaretler. Burak, Aylin'den bu iki kesir arasına başka bir kesir yazmasını ister. Aylin ise bunun mümkün olmadığını, bu kesirler arasında başka kesir bulunmadığını söyler. Sizce Aylin haklı mıdır? Cevabınızı sayı doğrusu üzerinde savununuz. “

Gruplar kendi içlerinde yeterince çalıştıktan sonra bir sınıf tartışması yapılır. Bu tartışmada verilen kesirlerin büyüklükleri hakkında konuşulur. İki bölü beş ve üç bölü beş kesirlerinden daha büyük ve daha küçük kesirler söyleyip söyleyemeyecekleri sorgulanır. Bu sorgulamada çizimlerden faydalanılır. Sınıf tartışmasında verilen durumla ilgili bir sonuca varıldıktan sonra öğretmen her bir gruba aynı uzunlukta ip (öğrencilere ipin bir ucunun 0 diğer ucunun 10 birime denk geldiği hatırlatılır), üzerinde farklı kesirler ve doğal sayılar olan kartlar ve yapıştırıcı hamurlar verir. Öğrencilerden ellerindeki ipi bir sayı doğrusu olarak düşünerek kesirleri bu ipe yerlerine dikkat ederek

yerleştirmelerini ister. Tüm gruplar yerleştirme işlemini bitirdikten sonra ipler tahtaya asılır ve sınıfça kesirlerin ip üzerine (sayı doğrusuna) nasıl yerleştiği konusunda tartışılır. Yine sayı büyüklükleri bileşenini geliştirmeye yönelik bir etkinlikte öğrenciler dörderli gruplara ayrılırlar. Her bir gruba birer tane mezura verilir. Öğretmen üzerinde çalışacakları soruyu açıklar. "Boyunuz 10 cm olsaydı, eşyalarınızın size uygun olması için kaç cm olması gerekirdi?" Öğretmen bunun için içlerinden birinin boyundan yola çıkabileceklerini, eşya olarak da sıra, kapı, çanta, ayakkabı gibi nesnelere seçebileceklerini söyler. Ölçümler ve işlemler bittikten sonra her grup kendi seçtiği nesne, bu nesnenin 10 cm lik bir insana uygun olması için sahip olması gereken uzunluk ve bu uzunluğun nasıl bulunduğu üzerinde konuşur. Böylelikle öğrenciler bir taraftan oran-orantı kavramlarıyla ilgilenirken bir taraftan da sayı büyüklükleri ile ilgili çalışmış olurlar.

Kıyaslama (referans noktası kullanma) bileşenine ilişkin örnek uygulama:

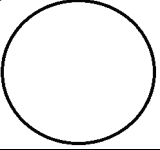
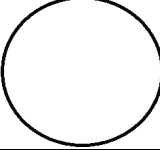


Öğretmen aşağıdaki işlemleri her bir işlem 20 saniye gözükecek şekilde tahtaya yansıtır. Öğrencilerden istenen bu işlemlerin sonuçlarının 1'den (burada referans noktası olarak 1 sayısı seçilmiştir) büyük olup olmadığını defterlerine not etmeleridir.

$$\frac{1}{8} + \frac{4}{5} \frac{9}{10} + \frac{7}{8} \frac{3}{4} - \frac{1}{3} \frac{11}{12} - \frac{3}{4} 1 \frac{1}{2} - \frac{9}{10}$$

Tüm sorular bittikten sonra öğretmen başa dönerek her bir soruyu tek tek gösterir. Öğrencilerden nasıl düşündüklerini açıklamalarını ister. Kullanılan stratejiler üzerinde konuşulur.

İşlemlerin sayılar üzerindeki etkisini anlama bileşenine ilişkin örnek uygulama:

Kesirlerde toplama işlemi yapılırken farklı sayıda bölünmüş çoklukları (kesirleri) nasıl bir araya getirebilecekleri tartışılır. Bu tartışmaya kural veya algoritmadan bağımsız olarak alan modelleri üzerinden başlanır. Öğrenciler kesirlerde toplama işlemi yaparken miktarların yapılan işlemde nasıl etkilendiğini alan modeli üzerinde görürler. Benzer şekilde kesirlerde çarpma işlemi yapılırken bütünü işlemde nasıl etkilendiği aşağıdaki gibi modeller üzerinde tartışılır.

Görev	Başlangıç miktarı	Başlangıç miktarının verilen kesir kadarı
Bir pizzanın $\frac{3}{4}$ 'ünün $\frac{1}{3}$ 'ini bulalım..		
Bir kekin $\frac{9}{10}$ 'unun $\frac{2}{3}$ 'sini bulalım.		

Sayı ve işlem bilgisini hesaplama durumlarına uygulamadaki esneklik bileşenine ilişkin örnek uygulama:

Bu bileşen tahmin, zihinden hesap yapma, hangi hesaplama aracının en etkili ve ulaşılabilir olduğuna karar verme, bir problemi çözerken kesin mi yoksa yaklaşık bir sonucun mu problem için uygun cevap olacağına karar verme ve uygun bir strateji seçerek uygulama ve sonucun anlamlılığını test etme gibi beceriler içermektedir. Bu bileşeni geliştirmeye yönelik olan ders planlarında bu becerilere yer verilmiştir. Örneğin; bir uygulamada öğretmen sınıfa bir kavanoz içinde bilyeler getirir. Kavanozun kapağının açılmadığını fakat kavanozda kaç bilye olduğunu çok merak ettiğini söyleyerek öğrencilerden ona bu konuda yardımcı olup olamayacaklarını sorar. Öğrenciler farklı stratejiler kullanarak kavanozun içindeki bilye sayısını bulmaya (tahmin etmeye) çalışırlar. Yine aynı uygulamada öğretmen öğrencilere, "Bir okul servisi 36 öğrenci taşıyabiliyorsa 1128 öğrenciyi taşımak için kaç otobüs gerekir?" şeklinde bir problem durumu sunar. Burada amaç öğrencilerin buldukları 1128:36=31,3 cevabını sorgulamaları, buldukları cevabın gerçekten yaşanan bu probleme çözüm olup olamayacağını test etmeleri ve cevaplarını nasıl revize edeceklerini düşünmeleridir.