

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ANALOG ÇOKLUKLARI  
KARŞILAŞTIRMA BECERİLERİNİN; MATEMATİĞİN  
SAYI, GEOMETRİ ÖĞRENME ALANLARI VE  
HESAPLAMA PERFORMANSLARIYLA İLİŞKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**CANSEV YILMAZ**

**ANKARA  
EKİM, 2019**

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI  
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI**

**İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ANALOG ÇOKLUKLARI  
KARŞILAŞTIRMA BECERİLERİNİN; MATEMATİĞİN  
SAYI, GEOMETRİ ÖĞRENME ALANLARI VE  
HESAPLAMA PERFORMANSLARIYLA İLİŞKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**CANSEV YILMAZ**

**TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. SİNAN OLKUN  
DR. ÖĞR. ÜYESİ EBRU AYLAR**

**ANKARA  
EKİM, 2019**

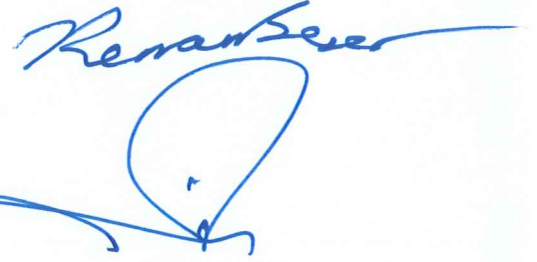
Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Cansev YILMAZ adlı öğrencinin hazırladığı “İlkokul Öğrencilerinin Analog Çoklukları Karşılaştırma Becerilerinin; Matematiğin Sayı, Geometri Öğrenme Alanları ve Hesaplama Performanslarıyla İlişkisi” başlıklı bu çalışma İlköğretim Anabilim Dalı / Matematik Eğitimi Programı’nda jüri üyelerince oy birliği ile Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan: Prof. Dr. Seniye Renan SEZER



Üye: Prof. Dr. Sinan OLKUN (Eş Danışman)



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Ebru AYLAR (Danışman)



Üye: Dr. Öğr. Üyesi Çiğdem ALKAŞ ULUSOY



ONAY

Bu tez Ankara Üniversitesi Lisansüstü Eğitim - Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından 14.10.2019 tarihinde, Enstitü Yönetim Kurulunca ...../...../20..... tarihinde kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Yasemin KEPENEKÇİ  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü

## ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgileri akademik yazım kurallarına uygun biçimde raporlaştırdığımı ve bunları etik ilkelere (atıfta bulunulan tüm yapıtlara kaynaklarda yer verilmesi, tezde kullanılan bilgi ve belgelere resmi yollarla ulaşılması ve bunların aslı bozulmadan kullanılması vb.) uygun olarak elde ettiğimi ve sunduğumu bildiririm.

Cansev YILMAZ



## ÖZET

### İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN ANALOG ÇOKLUKLARI KARŞILAŞTIRMA BECERİLERİNİN; MATEMATİĞİN SAYI, GEOMETRİ ÖĞRENME ALANLARI VE HESAPLAMA PERFORMANSLARIYLA İLİŞKİSİ

YILMAZ, Cansev

Yüksek Lisans, İlköğretim Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sinan OLKUN - Dr. Öğr. Üyesi Ebru AYLAR

Ekim, 2019; xiii + 76 sayfa

Çalışmanın amacı ilköğretim öğrencilerinin, sayı hissini meydana getiren yaklaşık sayı sisteminin gerektirdiği alt becerilerden biri olan, analog çoklukları karşılaştırma becerilerinin (AÇKB); matematiğin sayı, geometri öğrenme alanları, hesaplama becerisine yönelik oluşturulmuş başarı testlerinden aldıkları puanlarla ilişkisini araştırmaktır. İlişkisel tarama modeliyle desenlenen araştırmanın katılımcılarını; Ankara ili Etimesgut ilçesinde sosyo-ekonomik çeşitliliğe sahip bir devlet okulundan rastgele seçilmiş, 1., 2., 3., 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Sınıf ortamında toplam 368 öğrenciyle uygulama yapılmıştır.

Test puanları analiz edildiğinde AÇKB puanları; 1. ve 2. sınıf düzeyinde sayı testi puanlarıyla, hesaplama testinden alınan puanlarla ise sadece 2. sınıf düzeyinde ilişkili bulunmuştur. AÇKB puanlarının sayı, geometri-ölçme, hesaplama puanlarındaki değişimin ne kadarını açıkladığı araştırılmış; sayı testi puanlarını tüm sınıf düzeylerinde anlamlı düzeyde açıkladığı görülmüştür. AÇKB puanları; hesaplama testi puanlarını sadece 2. sınıf düzeyinde yordarken, 4. sınıf düzeyinde tüm test puanlarını yordadığı görülmüştür. Her sınıf düzeyi için oluşturulan alt ve üst başarı gruplarının AÇKB'leri arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı incelenmiştir. Sayı alanı puanlarına göre 1. ve 2. sınıf alt grupları arasında anlamlı fark bulunmuştur. Sınıf düzeyleri arasında AÇKB puanları açısından anlamlı fark olup olmadığı araştırıldığında 1. sınıf ortalamasının, 3. ve 4. sınıflardan; anlamlı düzeyde farklı ve küçük olduğu bulunmuştur.

AÇKB'nin; sayı, hesaplama ve geometri-ölçme alanlarındaki öğrenmeler üzerinde etkisinin olduğu, özellikle 1. ve 2. sınıflar düzeyinde ve sayı alanı öğrenmeleri arasında fark oluşturduğu, doğruluk ve hız nitelikleri bakımından sınıf düzeyi ile paralel olarak ilerlediği sonucuna ulaşılmıştır. Matematiğin söz konusu öğrenme alanlarına yönelik öğretiminin gerçekleştirilmesinde ve değerlendirilmesinde, ulaşılan sonuçların önemli olduğu; farklı çalışmalarla desteklendiğinde, çalışmanın matematik eğitime katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Sayı, Sayı Hissi, Yaklaşık Sayı Sistemi, Analog Çokluklar, Karşılaştırma Becerisi.



## ABSTRACT

### **The Relationship between Primary School Students' Analog Magnitude Comparison Skills and their Performances in Number, Geometry Mathematics Learning Areas and Calculation**

YILMAZ, Cansev

Master Degree Primary Education Department

Supervisor: Prof. Dr. Sinan OLKUN - Dr. Öğr. Üyesi Ebru AYLAR

Ekim, 2019; xiii + 76 sayfa

The aim of this study was to investigate the relationship between primary school students' analog magnitude comparison skills (AMCS) and their achievement scores obtained from number and geometry learning areas tests and calculation performance tests as well as to investigate the difference between grades. The research was carried out using a relational survey model. Participants were 1<sup>st</sup>, 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup>, 4<sup>th</sup> graders who were in the first month of the academic year. They were conveniently selected from a public school in Etimesgut; a socioeconomically diverse district of Ankara province which is located in mid-Anatolia, in Turkey. The tests were applied to 368 students in the classroom settings.

When the scores from the tests were analyzed, AMCS scores were found to have a significant relationship with number test scores at 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> grades, and with calculation test scores only at 2<sup>nd</sup> grade. To what degree the AMCS scores explained the variance in number, geometry-measurement and calculation performance scores were investigated. The results indicate that the number scores are significantly explained by AMCS scores for all grade levels. AMCS scores predict calculation performance scores only for 2<sup>nd</sup> grade, while predicting all tests scores for 4<sup>th</sup> grade. Participants were divided into upper and lower achievement groups for each class level based on their math achievement scores and whether there is a significant difference between the AMCS scores of these groups was investigated. A significant difference was found between the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> grades. When the difference of AMCS scores between the grade levels was investigated,

it was observed that the 1<sup>st</sup> and the 2<sup>nd</sup> grade averages are significantly different and less than that of 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> grades.

The result of this study indicates that AMCS has an effect on learning the number, calculation and geometry-measurement content domain. In particular, it affects learning among number content domain at the 1<sup>st</sup> and 2<sup>nd</sup> grades. In addition, in terms of accuracy and speed, AMCS progresses parallel to the grade levels. It is thought that this result is important during and evaluating mathematics education for the content domains investigated in this study. It is thought that this study will contribute to the field of mathematics education when it is supported by the several studies.

**Key Words:** Number Sense, Approximate Number System, Exact Number System, Analog Magnitudes, Comparison Skills



## ÖNSÖZ

Türkiye eğitim sisteminde yapılan birçok düzenlemeye rağmen, özellikle sayısal alan derslerinde istenen başarıya ulaşılamamıştır. Bunun en somut örnekleri, ulusal ve uluslararası sınavlarda elde edilen matematik dersi puan ortalamaları olmuştur. Bu verilere dayanarak Türkiye’de uygulamaya koyulması ve başarılı olması beklenen bir öğretim programının, alt yeterlik düzeyindeki öğrencileri de hedef alması gerektiği söylenebilir.

Bu amaç doğrultusunda, öğrencilerin matematik başarıları arasındaki farkın kaynağının doğru belirlenmesi önem kazanmaktadır. Matematiğin farklı alanlarında bu farkın ortaya çıkması, doğuştan sahip olunan herhangi bir matematiksel becerinin yeteri kadar gelişmemiş olması ile daha çok ilişkili olabilirken; öğrenme alanına ait alt becerilerin yeteri kadar gelişmemiş olması ya da bu alana ait bilgi ve kavramların eksik öğrenilmesinden kaynaklı da olabilmektedir. Söz konusu farkın kaynağının tespit edilmesi, öğrenme alanlarında yapılacak öğretimin etkililiği için büyük önem taşımaktadır.

Son yıllarda yapılan araştırmalarda; insanlarda ve hayvanlarda ortak olduğu düşünülen, çoklukların miktarını tahmini olarak belirlemeye yarayan “yaklaşık sayı sistemi” ve rol oynadığı “sayı hissi”, matematik yapabilmeye olan etkisiyle bu çalışmanın çıkış noktasını oluşturmuştur. Bu becerinin önemine dikkat çekerek konu ile ilgili çalışma fikrinin doğmasını sağlayan kıymetli danışmanım Prof. Dr. Sinan OLKUN’a, tez çalışmamın sonlanmasına büyük katkı sağlayan kıymetli eş danışmanım Dr. Öğretim Üyesi Ebru AYLAR’a teşekkürlerimi sunarım. Başta sevgili hocalarım Prof. Dr. Seniye Renan SEZER, Dr. Öğretim Üyesi Ebru AYLAR ve Arş. Gör. Dr. Zeynep AKKURT DENİZLİ, tez savunma jürisinde yer alarak kıymetli görüşlerini paylaşan Prof. Dr. Sinan OLKUN, Prof. Dr. Seniye Renan SEZER, Dr. Öğretim Üyesi Ebru AYLAR ve Dr. Öğretim Üyesi Çiğdem ALKAŞ ULUSOY hocalarıma teşekkürlerimi sunarım. Yardımlarından dolayı kız kardeşim Dide DURUKAN, sevgili arkadaşlarım Özlem ENGİN ve Nazife AYYILDIZ’a teşekkürlerimi sunarım. Uygulama yaparken sağladıkları kolaylıklar için Dumlupınar İlkokulu öğretmenleri ve idarecilerine teşekkürlerimi sunarım. Her zaman yanımda olan başta eşim Gökhan YILMAZ ve oğlum Kaan YILMAZ olmak üzere, GÖKGÜN ve YILMAZ ailelerine teşekkürlerimi sunarım.

Yapılan çalışmadan elde edilen verilerin, matematik eğitimi alanına, matematik üretim programları ve retmen eğitim programlarında yapılacak dzenlemlerde faydalı olabileceği dşnlmektedir. İleride yapılacak çalışmalara ilham olabilmek ve matematik eğitimine katkıda bulunabilmek dileğiyle.



## İÇİNDEKİLER

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BİLDİRİMİ.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	vi
ÖNSÖZ.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
TABLolar LİSTESİ .....	xii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
BÖLÜM 1.....	1
GİRİŞ.....	1
Problem.....	1
Amaç.....	24
Önem.....	25
Sayıtlılar.....	26
Sınırlılıklar .....	26
Tanımlar.....	26
BÖLÜM 2.....	28
YÖNTEM .....	28
Araştırmanın Modeli.....	28
Çalışma Grubu .....	28
Verilerin Toplanması .....	29
Verilerin Çözümlemesi .....	36
BÖLÜM 3.....	37
BULGULAR VE YORUMLAR .....	37
1. Sınıf düzeylerine göre AÇKB ile SBT, GÖBT ve HBT puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi: .....	37
2. Sınıf düzeylerine göre AÇKB puanının; SBT, GÖBT ve HBT puanlarının ne kadarını açıkladığının belirlenmesi:.....	42

3. Öğrenme alanı ve beceri puanlarına göre oluşturulan alt ve üst gruplarda yer alan öğrencilerin AÇKB puanları arasındaki farkın incelenmesi: .....	45
Sınıf düzeylerine göre geometri-ölçme alanı puanlarına göre alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?.....	46
Sınıf düzeylerine göre hesaplama puanları alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma becerisi puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır? .....	47
Sınıf düzeylerine göre sayı puanları alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma becerisi puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır? .....	48
4. AÇKB puanları ve cevaplama sürelerine göre cinsiyetler arasındaki farkın incelenmesi: .....	51
5. AÇKB testinden elde edilen Weber kesirleri ve soruların cevaplanma sürelerinin sınıf düzeyleri açısından incelenmesi: .....	52
BÖLÜM 4.....	55
SONUÇLAR VE ÖNERİLER .....	55
Sonuçlar .....	55
Öneriler.....	59
KAYNAKLAR.....	63
EKLER .....	70
EK 1. Etik Kurul Onayı .....	71
EK 2. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni/Diğer Kurumlardan Alınan Araştırma İzinleri.....	72
BENZERLİK BİLDİRİMİ .....	74
ÖZGEÇMİŞ.....	75

## TABLolar LİSTESİ

Tablo 1 İlköğretim 1-4. Sınıflar Matematik Dersi Kazanımlarının Öğrenme Alanlarına Dağılımı.....	23
Tablo 2 Sınıf ve Cinsiyet Değişkenlerine Göre Dağılımı .....	29
Tablo 3 Uygulanan Testlerden Elde Edilen Puanların Sınıf Düzeylerine Göre Betimsel Analizi.....	38
Tablo 4 Analog Çoklukları Karşılaştırma Becerisinin Diğer Becerilerle İlişkinine Yönelik Sınıf Düzeylerine Göre Korelasyon Analizi Sonuçları .....	39
Tablo 5 Birinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları.....	42
Tablo 6 İkinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları.....	43
Tablo 7 Üçüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları.....	43
Tablo 8 Dördüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları.....	44
Tablo 9 Geometri-Ölçme Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Grupları Arasındaki Fark için Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları .....	47
Tablo 10 Hesaplama Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Gruplar Arasındaki Fark için Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları .....	48
Tablo 11 Sayı Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Grupları Arasındaki AÇKB Puanları Farkının İncelenmesi İçin Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları .....	49
Tablo 12 Alt ve üst grupların sınıf düzeylerine göre sıra ortalamaları.....	50
Tablo 13 Cinsiyete göre AÇKB Puanları ve Süreleri Arasındaki Farkın Tespiti İçin Uygulanan Mann Whitney U-Testi Sonuçları.....	51
Tablo 14 Weber Kesri ve Cevaplama Sürelerini Sınıf Düzeyleri Açısından İnceleyen Kruskal Wallis H-testi Sonuçları .....	53

## ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Miktar temsilleri ile sayı hissinin ilişkisi .....	13
Şekil 2. Karşılaştırılan çoklukların oranlarına göre doğruluk yüzdelerinin değişimi.....	20
Şekil 3. Weber kesri ve yaş değişkenine göre sayı hissi hassasiyeti ve aralığı .....	20
Şekil 4. Birinci sınıf düzeyi için uygulanan sayı başarı testinden alınan soru örneği ....	30
Şekil 5. Birinci sınıf düzeyi için uygulanan geometri-ölçme başarı testinden alınan soru örneği.....	31
Şekil 6. Üçüncü ve 4. sınıf düzeyleri için uygulanan TTR testi soru örneği.....	31
Şekil 7. Eşit Büyüklükteki Noktalar .....	33
Şekil 8. Farklı Büyüklükteki Noktalar.....	34
Şekil 9. Farklı Büyüklükteki Noktalar .....	34
Şekil 10. Farklı zorluk düzeyleri içeren soru örnekleri .....	34
Şekil 11. Weber kesri ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi .....	41
Şekil 12. Alt ve üst grupların AÇKB puanları sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre farkı .....	50
Şekil 13. Weber kesri değerine ait sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi .....	54
Şekil 14. Cevaplama sürelerine ait sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi .....	54

## BÖLÜM 1

### GİRİŞ

Bu bölümde ilgili başlıklar altında problem durumu tanımlanmış, çalışmanın amacı ve önemi üzerinde durulmuştur. Ayrıca çalışmadaki varsayımlar ve sınırlılıklar belirtilmiş, gerekli tanımlar verilmiştir.

#### Problem

Bu bölümde, konu ile ilgili kuramsal bilgiler üzerinde durulurken, alan yazında yapılan çalışmalar özetlenmiştir. Bahsedilen çalışmalar irdelenerek alana nasıl bir katkı sağlanabileceği araştırılmıştır. Çeşitli çalışmaların ulaşılmış oldukları sonuçlar arasındaki benzerlik ve farklılıklar incelenmiş, tespit edilen eksiklikler göz önünde bulundurularak araştırmanın problemi ortaya koyulmuştur.

Günümüzde uygulanan Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (Programme for International Student Assessment, PISA) sonuçlarına göre Türkiye'nin matematik alanındaki puanı 2003 yılında OECD ülkelerinin ortalaması 496 iken 423; 2006 yılında OECD ülkelerinin ortalaması 498 iken 424; 2009 yılında OECD ülkelerinin ortalaması 496 iken 454; 2012 yılında OECD ülkelerinin ortalaması 494 iken 448 ve 2015 yılında OECD ülkelerinin ortalaması 490 iken 420 şeklinde değişim göstermiştir. Bu puanlarla Türkiye, 2003 yılında 41 ülkeden 35.; 2006 yılında 57 ülkeden 43.; 2009 yılında 65 ülkeden 43.; 2012 yılında 65 ülkeden 44. ve 2015 yılında 70 ülkeden 49. olmuştur. Türkiye'de 2003 yılından bu yana; kız çocuklarının okula devamlılığını ve eğitim teknolojilerinin kullanımını destekleyen projelerin hayata geçirilmesi, ders kitaplarının ücretsiz dağıtımı, burs olanaklarının artırılması, 2005-2009 yılları arasında kademeli olarak yapılan öğretim programı değişikliği gibi atılan önemli adımlara rağmen, çok sınırlı bir iyileşme olduğu görülmektedir (Çelen, Çelik ve Seferoğlu, 2011). Türkiye'nin 2015 yılına kadarki PISA puanlarının tamamının, Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü'nde (Organisation for Economic Co-operation and Development, [OECD]) yer alan ülkelerin puan ortalamasının altında olduğu görülmüştür (Weissbach, 2018). Söz

konusu girişimlerin sınav sonuçlarına yansımaları incelendiğinde, somut bir başarı artışı olmamasının öğrenme eksikliklerinin kaynağının keşfedilmemiş olmasıyla bağlantılı olabileceği akla gelmektedir.

Elde edilen PISA verilerine göre yapılan önemli yorumlardan bir diğeri; Türkiye'den katılan öğrenci gruplarında, özellikle matematik alanında alt yeterlik düzeyinde bulunan öğrenci sayısının fazla olması olmuştur. Matematik alanına ait puan sıralamasında ilk sıralarda yer alan Güney Kore, Singapur, Hong Kong (Çin), Makao (Çin), Japonya gibi uzak doğu ülkelerinde, Türkiye'de olduğu gibi rekabete dayalı bir anlayış olsa da, en alt yeterlik düzeyindeki öğrenci sayısının yok denecek kadar az olması dikkat çekmektedir. 2015 yılında uygulanan PISA raporuna göre matematik alanında oluşturulan 6 yeterlilik düzeyine göre öğrencilerin dağılımı da bu düşünceyi desteklemektedir. PISA 2015'te 1. düzey ve altında (alt yeterlik düzeyi) bulunan öğrenci oranları PISA 2012'ye göre artış göstermiştir. PISA 2015'te alt düzeyde yer alan öğrenci oranı OECD ülkelerinde %23; tüm ülkelerde %35.8 iken Türkiye'de %51.3'tür. PISA 2015'de 5. düzey ve üstünde (üst yeterlik düzeyi) bulunan öğrenci oranları ise PISA 2012'ye göre düşmüştür. PISA 2015'de üst düzeyde yer alan öğrenci oranı OECD'de %10.7, tüm ülkelerde %8.2 iken Türkiye'de %2.01'dir (Özgürlük, Ozarkan, Arıcı ve Taş, 2016).

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından çoktan seçmeli sorularla ölçülmesi mümkün olmayan; eleştirel düşünme, problem çözme ve yorum yapma becerilerinin ölçülmesi için geliştirilen Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi (ABİDE) projesinin pilot uygulaması 2015 yılında yapılmıştır. Temel eğitim kurumlarının 8. sınıf düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin, akademik becerilerinin ölçülmesi ve akademik başarılarını etkileyen faktörlerin araştırılması amacıyla uygulanan sınavda; çoktan seçmeli sorular, açık uçlu sorular ve anketler yer almıştır. Ulusal düzeyde ilk defa 2016 yılında uygulanan ABİDE raporuna göre elde edilen sonuçlar da PISA raporunda yer alan sonuçlarla benzer olmuştur. Belirlenen beş yeterlik düzeyine göre öğrencilerin matematik dersi için dağılımı şu şekildedir; 34 bin 658 öğrencinin %26.4'ü temelaltı, %33.6'sı temel, %28.7'si orta, %8.2'si ortaüstü, %3.1'i de ileri yeterlik düzeyinde çıkmıştır (MEB, 2017). PISA raporuna paralel şekilde ABİDE raporu da temel düzeyin altında olan öğrenci oranının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır.

Öğrencilerin, yapılan düzenlemelere rağmen özellikle matematik alanında iyileşme gösterememesi, bu alanın birbirinden farklı çok sayıda alt alanı ilgilendiren

beceriler gerektirmesi ile ilişkili olabilir. Chinn ve Ashcoft (2007) çeşitli yaklaşımlara göre matematiğin; bir yazılı soru veya zihinsel bir alıştırmaya olabildiği gibi, formüle dayalı ya da sezgisel hareket etmeyi de gerektirebileceğini belirtmişlerdir. Bu, öğrenci ve öğretmenin, öğrenme ve öğretme şekline göre ya da öğretim programının içerdiği kazanımlara, dolayısıyla ülkelerin eğitilmiş bireylerden olan beklentisine göre şekillenebilir. Ayrıca kişinin, anlık olarak karşı karşıya kaldığı problem durumunun yapısına göre de matematiğin gerektirdiği beceriler farklılık gösterebilir. Matematik dersi, öğretim programının içeriğine göre somut olabilirken kolayca soyut ve sembolik bir hal alabilir. İçinde barındırdığı tutarlılık ve tutarsızlıklarla, bazı düşüncelere, geri beslemelere ve denetlemelere ihtiyaç duyduğu için matematik, okulda diğer derslerden farklıdır. Yapılan iş genellikle doğru ya da yanlıştır. Aynı zamanda belirli bir süre verilerek uygulanan sınavlar sebebiyle matematik, çabuk bir şekilde cevaplanmayı da gerektirebilir. Bir öğrencinin matematik yapabilmesi için problem çözme, akıl yürütme, ispat, ilişkileri fark etme, gösterimleri doğru yapabilme becerilerine sahip olması ve bu temel becerileri sayı, cebir, geometri, ölçme ve veri alanlarında kullanabilmesi gerekmektedir (NCTM, 2000).

Gerektirdiği farklı becerilerden dolayı, matematik alanındaki eksik öğrenmelerin sebeplerinin de birbirinden farklı olabileceği ortadadır. Matematiğin analiz alanında, sembolik gösterimlere dayalı, yalnızca yüksek matematik eğitimi almış kişilerin sahip olduğu bir beceri ön plana çıkmaktayken; daha temel sayısal sezgiler sadece yetişkinlerde değil hayvanlarda ve yeni doğanlarda dahi var olan, görsel veya işitsel olarak sunulan miktarları algılamak için kullanılan, yaklaşık sayı sisteminin işlerliğine bağlıdır (Halberda, Mazzocco ve Feigenson, 2008). Bunun yanında temel sayı sistemlerinin herhangi bir sebeple beklenen düzeyde çalışmaması sonucunda, kişinin hayatındaki çeşitli alanlara ait aktiviteleri olumsuz yönde etkilenebilmektedir. Kişi, bu temel sistemlerin beklenen düzeyde çalışmaması sonucunda miktar tahmini yapma, zamanı söyleme, alışveriş yapma gibi birçok aktivitede sınırlanabilir (Cowell, Egan, Code, Harasty ve Watson, 2000).

Matematik yapabilme düzeyinin; bireylerin yaşantısını eğitim hayatı, sosyal yaşantı ya da iş hayatı gibi farklı alanlarda önemli ölçüde etkilediği tahmin edilmektedir. Bu sebeple günlük hayatta sıklıkla kullanılan sayı ve miktar kavramlarına ilişkin becerilerin, ne şekilde edinildiği farklı yaklaşımlarla yapılan araştırmaların konusu olmuştur. Okul eğitimi almamış yerlilerin (Pica, Lemer, Izard ve Dehaene, 2004) ve 6 aylık bebeklerin (Xu ve Spelke, 2000) temel matematiksel becerilerinin okul eğitiminden

bağımsız olup olmadığı araştırılmış; miktarların zihinsel temsilleri incelenmiş (Barth, Kanwisher ve Spelke, 2003); basit matematiksel hesaplamalar yapamayan öğrencilerin beyin görüntülemeleri incelenmiş (Dehaene ve Cohen, 1997) ve matematiksel becerileri sağlayan temel sistemler irdelenmiştir (Feigenson, Dehaene ve Spelke, 2004).

Araştırmalara konu olan bu beceriler, içinde daha çok olan meyve kutusunu seçme ya da en kısa kasa kuyruğunu belirleme gibi günlük hayatı kolaylaştıran kararlar almayı sağlar (Gilmore, Attridge, Smedt ve Inglis, 2014). Bu becerilerden bir tanesi, sayıların anlamı ve kullanımlarını sezgisel olarak bilmeyi ve aritmetiğin temeli olan miktar kavramını algılamayı sağlayan bir beceri olan sayı hissidir (Butterworth, 2005). Sayı hissi; sembolik olmayan miktarlar, sembolik sayılar, aritmetik işlemler ve bunların ilişkilerini içine alan bütünsel bir kavram olarak tanımlanmaktadır (Yang ve Wu, 2010). Ayrıca yetişkinlerin sayı gösterimlerinin ve matematiksel düşünme becerilerinin kısmen sayı hissine bağlı olduğu (Lipton ve Spelke, 2003); sembolik matematiğin, sayı hissi yoluyla anlamlı hale geldiği ortaya koyulmuştur (Reys, Lindquist, Lambdin, Smith ve Suydam, 2001).

Sayı hissine ilişkin becerilerin irdelendiği çalışmalar sayesinde; bu becerilerin bir kısmının eğitim yoluyla ortaya koyulabilen ve sadece insan türüne özgü beceriler olduğu görülmüştür (Feigenson, vd., 2004). Bunun yanında yetişkin insanlar, bebekler ve hayvanlarda ortak olduğu düşünülen, sayılarla ilgili çok daha temel bir sezginin de var olduğu ortaya koyulmuştur (Barth, vd., 2003; Xu ve Spelke, 2000; Dehaene, 1997). Nesnelerin ya da büyüklüklerin miktarlarını saymadan, yaklaşık ve hızlı bir şekilde algılamayı ya da karşılaştırmayı sağlayan bu sezginin, evrimsel olarak var olduğu düşünülen ve insanlardaki sayı hissini besleyen yaklaşık sayı sisteminden kaynaklandığı düşünülmektedir (Brannon, 2006).

Miktar gösterimlerini algılamayı ve işlemeyi, sembolik gösterimlere ihtiyaç duymadan gerçekleştiren ancak sembolik matematik öğrenimini etkileyen yaklaşık sayı sisteminin (Gilmore, Attridge ve Inglis, 2011); farklı türlerde ve farklı yaşlardaki insanlarda ortak olduğu düşünülse de, her birey için aynı hassasiyette çalışmadığı yönünde bulgulara da rastlanmıştır (Halberda, vd., 2008). Bireyler arasında sayı hissi düzeyinin farklılaştığını gösteren çalışmalar dışında, sunulan miktarın büyüklüğünün de yapılan yaklaşık işlemlerde etkili olduğu görülmüştür (Leibovich, Katzin, Harel ve Henik, 2017). Miktarların yaklaşık olarak algılanması işleminin; soyut bir kavram olan

zihinsel sayı doğrusu üzerinde gerçekleştiği teorisine göre, üzerinde çalışılan miktar küçüldükçe yapılan tahmin daha doğru olmaktadır (Dehaene, 2011).

X'in, nesne sayısı gibi sembolik olmayan veya rakamlarla sembolik biçimde sunulan iki farklı miktarın; karşılaştırılması ve değerinin tahmin edilmesi sırasında, miktarlar arasındaki oranın doğru yanıtı belirleyebilme derecesi üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. Bu, Weber kanunu olarak açıklanmıştır (Leibovich, vd., 2017; Dehaene ve Changeux, 1993; Halberda, vd., 2008). Bu kural kullanılarak zihinsel sayı doğrusu aracılığıyla çalıştığı düşünülen yaklaşık sayı sisteminin düzeyini temsil etmek için kullanılan, Weber kesrinin değerleri hesaplanabilmektedir. Kişinin verdiği cevapların ne derece karmaşık olduğunu ifade ettiği düşünülen Weber kesri değeri küçüldükçe, yaklaşık sayı sisteminin daha doğru çalıştığı anlaşılmaktadır (Halberda, vd., 2008; Gilmore, vd., 2014)

Weber kesri aracılığıyla ifade edilebilen yaklaşık sayı sistemi performansını ölçmek için geliştirilen ölçme araçları; rakamların kullanıldığı sembolik gösterimler ya da nesne sayısı gibi sembolik olmayan gösterimler yoluyla tahmin yapma ve toplama işleminin yaklaşık değerini bulma gibi farklı yaklaşımlarla oluşturulmuş sorular içermektedir (Gilmore, vd., 2014). Bu sorular arasında; farklı sayıda eleman içeren iki grubun karşılaştırılması yoluyla hazırlanan sorular, sonradan edinilen sayı sembollerini gerektirmemesi sebebiyle diğerlerinden ayrılmaktadır. Sonradan edinilen sayı sembollerinden bağımsız olarak algılanabildiği için, analog karşılaştırma becerileri; 3 yaşındaki çocuklar (Libertus, Feigenson ve Halberda, 2011), 6 aylık bebekler (Xu, Spelke ve Goddard, 2005) ve balıklar üzerinde (Agrillo, Dadda, Serena ve Bisazza, 2008) dahi ölçüm yapabilmeyi sağlamıştır. Buna dayanarak analog çokluk karşılaştırılması sayesinde, kişinin sahip olduğu yaklaşık sayı sistemi hassasiyetinin en saf haliyle tespit edildiği söylenebilir.

Kişiden kişiye farklılık gösteren iki değişken olan yaklaşık sayı sistemi hassasiyeti ve matematik başarı düzeyinin ilişkili olduğu öne sürülmüş ve farklı çalışmalarla bu görüş desteklenmiştir. Yapılan çalışmaların bir kısmında okul öncesi dönem ve ilkökul öğrencileri ele alınmışken (Wang, Odic, Halberda ve Feigenson, 2017; Bonny ve Lourenco, 2013; Libertus, vd., 2011; Gilmore, McCarthy ve Spelke, 2010); diğer kısmında ortaokul öğrencileri (Halberda, vd., 2008) ve yetişkinler hedef alınmıştır (Price, Palmer, Battista ve Ansari, 2012). Okul öncesi dönemdeki katılımcılarla yapılan çalışmalar, okul öğrenmelerinden arındırılmış bilgi sağlarken; daha büyük yaş gruplarıyla

yapılan çalışmalarda ölçülen matematik başarısı, matematiğin farklı öğrenme alanlarına ait ölçümleri de içermiştir.

Okul öncesi dönemdeki öğrencilerin yaklaşık sayı sistemi düzeyleri; analog karşılaştırmalarla ölçülmüş, elde edilen verilerin standartlaştırılmış matematik başarı testi sonuçlarıyla ilişkili olduğu bulunmuştur (Libertus, Feigenson ve Halberda, 2011). Okul öncesi dönemde sembolik olmayan çoklukların karşılaştırılmasıyla ilgili çalışma yapan öğrencilerin yaklaşık sayı gösterimlerinin geliştiği görülmüştür. Ayrıca bu becerinin; öğrencilere uygulanan sembolik matematik testi sonuçlarıyla ilişkili olduğu, ancak kelime bilgisi testiyle ilişkili bulunmadığı görülmüştür (Wang, Odic, Halberda ve Feigenson, 2017). Benzer şekilde anasınıfındaki öğrencilerin sembolik olmayan aritmetik performanslarının, okuma gibi genel becerilerden bağımsız olarak bu öğrencilerin matematik başarılarını öngörebildiği ortaya koyulmuştur (Gilmore, McCarthy ve Spelke, 2010). Yapılan çalışmalar incelendiğinde herkeste ortak olan, matematik başarısını etkileyen ve aynı zamanda geliştirilebilir bir beceri olarak tanımlanan analog karşılaştırma becerilerinin, matematiğin hangi öğrenme alanları ya da becerileriyle daha yakından ilişkili olabileceği sorusu akla gelmiştir.

Matematik başarısını etkilediği yönünde güçlü bulgulara rastlanan analog karşılaştırma becerisinin herkeste ortak olduğu göz önünde bulundurulduğunda; düşük başarı grubunda yer alan öğrencilerin eksik öğrenmelerinin sebebinin doğru belirlenebilmesi için doğuştan var olan beceriler ile sonradan kazanılan becerilerin ayırt edilmesi ve bu beceriler arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi önem kazanmaktadır. Çokluk algısı; insanlar için yabancı bir alan olmamasına rağmen, sayma ve aritmetik işlemler gibi matematiksel becerilerin tümü çeşitli semboller ve rakamların doğru öğrenilmesiyle kazanılabilmektedir. Bu becerilerin gelişmesi seneler sürmekte, dolayısıyla yetişkinlerle çocuklar arasında ciddi farklar görülebilmektedir (Geary, 1994).

Spelke ve Kinzler (2007), insanın biliş sisteminin; sayı, uzay, nesne, eylem ve sosyal çevreyi anlamlandırmak üzere kısmen beş çekirdek sistemden oluştuğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada yeni becerilerin, söz edilen çekirdek sistemler üzerine kurulduğunu, her bir sistemin insan zihnini yönlendirdiğini ve şekillendirdiğini vurgulamışlardır. Bu sistemlerden sayı ile ilgili olan sistemi tanımlamayı sağlayacak özelliklerin bir kısmı tartışmalı görülse de genel kabul gören üç özellikten bahsedilmiştir. Bunlardan ilki, sayı gösterimlerinin kesin olmaması ve bu kesin olmama durumunun ifade edilen miktar büyüdükçe artmasıyla ilgilidir. Buna bağlı olarak karşılaştırılan değerlerin ayırt edilebilirliklerini ifade eden bir oranın varlığından söz edilmektedir. İkinci özellik

ise sayı gösterimlerinin soyut olmasıyla ilgilidir. Bu sayede sayı gösterimleri; nesne dizileri, ses dizileri, eylem dizileri gibi farklı varlıklara uygulanabilirler. Üçüncü özellik ise sayı gösterimlerinin toplama ve çıkarma işlemleriyle karşılaştırılabilir ve birleştirilebilir olmalarıyla ilgilidir. Sayı temsillerinin bu özelliklerinin hayvanlarda (Hauser, Tsao, Garcia ve Spelke, 2003), bebeklerde (Xu ve Spelke, 2000) ve yetişkin insanlarda (Barth, vd., 2003) bulunduğunu gösteren çalışmalar yapılmıştır.

Söz konusu çekirdek sayı sisteminin gündelik hayatta sıklıkla kullanılan matematiksel becerileri etkilediği düşünülmektedir. Matematik alanında; sayı ve aritmetik bilgisinin, yaşanan çevreyi anlamlandırmadaki rolü büyüktür. Bu sebeple matematik yapabilmenin temel gerekliliklerinden olan sayı bilgisi ile ilgili araştırmalar yapılarak, insanlarda sayı ve miktar algılamayı sağlayan sistem anlaşılmasına çalışılmıştır. Sayı ile ilgili sistem incelendiğinde, sayı sembolleri kullanılmadan (analog) ve sayı sembolleri kullanılarak ifade edilen miktarların, ayrı ayrı işlendiği farklı iki sistemin var olduğu anlaşılmaktadır (Cowell, vd, 2000; Geary, 1994; Sasanguie, Göbel, Moll, Smets ve Reynvoet, 2013). Sayısal bilişin gelişiminde, sayı sembollerinin algılanması, analog çoklukların algılanması ve ikisinin doğru eşleştirilmesi becerilerinin önemli olduğu düşünülmektedir (Kolkman, Kroesbergen ve Leseman, 2012). Matematik başarısının, sayısal işlemleri yapabilme düzeyi ile ilişkili olduğunu benimseyen yaklaşımlar; miktarları algılayabilme düzeyinin önemli olduğu üzerinde durmuş ve farklı türlerde doğuştan ortak olan, iki temel sistem ve bunlardan beslenen bir sayı hissi olduğunu varsayımlardır (Feigenson, vd., 2004; Sasanguie, vd., 2013).

## **Sayı Hissi**

Sayıların anlamı ve kullanımlarını sezgisel olarak bilmeyi sağlayan sayı hissi; miktarları algılamayı sağlayan becerileri, bir iletişim, yorumlama ve işlem aracı olarak kullanabilme eğilimi ve yeteneğidir. Aritmetiğin temellerini oluşturan temel kavramlardan biri olduğu düşünülen miktar kavramı, şekil ya da renk gibi, somut bir özellik değildir. Grupta yer alan nesnelerin sayısına ait soyut bir özelliktir (Butterworth, 2005). Bir avuç meyvenin kırmızılığının direkt algılanabilen görsel bir özellik olması gibi, 6 tane nesnenin “altılığının” algılanmasının görsel olarak gerçekleştiği düşünülmektedir (Burr ve Ross, 2008). Bunun sonucunda sayıların anlam kazandığı, kullanımlarının kolay hale geldiği ve matematiğin belirli bir düzeni olduğu keşfedilir (Mcintosh, Reys ve Reys, 1992). Doğru ve etkin hesaplama, hataları fark etme, bulunan

sonucu mantık süzgecinden geçirme gibi beceriler de bu histen kaynaklanmaktadır (Reys, vd., 2001). Sayı hissi, sadece saymayı bilmeyi değil; azlık-çokluk, parça-bütün, sembolik sayı-gerçek miktar ilişkilerini ve sayılarla yapılan ölçümleri anlamlandırmayı sağlamaktadır.

Matematiği anlamlandırmayı sağlayan sayı hissini, 9'un 5'ten daha büyük olması, 6'nın 5 ile 7 arasında yer alması,  $12+15$  işleminin sonucunun 96'ya eşit olamayacağına hızlı bir şekilde karar vermeyi sağladığı düşünülmektedir (Dehaene, 1997). Bu yüzden sayı hissi hassasiyetinin, kişinin sembolik matematiği anlamlandırabilme yeteneğini etkilediği söylenebilir. Buna dayanarak bireylerin sahip oldukları aritmetik becerilerinin, sadece işlem yaparken sergiledikleri performans üzerinde durularak geliştirilemeyeceği; bu işlemlerin hangi durumlarda kullanılacağına bilgisi ve sayı hissi yeterliliğinin dikkate alınması gerektiği düşüncesi ortaya atılmıştır (Arcavi, 1994). Bu düşüncüyü dikkate alarak yapılmış çalışmada; kimi öğrencilerin, aritmetik işlemleri doğru uygulayamadığı ya da aritmetik işlemi uygularken alt düzey çözüm yolları kullandıkları gözlemlenmiştir. Bu durumdaki öğrencilerin, eldeli toplama ya da onluk bozmayı gerektiren çıkarma işlemlerini yapmakta zorlandıkları tespit edilmiştir (Geary, 1994).

Sayı hissini gelişmişlik düzeyi ile orantılı olarak kişi;

- Onluk sayı sistemini; kesir, ondalık kesir gibi farklı gösterimleri arasındaki bağlantıyı; sayı örüntülerini, dört işlemi ve sayıların anlamını kavrayabilir.
- Sayıların temsil ettikleri miktarları algılayarak bunları doğru şekilde karşılaştırabilir, bu becerisini günlük hayatta kullanabilir.
- Kabaca yapılan tahminler yerine doğru ölçütler seçerek çıkarımda bulunabilir.
- Bulduğu sonucun doğruluğunu mantık süzgecinden geçirebilir (Yang ve Wu, 2010).

Miktarları algılamayı, anlamlandırmayı ve işlemeyi sağlayan sayı hissini; yetişkin insanlar, bebekler ve çeşitli türlerde ortak olduğunu gösteren bulgulara rastlanmıştır. Yeni doğanlar, çocuklar ve yetişkinlerin; miktarların karşılaştırılması ve toplanmasını destekleyen, yaklaşık gösterimlere sahip oldukları düşünülmektedir (Barth, vd., 2003; Barth vd. 2006; Pica, vd., 2004). Sinir bilim ve matematik eğitimi alanlarının ortak çalışmaları sonucunda aritmetiğe dair ilk becerilerin, dil ve biyolojik benzerliklerden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Evrimsel olarak beynin memeli neokorteksinden bağımsız olarak gelişen "nidopallium caudolaterale" (NCL) yapısındaki

nöronların; miktarları işlediği, kargalar üzerinde yapılan bir çalışmayla ortaya koyulmuştur (Dits ve Nieder, 2016). Farklı bir çalışmada; balıkların farklı bir balık tarafından avlanma ihtimallerini düşürmek için daha kalabalık olan balık sürülerine katılmayı tercih ettikleri bilgisi, oluşturulan deney düzeneği ile araştırılmıştır. Bunun için akvaryumun iki ucuna farklı sayılarda balık grupları yerleştirilmiş, akvaryumun ortasına bırakılan tek bir balığın daha kalabalık olan balık grubunun önünde daha fazla zaman geçirdiği görülmüştür (Agrillo, vd., 2008). Cantlon ve Brannon (2006) maymunlarla yaptıkları çalışmada, maymunların küçük çokluklar üzerinde öğrendikleri bir kuralı, daha büyük çokluklar üzerinde kullanabildiklerini ortaya koymuştur. Altı aylık bebeklerin belirli oranlarda sunulan iki farklı çokluğu ayırt edebildikleri (Xu ve Spelke, 2000); benzer şekilde, altı aylık bebeklerin ölçülen sayı hissi hassasiyetlerinin; 3 yıl sonraki matematik başarılarını yordayabildiği görülmüştür (Starr, Libertus ve Brannon, 2013).

Sayı hissini sinirsel alt yapısını araştırmak üzere yapılan bir araştırmada; yetişkinler ve çocukların, sembolik ve sembolik olmayan sayı formatlarında işlem yaparken, üst üste olan parietal bölgelerinin aktif olduğu fark edilmiştir (Piazza, 2010). Parietal korteksin bir kısmı olan horizontal intraparietal sulcus (hIPS) bölgesine dair yapılan nörogörüntülemeler sonucunda, bu bölgedeki hasar veya eksikliklerin, sözel ve hafıza temelli sayısal becerilerin gerçekleştirilmesiyle ilgili bozukluklara sebep olabileceği bulunmuştur (Wilson ve Dehaene, 2007; Lemer, Dehaene, Spelke ve Cohen, 2003; Cappelletti, Butterworth ve Kopelman, 2001; Delazer, Karner Zamarian, Donnemiller ve Benke, 2006). İnferyor parietal bölgede herhangi bir sebeple meydana gelen dokusal bozulmaların ise diğer alanlara zarar vermeden özellikle sayı hissini etkilemesi sebebiyle, matematik başarısını etkilediği iddia edilmektedir (Dehaene, 2001). Sayı hissini evrimsel süreci ve sinirsel alt yapısı dışında, bu hissin nasıl çalıştığına dair çeşitli araştırmalar da yapılmıştır. Buna göre sayı hissini temel göstergelerinden olan karşılaştırma yapma ve tahmin etme becerilerinin, miktarları sıralamayı sağlayan soyut ve doğrusal bir boşluk aracılığıyla gerçekleştirildiği (Dehaene, 2001), herhangi bir miktarın algılanabilmesi için, bu miktarın zihinsel bir sayı doğrusu üzerine yerleştirildiği iddia edilmiştir (Halberda ve Feigenson, 2008). Doğrusal bir boşluk olan zihinsel sayı doğrusu sayesinde kişi, sunulan miktarın daha büyük ve daha küçük olan komşularının arasında yer alacağını bilmektedir. Soyut bir kavram olan zihinsel sayı doğrusunun, somutlaştırılarak bir kâğıt üzerinde ya da bilgisayar ekranında öğrenci tarafından kullanılmasının erken yaşlarda bile öğrencilerin matematiksel performanslarını etkilediğini ortaya koyan araştırmalara dayanarak sayı doğrusunda herhangi bir sayının

ya da miktarın yerini tahmin edebilme becerisinin sayı hissini hassasiyeti için bir gösterge olarak kabul edilebileceği iddia edilmiştir (LeFevre, vd., 2013).

Sayı hissini niteliklerini, zihinsel sayı doğrusu kullanarak irdeleyen bir çalışmada Amerikan yerlilerine başlangıç noktasında 1 tane nokta, bitiş noktasında 10 tane nokta bulunan bir doğru parçası verilmiş ve bu aralıkta verilen farklı sayıdaki noktaların nereye yerleştirilmesi gerektiği sorulmuştur. 2, 1'e yakın; 3, 2'ye yakın olmalı şeklinde hareket ederek yerlilerin sıralamayı yapabildiği, dolayısıyla sayı hissini sonradan edinilen sembolik matematik öğrenmelerinden bağımsız olarak var olduğu görülmüştür (Dehaene, 2011). Yerliler ve eğitilmiş yetişkinler olmak üzere iki gruba 1 ve 9 arasına 5'i yerleştirmeleri söylendiğinde eğitilmiş olan yetişkinlerin tahminleri lineer; yerlilerin tahminleri ise logaritmik bir grafik oluşturmuştur. Eğitilmiş grup orta noktayı doğru konumuna yakın yerleştirebilmiş; yerliler ise orta noktayı 3'ün konumuna daha yakın bir yer olarak tahmin edebilmişlerdir. Buna dayanarak yerliler için henüz 8 ve 9 arasındaki farkın 1 ve 2 arasındaki farktan daha az olduğu, logaritmik bir grafikten daha yakın tahminleri ifade eden lineer bir grafiğe doğru geçişin, edinilen öğrenmeler ve deneyimler yoluyla gerçekleştiği yorumu yapılmıştır. Dolayısıyla deneyimler ve öğrenmelerin sayı hissini geliştirdiği söylenebilir (Dehaene, 2011).

Çeşitli sebeplerle bireylerin sayı hissi hassasiyetleri arasında fark oluşabilmekte ve bu fark, bireylerin matematik performanslarını etkileyebilmektedir. Sembollerden bu sembollerin ifade ettiği miktarı algılayabilme becerisinin insanlardaki zihinsel işlem hızını belirlediği tahmin edilmektedir. Çekirdek sistemler üzerine geliştiği düşünülen sembolik temsiller ile zihinsel sayı doğrusu arasındaki erişim sorunu nedeniyle sayısal becerilerde bireysel farklılıkların oluşabileceği belirtilmektedir (Sasanguie, De Smedt, Defever ve Reynvoet, 2011). Sembollerden sayısal anlama erişim becerisi olarak tanımlanan bu becerinin, matematik başarısını etkilediği iddia edilmektedir (Dehaene, 2011).

Okul çağındaki çocukların yaklaşık %6'sının matematik başarılarını etkileyen matematik öğrenme bozukluklarından herhangi birine rastlanmaktadır (Butterworth, 2005; Geary, 1994). Bu bozukluklar kişinin beyinde meydana gelen bir hasar sonucunda, psikolojik nedenlerle ya da net olarak belirlenemeyen bazı durumlarda ortaya çıkabilir (Adler, 2001). Kişinin anlamlı şekilde sayma, hesaplama, sayısal ilişkileri anlama ve sembolle ifade etme gibi daha temel matematiksel becerilerinin; ya da okuduğunu anlama, işler bellek kapasitesi, zaman planlaması gibi daha genel becerilerinin beklenen seviyenin altında olması durumunda matematik başarısının negatif

yönde etkilendiği bilinmektedir (Adler, 2001; Ardila ve Roselli, 2002; Camos, 2008; Chinn ve Ashcroft, 2007). Miktarları algılama ile ilgili eksikliklerin, kişinin aritmetik öğrenmesine belirli şekillerde zarar verir hale gelebildiği tespit edilmiş ve bu durum diskalkuli olarak tanımlanmıştır.

Wilson ve Dehaene (2007) tarafından yürütülen çalışmada ortalama IQ seviyesine sahip, dikkat ve motivasyonu iyi, ortalama okuma hızına sahip bir öğrencinin; özellikle matematik dersinde zorlandığı, kavram ve ilişkileri anlamada güçlükler yaşadığı görülmüştür. Sekiz yaşında olan öğrencinin, özel eğitim desteği olsa da matematik performansı ile ilgili ilerleme kaydedemediği, uygulanan testlerde temel sayısal becerilerinde yaşlarına göre oldukça geride kaldığı gözlemlenmiştir. Sayma, basamak değerini kavrama, bir basamaklı sayıları toplama ve çıkarma becerilerinde gelişimsel bir gerilik olduğu; toplama ve çıkarma yaparken dikkat isteyen ve zahmetli bir yöntem olan parmak hesabı yaptığı belirlenmiştir. Bu çalışmada söz konusu durum, gelişimsel diskalkulinin tipik bir örneği olarak belirtilmiştir. Doğuştan var olduğu kabul edilen sayı hisindeki eksiklik sebebiyle, sayısal becerilerde ilerleme kaydedilememesinin nedeninin gelişimsel diskalkuli olduğu iddia edilmektedir (Dehaene, 2001, 2011; Wilson ve Dehaene, 2007). Diskalkuli, miktar özelliğini fark edemiyor olmaktan kaynaklanan özel bir matematiksel öğrenme güçlüğü olarak tanımlanmaktadır (Butterworth, 2005). Diskalkulik tanısı koyulmuş olan çocuklar, sembolik olmayan karşılaştırma görevlerinde başarılı olurken aynı görevler sembolik olarak sunulduğunda başarılı olamadıkları görülmüştür (Rouselle ve Noel, 2008). Buna dayanarak diskalkuli, sayı hissi becerileri ve sembolik okul matematiği arasındaki kopukluğun sonucunda ortaya çıkan bir öğrenme bozukluğu olarak tanımlanmıştır (Attridge, Gilmore ve Inglis, 2009).

Çekirdek sayı sistemindeki eksiklikle varlık gösteren diskalkulinin, hesaplama güçlüğü oluşturabileceği iddia edilmektedir (Butterworth, 1999; Mazzocco, Feigenson ve Halberda, 2011). Matematik öğrenme güçlüğüne sahip çocuklar ile diğer çocukların aritmetik problemleri nasıl çözdükleri incelendiğinde; öğrenme güçlüğü olan çocukların, az gelişmiş çözüm yollarına başvurdukları, öğrenmelerinin kalıcı olmadığı ve aynı yaş grubu içinde daha yavaş öğrendikleri görülmüştür (Adler, 2001; Butterworth, 2009, 2013; Geary, 1994). Dört işlem gibi basit sayı konularını anlamak, sayıları sezgisel olarak kavramak ve çarpım tablosu gibi sayı gerçeklerini öğrenmek ve kullanmak, diskalkulikler için zorlayıcı olabilmektedir. Örneğin toplama yaparken toplanan sayılardan birinin üzerine diğerini saymak yerine, her iki sayıyı da sayarak toplama yapmayı tercih ettikleri,

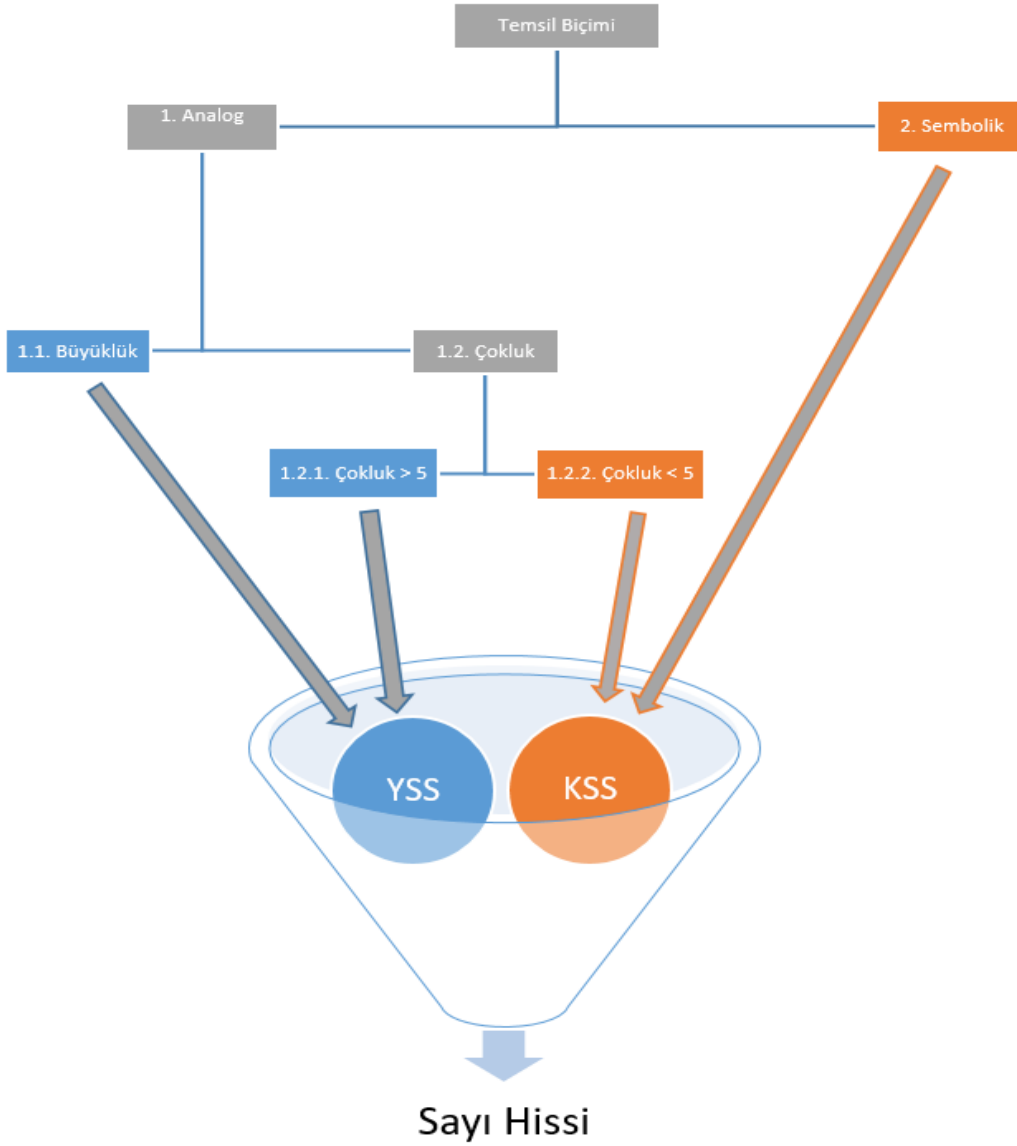
çarpım tablosundaki çarpımların bir kısmını hatırlayamadıkları, normal çocuklara göre daha fazla sayıda hata yaptıkları, bu yüzden daha uzun sürede çözüme ulaştıkları dikkat çekmiştir (Geary, 1994). Diskalkuliklerin; verilen iki sayıdan hangisinin daha büyük olduğunu belirleme ve çokluklarla bu çokluklara ait sembolik gösterimleri eşleştirme gibi daha temel matematik görevlerinde de, ortalamanın altında performans sergiledikleri görülmüştür (Rouselle ve Noel, 2007). Doğru cevabı bulmalarına ya da doğru metodu uygulamalarına rağmen, soruyu kendilerine güvenerek değil; ezbere yaptıkları tespit edilmiştir (Chinn ve Ashcoft, 2007).

### **Sayı Hissinin Alt Sistemleri**

Matematik öğrenme güçlüğüne sebep olabilen ya da matematiği daha anlamlı hale getirebilen; doğuştan var olan ve geliştirilebilir bir beceri olduğu yönünde kuvvetli göstergelere sahip sayı hissi düzeyinin iki çekirdek sisteme dayandığı düşünülmektedir (Dehaene, 2011). Miktar belirten verileri işlemeyi sağlayan ve doğuştan var olduğu kabul edilen *Yaklaşık Sayı Sistemi (Approximate Number System)* ve *Kesin Sayı Sisteminin (Exact Number System)*; sayısal sezgiler ve insana özgü olan sözel sayma, sembolik temsil süreçleri ve sayısal kavramların temellerini oluşturduğu düşünülmektedir (Ayyıldız, 2014). Sayı hissini alt becerilerinden olan *Kesin Sayı Sistemi (KSS)*, küçük çoklukların kesin değerinin temsil edilmesini ve bu değer ile işlem yapılabilmesini sağlamaktadır. *Yaklaşık Sayı Sistemi (YSS)* ise geniş çoklukların ya da büyüklüklerin temsil edilmesini, karşılaştırılmasını ve üzerlerinde yaklaşık olarak işlem yapılmasını sağlar (Feigenson, vd., 2004). KSS, nesne sayısı en fazla dört olan çoklukların sayısını anlık görme ile sayma yapmadan bilme; YSS ise dörtten fazla nesne içeren çoklukların sayısını tahmin etme veya karşılaştırma ile ilgilidir (Mutlu, 2016).

Bir miktarın temsil edilme şekli ve niceliği, o miktarın hangi çekirdek sayı sistemiyle algılandığını belirlemektedir. Miktar temsilleri; analog ya da sembolik biçimde yapılabilir. Analog temsiller ise bir büyüklüğü veya çokluğu ifade edebilir. Sembolik temsiller yoluyla; miktarların sayı sembolleriyle ifade edilmesi ve bu sayısal değerler üzerinde çeşitli matematiksel işlemler yapılabilmesi mümkün olur. Benzer şekilde herhangi bir miktar; sürekli büyüklükler (alan, uzunluk gibi) ya da kesikli çokluklar (nesne sayısı gibi) kullanılarak sayı sembolleri kullanılmadan analog temsil biçimleriyle de ifade edilebilir (Brannon, 2006). Şekil 1’de görüldüğü gibi sembolik sayı ile temsil edilen miktarlar ve 5’ten az olan analog çokluklar, KSS yoluyla algılanırken; analog

olarak ifade edilen sürekli büyüklükler ve sayısı 5'ten fazla olan analog çokluklar, YSS ile algılanmaktadır. Bu çalışmada sayı hissine dair ölçülen beceri, Şekil 1'de "1.2.1. Çokluk > 5" şeklinde ifade edilen kısma aittir. Dolayısıyla YSS düzeyi; sembolik gösterimlerden bağımsız olarak gerçekleşen, en temel sayısal işlemlerden olan analog çokluk karşılaştırmaları yoluyla ölçülmüştür. Bunun için iki farklı sayıdaki noktalar kümesinin hangisinin daha fazla olduğu sorulmuştur.



Kaynak: Olkun, 2018, Kişisel görüşme.

Şekil 1. Miktar temsilleri ile sayı hissinin ilişkisi

Bu iki sistemin farklı miktar temsillerini işliyor olmaları, yapılan beyin görüntüleme çalışmalarıyla da desteklenmiştir. Buna göre KSS, beynin kelimeler arasındaki ilişkileri oluşturmak için de kullanılan sol alt bölgesini çalıştırırken; YSS'nin dil becerilerinden bağımsız olduğu, beynin sağ ve sol parietal kısımlarından sağlanan miktar gösterimlerine dayandığı ortaya koyulmuştur (Dehaene, Spelke, Pinel, Stanescu ve Tsivkin, 1999).

Miktar gösterimlerinin anlamlandırılmasını sağlayan sistemlerden olan KSS aracılığıyla insanlar, eleman sayısı en fazla 5 olan küçük kesikli çoklukları net bir şekilde algılayabilir, nicel özellikleri hakkında oldukça hızlı ve doğru şekilde bilgi verebilir (Feigenson, vd., 2004). Çokluk algısı üzerine yapılan çalışmalarda katılımcıların, nesne sayısı 5'ten az olan çoklukların sayısını hızlı ve doğru şekilde belirleyebildiği; ancak nesne sayısı 5'ten fazla olan çoklukların sayısını belirleme süresinin ve yapılan hata sayısının keskin bir şekilde arttığı görülmüştür. Az sayıdaki çoklukların miktarını doğru belirlemeyi sağlayan bu işlem "sayma" işleminden farklı bir işlem olarak tanımlanmış ve "subitizing" olarak isimlendirilmiştir (Piazza, Mechelli, Butterworth ve Price, 2001). Bu kavram Olkun (2015) tarafından "şipşak sayılama" olarak Türkçeleştirilmiş ve "dört veya daha az nesne içeren bir çokluğun saymadan algılanabilmesi" olarak tanımlanmıştır. Dolayısıyla şipşak sayılama gibi temel bir matematiksel işlemin, KSS tarafından gerçekleştirildiği söylenebilir. KSS'nin sembolik matematiğin temellerini oluşturduğu iddia edilse de, aritmetik işlemler yapılırken bundan başka iki alt sistemin de kullanıldığını gösteren çalışmalar vardır (Negen ve Sarnecka, 2014).

Çekirdek sayı sistemlerinden bir diğeri olan ve KSS ile birlikte sayı hissine etki eden YSS; doğuştan var olduğu düşünülen, sezgisel ve yaklaşık bir sayı hissi olarak tanımlanır. Sürekli büyüklük olarak sunulan miktarlar bu sistemle algılanır. Bunun yanında nesne sayısı 5'ten büyük bir çokluğun hızlı bir şekilde değerlendirilmesi gerektiğinde de YSS kullanılmaktadır. Bu beceri, salonda bekleyen 30 kişinin her biri için, masada duran 20 bardağın yeterli olmayacağını saymadan hızlı bir şekilde fark edebilme becerisi olarak örneklendirilebilir (Negen ve Sarnecka, 2014). YSS günlük hayatta nesnelere sayısını hızlı bir şekilde yaklaşık olarak belirlememizi sağlar (Berch, 2005). Bu sistem sayesinde henüz okul matematiği ile tanışmamış okul öncesi çocukların, iki çokluktan hangisinin daha fazla olduğuna doğru karar verebildikleri; sembolik olmayan farklı modellerle sunulan basit toplama işlemlerinde başarılı oldukları görülmüştür (Barth, La Mont, Lipton ve Spelke, 2005). Bu sebeple YSS'nin matematikle

ilgili ilk kazanımları edinebilmek için temel sistemlerden biri olduğu iddiası ortaya atılmıştır (Libertus, Feigenson ve Halberda, 2013).

### **Yaklaşık Sayı Sistemi ve Matematik Başarısının İlişkisi**

Literatürde matematik başarısı ve YSS yeterliği arasında anlamlı düzeyde ilişki tespit edilmeyen bazı çalışmalar olduğu gibi (De Smedt, Noël, Gilmore ve Ansari, 2013; Feigenson, Libertus ve Halberda, 2013; Nath ve Szucs, 2016); iki değişken arasında pozitif bir ilişki olduğunu destekleyen çokça çalışma (Barth, vd., 2005; Halberda, vd., 2008; Libertus, Odic ve Halberda, 2012) vardır. Halberda, vd. (2008) tarafından yapılan çalışmayla 14 yaşındaki katılımcıların yaklaşık sayı sistemi işlerliklerinin standartlaştırılmamış matematik testlerinden almış oldukları puanlarla ilişkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca öğrencilerin sembolik olmayan tahmin becerilerindeki bireysel performansları arasında büyük farklılıklar olduğu ve bu farklılıkların anaokulu dönemine kadar olan geçmişe ait standart matematik başarı testlerinden almış oldukları puanlarla ilişkili olduğu görülmüştür. Buradan yola çıkarak okul matematiği başarısı ve yaklaşık sayı sisteminin işlerliğinin ilişkili olduğu düşünülebilir.

Gilmore, McCarthy ve Spelke (2007) tarafından yapılan çalışmada, yetişkinlerde zihinden işlem yapabilme becerisi üzerinde YSS etkisi araştırılmıştır. Katılımcılara sembolik işlem içeren problemler sunulmuş; cevap ise bir sayı değeri ile karşılaştırmalı olarak istenmiştir. Bu sayede katılımcıların, “sembolik toplama gerçeklerini” öğrenip öğrenmediği ve verilen problemlerde bu bilgisini kullanıp kullanmadığı incelenmiştir. İşlemin kesin sonucuna ulaşabilecek beceriden yoksun katılımcıların, karşılaştırma sorusunu (“ulaştığın sayı 35ten büyük müdür?” gibi) doğru yanıtlayabildikleri görülmüştür. Aynı grup için diğer bir çözüm yolunun, tek basamaklı sayılarda toplama ve karşılaştırmayı sağlayan yuvarlama yönteminin kullanılması olduğu görülmüştür. Sonuç olarak yaklaşık aritmetik işlem performansının, kesin sayı (exact number) bilgisinden bağımsız olduğu, yetişkinlerin zihinden işlem yaparken YSS’yi kullandıkları; bu sistem zarar görmüşse, zihinden işlem yaparlarken zorlandıkları bulunmuştur.

Yaklaşık ve kesin sayı sistemiyle işleyen sayı hissinin, kısa sürede doğru tahminler ve sembolik işlemler yapabilme becerileri aracılığıyla ölçülebileceği söylenebilir. Bilgisayar tabanlı tanı koyma araçlarından Butterworth (2003) tarafından geliştirilen diskalkuli tarayıcısının (The Discalculia Screener) matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencileri, farklı sebeplerle başarı düzeyi düşük olan öğrencilerden

ayırt ederek tespit edebildiği iddia edilmiştir. 6-14 yaş aralığı için geliştirilmiş test, dört aşamada gerçekleştirilmektedir:

- 1) Tepki Süresi: Bu aşamada çocuğun ekranda gördüğü nesne ile beraber çok kısa bir sürede belirtilen klavye tuşlarına dokunması yoluyla “teпки süresi” ölçülür. Böylece çocuğun her bir maddeyi cevaplama süresi hesaplanırken, tepki süresinin ayırt edilmesi sağlanır.
- 2) Nokta Sayımı: Ekranda beliren nokta sayısının gösterilen rakamla eşleşip eşleşmediğine dair maddelerden oluşur.
- 3) Sayıları Karşılaştırma: Verilen sayılardan hangisinin daha büyük olduğuna yönelik sorular sorulur. Bu aşamada rakamların sayısal değeri ile görsel büyüklükleri arasında zıtlık yaratılarak sayısal “stroop” testi uygulanır.
- 4) Aritmetik Başarı Testi: Basit düzeyde toplama ve çarpma işlemleri sonuçları ile beraber verilerek, verilen sonuçların doğru olup olmadığı sorulur.

Sıralanan aşamaların hepsi için maddelere verilen cevapların doğruluğu ve cevaplanma süreleri göz önünde bulundurularak katılımcının matematik öğrenme güçlüğü yaşayıp yaşamadığı belirlenir. Soruları yanıtlarken kullanılabilecek çözüm yollarının parmak saymaktan zihinden işlem yapmaya kadar farklılaşabileceği düşünüldüğünde; sürenin ölçülmesi, içinde bulunduğu yaşa uygun strateji kullanmayan bireylerin tespit edilmesi için önem taşımaktadır. Bu tanılama testinin; sayıları karşılaştırma ve aritmetik başarı test görevlerinin KSS, nokta sayımı görevlerinin YSS ve KSS becerileriyle ilgili ölçüm yaptığı söylenebilir.

Sayı hissi hassasiyetini ölçen diskalkuli tarayıcısında yer alan görevlerden farklı olarak; verilen bir sayının yerini, sayı doğrusu üzerinde tahmin edebilme becerisi de bireylerin matematik performanslarını öngörebilmek amacıyla kullanılmıştır. Bu yöntemde öğrencilerden başlangıç ve bitiş değerleri belirlenmiş ancak birimlere ayrılmamış sayı doğruları üzerinde, belirlenen sayıların yerlerini yaklaşık olarak işaretlemeleri istenmektedir. İşaretlenen noktaya göre verilen cevaptaki hata miktarı hesaplanarak sayı hissi hakkında bilgi edinilebilmektedir. Siegler ve Booth (2004) tarafından öğrencilerin belirlediği yerin hata miktarını hesaplamak için kullanılan formül şu şekildedir:

$$\text{Hata miktarı} = \left| \frac{\text{Tahmin} - \text{Tahmin Edilen Değer}}{\text{Sayı Doğrusundaki Son Değer}} \right|$$

Olkun (2015) tarafından yürütülen bir proje sonucunda hazırlanan diskalkuli tarayıcısında sayı doğrusu üzerinde verilen bir sayının yerini tahmin etme görevi de yer almaktadır. Testin ilk iki bölümü nokta sayma ve sayıları karşılaştırma görevlerini içermektedir. Bu iki bölüm için yanıtlama süreleri ve cevapların doğruluğu kayıtlı edilmektedir. Üçüncü bölümde 0-10, 0-100 ve 0-1000 aralığında hazırlanmış sayı doğruları için verilen sayıların yerlerinin tahmin edilmesine yönelik maddeler yer almaktadır. Bu bölümde tahmin edilen sayıya olan mesafe ile tahmin edilen sayı kaydedilirken, cevaplanma süresi kaydedilmemiştir (Mutlu, 2016). Testte yer alan görevler incelendiğinde sayı doğrusu tahmin görevlerinin YSS; sayıları karşılaştırma görevlerinin KSS; nokta sayma görevlerinin ise her iki sistem hakkında ölçüm yapmayı sağladığı söylenebilir.

Ele alınan ölçme araçlarında sayı hissi hassasiyeti; yaklaşık ya da kesin sayı görevlerinin doğruluğu ve bu görevleri yerine getirme süreleri dikkate alınarak tespit edilmeye çalışılmıştır. Bu ölçme araçlarında yer alan sayı görevleri; verilen bir miktarı sayı sembolüyle eşleştirme, sayıları karşılaştırma, verilen bir sayının yerini sayı doğrusu üzerinde tahmin etme gibi öğretim yoluyla edinilmiş sembolik matematik bilgisi gerektiren görevler içermektedir. Sayı hissini göstergelerinden bir diğeri olan analog miktarları karşılaştırma görevleri ise, sembolik gösterimler içermemesi sebebiyle diğer görevlerden farklılaşmaktadır. YSS tarafından gerçekleştirilen analog çoklukları karşılaştırma becerisi gibi basit, ancak temel bir becerinin üzerine kesin ve net matematiksel bilgiler inşa edildiği düşünülmektedir (Libertus, vd., 2012). YSS tarafından gerçekleştirilen analog miktar karşılaştırmalarıyla; bireylerin sayı hissi hassasiyetlerinde belirleyici olan, sonradan edinilmiş sembolik matematik bilgisinden arındırılmış, daha temel bir becerinin ölçümü sağlanmaktadır.

Bireysel farklılıkların yanında YSS'nin miktarları ayırt edebilme gücünün, bu miktarlar arasındaki orana bağlı olarak değiştiği tespit edilmiştir. Lisans öğrencileri ve teleost balıkları ile yapılan araştırmada, öğrenciler ve teleost balıklarının iki farklı sayıdaki çokluğu ayırt etme becerileri karşılaştırılmıştır. Bunun için kurulan deney düzeneğinin iki ucuna farklı sayılarda balık kümeleri yerleştirilmiştir. Deney ortamına alışması sağlandıktan sonra deney düzeneğine bırakılan balıkların, akvaryumun sağ ve sol tarafına yerleştirilen balık gruplarından kalabalık olan grubun önünde daha fazla zaman geçirdiği bulunmuştur. Karşılaştırılan çokluklar dörtten büyük olmak koşuluyla, her iki grubun performansının da karşılaştırılan çoklukların oranı ile ilişkili olarak değiştiği gözlemlenmiştir (Agrillo vd., 2012). Bir diğeri çalışmada yetişkinlerin 7:8

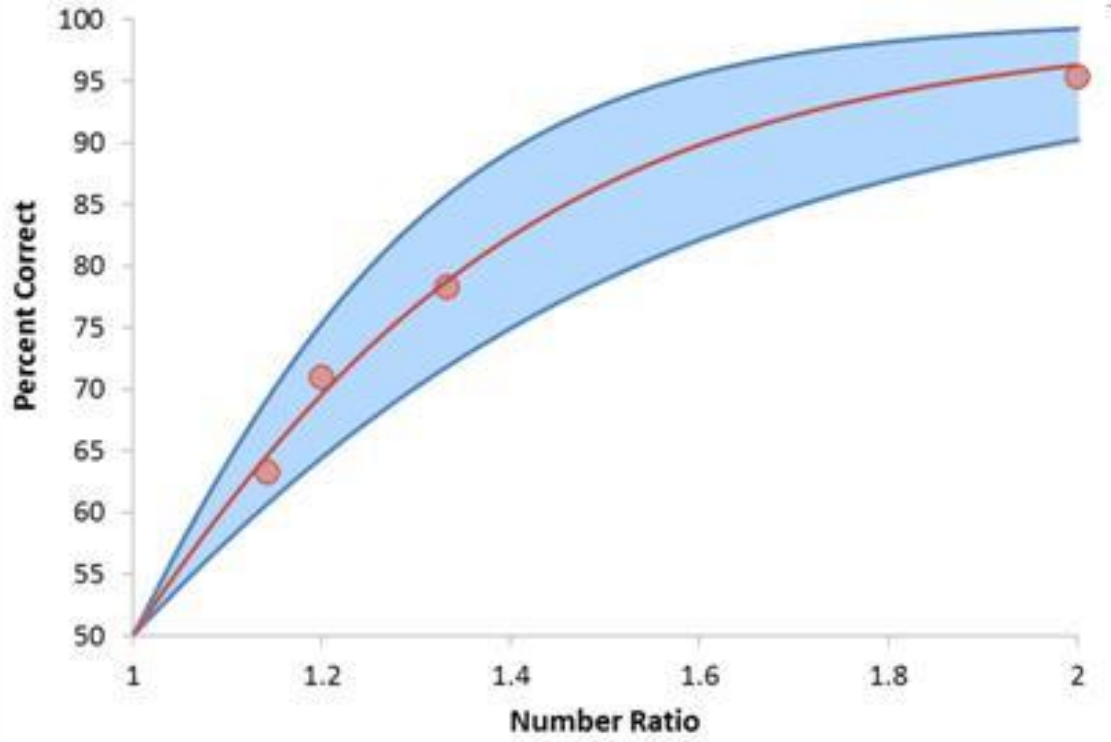
oranına sahip iki çokluğu ayırt edebildikleri; ancak altı aylık bebeklerin, 1:2 oranında verilen iki çokluğu ayırt edebilirlerken 2:3 oranında verilen iki çokluğu ayırt edemedikleri bulunmuştur (Adler, 2001; Barth, vd., 2003). Bu bulgular, sunulan iki miktar arasındaki farkın algılanabilmesi için gerekli yoğunluk farkının; bu çoklukların yoğunluklarıyla orantılı olduğunu iddia eden Weber kanununa uyum göstermektedir (Leibovich, vd., 2017).

Literatürde “Scalar Law” ya da “Weber’s Law” olarak adlandırılan bu kurala göre, iki çokluğun miktarları arasındaki fark arttıkça bu iki çokluğu ayırt etmek ve karşılaştırmak daha kolay hale gelmektedir. Bu durum “uzaklık etkisi” (distance effect) olarak adlandırılmakta olup hayvanlarda ve insanlarda sayısal işlemlerin temel ve evrensel özelliklerindedir (Dehaene ve Changeux, 1993). Buna göre, 80 ve 81’i karşılaştırmak, 80 ve 100’ü karşılaştırmaktan daha zordur. Benzer şekilde analog şekilde sunulan farklı renkteki lekelerin hangisinin daha çok olduğuna cevap verilmesi istendiğinde iki çokluğun eleman sayısı arasındaki fark arttıkça katılımcıların daha doğru cevaplar verdikleri görülmüştür (Halberda, vd., 2008). Eşit uzaklıklara sahip çoklukların karşılaştırılmasında, karşılaştırılan çoklukların miktarı arttıkça yapılan karşılaştırmaya verilen cevapların doğruluğu azalmıştır. Burada da “miktar etkisi” (magnitude effect) söz konusudur. Şempanzelerin 2’nin 1’den fazla olduğuna zorlanmadan karar verebildiği fakat 2 ve 3’ü, 3 ve 4’ü karşılaştırırken hatalı cevapların sayısının arttığı görülmüştür. Mesafe ve miktar etkisinin güvercin, fare, yunus, maymun ve insan gibi birçok türde etkili olduğu gözlemlenmiştir (Dehaene, 2011).

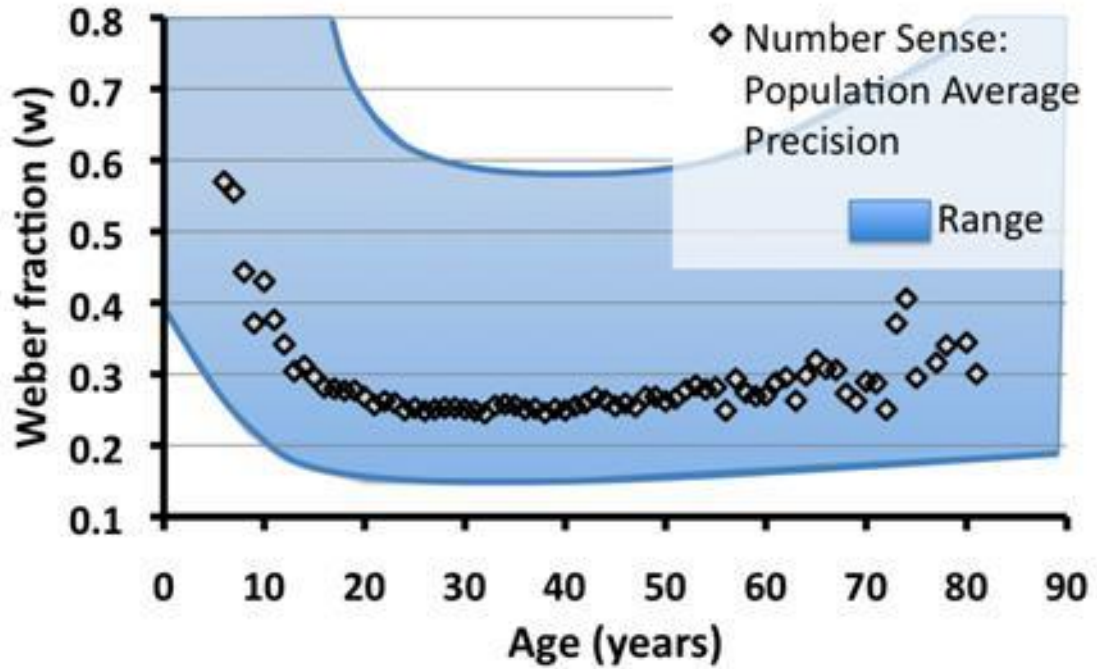
Weber kanununa göre, 10 ve 13’ü % 90 doğruluk oranıyla ayırt edebildiği farz edilen bir kişinin, 20 ile 26 sayılarını da aynı doğruluk oranında ayırt edebileceği söylenebilmektedir. Bunun sebebi; 10 ve 13 sayıları arasındaki uzaklık 3’tür, 20 sayısı 10’un iki katı olduğu için uzaklık da iki katına çıkarılarak yeni uzaklık 6 olarak alınır. Farklı pek çok alana ait çeşitli araştırmalarda kullanılan Weber kanunu, iki farklı uyarana karşı oluşan farklılık algısının miktarını ölçmeye yarar. Diğer bir tanımla Weber kanunu, iki çokluğu temsil ettikleri sayıların arasındaki farktan ziyade, çoklukların birbirine olan oranına dayanan ayırt edilebilirlikleridir (Moyer ve Landauer, 1967). Bu kanun neredeyse boş olan bir kaptan alınan üç fıncığın, dolu bir kaptan alınan üç fıncığa göre daha fark edilir olmasının sebebini açıklar (Nachev, Stich ve Winter, 2013). Farklı bir ifadeyle Weber kanunu, bir miktar ya da yoğunluk ile ona ekleme yapıldığının söylenebilmesi için eklenmesi gereken miktar arasındaki ilişki olarak tanımlanmıştır (Landy, 2014).

Çokluk karşılaştırmalarından elde edilen Weber kesri Halberda ve Odic (2015:3) tarafından; çoklukları ayırt edebilmeye dayanan bir uygulamada, katılımcıların şansa dayalı doğru cevap verebilme ihtimalini en aza indirebilecek çokluklar arasındaki en küçük oran olarak tanımlanmaktadır. Weber kesri aynı zamanda, iki çokluğa ait kişisel eşitlik ve sayı karşılaştırma becerisine ait asimptotik performans arasındaki orta noktadır. Yapılan tanımlamaların yanında, Weber kesrinin her bir yaklaşık sayı gösterimi için sahip olunan içsel hassasiyeti işaret eden bir iç ölçeklendirme faktörü olarak tanımlanabileceğinin daha doğru ve etkili bir tanımlama olduğu düşüncesi ortaya çıkmıştır. Buna dayanarak Weber kesri için; her bir çokluk gösteriminin YSS'deki standart sapmasına ve bir yaklaşık sayı gösterimine dair bilginin diğer bir yaklaşık sayı gösteriminde ne ölçüde kullanılabildiğine dair fikir verdiği düşünülmektedir. Kişiye ait Weber kesri değerlendirilerek kişinin yaklaşık sayı sisteminin ne derece doğruluktan uzak ve karmaşık olduğu belirlenir (Halberda ve Odic, 2015). Bu kesrin değerinin herkes için farklı olduğu ve kesir küçüldükçe kişinin daha kesin tahminler yapabildiği görülmüştür (Gilmore, vd., 2014)

Weber kesri; bireylerin miktar algılama hassasiyetleri arasındaki farklılıklar üzerine yapılan araştırmalarda sıklıkla kullanılmıştır. YSS'nin hassasiyeti, bir çokluğu diğerinden ayırt edebilme becerisinin doğruluk derecesi şeklinde tanımlanmaktadır (Gimbert, Camos, Gentaz ve Mazens, 2019). Panamath (2011); Weber kesrinin, katılımcının YSS'si hakkında nasıl bir bilgi verdiği üzerinde durmuştur. İnternet üzerinden sürdürülen Panamath araştırması sonucunda elde edilen 10.000'den fazla katılımcının katılımıyla oluşturulmuş grafik Şekil 2'de sunulmuştur. Bu grafikte karşılaştırılan çoklukların oranlarına göre tahmin edilme yüzdelerinin değişimi incelenebilmektedir. Benzer şekilde Panamath araştırması sonucunda elde edilen ve Şekil 3'te sunulan grafikte, yaş ve Weber kesri değişkenleri arasındaki ilişki ortaya koyulmuştur. Çoklukların gösterimleri boyunca bir bireydeki karışıklığın (doğru cevaptan sapmaların) sistematik doğasını vurgulayan YSS anlayışını destekleyen bu grafikte kişilerin yaklaşık ölçümlerini 30'lu yaşlarda en hassas şekilde yapabildikleri söylenebilir. Elde edilen bu verilere dayanarak kişiye ait karmaşıklık örüntüsünün anlaşılmasıyla ortaya koyulan YSS'sine ait gösterim, o kişinin sayı gösterimine ait karmaşıklığını anlamlandırmak için kullanılabilir.



Şekil 2. Karşılaştırılan çoklukların oranlarına göre doğruluk yüzdelerinin değişimi



Şekil 3. Weber kesri ve yaş değişkenine göre sayı hissi hassasiyeti ve aralığı

Literatürde YSS tarafından gerçekleştirilen analog çoklukları karşılaştırma becerisini (AÇKB) Weber kesri aracılığıyla ortaya koyan ve bu becerinin matematik başarısına olan etkisini araştıran çalışmalardan biri Libertus, vd. (2012) tarafından yapılmıştır. Aynı üniversitenin farklı iki bölümünde okuyan 120 lisans öğrencisiyle çalışılmıştır. İki aşamada gerçekleşen bu çalışmada katılımcıların matematik başarısı, Amerika Birleşik Devletleri'nde sözel ve sayısal becerilerini ölçen standart bir başarı testi olan Scholastic Aptitude Test (SAT) puanlarıyla, AÇKB becerisi düzeyleri ise Panamath (Halberda, vd., 2008) isimli testten almış oldukları puanlarla ortaya koyulmuş, AÇKB'nin sayısal becerilerle ilişkili bulunması beklenmiştir.

Katılımcılardan YSS testi için sınıfa yerleştirilen ekranda gördükleri sarı ve mavi noktaların hangisinin sayısının daha fazla olduğunu cevap kâğıtlarına yazmaları istenmiştir. Toplamda yaklaşık beş dakika süren uygulamanın zorluk derecesini çeşitlendirmek için ve doğru cevabı bulmak için strateji geliştirmemeleri için; çoklukların oranı, daha fazla olan noktalar kümesinin rengi, çoklukların toplam kapladığı alan yazılım tarafından çeşitlendirilmiştir. Katılımcılardan üniversiteye başvuru sürecinde kullandıkları SAT sınavı puanlarını rapor etmeleri istenmiştir. Sayısal ve sözel iki ayrı puanın bulunduğu bu rapordan edinilen veriler kullanılarak analizler gerçekleştirilmiştir. Sayısal SAT puanı ile Weber kesrine ait doğrusal regresyon, bu iki değer anlamlı düzeyde ilişkili olduğunu göstermiştir ( $r = -0.22$ ;  $p = 0.02$ ). Sözel SAT puanları ve Weber kesri için oluşturulan modelin ise anlamlı olmadığı bulunmuştur ( $r = -0.11$ ;  $p = 0.22$ ). Uygulamanın sınıfta toplu olarak gerçekleştirilmesinin; öğrencilerin ekrana göre konumlarının farklı olması veya sadece ilgili öğrencilerin sınıfta bulunması gibi sebeplerle verileri etkilemiş olabileceği belirtilmiştir.

Desoete, Ceulemans, Weerdt ve Pleeters (2012), sembolik ve sembolik olmayan karşılaştırma görevlerinin aritmetik becerilerin kazanılması ile ilişkili olabileceğini düşünerek okul öncesi dönemden ilkokul 2. sınıfa kadar süren bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Katılımcılar; 16 tanesi matematik öğrenme güçlüğüne sahip, 64 tanesi matematik başarısı düşük olan ve 315 tanesi ortalama başarıya sahip toplam 395 çocuktan oluşmaktadır. 1. ve 2. sınıftaki karşılaştırma ve aritmetik becerileri üzerinde çalışılmış, üç farklı katılımcı grubun performansları karşılaştırılmıştır. Tüm katılımcılara okul öncesi dönemde ve ilkokul 2. sınıfta sembolik ve sembolik olmayan karşılaştırma becerilerine yönelik; 1. ve 2. sınıfta olmak üzere aritmetik becerilerine yönelik, 2. sınıfta ise zihinsel becerilerine yönelik testler uygulanmıştır. Sembolik olmayan çoklukların

karşılaştırılması farklı sayıda noktalardan oluşmuş iki gruptan hangisinin fazla olduğu sorularak gerçekleştirilmiştir. Sembolik sayı kelimelerini sözel olarak karşılaştırma testinde; söylenen kelimenin sayı kelimesi olup olmadığına karar verme, söz dizimi olarak doğruluğuna karar verme, söylenen iki sayıdan hangisinin fazla olduğuna karar verme görevleri yer almıştır. Sembolik rakam karşılaştırma testinde; yazılan sembolün rakam olup olmadığına karar verme, yazılan iki sayıdan hangisinin büyük olduğuna karar verme görevleri yer almıştır.

Matematik öğrenme güçlüğüne sahip, düşük matematik başarısına sahip ve ortalama düzeyde matematik başarısına sahip gruplar; MANOVA testi uygulanarak sembolik sayı, sözel sayı ve miktar karşılaştırması becerileri açısından kıyaslanmıştır. Okul öncesi dönemde matematik öğrenme güçlüğü olan öğrencilerin, sembolik sayı karşılaştırma becerilerinin diğer grupların performanslarına göre daha düşük olduğu; sayı sözcükleri testinde anlamlı bir fark olmadığı bulunmuş, miktar karşılaştırma testlerinde her üç grubun anlamlı derecede farklı performanslar sergiledikleri görülmüştür. En yüksek performansın ortalama matematik başarısına sahip, en düşük performansın ise matematik öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilere ait olduğu belirtilmiştir. Sadece miktar karşılaştırmasına göre üç grubun birbirinden ayrıştığı görülmüştür.

İkinci sınıf düzeyinde grupların arasındaki farkı tespit etmek için sembolik sayı karşılaştırması, sözel sayı karşılaştırması ve miktar karşılaştırması değişkenleri ile MANOVA testi uygulanmıştır. Sembolik ve sözel sayı karşılaştırmada ortalama başarıya sahip grubun, matematik güçlüğü yaşayan gruptan anlamlı derecede daha iyi performans sergilediği; miktar karşılaştırmasında üç grup arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. İkinci sınıfta sayıların sembolik olmayan gösterimlerinin aritmetiksel başarı ile ilişkili olması yapılan analizlerin diğer bir sonucudur. Okul öncesi dönemdeki sembolik test ve 2. sınıftaki sembolik olmayan test sonuçlarının anlamlı düzeyde farklılaşmaması ile ilgili, gelişimsel dönemin özelliği ya da uygulanan testlerde cevaplama sürelerinin ölçülmemesinin bir etkisinin olabileceği düşünülmüştür. Aritmetik becerilerin kullanımında, bireylerin işleyen hafızasının hızlı ve seri olma düzeyine bağlı olarak aritmetikte daha rahat ve kısa yoldan hareket edebildiği düşünülmektedir. Bu yüzden cevaplama süresi ölçülmesi halinde, okul öncesi dönemdeki sayı kelimeleri testinin sonuçları, 2. sınıftaki matematik öğrenme güçlüğü yaşayan grup ve ortalama başarı düzeyine sahip grup performansları arasındaki farkın anlamlı düzeyde olacağı tahmin edilmiştir. Bu alanda yapılacak çalışmalar için verilen cevapların doğruluğu ile

birlikte cevaplanma sürelerinin de ölçülmesinin daha doğru sonuçlar vereceği belirtilmiştir.

Yapılan incelemeler sonucunda gerçekleştirilen bu çalışmada, bireylerin YSS hassasiyetini ölçmek için; temel bir matematik becerisi olduğu kabul edilen, öğrencinin matematiğe ait doğuştan var olan potansiyelini ölçmek için en saf veriyi sağladığı düşünülen analog çokluk karşılaştırma görevleri tercih edilmiştir. YSS tarafından gerçekleştirildiği düşünülen AÇKB'nin, matematiğin tüm alanları için aynı ölçüde etkiye sahip olup olmadığı araştırılmak istenmiştir. Alan yazında kişinin sayı hissinin gelişmişlik düzeyi ile matematik başarısı arasında anlamlı ilişki olduğunu gösteren araştırmaların yapıldığı görülmüştür. Fakat analog çoklukları karşılaştırma becerisinin; matematiğin sayı, geometri, ölçme gibi öğrenme alanlarına indirgenerek incelendiği herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu yüzden alan yazına katkı sağlayacağı düşünülmüştür.

Matematiğin farklı öğrenme alanları ve bu alanların gerektirdiği farklı beceriler göz önünde bulundurulduğunda bu çalışmada matematik başarısını, öğrenme alanlarına indirgeyerek daha anlamlı sonuçlara ulaşılabileceği düşünülmüş, bu sebeple Türkiye'de uygulanan öğretim programı matematik dersi kazanımlarının, öğrenme alanlarına göre dağılımı incelenmiştir. Buna göre sayılar, geometri ve ölçme alanlarının, Tablo 1'de görüldüğü üzere 1.-4. sınıflar matematik dersi kazanımlarının yoğunlaştığı öğrenme alanlarından olduğu, bu öğrenme alanlarına ait başarı puanlarının, öğrencilerin okuldaki performanslarına ilişkin veri niteliğinde olduğu söylenebilir.

Tablo 1

*İlköğretim 1-4. Sınıflar Matematik Dersi Kazanımlarının Öğrenme Alanlarına Dağılımı*

Öğrenme Alanları	Sınıf Düzeyleri							
	1		2		3		4	
	N	%	N	%	N	%	N	%
Sayılar	27	61	33	58	41	41	40	48
Geometri	7	16	10	17	27	27	17	20
Ölçme	9	21	13	21	26	26	24	28
Veri	1	2	3	5	6	3	3	4
Toplam	44	100	59	100	100	100	84	100

Bu çalışmada; ilkokul öğrencilerinin sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama beceri puanları ile analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında bir ilişkinin var olup olmadığı; cinsiyet, sınıf düzeyi ve başarı düzeylerine göre araştırılacaktır.

### Amaç

Bu çalışmanın temel amacı, 1., 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin analog çokluk karşılaştırma görevleri ile ölçülen sayı hissi gelişmişlik düzeylerinin; matematiğin sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama becerisine yönelik oluşturulmuş başarı testlerinden aldıkları puanlarla ilişkisini araştırmaktır. Diğer amaçlar ise şu şekilde sıralanabilir:

- Sınıf düzeylerine göre analog çoklukları karşılaştırma becerisi ile sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama becerileri arasında anlamlı ilişki var mıdır?
- Sınıf düzeylerine göre analog çoklukları karşılaştırma becerisi puanları; sayı, geometri-ölçme ve hesaplama başarı puanlarının ne kadarını açıklamaktadır?
- Analog çoklukları karşılaştırma puanlarına göre cinsiyetler arasında anlamlı bir fark var mıdır?
- Öğrenme alan puanlarına göre oluşturulan alt ve üst gruplarda yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?
  - Sınıf düzeylerine göre geometri-ölçme öğrenme alanı puanlarına göre alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?
  - Sınıf düzeylerine göre hesaplama becerisi puanlarına göre alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?
  - Sınıf düzeylerine göre sayı öğrenme alanı puanlarına göre alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?

- Sınıf düzeyleri arasında AÇKB testinden elde edilen Weber kesirleri ve soruların cevaplanma süreleri açısından anlamlı düzeyde fark var mıdır?

## Önem

Analog çoklukları karşılaştırma becerisinin, bireylerin doğuştan sahip oldukları düşünülen, sayı hissi düzeylerindeki farklılıkları ortaya koyabilecek becerilerden biri olduğu tahmin edilmektedir (Feigenson, vd., 2004). Sayı hissini göstergelerinden olduğu düşünülen diğer becerilerden farklı olarak bu becerinin; sembolik matematik bilgisi gerektirmeden kullanılabilir ve ölçülebilir olması önemlidir. Bu sayede sayı hissini besleyen YSS'ye ilişkin yapılan ölçümlerin; sonradan edinilmiş öğrenmelerden büyük oranda arındırılmış olması beklenmektedir.

YSS düzeyini tespit etmek için geliştirilen ölçme araçlarında yapılan miktar karşılaştırmalarının zorluk derecesinin; karşılaştırılan çoklukların oranına göre değiştiği görülmüştür. Miktarların birbirine olan oranına dayanan ayırt edilebilirlikleri olarak tanımlanan Weber kanununa (Moyer ve Landauer, 1967) dayanarak hesaplanabilen, her bir yaklaşık sayı gösterimi için sahip olunan içsel hassasiyeti işaret eden bir Weber kesri hesaplanabilmektedir (Halberda ve Odic, 2015). Weber kesri değerinin; kişinin yaptığı tahminlerin doğruluğunu temsil eden Gauss temsillerinin standart sapmasını ifade ettiği söylenebilir (Lindskog, Winman, Juslin ve Poom, 2013).

Farklı yaklaşımlarla ölçülen sembolik olmayan çoklukları karşılaştırma kapasitesinin, sembolik matematik yapabilme üzerindeki etkisi Attridge, vd.(2009) tarafından araştırılmış; elde edilen sonuçlarla bu becerinin sembolik olarak ifade edilen işlemleri hızlı ve yaklaşık olarak yaparken kullanıldığı görüşü desteklenmiştir. Sembolik matematik yapabilmenin gerekliliklerinden biri olarak görülen analog çoklukları karşılaştırma becerisinin, tasarlanan matematik oyunlarının sınıflarda düzenli şekilde oynatılması yoluyla geliştirilebileceği ortaya koyulmuştur (Ramani, Siegler ve Hitti, 2012; Ramani ve Siegler, 2008). Wang, Odic, Halberda ve Feigenson (2016) analog karşılaştırma becerilerini ölçen bir testi, soruların kolaydan zora doğru ve zordan kolayca doğru sıralanmış farklı iki şekliyle uygulamış; iki testten elde edilen bulguları karşılaştırmıştır. Soruların kolaydan zora doğru sıralandığı testte, öğrencilerin performansında iyileşme olduğu görülmüştür. Buna dayanarak uygulanan test sayesinde öğrencilerin YSS performanslarında yükselme sağlandığı yorumu yapılmıştır. İki

çokluktan hangisinin fazla olduğunu belirleme gibi basit ancak temel bir becerinin; matematik başarısını etkilediği düşünüldüğünde, bu becerinin geliştirilebilir bir beceri olması ayrıca önem kazanmaktadır.

Geliştirilebilir nitelikte olan bu temel becerinin daha etkin kullanıldığı öğrenme alanları varsa, bu alanların tespit edilmesinin yapılacak öğretimi daha verimli hale getireceği beklenmektedir. Wilson ve Dehaene (2007), alanda yapılacak çalışmaların alt sınıflara uygun, sembolik olduğu kadar sembolik olmayan görevler içeren, geniş çeşitliliğe sahip sayısal biliş testlerini içermesinin faydalı olacağını vurgulamıştır. Bu araştırma; YSS hassasiyetini, bireylerin performanslarını en saf haliyle temsil etmeyi sağladığı düşünülen, analog çokluk karşılaştırma becerilerini kullanarak ölçmesi; kişilerin YSS hassasiyetini Weber kesriyle temsil etmesi ve bu becerinin matematik başarısıyla olan muhtemel ilişkisini sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama becerisine indirgeyerek incelemesi sebebiyle önemlidir.

### **Sayıtlar**

Bu çalışmada kullanılan başarı testlerinin öğrencilerin söz konusu öğrenme alanı ile ilgili matematik başarılarını yansıttığı varsayılmıştır.

### **Sınırlılıklar**

Yapılan çalışmada, zekâ puanlarını yordayan sayısal testler, çalışan bellek testleri, kelime-okuma testleri gibi diğer bilişsel becerilerin ölçümü yapılmamıştır. Araştırmanın çalışma grubu sosyo-ekonomik-kültürel çeşitliliğe sahip bir okulun öğrencilerinden seçilmeye çalışılmış olup bu katılımcılar ile sınırlıdır.

### **Tanımlar**

**Analog Çokluk:** Sayı sembolleri kullanılmadan; nesnelere yoluyla ifade edilen miktar gösterimleridir.

**Analog Çoklukları Karşılaştırma Becerisi:** Farklı renkte ve sayıda sunulan iki noktalar kümesinin hangisinin daha fazla olduğunu belirlemeyi sağlayan ve Panamath testi ile ölçülen beceridir.

**Weber Kesri:** Kişilerin Panamath testine vermiş oldukları cevaplara dayanarak yazılım tarafından hesaplanan ve analog çoklukları karşılaştırma becerisi hassasiyetlerini temsil eden değerdir.

**Sayı Öğrenme Alanı Performansı:** Öğretim programındaki sayı öğrenme alanına ait kazanımlar dikkate alınarak hazırlanmış sayı başarı testi aracılığıyla ölçülen performanstır.

**Geometri-Ölçme Öğrenme Alanı Performansı:** Öğretim programındaki geometri öğrenme alanı ve ölçme öğrenme alanı kazanımları dikkate alınarak hazırlanmış geometri-ölçme başarı testi aracılığıyla ölçülen performanstır.

**Hesaplama Becerisi Performansı:** TTR testinden alınan puanlar hesaplama becerisine ait performansı temsil etmektedir.

## BÖLÜM 2

### YÖNTEM

Çalışmanın bu bölümünde araştırmanın modeli, çalışma grubu, veri toplama araçları, veri toplama süreci ve toplanan verilerin analizi ile ilgili detaylı bilgi verilmiştir.

#### Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ilkokul 2, 3, 4. ve ortaokul 5. sınıflarda güz dönemi başında, uygulanan sayı, geometri-ölçme öğrenme alanlarına ve hesaplama becerisine yönelik farklı başarı testlerinden alınan puanlarla öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma becerileri arasındaki ilişkiler incelenmiştir. İki ve daha çok sayıdaki değişken arasındaki ilişkileri, ilişkinin varlığının, derecesinin araştırıldığı tarama modeli çalışmalar *ilişkisel tarama* modeli çalışmalar olarak adlandırılmaktadır (Karasar, 2011). Buna göre çalışmanın modeli ilişkisel tarama modelidir.

#### Çalışma Grubu

Bu araştırmanın katılımcılarını, Türkiye'nin İç Anadolu bölgesindeki bir ilin farklı sosyo-ekonomik-kültürel seviyelerini yansıttığı düşünülen merkez ilçeye bağlı bir devlet ilkokulunun 2., 3., 4. ve ortaokul 5. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. 2014-2015 eğitim öğretim yılının başında gerçekleştirilen araştırmada, matematik başarısının ölçümü için yazılı testler kullanıldığından ve öğrencilerin okuma-yazmada sınırlılıklarının olabileceğinden dolayı uygulama söz konusu kademelerin bir yıl sonraki eğitim öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Belirlenen okuldan rastgele seçilmiş sınıflardaki katılımcıların tümüne; sayı, geometri-ölçme ve hesaplama becerilerindeki performanslarını ölçmek için hazırlanmış üç tane yazılı test ve analog çoklukları karşılaştırma becerisini ölçmek için bilgisayar ortamında sunulan görsel test olmak üzere, toplamda dört farklı test uygulanmıştır. Uygulanan dört testin hepsine birden katılmamış olan öğrenciler (toplam 60 öğrenci) çalışmanın analiz kısmına dâhil edilmemişlerdir.

Buna göre cinsiyete göre dağılımı Tablo 2'de verilen farklı sosyo-ekonomik-kültürel düzeylerden, okuma yazma problemlerinin olmadığı sınıf öğretmenleri

tarafından rapor edilmiş, 2. sınıf düzeyinde 69, 3. sınıf düzeyinde 80, 4. sınıf düzeyinde 79 ve 5. sınıf düzeyinde 80 olmak üzere toplam 308 öğrencinin test sonuçları ile analizler yapılmıştır.

Tablo 2

*Sınıf ve Cinsiyet Değişkenlerine Göre Dağılımı*

Sınıf	Cinsiyet		
	Kız	Erkek	Toplam
1	31	38	69
2	41	39	80
3	41	38	79
4	40	40	80

**Verilerin Toplanması**

2014 yılında gerçekleştirilen uygulama için, İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu'nda (MEB, 2009) yer alan öğrenme alanları ve bu öğrenme alanlarına ait kazanım sayıları incelenmiş; sayı öğrenme alanı tek başına, geometri ve ölçme öğrenme alanları birlikte değerlendirilmiştir. 2009 yılında yayımlanan programın kazanımları dikkate alınarak hazırlanmış başarı testleriyle sayı ve geometri-ölçme öğrenme alanlarında sergilenen performanslar ölçülmüştür. Hesaplama becerilerine yönelik performans ise Hesaplama Performansı Testiyle (Tempo Test Rekenen, TTR) (De Vos, 1992) ölçülmüştür. Söz konusu testlerin uygulanabilmesi için MEB'den alınan izin, EK 2'de yer almaktadır. Çalışmanın, güz döneminin başında yapılması sebebiyle her bir sınıf düzeyine, bir alt sınıfın başarı testleri uygulanmıştır. Birinci sınıf düzeyine uygun testler 2.; 2. sınıf düzeyine uygun testler 3.; 3. sınıf düzeyine uygun testler 4., 4. sınıf düzeyine uygun testler 5. sınıf öğrencilerine uygulanmıştır.

Sayı öğrenme alanına yönelik testler, Fidan (2013) tarafından 1.-4. sınıflar için matematik öğretim programının (MEB, 2009) sayı öğrenme alanındaki kazanımlara göre geliştirilmiştir. Test hazırlanırken, her sınıf düzeyi için sayılar öğrenme alanı kazanımları incelenmiş, bu kazanımlar arasında içerik yönünden kapsamlı olanlar belirlenmiş ve seçilen kazanımları kısa cevaplı sorularla ölçülebiliyor olmasına dikkat edilmiştir. Gerektirdiği bilgi ya da beceri yönünden birbirini gerektiren kazanımların ayrı kritik kazanımlar olarak belirlenmesine özen gösterilmiştir. Test hazırlama basamaklarına uygun olarak hareket edilerek az sayıda soru ile içeriğin tamamına yönelik bir ölçme

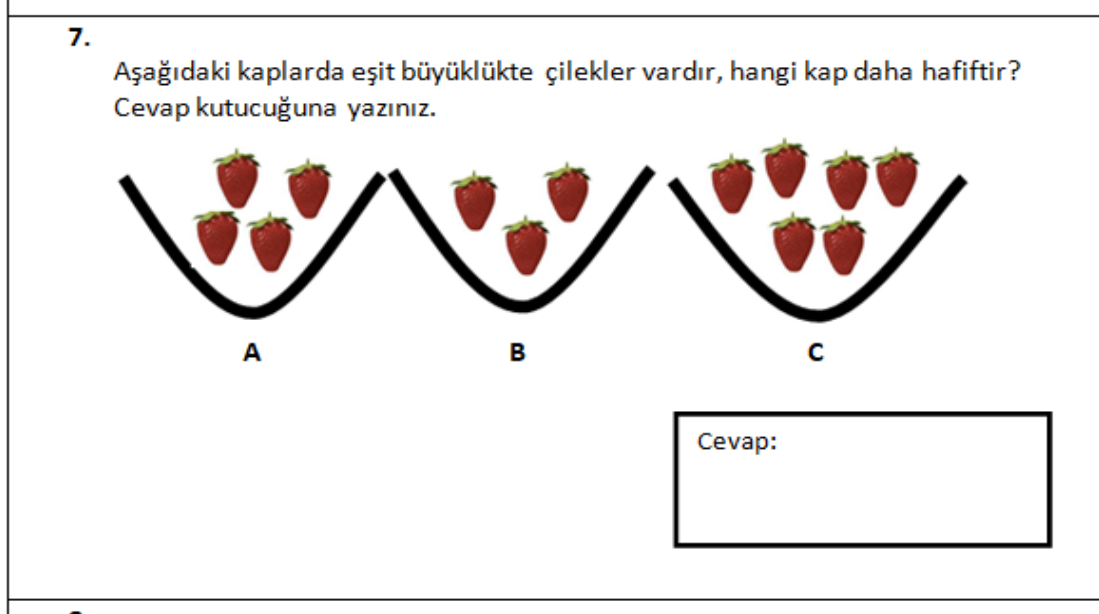
sağlayan testler oluşturulabilmiştir. Sayı sayma, sayı örüntüleri, dört işlem soru ve problemleri, kesirler gibi konuları içermektedir. Testlerin KR-20 güvenilirlik katsayıları 1. sınıf için 0,80, 2. sınıf için 0,92, 3. sınıf için 0,93 ve 4. sınıf için ise 0,96 olarak bulunmuştur. Şekil 4'te 1. sınıflar için hazırlanmış bir örneği görülen test maddelerinin sayısı, sınıf düzeylerine göre değişkenlik göstermiştir. 1. sınıf testinde 13, 2. sınıf testinde 15, 3. sınıf testinde 16 ve 4. sınıf testinde 24 madde yer almaktadır. Bu başarı testi için önerilen süre bir ders saat olarak belirtilmiştir.

**4) Yandaki kutunun içine 14 tane yuvarlak çiziniz.**



*Şekil 4. Birinci sınıf düzeyi için uygulanan sayı başarı testinden alınan soru örneği*

Geometri-ölçme öğrenme alanlarına yönelik testler, Olkun, Akkurt Denizli, Kozan ve Ayyıldız (2013) tarafından 1.-4. sınıflar için matematik öğretim programının (MEB, 2009) geometri ve ölçme öğrenme alanlarına ait kazanımlar dikkate alınarak geliştirilmiştir. İki ve üç boyutlu geometrik şekiller, karşılaştırma - konumlandırma, açılar, geometrik şekillerin alan ve çevre ölçüleri, zaman ölçüleri gibi konuları kapsayan testlerde yer alan sorulardan bir tanesi Şekil 5'te örnek olarak gösterilmiştir. Bu testlerin KR-20 güvenilirlik katsayıları ise 1. sınıf başta olmak üzere 4. sınıfa doğru sırasıyla 0,85, 0,94, 0,91 ve 0,92 olarak hesaplanmıştır. 1. sınıf testinde 14, 2. sınıf testinde 18, 3. sınıf testinde 20 ve 4. sınıf testinde 27 madde yer almaktadır. Bu başarı testi için önerilen süre bir ders saatidir



Şekil 5. Birinci sınıf düzeyi için uygulanan geometri-ölçme başarı testinden alınan soru örneği

Hesaplama becerisine yönelik kullanılan Hesaplama Performansı Testi (TTR), De Vos (1992) tarafından geliştirilmiş olup, her biri kolaydan zora doğru sıralanmış 20 işlem içeren sütunlardan oluşmaktadır. Her bir sütun için cevaplama süresi 1 dakika olarak belirlenmiş, verilen her bir doğru cevap 1 puan olarak hesaplanmıştır. 1. sınıf testinde sadece toplama işlemi içeren 1 sütun, 2. sınıf testinde biri toplama biri çıkarma işlemleri içeren 2 sütun bulunmaktadır. 3. ve 4. sınıf düzeyleri için kullanılan test aynı olup, 5 sütundan oluşmaktadır. Şekil 6’da görülen bu sütunlar sırasıyla; toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemini içermekte, son sütunda bu dört işlemin her birinden 5’er işlem bulunmaktadır.

HESAPLAMA PERFORMANSI TEST FORMU				
1	2	3	4	5
1 + 1 = .....	2 - 1 = .....	1x4 = .....	4 ÷ 2 = .....	2+1 =.....
2+1 = .....	3-2 = .....	2x2 = .....	5 ÷ 1 = .....	2-1= .....
3+0 = .....	4-2 = .....	1x7 = .....	12÷2 = .....	2x5= .....
4+1 = .....	3-0 =.....	0x5 = .....	15÷3 = .....	4÷2 .....

Şekil 6. Üçüncü ve 4. sınıf düzeyleri için uygulanan TTR testi soru örneği

Analog çoklukları karşılaştırma görevi için kullanılan ölçme aracı, bilgisayar ortamında uygulanabilen ücretsiz bir yazılımdır. Analog çokluk karşılaştırma becerilerini ölçmek, yaklaşık sayı sistemi ve sayı hissi hassasiyeti hakkında bilgi edinmek için geliştirilmiş olan Panamath isimli test, internet üzerinden cevaplanıp değerlendirilebildiği gibi bilgisayara kurulumu yapılarak her bir katılımcının verileri tablo ve grafikler halinde kaydedilebilmektedir. Bu araştırmada bilgisayara kurulum yapılarak hareket edilmiştir. Katılımcıların bilgileri ilgili ekrana girilmiş, gerekli açıklamalar yapılmış ve uygulama gerçekleştirilmiştir. İki yaş üstü katılımcılar için uygun olan Panamath testinde, her bir madde için ekrandaki mavi ve sarı noktaların hangisinin sayısının daha fazla olduğu sorulmaktadır. Nokta şeklindeki verilen çoklukların 7 yaş altındaki katılımcılar için çizgi film karakterleri seçeneği bulunmaktadır. Verilen cevaplarla elde edilen Weber kesri değerleriyle katılımcıların sayı hissi hakkında detaylı bilgiye ulaşılabildiği iddia edilmektedir.

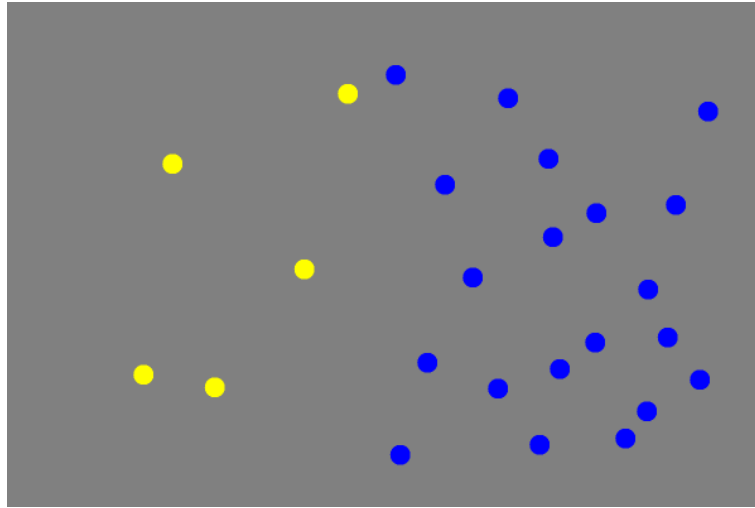
Testin, farklı amaçlara yönelik üç farklı kullanım şekli sunulmaktadır. Test hakkında kısa bir fikir edinmek isteyen uygulayıcılara yönelik hazırlanan “Kısa Demo”, bireysel olarak performansını test etmek isteyen kişiler için hazırlanmış ve uygulayıcıya testi o güne kadar internet üzerinden uygulayan kişiler arasında bulunduğu düzeyi görebilme imkanını sunan “Çevrimiçi Sürüm”, bu programı veri toplamak için kullanacak olan araştırmacılar için hazırlanmış “İndirilebilir Sürüm” olarak tanımlanan tüm kullanım şekillerine ücretsiz olarak web sitesinden ulaşılabilmektedir. Testin toplam süresi ve dolayısıyla madde sayısı, her bir madde için verilen süre, maddelerin zorluk derecesi uygulayıcının belirttiği ölçütlere (cinsiyet, yaş, eğitim geçmişi gibi) göre program tarafından otomatik olarak atanmakta ya da uygulayan kişi tarafından ayarlanabilmektedir.

Verilerin analizi sırasında yaklaşık olarak belirlenecek miktar küçüldükçe yapılacak tahminlerin çeşitliliği azalacak ve doğru cevabın verilme sayısı artacaktır. Bu durumda elde edilecek verilerin dağılımında aralık değeri daralacak, tepe noktası ise büyüyecektir. Tahmin edilecek değer büyüdükçe bu durumun tam tersi söz konusu olacaktır. Bu durum göz önünde bulundurularak testin analiz için arka planda Gauss eğrisi (normal dağılım eğrisi) kullandığı belirtilmektedir. Elde edilen veriler arasındaki farkı anlamlandırmak için aralık değerinin sürekli artışından dolayı test tarafından otomatik olarak hesaplanan Weber kesri değeri kullanılmıştır.

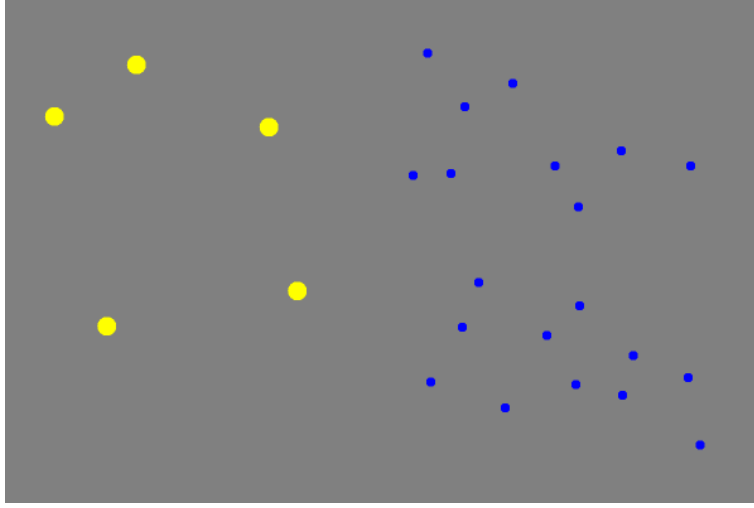
Panamath’e göre (2011), temel YSS gösterimlerine ait iç sesin göstergesi ya da temel sayı gösterimlerindeki karmaşıklığın miktarı olarak tasvir edilen Weber kesri

anlayışının; sezgileri, YSS ve diğer bilişsel boyutlar hakkında daha iyi kuramlaştırmayı desteklediği söylenebilir. Kişiyeye ait YSS’de her bir çokluk için Gauss sayı eğrisine göre standart sapmayı ve dolayısıyla bu temsillerin herhangi birindeki örtüşmenin derecesini belirlediği düşünülmektedir. Weber kesri değeri küçüldükçe kişinin analog çokluk karşılaştırmalarının daha hassas olduğu söylenebilmektedir. Weber kesri, kişinin performansını sadece eşik değere göre değil; çoklukların muhtemel tüm kombinasyonlarını seçerek tanımlamaktadır. Ayrıca YSS’deki tüm gösterimleri, sayısal herhangi bir işleme ihtiyaç duymadan içsel bir ölçekleme aracı gibi tanımlayabildiği söylenebilir. Gauss eğrisinin yayılımı Weber kesri ile belirlendiği için katılımcıların performanslarının analiz edilmesi ve karşılaştırılmasına olanak sağlamaktadır.

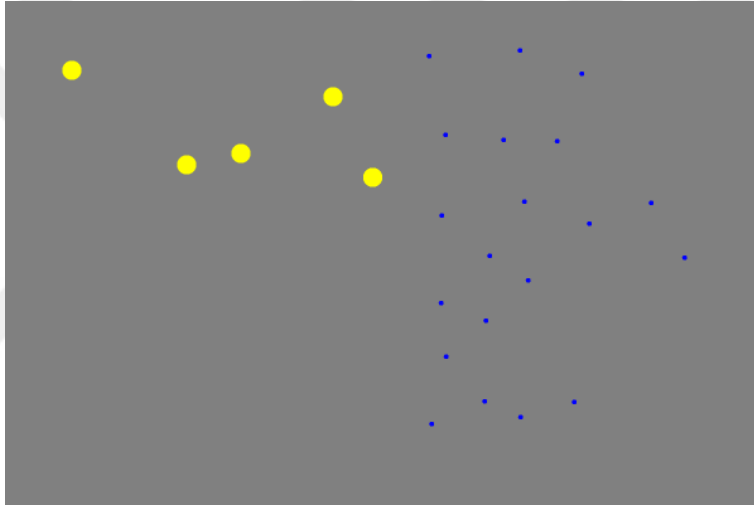
Test maddeleri, Şekil 7’ye benzer şekilde farklı iki renkteki noktaların boyutlarının aynı veya Şekil 8 ve 9 örnekleri gibi noktaların boyutlarının farklı olduğu soru gruplarından oluşmaktadır. Nokta boyutunun farklı verildiği soru grupları sayesinde; nokta boyutunun ve noktaların toplamda kapladıkları alanın, doğru cevap için ipucu oluşturmaması sağlanmaktadır. Şekil 10’da görüldüğü gibi karşılaştırılan çoklukların oranları değiştirilmiş ve böylece soruların zorluk dereceleri farklılaşmıştır. Uygulamanın süresi öğrencilerin dikkat süreleri ve sınıfların kalabalık olması ve uygulama yapılan sınıftaki öğretmenlerin öğretim programını yetiştirme kaygılarından dolayı her katılımcı için bir dakika olarak belirlenmiştir.



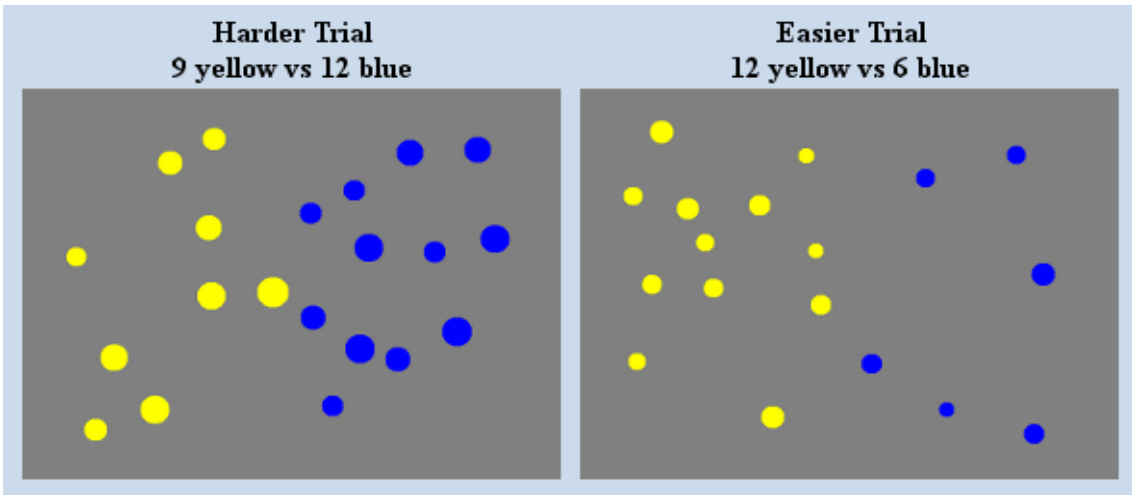
Şekil 7. Eşit Büyüklükteki Noktalar



Şekil 8. Farklı Büyüklükteki Noktalar



Şekil 9. Farklı Büyüklükteki Noktalar



Şekil 10. Farklı zorluk düzeyleri içeren soru örnekleri

Veri toplama sürecinin ilk aşaması olan matematik başarı testlerinin uygulanması, 2014-2015 eğitim-öğretim yılının güz döneminin başlangıcında gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılacak sınıf düzeylerine, bir önceki sınıf düzeyindeki testlerin uygulanması uygun görülmüştür. Uygulamaya hesaplama testinden başlanmış geometri-ölçme testi ve sonrasında sayı öğrenme alanına ait becerileri ölçen test ile devam edilmiştir. Testler uygulanırken öğrencilerin kendi sınıflarında, grupça ve önerildiği şekilde sayı, geometri-ölçme başarı testleri için 1er ders saati ve hesaplama performansı testinde her bir sütun için bir dakika süre verilerek araştırmacı tarafından yaptırılmasına dikkat edilmiştir.

Veri toplamanın 2. aşaması Panamath adlı program üzerinden analog çoklukları karşılaştırma becerisinin ölçülmesi olmuştur. Program, ekranı 15,6 inç, 16: 9 oranında, yüksek çözünürlüğe (1366 x 768 piksel) sahip bir dizüstü bilgisayara yüklenmiş ve araştırma boyunca aynı bilgisayar kullanılmıştır. Öğrencilere okulda uygun ortam sağlanarak uygulama bireysel olarak gerçekleştirilmiştir. Testin tüm katılımcılara uygulanması yaklaşık 1 ayda tamamlanmıştır. Testler uygulandıktan sonra alınan puanlar MS Excel dosyasına kaydedilmiştir.

Test uygulanmaya başlamadan önce cevabın öğrenci tarafından verileceği, klavyedeki işaretlemenin ise araştırmacı tarafından yapılacağı belirtilmiştir. Uygulama yapılırken, öğrenci önce ekranın tam karşısına oturtulmuş ve bilgisayar ekranında göreceği farklı iki renkteki çokluktan daha fazla olduğunu düşündüğü çokluğun rengini söylemesi istenmiştir. Öğrencinin verdiği cevaba göre araştırmacının klavyedeki ilgili tuşa basmasıyla uygulama gerçekleştirilmiştir.

Araştırmacı; öğrencinin yapmasını istediği görevi, uygulamanın başında “Ekranda göreceğin farklı iki renkteki çokluktan sana göre hangisi daha fazladır? Rengini belirterek söyler misin?” şeklinde ifade etmiştir. Öğrenciye, verdiği her yanıtın sonra aynı işlemin tekrar edeceği belirtilmiştir. Örnekler dâhil olmak üzere araştırmanın hiçbir aşamasında dönüt verilmemiştir. Test boyunca cevaplama süresinin de ölçülüyor olmasından dolayı öğrencilerin görevi, anladıklarından emin olunduktan sonra uygulamaya başlanmıştır. Analog çoklukları karşılaştırma görevleri uygulaması yaklaşık 15 günde tamamlanmıştır.

## Verilerin Çözümlemesi

Kullanılan Panamath bilgisayar programı; katılımcıların her biri için Adobe Acrobat Document ve Microsoft Office Excel formatlarında iki ayrı dosya halinde veri sunmaktadır. MS Excel dosyasından, soruların cevaplanma süreleri ve doğrulukları ile veriler ve diğer başarı testlerinden alınan puanlar, yeni bir MS Excel dosyasında birleştirilerek tek bir veri grubu oluşturulmuştur. Oluşturulan veri grubu nicel yollarla SPSS 18 ve MS 2007 Excel programları kullanılarak analiz edilmiştir.

Sınıf düzeylerine göre soru sayıları farklı olduğu için test puanları standart puanlara dönüştürüldükten ve uç değerler çıkarıldıktan sonra analizler uygulanmıştır. Öğrencilerden elde edilen verilerin normal dağılıma uygun olup olmadığı Kolmogrov-Smirnov normallik testi ile kontrol edilmiştir. Buna göre hesaplama puanı normal dağılım gösterirken; diğer parametreler normal dağılım göstermemektedir. Normal dağılım gösteren değişkenler için parametrik testler; normal dağılım göstermeyen parametreler için parametrik olmayan testler kullanılmıştır.

Analog çoklukları karşılaştırma becerisinin (AÇKB) diğer ölçümlerle ilişkilerinin sınıflara göre belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve Spearman's Rho korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Öğrenciler, sayı başarı testinden aldıkları puanlara göre, ilk %35'lik dilimde olan öğrenciler alt başarı grubu; %65 ve sonrasında yer alan öğrenciler ise üst başarı grubu olmak üzere her sınıf düzeyinde 2'şer gruba ayrılmıştır. Oluşturulan iki alt grubun; AÇKB puanlarına göre anlamlı düzeyde farklı olup olmadıkları incelenmiştir. Her sınıf düzeyinde AÇKB puanlarının sayı, geometri-ölçme ve hesaplama başarı puanlarının, ne kadarını açıkladığına yönelik basit regresyon analizleri yapılmıştır. AÇKB puanlarının cinsiyete göre anlamlı düzeyde farklılık gösterip göstermediği Mann Whitney U testi ile incelenmiştir.

## BÖLÜM 3

### BULGULAR VE YORUMLAR

Yapılan çalışmada analog çoklukları karşılaştırma becerileri (AÇKB) ile sayı başarı testi (SBT), geometri-ölçme başarı testi (GÖBT) ve hesaplama başarı testi (HBT) kullanılarak elde edilen bulgular bu bölümde ele alınmıştır. Araştırmanın temel problemi ve diğer problemleri yanıtlarıyla birlikte sunulmuştur.

#### **1. Sınıf düzeylerine göre AÇKB ile SBT, GÖBT ve HBT puanları arasındaki ilişkinin incelenmesi:**

Bu başlık altında sınıf düzeylerine göre analog çoklukları karşılaştırma becerisi ile sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama becerileri arasında anlamlı ilişki olup olmadığı irdelenmiştir. Bunun için öncelikle katılımcıların almış oldukları puanların betimsel istatistikleri incelenmiştir. Tablo 3'te sunulan değerler her bir testten elde edilen puanların sınıf düzeylerine göre nasıl dağıldığını göstermektedir. Çarpıklık ve basıklık katsayıları sıfırdan uzaklaştıkça, dağılım normal dağılım eğrisinden uzaklaşmaktadır. Çarpıklık katsayısı -1 ile +1 arasında olan dağılımlar normal dağılıma yakın olarak kabul edilir (Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2011). Ayrıca basıklık katsayısının -2 ve +2 arasında değer aldığı dağılımların, normal dağılıma yakın olduğu görüşü mevcuttur (George ve Mallery, 2012).

Buna göre elde edilen çarpıklık ve basıklık katsayıları incelendiğinde, AÇKB puanlarının normal dağılım göstermediği görülmüştür. Bu sebeple Z puanına dönüştürülen puanlardan -2 ile +2 aralığında olmayan değerler, analizlerin dışında tutulmuştur. Sayı ve geometri-ölçme öğrenme alanı ile hesaplama becerilerine ait puanlar normal dağılım göstermektedir. Bu puanlarda herhangi bir uç değere rastlanmamıştır. Uygulanan SBT ve GÖBT testlerinden elde edilen ham puanlar, yüzlük puana dönüştürülmüş; alınan uzman görüşlerine dayanarak HBT puanlarının, Z puanına dönüştürülmesinin testin yapısına daha uygun olacağına karar verilmiştir. Elde edilen puan ortalamaları incelendiğinde AÇKB'ye ait puan ortalamalarının 3. ve 4. sınıflar düzeyinde, 1. ve 2. sınıflar düzeyine göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Ayrıca

ortalamlar 3. ve 4. sınıf düzeyinde birbirine daha yakındır. SBT, GÖBT ve HBT'ye ait puanlar için; en yüksek ortalama 1. sınıflar düzeyine, en düşük ortalama ise 4. sınıflar düzeyine aittir.

Tablo 3

*Uygulanan Testlerden Elde Edilen Puanların Sınıf Düzeylerine Göre Betimsel Analizi*

	Sınıf Düzeyi	N	Ortalama	En Düşük Değer	En Yüksek Değer	Std. Sapma	Çarpıklık	Basıklık
AÇKB	1	59	0.37	0.01	1.91	0.42	2.14	4.66
	2	71	0.31	0.00	1.55	0.28	2.58	7.92
	3	79	0.20	0.00	1.07	0.20	2.20	6.31
	4	72	0.19	0.01	0.94	0.17	2.29	7.41
SBT	1	59	61.28	0	92	20.50	-0.71	0.21
	2	71	58.50	0	100	26.62	-0.60	-0.46
	3	79	60.36	0	100	24.68	-0.55	-0.31
	4	72	50.98	0	100	25.62	0.05	-0.95
GÖBT	1	59	76.48	29	100	13.91	-1.00	1.99
	2	71	55.79	6	94	23.62	-0,38	-0.85
	3	79	58.27	5	100	23.16	-0.44	-0.31
	4	72	43.42	4	96	24.85	0.41	-0.84
HBT	1	59	0.17	-1.72	2.09	0.96	0.10	-0.66
	2	71	0.09	-2.08	1.86	0.96	-0.33	-0.74
	3	79	0.14	-2.18	2.39	0.91	0.01	-0.42
	4	72	-0.02	-2.47	2.12	1.02	-0.32	-0.23

Analog çoklukları karşılaştırma becerisinin (AÇKB) sınıf düzeylerine göre diğer ölçümlerle ilişkisinin belirlenmesi amacıyla korelasyon analizi yapılmış ve Spearman's Rho korelasyon katsayısı elde edilmiştir. Yapılan analizde, AÇKB hassasiyetini temsil

eden Weber kesri değeri kullanılmıştır. Bu analize yönelik veriler Tablo 4’te verilmiştir. Bu kesir değeri, başarı ile ters orantılıdır. Bu yüzden elde edilen veriler yorumlanırken tabloda korelasyonun negatif olması pozitif yönlü ilişkiyi işaret etmektedir. Korelasyon katsayısının sıfırdan küçük değer alması durumunda değişkenler arasında negatif; sıfırdan büyük değer alması durumunda ise pozitif bir ilişkinin varlığı söz konusudur. Elde edilen katsayının mutlak değerinin 0,7-1,0 aralığında olması yüksek; 0,7-0,3 aralığında olması orta; 0,3-0,0 aralığında olması düşük düzeyde ilişki olarak tanımlanmaktadır (Büyüköztürk, 2011). Yorumlanan bir diğer değer olan “*p*” değeri ise, istatistiksel anlamlılık düzeyini gösterdiği için verilmiştir. Bu yorumlamalar yapılırken;  $p < 0.01$  ise yüksek düzeyde istatistiksel anlamlılık,  $0.01 < p < 0.05$  ise istatistiksel anlamlılık olduğu kabul edilmiştir (Bland ve Altman, 1995).

Tablo 4

*Analog Çoklukları Karşılaştırma Becerisinin Diğer Becerilerle İlişisine Yönelik Sınıf Düzeylerine Göre Korelasyon Analizi Sonuçları*

Weber Kesri		SBT	GÖBT	HBT
Genel	<i>r</i>	<b>-0.19**</b>	-0.02	-0.11
	<i>p</i>	0.00	0.73	0.79
1. Sınıf	<i>r</i>	<b>-0.30**</b>	-0.03	-0.04
	<i>p</i>	0.01	0.82	0.77
2. Sınıf	<i>r</i>	<b>-0.32**</b>	-0.13	<b>-0.24*</b>
	<i>p</i>	0.01	0.29	0.04
3. Sınıf	<i>r</i>	-0.07	-0.10	-0.01
	<i>p</i>	0.55	0.41	0.91
4. Sınıf	<i>r</i>	-0.21	-0.14	-0.15
	<i>p</i>	0.08	0.23	0.22

\*:  $p < 0.05$ , \*\*:  $p < 0.01$  SBT: Sayı başarı testi; GÖBT: Geometri ölçme başarı testi; HBT: Hesaplama başarı testi

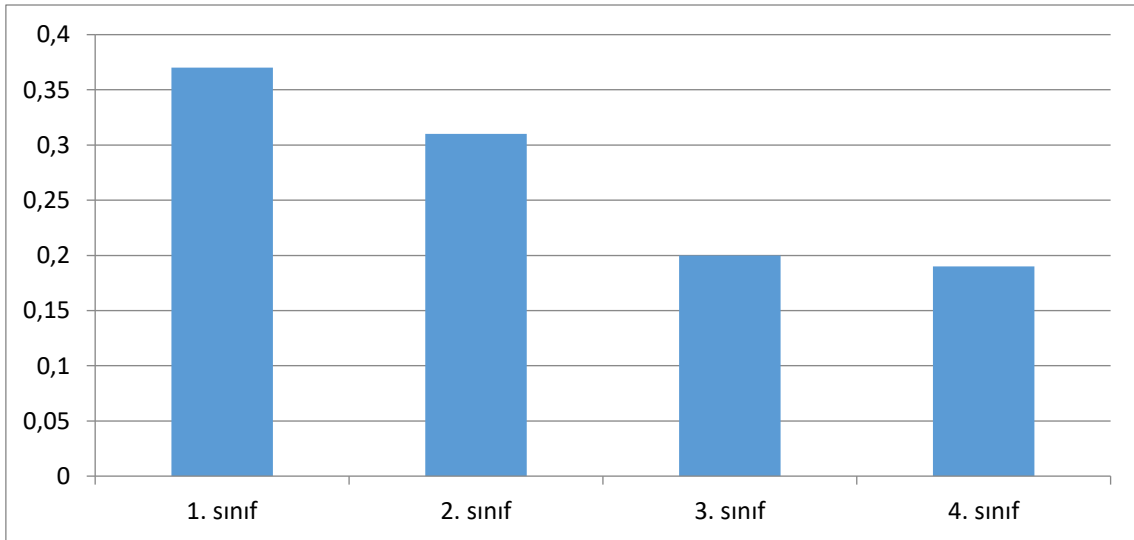
Tablo 4’te AÇKB ve SBT puanları, 1. sınıf ( $r=0.30$ ;  $p=0.01$ ) ve 2. sınıf düzeyinde ( $r=0.32$ ;  $p=0.01$ ) yüksek anlamlı, orta kuvvette ilişkili bulunmuştur. Ayrıca tüm katılımcılar için ( $r=0.19$ ;  $p=0.00$ ) bu iki puan, yüksek anlamlı düzeyde ve zayıf kuvvette ilişkilidir. AÇKB ve HBT puanları sadece 2. sınıflar düzeyinde anlamlı ve zayıf kuvvette ilişkililikten ( $r=0.24$ ;  $p=0.04$ ); AÇKB ve GÖBT puanları arasında anlamlı düzeyde ilişki tespit edilmemiştir.

Sayı alanı dışında AÇKB'yle ilişkili bulunan değişken, hesaplama alanına ait veriler olmuştur. Farklı miktar temsillerinin algılanması ile ilgili çalışmalarda elde edilen bulgular, analog miktar temsillerinin, erken çocukluk döneminde sayı sembollerinin anlamsal bilgilerini belirlemek ve her sayı ile o sayının temsil ettiği miktarı eşleştirmek için kullanıldığını desteklemektedir (Geary, Berch ve Koepke, 2015). Buna göre analog çoklukların algılanması, sembolik gösterimleri anlamlandırmaya hazırlık niteliğindedir. Dolayısıyla kişinin çoklukları anlamlandırmadaki başarısının, bu çoklukları sembollerle ifade etmesine ve sayı sembolleriyle doğru aritmetik işlemler yapabilmesine fayda sağlıyor olabilir.

Analog çoklukları algılama kapasitesi ile aritmetik beceriler arasında ilişki olduğunu destekleyen farklı çalışmalar da mevcuttur (Desoete, vd., 2012; Barth, vd., 2003; Barth, vd., 2006). Söz konusu korelasyon, bu çalışmada sınıf düzeylerine göre incelenmiştir. Buna göre HBT puanlarının AÇKB puanları ile sadece 2. sınıf seviyesinde anlamlı düzeyde ilişkili olduğu görülmüştür. Hesaplama becerilerini ölçmeye yönelik uygulanan HBT testinde 1. sınıfta sadece toplama işlemi; 2. sınıfta toplama ve çıkarma işlemi; 3. ve 4. sınıfta ise dört işlemin tamamı yer almaktadır. Dolayısıyla hesaplama alanında 2. sınıf, 1. sınıfın pekiştirildiği sınıf düzeyi olarak düşünülebilir. Söz konusu durum hakkında; 1. sınıf seviyesinde eklenen yeni kavramların, öğrencinin zihninde önceki öğrenmeler ve becerilerle bütünleşerek anlam kazanmasının zaman aldığı varsayımı yapılabilir. Bu varsayım üzerine yeni araştırmalar yapılarak daha kesin bir sonuca varılabilir.

Sayı alanı ve aritmetik becerilerinden farkı olarak alan yazında geometri-ölçme alanı ve AÇKB ilişkisini irdeleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Geometri alanı kazanımlarının programdaki ağırlığı 1. sınıf düzeyinden 4. sınıf düzeyine doğru sırayla %16, %17, %27, %20; ölçme alanı kazanımları için %21, %21, %26 ve %28'dir. Bu yüzdelerle bakıldığında sınıf düzeyi ilerledikçe sayı ve hesaplama becerileri de gerektiren ölçme alanının yüzdesinin giderek arttığı ve 4. sınıfta %28'e ulaştığı görülmektedir. Benzer şekilde öğretim programı ve uygulanan testler incelendiğinde geometri alanına ait soruların sınıf düzeyi ilerledikçe, diğer öğrenme alanlarında olduğu gibi daha fazla sayı ve hesaplama becerisi gerektirdiği fark edilmiştir. Geometri-ölçme alanına ait soruların çözümünde kullanılan ortak becerilere rağmen bu alanda, sayı öğrenme alanı ve hesaplama becerilerinde olduğu gibi, AÇKB ile anlamlı düzeyde bir ilişkiye rastlanmamıştır.

Yapılan analizler sonucunda, analog çoklukları karşılaştırma becerisi ve başarı testi puanlarının 3. ve 4. sınıflar düzeyinde ilişkili olmadığı bulunmuştur. Bu durumu anlamlandırmak üzere SBT, GÖBT ve HBT puanlarının dağılımları ve Weber kesri ortalamaları incelenmiştir. Başarı testlerinden alınan puanların sınıf düzeylerine göre dağılımlarının normal dağılıma yakın olduğu görülmüştür. Tablo 3 ve Şekil 11’de sunulan sınıf düzeylerine göre Weber kesri ortalamaları incelendiğinde sınıf düzeyi yükseldikçe, analog çoklukların daha hassas şekilde karşılaştırılabildiği söylenebilir. Weber kesri ortalamaları arasındaki farkın 1. ve 2. sınıf düzeyleri arasında 0.06; 2. ve 3. sınıf düzeyleri arasında 0.11; 3. ve 4. sınıf düzeyleri arasında 0.01 olduğu görülmektedir. Buna dayanarak AÇKB hassasiyetinin, ilk iki yılda oldukça hızlı arttığı; 3. ve 4. yıllarda ise daha yavaş bir gelişim sergilediği sonucuna varılmıştır. Ortalamaların yanı sıra Weber kesri açıklık ve standart sapma değerleri incelendiğinde; sınıf düzeyi yükseldikçe bireylerin AÇKB’lerinin birbirine yaklaştığı görülmektedir. Bunu destekler nitelikte; alan yazında, öğrencilerin edindikleri deneyimlerin ve yaşa bağlı olarak gerçekleşen bilişsel gelişim süreçlerinin, miktar karşılaştırmaları becerileri üzerinde ilerleme sağladığı yönünde bulgulara rastlanmıştır (Wang, vd., 2016; Wang, Odic, Halberda ve Feigenson, 2017; Adler, 2001; Barth, vd., 2003). Sonuç olarak yaş büyüdükçe edinilen deneyimler ve öğrenmeler yoluyla, AÇKB’ler arasındaki ölçülebilir farkın azaldığı, bu sebeple sınıf düzeyi ilerledikçe başarı testlerinde sergilenen performansla ilişkisinin azaldığı söylenebilir.



Şekil 11. Weber kesri ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi

## 2. Sınıf düzeylerine göre AÇKB puanının; SBT, GÖBT ve HBT puanlarının ne kadarını açıkladığının belirlenmesi:

Bu başlık altında sınıf düzeylerine göre AÇKB puanının SBT, GÖBT ve HBT puanlarının ne kadarını açıkladığı incelenmiştir.

### Birinci Sınıf Düzeyi

Yapılan regresyon analizine göre hazırlanan Tablo 5 incelendiğinde, 1. sınıf düzeyi için AÇKB puanları, sayı puanlarını anlamlı şekilde açıklamaktadır. Buna dayanarak bu sınıf düzeyinde SBT puanlarının değişiminin %7'lik kısmının AÇKB puanlarının değişimi ile açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.04$ ). Ayrıca AÇKB puanları; geometri-ölçme ve hesaplama puanlarını açıklamamaktadır. Bir diğer deyişle, AÇKB puanlarının bu puanlar üzerinde bir etkisi yoktur.

Tablo 5

*Birinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları*

Model	Açıklanan	Açıklayan	$B$	$SH_B$	$\beta$	$R^2$	$P$
s-açkb	SBT	AÇKB	-.005	.003	-.27	<b>0.07*</b>	0.04
gö-açkb	GÖBT	AÇKB	.000	.004	-.026	0.01	0.85
h-açkb	HBT	AÇKB	-.008	.058	-.018	0.00	0.89

\*:  $p<0.05$ , SBT: Sayı başarı testi; GÖBT: Geometri ölçme başarı testi; HBT: Hesaplama başarı testi

### İkinci Sınıf Düzeyi

Yapılan regresyon analizine göre, Tablo 6 incelendiğinde 2. sınıf düzeyi için AÇKB puanları, sayı ve hesaplama puanlarını anlamlı şekilde açıklamaktadır. Buna dayanarak bu sınıf düzeyinde SBT puanlarının değişiminin %11'lik kısmının AÇKB puanlarının değişimi ile açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.005$ ). Benzer şekilde HBT puanlarının değişiminin %10'unun, AÇKB puanlarının değişimi ile açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.007$ ). Bu sınıf düzeyi için AÇKB puanları geometri-ölçme puanlarını açıklamamaktadır. AÇKB puanlarının geometri puanlarını yordamadığı söylenebilir.

Tablo 6

*İkinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları*

Model	Açıklanan	Açıklayan	$B$	$SH_B$	$\beta$	$R^2$	$p$
s-açkb2	SBT	AÇKB	-.003	.001	-.327	<b>0.11**</b>	.005
gö-açkb2	GÖBT	AÇKB	-.002	.001	-.179	0.03	0.13
h-açkb2	HBT	AÇKB	-.092	.033	-.318	<b>0.10**</b>	.007

\*\*: $p < 0.01$  SBT: Sayı başarı testi; GÖBT: Geometri ölçme başarı testi; HBT: Hesaplama başarı testi

### Üçüncü Sınıf Düzeyi

Yapılan regresyon analizine göre oluşturulan Tablo 7 incelendiğinde, 3. sınıf düzeyi için oluşturulan modelin sınırdan da olsa anlamlı olduğu bulunmuştur. Dolayısıyla bu sınıf düzeyinde AÇKB puanları, sayı puanının %4'ünü açıklarken ( $R^2=0.04$ ;  $p=0.05$ ); geometri-ölçme ( $R^2=0.03$ ;  $p=0.13$ ) ve hesaplama ( $R^2=0.01$ ;  $p=0.55$ ) puanlarını anlamlı düzeyde açıklamamaktadır.

Tablo 7

*Üçüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları*

Model	Açıklanan	Açıklayan	$B$	$SH_B$	$\beta$	$R^2$	$p$
s-açkb3	SBT	AÇKB	-.002	.001	-.200	<b>0.04*</b>	0.05
gö-açkb3	GÖBT	AÇKB	-.002	.001	-.171	0.03	0.13
h-açkb3	HBT	AÇKB	-0.02	.025	-0.07	0.01	0.55

\*:  $p < 0.05$ , SBT: Sayı başarı testi; GÖBT: Geometri ölçme başarı testi; HBT: Hesaplama başarı testi

## Dördüncü Sınıf Düzeyi

Yapılan regresyon analizine göre hazırlanan Tablo 8 incelendiğinde, 4. sınıf düzeyi için AÇKB puanları; sayı, hesaplama ve geometri-ölçme testi puanlarını anlamlı şekilde açıklamaktadır. SBT puanlarının değişiminin %10'luk kısmının AÇKB puanlarının değişimi ile açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.007$ ). GÖBT puanlarının değişiminin %6'sının, AÇKB puanlarının değişimi ile açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.032$ ). HBT puanlarının %8'inin, AÇKB puanlarının değişimini açıklanabileceği söylenebilir ( $p=0.014$ ).

Tablo 8

### *Dördüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Regresyon Analizi Sonuçları*

Model	Açıklanan	Açıklayan	$B$	$SH_B$	$\beta$	$R^2$	$p$
s-açkb4	SBT	AÇKB	-.002	.001	-.317	<b>0.10**</b>	.007
gö-açkb4	GÖBT	AÇKB	-.002	.001	-.252	<b>0.06*</b>	.032
h-açkb4	HBT	AÇKB	-.047	.019	-.287	<b>0.08*</b>	.014

\*:  $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$  SBT: Sayı başarı testi; GÖBT: Geometri ölçme başarı testi; HBT: Hesaplama başarı testi

Alan yazında Libertus, vd. (2012), YSS hassasiyeti ve matematik başarısına ait regresyonun anlamlı olduğunu ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Halberda vd. (2008) Weber kesri değerinin; zeka, hafıza ve dil becerileri gibi diğer bilişsel beceriler kontrol edildiğinde, standart testlerle ölçülen matematik başarısını %14-%20 ölçüsünde açıklayabildiğini göstermişlerdir. Bu çalışmada ise kullanılan başarı testlerinin matematiğin belirli öğrenme alanları ve becerilerini ölçmeye yönelik hazırlanmış olmasından ötürü, yapılan regresyon analizleriyle daha ayrıntılı bir sonuca ulaşmak mümkün olmuştur. Farklı öğrenme alanlarının ve farklı becerilerin AÇKB tarafından aynı düzeyde açıklanmadığı bulunmuştur. AÇKB puanı; tüm sınıf düzeylerinde SBT puanlarını yordarken 2. ve 4. sınıf düzeylerinde HBT puanlarını da açıklayabilmektedir. AÇKB puanının, geometri puanını açıklayabildiği tek sınıf düzeyi ise 4. sınıf düzeyi olmuştur. Bu durum, geometri-ölçme alanının, 4. sınıfta daha fazla sayı alanı bilgisi ve

hesaplama becerisi içermesiyle açıklanabilir. AÇKB gibi oldukça temel, basit ve geliştirilebilir bir becerinin; matematiğin farklı öğrenme alanlarına ve becerilerine ait başarı testi puanlarını %4-%11 ölçüsünde etkiliyor olmasının öğrencilerin matematik dersine ait başarı durumlarını çözümlmek ve geliştirmek açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

### **3. Öğrenme alanı ve beceri puanlarına göre oluşturulan alt ve üst gruplarda yer alan öğrencilerin AÇKB puanları arasındaki farkın incelenmesi:**

Bu başlık altında öğrenme alanı puanlarına göre oluşturulan alt ve üst gruplarda yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığına dair bulgular paylaşılmıştır. Bunun için öncelikle tüm sınıf düzeyleri için yapılan normallik testi ve betimsel analizlerin sonuçları incelenmiştir. Kolmogorov-Smirnov testinden elde edilen  $p$  değerinin 0.05'ten küçük çıkması durumunda dağılımın normal dağılıma uygun olmadığı söylenebilir (Büyüköztürk, 2011). Benzer şekilde basıklık katsayısının -2 ve +2 arasında değer almadığı dağılımların normal dağılıma uygun olmadığı söylenebilir (George ve Mallery, 2012). Yapılan testler sonucunda Kolmogorov-Smirnov testi ve basıklık değerinin normal dağılıma uygun olmadığı görülmüştür. Tüm sınıf düzeylerinde AÇKB puanlarının normal dağılımdan uzak olduğu bulunmuştur. Puanların normal dağılımdan uzak olduğu durumlarda bağımlı değişkenin en az sıralama ölçeğinde olması ve gözlemlerin birbirinden bağımsız olması şartını sağlayan ilişkisiz ölçümler arasındaki farkı araştırmak için Mann Whitney U-testi kullanılmaktadır (Büyüköztürk, 2011). Bu sebeple oluşturulan iki grup arasında AÇKB puanları açısından anlamlı düzeyde fark olup olmadığı Mann Whitney U-testi ile araştırılmıştır.

Matematik öğrenme güçlüğü çeken grupların okul nüfusunun %5,9-13,8 (Barbaresi, Katusic, Colligan, Weaver ve Jacobsen, 2005) ve yetenekli öğrencilerin ise üst %5-10 arasında olabileceği (Hoard, Geary, ByrdCraven ve Nugent, 2008) bulunmuştur. Matematik öğrenme güçlüğü yaşayan öğrencilerin %7'lik bir kısma denk geldiği, diğer %10'luk kısmın ise diğer alanlarda sergilediği ortalama başarıya rağmen matematik alanında düşük başarı gösterdikleri tespit edilmiştir (Geary, 2011). Farklı bir çalışmada söz konusu sınırların çalışmanın gerekliliğine göre düzenlendiği, örneğin matematik başarı testinin %10 ve aşağısı "çok düşük başarılı", %11-25 arası "düşük başarılı", %26-95 arası "tipik/ normal başarılı" ve %95'ten sonrası "yüksek başarılı"

gruplar olarak kabul edildiği görülmüştür (Ayyıldız, 2014). Ayrıca Geary (2011), sınıf düzeyleri arasında gerçekleştirilen çalışmalarda, bir yaş grubunda öğrenme bozukluğu ile tanımlanan yüzdeler dilimde yer alan öğrencilerin, bir sonraki sınıf düzeyinde sergiledikleri performansta farklılık meydana gelebileceği ve farklı bir yüzdeler diliminde yer alabileceğini belirtmiştir. Söz konusu çalışmada herhangi bir sebeple daha düşük performans sergileyen öğrenciler ile daha iyi performans sergileyen öğrencilerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Her bir puan türü ve sınıf düzeyi ayrı olmak koşuluyla, %35 ve aşağısı daha düşük puanlara sahip olan “alt” grup, %65’ten yukarısı ise daha yüksek puanlara sahip olan “üst” grup olarak belirlenmiştir. Arada kalan %30 luk grup ise gruplar arasındaki söz konusu sapmaları ihmal edebilmek amacıyla karşılaştırmaya dahil edilmemiştir. Ayrıca grupların bu şekilde oluşturulmasıyla birlikte, karşılaştırılan gruplara düşen kişi sayıları birbirine yakın olmuştur.

**Sınıf düzeylerine göre geometri-ölçme alanı puanlarına göre alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma beceri puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?**

Dördüncü başlık altında belirtildiği şekilde geometri-ölçme başarı testi puanlarına göre oluşturulan alt gruplar, AÇKB puanları açısından karşılaştırılmış ve Mann Whitney U-testi yapılarak incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Tablo 9’da yer alan değerler elde edilmiş ve oluşturulan alt grupların AÇKB puanları açısından anlamlı düzeyde farklılaşmadıkları görülmüştür ( $p>0.05$ ). Buna dayanarak; öğrencilerin geometri-ölçme öğrenme alanına dair kazanımları gerçekleştirme düzeylerinin, AÇKB’leri üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur yorumu yapılabilir. Benzer şekilde AÇKB, geometri-ölçme öğrenme alanı becerilerinden anlamlı düzeyde fark yaratacak ölçüde beslenmemektedir. Diğer bir deyişle AÇKB puanlarının geometri-ölçme puanları üzerinde bir etkisi yoktur.

Tablo 9

*Geometri-Ölçme Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Grupları Arasındaki Fark için Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	
1	Alt	23	29.89	687.50	393.500	0.886
	Üst	35	29.24	1023.50		
2	Alt	25	26.98	674.50	250.500	0.321
	Üst	24	22.94	550.50		
3	Alt	30	35.15	1054.50	490.500	0.522
	Üst	36	32.12	1156.50		
4	Alt	29	30.90	896.00	380.000	0.518
	Üst	29	28.10	815.00		

N: Kişi sayısı

**Sınıf düzeylerine göre hesaplama puanları alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma becerisi puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?**

Hesaplama başarı testi puanlarına göre oluşturulan alt gruplar, AÇKB puanları açısından karşılaştırılmış ve Mann Whitney U-testi yapılarak incelenmiştir. Yapılan analizler sonucunda Tablo 10'da yer alan değerler elde edilmiş ve hesaplama başarı testi puanlarına göre oluşturulan alt grupların AÇKB puanları açısından anlamlı düzeyde farklılaşmadıkları görülmüştür ( $p>0.05$ ). Buna dayanarak; öğrencilerin hesaplama becerisine dair kazanımları gerçekleştirme düzeylerinin, AÇKB'leri üzerinde anlamlı bir etkisi yoktur yorumu yapılabilir. Benzer şekilde AÇKB, hesaplama becerilerinden anlamlı düzeyde fark yaratacak ölçüde beslenmemektedir.

Tablo 10

*Hesaplama Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Grupları Arasındaki Fark için Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Gruplar	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	
1	Alt	26	21.21	551.50	200.500	0.608
	Üst	17	23.21	394.50		
2	Alt	25	28,44	711.00	239.00	0.152
	Üst	25	22.56	564.00		
3	Alt	29	28.78	834.50	399.500	0.743
	Üst	29	30.22	876.50		
4	Alt	24	26.90	645.50	254.500	0.343
	Üst	25	23.18	579.50		

N: Kişi sayısı

**Sınıf düzeylerine göre sayı puanları alt ve üst grupta yer alan öğrencilerin analog çoklukları karşılaştırma becerisi puanları arasında anlamlı düzeyde fark var mıdır?**

Sayı başarı testi puanlarına göre oluşturulan alt gruplar, AÇKB puanları açısından karşılaştırılmış ve Mann Whitney U-testi yapılarak incelenmiştir. Tablo 11’de görüldüğü gibi, 1. sınıf ( $U=148.500$ ;  $p=0.002$ ) ve 2. sınıf ( $U=224.500$ ;  $p=0.011$ ) düzeylerinde sayı puanına göre oluşturulan alt ve üst başarı grupları arasında AÇKB puanları açısından anlamlı ölçüde fark olduğu bulunurken; 4. sınıf düzeyinde anlamlılık düzeyine yaklaşılmış ( $U=269.500$ ;  $p=0.061$ ), 3. sınıf düzeyinde ise grupların bu açıdan anlamlı ölçüde farklılaşmadığı bulunmuştur ( $U=543.500$ ;  $p=0.535$ ). Oluşturulan gruplarda sayı puanı daha yüksek olan üst grupların, AÇKB puanlarının da daha yüksek olduğu görülmektedir. Buna dayanarak 1. ve 2. sınıf düzeyinde matematik öğretim programında yer alan sayı alanı kazanımların edinilmesi durumunun, AÇKB’yi olumlu etkilediği yorumu yapılabilir. Farklı bir yorumla sayı öğrenme alanı performansı yüksek olan öğrencilerin, AÇKB’lerinin hassas olduğu söylenebilir.

Tablo 11

*Sayı Puanlarına Göre Oluşturulan Alt ve Üst Başarı Grupları Arasındaki AÇKB Puanları Farkının İncelenmesi İçin Uygulanan Mann Whitney U Testi Sonuçları*

Gruplar		N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p
1	Alt	21	32.93	691.50	148.500	<b>0.002**</b>
	Üst	29	20.12	583.50		
2	Alt	25	34.02	850.50	224.500	<b>0.011*</b>
	Üst	30	22.98	689.50		
3	Alt	35	36.47	1276.50	543.500	0.535
	Üst	34	33.49	1138.50		
4	Alt	27	32.02	864.50	269.500	0.061
	Üst	28	24.12	675.50		

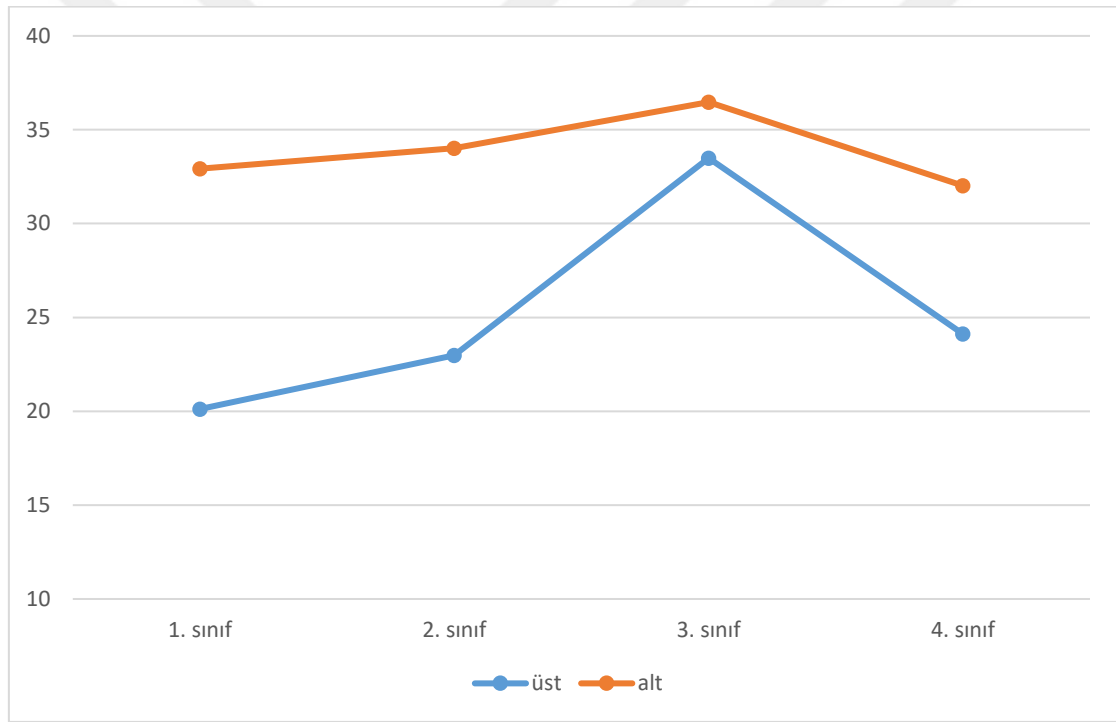
\*:  $p < 0.05$ ; \*\*:  $p < 0.01$ ; N: Kişi sayısı

Oluşturulan Tablo 12 ve Şekil 12 incelendiğinde alt ve üst grupların sıra ortalamalarının, sınıf düzeylerine göre değişimi görülmektedir. Üst gruba ait grafik incelendiğinde, 1. sınıftan 3. sınıfa kadarki dönemde, sayı puanının yaklaşık bir buçuk kat arttığı; 3. sınıftan 4. sınıfa kadarki dönemde neredeyse aynı oranda azaldığı görülmektedir. Alt gruba ait grafik incelendiğinde AÇKB sıra ortalamalarının çok değişmediği; üst grupta bu değerler daha değişken olduğu söylenebilir. Alt ve üst gruplar için sıra ortalamalarının en yüksek değeri 3. sınıfta görülmektedir. Her sınıf düzeyi için alt ve üst grupların sıra ortalamaları incelendiğinde, 1. ve 2. sınıf düzeylerinde gruplar arasında 12 puanlık bir fark olduğu, 3. ve 4. sınıf düzeyinde ise bu farkın sırasıyla 3 ve 8 puana düştüğü bulunmuştur. Yapılan betimsel analizlerle varılan sonuca paralel olarak; grubun yaş ortalaması yükseldikçe, kişilerin AÇKB hassasiyetinin birbirine yaklaştığı söylenebilir.

Tablo 12

*Alt ve üst grupların sınıf düzeylerine göre sıra ortalamaları*

Gruplar	Sınıf Düzeyleri			
	1	2	3	4
Alt	32.93	34.02	36.47	32.02
Üst	20.12	22.98	33.49	24.12



*Şekil 12. Alt ve üst grupların AÇKB puanları sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre farkı*

#### 4. AÇKB puanları ve cevaplama sürelerine göre cinsiyetler arasındaki farkın incelenmesi:

Bu başlık altında analog çoklukları karşılaştırma, sayı, hesaplama ve geometri-ölçme puanlarına göre cinsiyetler arasında anlamlı bir fark olup olmadığı sorusuna yanıt aranmıştır. AÇKB puanları dağılımının normallik varsayımını karşılamaması sebebiyle cinsiyete göre ölçüm ortalamaları ve bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti için Mann Whitney U-testi yapılmış ve sonuçları Tablo 13’de sunulmuştur.

Tablo 13

*Cinsiyete göre AÇKB Puanları ve Süreleri Arasındaki Farkın Tespiti İçin Uygulanan Mann Whitney U-Testi Sonuçları*

Cinsiyet	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	U	p	
AÇKB	Kız	146	135.24	19745.50	9.0143	0.181
	Erkek	136	148.22	20157.50		
AÇKB (süre)	Kız	146	133.84	19540.50	8809.500	0.102
	Erkek	136	149.72	20362.50		

N: Kişi sayısı

Literatürde cinsiyetler arasındaki matematik başarıları farkını araştıran çalışmalar sonucunda, zihinden işlem yapma ve problem çözme gibi cinsiyete göre farklılık gösteren beceriler ve sayıları yazma, miktar karşılaştırmaları, sıralama gibi cinsiyete göre farklılık göstermeyen beceriler bulunduğu ortaya koyulmuştur (Roselli, Ardila, Matute ve Inozemtseva, 2009; Hyde ve Linn, 2006). Bu çalışmada uygulanan testlerin sonuçlarına göre AÇKB ( $p=0.181$ ) ve AÇKB sorularını cevaplama süresi ( $p=0.102$ ) ortalamaları arasında cinsiyete göre anlamlı düzeyde farklılık olmadığı bulunmuştur. Diğer bir ifade ile kız ve erkeklerin AÇKB’leri ve cevaplama süreleri eşit düzeydedir.

## 5. AÇKB testinden elde edilen Weber kesirleri ve soruların cevaplanma sürelerinin sınıf düzeyleri açısından incelenmesi:

Bu başlık altında “Sınıf düzeyleri arasında AÇKB testinden elde edilen Weber kesirleri ve soruların cevaplanma süreleri açısından anlamlı düzeyde fark var mıdır?” sorusuna cevap aranmıştır. Sınıf düzeylerine göre ölçüm ortalamaları ve bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti için öncelikle AÇKB puanlarının ve cevaplama sürelerinin dağılımı incelenmiştir. Her iki değişken için de uygulanan normallik testleri ve elde edilen basıklık katsayıları incelendiğinde dağılımların normal dağılımdan uzak olduğu sonucuna varılmıştır (Büyüköztürk, 2011; George ve Mallery, 2012). Bu sebeple ilişkisiz iki ya da daha fazla ölçüm ortalaması arasındaki farkı araştırmak üzere iki değişken için de Kruskal Wallis H-testi uygulanmıştır. Tespit edilen farkın, grup varyanslarının eşit olmadığı durumlarda hangi gruplar arasında bulunduğunu belirlemek için Dunnett T3 testi kullanılabilir (Büyüköztürk, 2011). Yapılan bu test sayesinde sınıf düzeyleri arasında tespit edilen anlamlı farklılığın hangi sınıf düzeylerinden kaynaklandığı tespit edilmiştir.

Tablo 14, Şekil 13 ve Şekil 14’te sunulan bulgular incelendiğinde, her iki değişkenin de sınıf düzeylerine göre anlamlı ölçüde farklılaştığı görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Farklılığın hangi parametrelerden kaynaklandığını tespit etmek için Dunnett T3 testi yapılmış ve sonuçları Tablo 15’te sunulmuştur. Buna göre AÇKB düzeyini ifade eden ve başarı ile ters orantılı olan Weber kesri için; 1. sınıfın ortalaması, 3. ( $p=0.03$ ) ve 4. sınıflardan ( $p=0.02$ ) anlamlı düzeyde farklıdır. Benzer şekilde 2. sınıfın ortalaması, 3. ( $p=0.05$ ) ve 4. sınıflardan ( $p=0.03$ ) anlamlı düzeyde farklıdır. Dolayısıyla 1. ve 2. sınıflar ile 3. ve 4. sınıflar arasında anlamlı düzeyde fark olmadığı söylenebilir. Cevaplama süresi değişkeni için ise bütün sınıf ortalamaları birbirinden anlamlı düzeyde farklıdır. En yüksek süre ortalaması 1. sınıfa ait olup bunu sırasıyla 2., 3., ve 4. sınıf takip etmiştir. Soruları en uzun sürede cevaplayan grup 1. sınıf düzeyi iken en kısa sürede cevaplayan grup 4. sınıf düzeyi olmuştur. Her iki değişken ile ilgili sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, sınıf düzeyi arttıkça, öğrencilerin daha doğru ve daha hızlı cevaplar verdikleri söylenebilir.

Tablo 14

*Weber Kesri ve Cevaplama Sürelerini Sınıf Düzeyleri Açısından İnceleyen Kruskal Wallis H-testi Sonuçları*

	Sınıf Düzeyleri	N	Sıra Ortalaması	sd	Ki-Kare Değeri	p
Weber Kesri	1	59	165.84	3	25.389	<b>0.00*</b>
	2	71	169.56			
	3	79	118.55			
	4	73	119.37			
	Toplam	282				
Cevaplama Süresi	1	59	211.53	3	119.804	<b>0.00*</b>
	2	71	164.21			
	3	79	142.99			
	4	73	61.21			
	Toplam	282				

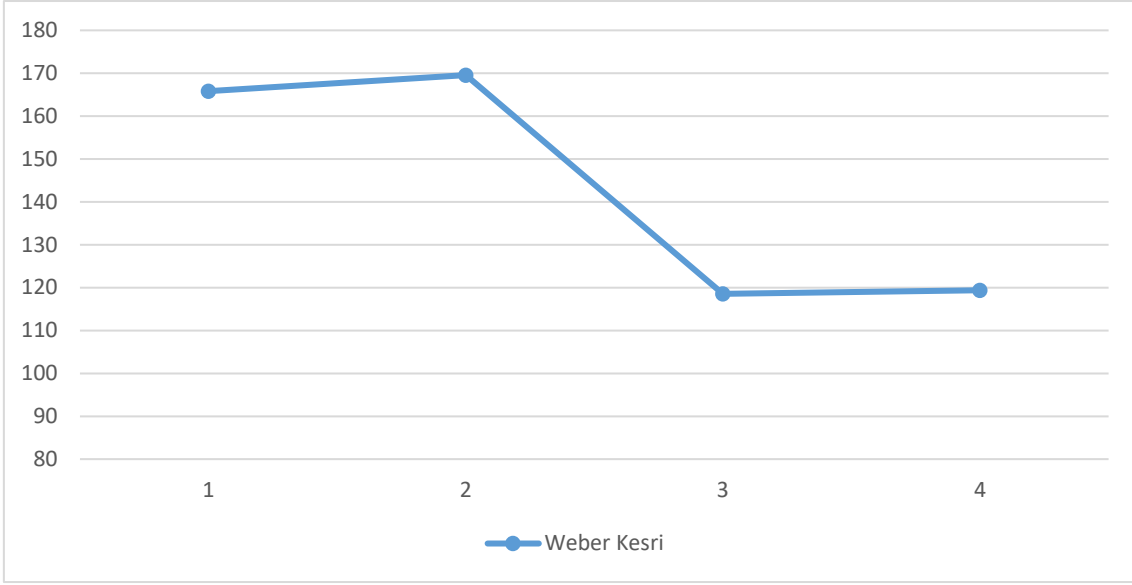
\*\*: $p < 0.01$ ; N: Kişi sayısı; sd: Serbestlik derecesi

Tablo 15

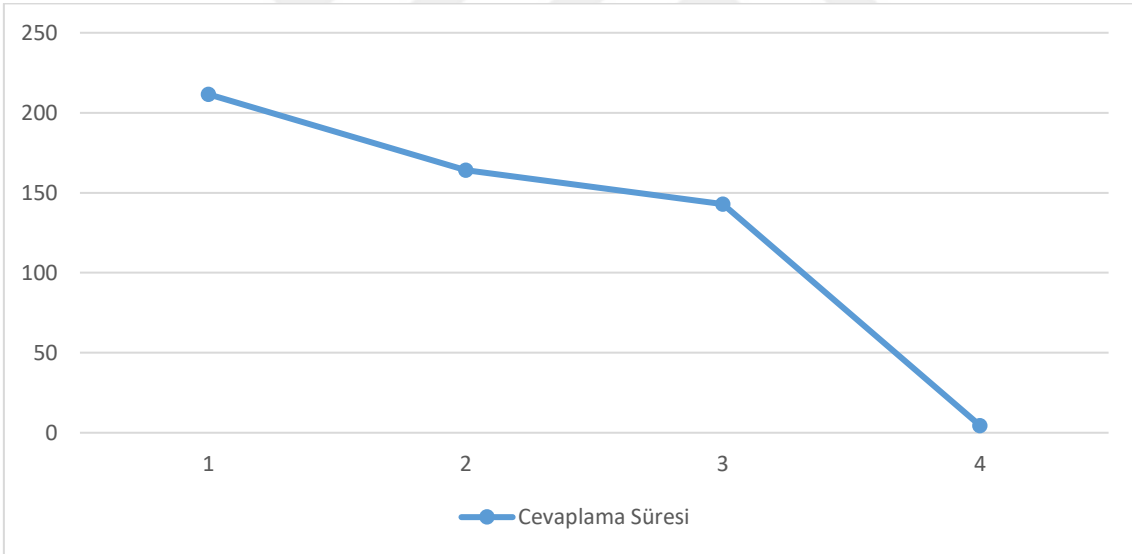
*Gruplar Arasındaki Farklılığın Kaynağını Belirlemek Amacıyla Uygulanan Dunnett T3 Testi Sonuçları*

Sınıf	Sınıf	Ortalamalar Farkı	Standart Hata	p
1	2	0.06	0.06	0.90
	3	0.16	0.06	<b>0.03*</b>
	4	0.17	0.06	<b>0.02*</b>
2	1	-0.06	0.06	0.90
	3	0.11	0.04	<b>0.05*</b>
	4	0.11	0.04	<b>0.03*</b>
3	1	-0.17	0.06	<b>0.03*</b>
	2	-0.11	0.04	<b>0.05*</b>
	4	0.00	0.03	1.00
4	1	-0.17	0.06	<b>0.02*</b>
	2	-0.11	0.04	<b>0.03*</b>
	3	-0.00	0.03	1.00

\*:  $p < 0.05$



Şekil 13. Weber kesri değerine ait sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi



Şekil 14. Cevaplama sürelerine ait sıra ortalamalarının sınıf düzeylerine göre değişimi

## BÖLÜM 4

### SONUÇLAR VE ÖNERİLER

#### Sonuçlar

Bu çalışmada, ilkokul 1., 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin analog çoklukları karşılaştırma becerilerinin; matematiğin sayı, geometri-ölçme öğrenme alanları ve hesaplama becerilerine yönelik oluşturulmuş başarı testlerinden aldıkları puanlarla ilişkisi araştırılmıştır. Bunun için her sınıf düzeyine ait başarı testi puanları ve AÇKB puanları arasındaki ilişki korelasyon analiziyle incelenmiş, elde edilen Weber kesri ortalamaları sınıf düzeylerine göre karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Sınıf düzeylerine göre AÇKB testi ölçüm ortalamaları ve bu ortalamalar arasındaki farkın anlamlı olup olmadığının tespiti için ise Kruskal Wallis-H testi uygulanmış, farkın hangi gruptan kaynaklandığı Dunnett T3 testiyle belirlenmiştir. Sınıf düzeyleri kendi içinde her bir beceri puanına göre iki gruba ayrılmış ve oluşturulan iki grubun AÇKB puanları açısından anlamlı düzeyde farklı olup olmadıkları incelenmiştir. Her sınıf seviyesi için AÇKB puanlarının; SBT, GÖBT ve HBT puanlarının her birini hangi düzeyde açıklayabildiğini belirlemeye yönelik basit regresyon analizi uygulanmıştır. Ayrıca sınıf düzeyleri ayırılmadan AÇKB puanları açısından cinsiyetler arasında anlamlı düzeyde fark olup olmadığı, Mann Whitney U-testi ile incelenmiştir. Bu bölümde, yapılan analizler sonucu elde edilen bulgulara yönelik sonuçlar, alan yazında yer alan bulgularla kıyaslanarak tartışılmıştır.

Temel sayısal becerilerin, daha karmaşık matematiksel becerilerin gelişimini sağlayacak bir zemin hazırladığı görüşü uzun zamandır savunulmaktadır (Dehaene, 1997). Temel bir bilişsel kapasite olarak kabul edilen yaklaşık sayı sisteminin, sayısal ve aritmetik becerilerin gelişiminde önemli rol oynadığına dair kanıtlar bulunduğu gibi (Halberda, vd., 2008; Holloway ve Ansari, 2009; Gilmore, vd. 2007), bu sistemin aritmetik becerilerle olan ilişkisinin katılımcıların yaş gruplarına göre değişkenlik gösterdiğine işaret eden (Inglis, Attridge, Batchelor ve Gilmore, 2011), hatta küçük yaş

grubunda bu ilişkinin daha kuvvetli olduğunu öne süren çalışmalar da mevcuttur (Holloway ve Ansari, 2009).

Bu çalışmada elde edilen bulgular da söz edilen çalışmaları destekler nitelikte olup, AÇKB'nin sınıf düzeyleri ve öğrenme alanları ile farklı düzeylerde ilişkili olduğunu göstermektedir. Tüm katılımcılar birlikte değerlendirildiğinde AÇKB puanlarının, sayı öğrenme alanına yönelik hazırlanmış başarı testinden alınan puanlarla ilişkili olduğu ( $r=0.22$  ve  $p=0.00$ ); hesaplama ve geometri puanlarıyla anlamlı bir ilişkisi olmadığı bulunmuştur. Aynı ilişki sınıf düzeylerine göre incelendiğinde; 1. sınıf düzeyinde sayı öğrenme alanı, 2. sınıf düzeyinde sayı öğrenme alanı ve hesaplama becerileriyle AÇKB ilişkili bulunmuş, en kuvvetli ilişki 2. sınıf düzeyinde sayı alanı için tespit edilmiştir ( $r = 0.32$  ve  $p=0.01$ ). Buna ek olarak geometri-ölçme öğrenme alanına ait puanların, AÇKB puanlarıyla ilişkili olmadığı görülmüştür. Geometri-ölçme öğrenme alanının yaklaşık sayı sistemi ile olan ilişkisini irdeleyen herhangi bir çalışmaya rastlanmamış olması açısından bu bulgu önemlidir. Ayrıca bu bulguya dayanarak, AÇKB'nin genel matematik başarısından ziyade, belirli öğrenme alanlarındaki başarı hakkında bilgi verebileceği sonucuna ulaşılabilir. AÇKB ile geometri-ölçme öğrenme alanı puanları ilişkili bulunmazken, sayı ve hesaplama alanlarının ilişkili bulunması; iyi gelişmiş bir çokluk algısının, sembolik sayıların daha farkında, hızlı ve doğru kullanımını sağladığı şeklinde yorumlanabilir.

AÇKB'nin matematik başarısı ile ilişkisinin ilkokulun sadece ilk 2 yılı içerisinde, yalnızca sayı öğrenme alanı ve hesaplama becerileri için anlamlı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu durumu açıklamak üzere Weber kesrine ait ortalamalar ve standart sapma değerleri incelendiğinde; AÇKB puanlarının, ilk 2 yıl daha yüksek bir artış gösterdiği; 3. ve 4. yıllarda ise artış miktarının azaldığı, ayrıca sınıf düzeyi yükseldikçe bireylerin AÇKB'lerinin birbirine yaklaştığı söylenebilir. Bununla birlikte analog çoklukları karşılaştırma testinde verilen cevapların doğruluğuna ilişkin sınıf düzeyleri arasında yapılan karşılaştırmalarda; 1. sınıf ortalamasının, 3. ve 4. sınıf ortalamasından anlamlı derecede farklı ve küçük olduğu görülmüştür. Aynı testten elde edilen, soruların cevaplanma süreleri sınıf düzeylerine göre karşılaştırıldığında, ortalamaların birbirinden anlamlı düzeyde farklı olup, en yüksek süre ortalamasının 1. sınıf düzeyine ait olduğu bulunmuştur. Diğer bir deyişle, en yavaş karar alan grup 1. sınıflar olmuş, bunu sırasıyla 2., 3. ve 4. sınıflar izlemiştir. Sonuç olarak sınıf düzeyi arttıkça cevaplama süresi kısalmış, verilen cevapların doğruluğu artmıştır.

Ayrıca başarı testlerinden alınan puanlara göre oluşturulan alt ve üst grupların AÇKB'lerinin, sadece SBT puanlarına göre 1. ve 2. sınıflarda oluşturulmuş gruplarda anlamlı düzeyde farklılaşması, korelasyon analizi sonuçlarını desteklemektedir. Sınıf düzeyi arttıkça AÇKB'nin, SBT puanları için oluşturulan alt ve üst gruplar arasında dahi anlamlı düzeyde farklılaşmadığı görülmektedir. Öğrencilerin edindikleri deneyimlerin ve yaşa bağlı olarak gerçekleşen bilişsel gelişim süreçlerinin, miktar karşılaştırmaları becerileri üzerinde ilerleme sağladığı yönünde bulgular da bu sonucu desteklemektedir (Wang, vd., 2016; Wang, vd., 2017; Adler, 2001; Barth, vd., 2003). Yaş büyüdükçe edinilen deneyimler ve öğrenmeler yoluyla, AÇKB'ler arasındaki ölçülebilen farkın azaldığı, bu sebeple sınıf düzeyi ilerledikçe başarı testlerinde sergilenen performansla ilişkisinin azaldığı söylenebilir.

AÇKB'nin sadece dört temel işlem becerisiyle olan ilişkisini incelemek için uygulanan hesaplama başarı testi puanlarının yalnızca 2. sınıf düzeyinde ilişkili bulunması; uygulanan HBT testinde 1. sınıfta toplama işlemi, 2. sınıfta ise bunun tekrarı niteliğinde toplama ve çıkarma işleminin yer almasıyla ilişkili olabileceği düşünülmüştür. Sembolik işlem ve sayı bilgisi olmayan 5 yaşındaki öğrencilerin sembolik olmayan toplama işlemlerini yapabilmeleri, AÇKB'nin hesaplama becerileriyle daha temel beceriler düzeyinde ilişkili olduğuna işaret etmekteyken (Barth, vd., 2005), sembolik olmayan yaklaşık karşılaştırma görevlerinin 6-7 yaşındaki öğrencilerin sembolik aritmetik performanslarını kullanılan süre ve doğruluğu yönünden iyileştirdiğine dair bulgular, bu becerinin edinilen deneyimler sayesinde geliştiğini göstermektedir (Hyde, Khanum ve Spelke, 2014). Buna dayanarak elde edilen bulgular hakkında; 1. sınıf seviyesinde tanışılan işlem becerilerinin, öğrencinin zihninde önceki öğrenmeler ve temel becerilerle bütünleşerek anlam kazanmasının zaman aldığı varsayımı yapılabilir. Bu varsayımı araştırmak üzere birinci sınıflar üzerinde deney grubuna sistematik şekilde uygulanan analog karşılaştırmaların, sembolik olarak sunulan aritmetik işlemlerdeki başarıda nasıl bir fark yarattığının incelenmesi gibi sadece birinci sınıfları kapsayan farklı çalışmaların gerçekleştirilmesi faydalı olabilir.

Miktarları algılama ve karşılaştırma hassasiyetinin, kişinin matematiksel gelişiminin önemli bir göstergesi olduğu savunulmaktadır (Butterworth, 1999). Gerçekleştirilen uzun soluklu çalışmalar aracılığıyla bu iddiaya kanıt olabilecek çeşitli sonuçlar elde edilmiştir. 5-11 yaşları arasındaki katılımcıların her sene ölçülen standartlaştırılmış farklı iki matematik başarı testi puanları ve Weber kesri değerleri, her

ölçüm için anlamlı düzeyde ilişkili bulunmuş, 9. sınıfta ölçülen yaklaşık sayı sistemi hassasiyetleri, öğrencilerin geriye dönük 9 yıllık matematik başarılarını açıklayabilmiştir (Halberda, vd., 2008). Diğer bir çalışmada okul matematiği ile henüz tanışacak öğrencilerin ölçülen miktar karşılaştırma becerilerinin, bu öğrencilerin 2. sınıfta ölçülen matematik başarısını öngörebildiği tespit edilmiştir (Smedt, Verschaffel ve Ghesquiere, 2008).

Literatürdeki bulgulara paralel şekilde yapılan çalışmada, AÇKB'nin başarı testi puanlarını yordayıp yordamadığını araştırmak üzere gerçekleştirilen regresyon analizleri sonucunda temel bir beceri olan AÇKB'nin; her bir sınıf düzeyi için sayı öğrenme alanı başarısını, 2. ve 4. sınıf düzeyinde hesaplama becerisini, 4. sınıf düzeyinde ise tüm test puanlarını %4-%11 ölçüsünde anlamlı düzeyde yordadığı görülmüştür. Var olan bulgulardan farklı olarak bu çalışmada genel matematik başarısının öğrenme programına uygun şekilde belirlenmiş öğrenme alanları ve becerilere indirgenmiş olması önemlidir. Özellikle sayı öğrenme alanı başarısının; oldukça basit ve temel bir beceri olan AÇKB ile tüm sınıf düzeylerinde yordanabilmesi, öğretim programında bu alana ait kazanımların gerçekleştirilmesi adına önemli bir sonuçtur. Dördüncü sınıf düzeyi için ise her üç test puanının da AÇKB ile yordanabildiği göz önünde bulundurularak; bu yaş grubundaki öğrencilerin okuldaki matematik başarılarının yaklaşık %24'ü AÇKB ile açıklanabilir. Elde edilen bulgular aynı zamanda; AÇKB gibi temel bir sayısal beceride tipik olmayan bir gelişim süreci sergileyen bireylerin erken tespit edilmesinin, bu farklılığın daha sonraki öğrenmeler üzerindeki etkilerinin daha iyi şekilde yordanabileceği görüşünü desteklemektedir. Bu sayede bireyin içinde bulunduğu koşulların daha önce teşhis edilebileceği ve gerekli önlemlerin alınmasının mümkün olabileceği iddia edilmektedir (Ansari ve Karmiloff Smith, 2002).

Aynı soruyu yanıtlamayan iki öğrencinin bu soruyu yanıtlamama sebepleri birbirinden çok farklı olabilir. Eksik öğrenmeler veya beceriler doğru şekilde tespit edilirse öğrenci desteklenerek gelecek öğrenmelerine sağlam bir zemin oluşturulabilir. Bu sebeple temel sayı sistemlerinden yaklaşık sayı sistemi ve matematik başarısı arasındaki ilişkinin incelenmesi önemlidir. Literatürde bu ilişkiyi ortaya koyan farklı çalışmalar bulunmasına rağmen, YSS'nin matematik başarısındaki rolü henüz kesin olarak bilinmemektedir. Bununla ilgili üç farklı ihtimalden söz edilmektedir. Söz konusu ihtimaller; YSS'nin, sayı sayma gibi sonradan edinilen sembolik sayısal beceriler için bir temel oluşturması (Dehaene, 1997); karmaşık YSS temsillerinin, aritmetik işlem

performansını ve bu işlemin değerlendirilmesini zorlaştırması (Gilmore, vd., 2007); daha az doğruluğa sahip YSS temsillerinin, matematik kaygısında artış ve matematik performansında düşüşe sebep olabilen, sayısal işlemlerde gösterilen çabayı azaltması (Maloney, Ansari ve Fugelsang, 2011) olarak sıralanabilir. Bu çalışmanın bulgularının birinci ve ikinci ihtimali daha fazla desteklediği söylenebilir. YSS'nin beklenen düzeyin altında çalışması sonucunda kaygı düzeyinde artış ya da sayısal işlemlerde gösterilen çabada azalma yaşanması ihtimali, GÖBT puanlarının da diğer başarı testi puanları gibi AÇKB ile ilişki bulunmasını gerektirmektedir. Bu sebeple bu çalışmadan elde edilen bulguların son ihtimali desteklemediği düşünülmüştür.

Bu çalışma ile AÇKB'nin; 1. ve 2. sınıf düzeylerine ait öğretim programındaki sayı öğrenme alanı kazanımlarının gerçekleştirilme düzeyleri ve 2. sınıf düzeyinde hesaplama becerisiyle ilişkili olduğu; buna ek olarak ilkokul sayı öğrenme alanı başarısını ve 4. sınıf düzeyinde matematik başarısını yordadığı görülmüştür. Buna dayanarak ilkokulun tamamında sayı öğrenme alanına ait başarı puanlarının ve 4. sınıf düzeyinde matematik başarısının; AÇKB'nin geliştirilmesi yoluyla artırılabilmesi söylenebilir. Ayrıca ilgili sınıf düzeyleri ve becerilerde tespit edilebilecek eksik öğrenmelerin, AÇKB düzeyinin beklenen seviyenin altında olmasından kaynaklanabileceği ihtimalinin ortaya koyulması, yapılacak öğretimin verimliliği açısından değerlidir. Bunun yanı sıra, YSS'nin herkeste var olduğu, ancak farklı hassasiyetlerde çalıştığı ortaya konulmuştur. Söz konusu sistemin gerçekleştirdiği becerilerin geliştirilebilir olduğu da göz önünde bulundurulduğunda, bu sistemin gelişimine yönelik gerçekleştirilecek çalışmaların başarı testi puanlarında fark yaratacağı beklenmektedir (Lindskog, vd., 2014). Bu sebeple YSS düzeyinin, matematik başarısındaki rolünün farklı araştırma desenleri kullanılarak incelenmesi ve YSS'ye ait en temel beceri olan AÇKB'nin matematik başarısına olan katkısının daha net bir biçimde ortaya koyulması önemlidir.

## Öneriler

Yapılan her bir araştırma, gelecek araştırmaların daha doğru ve kesin sonuçlara ulaşabilmesi için yol gösterici niteliğindedir. Gerçekleştirilen çalışmadan elde edilen sonuçlar, matematik eğitimi alan yazınına belirli sınırlılıklar dâhilinde çeşitli katkılar sağlayacaktır. Ayrıca elde edilen bulgular ışığında bu alanla ilgili yapılan öğretim faaliyetlerinde daha emin ve doğru düzenlemeler yapılması olanağı oluşur. Bu çalışma

kapsamında yapılacak öneriler, araştırmacılara ve matematik eğitimi uygulayıcılarına yönelik olmak üzere iki boyutta ele alınmıştır.

Gerçekleştirilen çalışmada, ilkokul öğrencileriyle çalışılmış ve bu yaş grubuna ait verilere ulaşılmıştır. Özellikle 1. ve 2. sınıfta AÇKB'nin sayı öğrenmeleri ile ilişkili bulunması, bu sınıf düzeylerinin yanında daha küçük yaş gruplarının da dahil edileceği çalışmaların gerçekleştirilmesinin, AÇKB'nin gelişimi ve diğer matematik becerileriyle olan ilişkisini irdelemek açasından faydalı olacaktır. Ayrıca yapılan çalışmada katılımcıların her sınıf düzeyi için değişiyor olması, çalışmadan elde edilen sonuçlar için bir sınırlılık oluşturmaktadır. Bu sebeple katılımcıların sabit tutulduğu uzun soluklu bir çalışma gerçekleştirilmesi, yaklaşık sayı sisteminin yaşa bağlı olarak sergilediği tek bir bireye ait grafiği ortaya koymak adına faydalı olacaktır. Farklı bireylere ait grafikler arasındaki benzerlik ve farklılıklar incelenerek, YSS'nin diğer becerilerle olan ilişkisi daha doğru şekilde tespit edilebilir.

Yapılan çalışmada, başarı testlerinden elde edilen toplam puanlarla AÇKB puanları arasındaki ilişki incelenmiştir. Ancak öğretim programında yer alan kazanımlara yönelik olarak hazırlanmış test maddelerine dair detaylı bir analiz yapılmamıştır. AÇKB'nin matematik başarısında oynadığı rolü daha net bir şekilde ortaya koymak amacıyla, sınıflar düzeyinde öğrenme alanları ve AÇKB puanları arasında tespit edilen anlamlı korelasyonun, kazanımlar açasından incelenmesinin faydalı olacağı düşünölmektedir. Başarı testi puanlarına göre oluşturulan alt ve üst grupların 1. ve 2. sınıf düzeylerinde AÇKB puanları açasından farklılaştığı görölmüş, ancak bu farkın sebebi araştırılmamıştır. İki grubun izlediği stratejiler ya da kullandığı çözümlerini incelemek, öğrencilerin ne şekilde farklılaştığını ortaya koymak açasından önemlidir.

Söz konusu çalışmanın sınırlılıklarından bir diğeri ise, araştırmada yeralan katılımcıların bireysel farklılıklarının dikkate alınmamasıdır. Yapılan ölçme işlemleri dışında; zekâ puanı, okuma yazma düzeyi gibi bilişsel becerilerin düzeyleri tespit edilerek, elde edilen bulguların daha sağlıklı yorumlanması sağlanabilir. Bu sayede daha güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Ayrıca matematik alanına yönelik becerilerin ölçülmesi için kullanılan testlerde yazılı ifadelerin yer alması yapılan ölçme işleminin kalitesini düşürmektedir. Ölçölmek istenen becerilerle birlikte, öğrencinin okuma ve okuduğunu anlama becerisi de ölçölmüş olmaktadır. Bu durumu en aza indirebilmek için bilgisayar ortamında sözel olmayan testlerin geliştirilmesinin faydalı olacağı düşünölmektedir.

Yapılan çalışmada geometri ve ölçme alanlarına yönelik tek bir başarı testi uygulanmış ve iki alanın puanları ortak olarak yorumlanmıştır. Yapılan bu işlem, bu iki

alana dair ortak bir yargıya ulaşılmamasına sebep olmuştur. GÖBT'den alınan puanların, sadece 4. sınıflar düzeyinde AÇKB puanları tarafından açıklanabildiği görülmüştür. Elde edilen bu bulgunun, 4. sınıftaki kazanımların içinde yer alan, sayı ve hesaplama becerilerinden kaynaklanıp kaynaklanmadığı, test maddeleri dikkate alınarak ya da iki ayrı başarı testi uygulanarak yapılacak farklı bir çalışma ile ortaya koyulabilir. Buna yönelik olarak geometri ve ölçme öğrenme alanlarına ait başarı, hazırlanan farklı testlerle ölçülebilir. Bu testlerdeki sorular ise hesaplama ve sayı alanı becerisi içeren ve içermeyen sorular olarak gruplandırılarak geometri ile analog çoklukları karşılaştırma ve ölçme ile analog çoklukları karşılaştırma becerileri arasındaki ilişki ortaya koyulabilir.

YSS'nin geliştirilebilir bir sistem olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu sistem tarafından gerçekleştirilen AÇKB ve diğer becerilere yönelik hazırlanmış çeşitli oyun ve etkinlikler yoluyla, öğrencilerin sayı hissi hassasiyetlerinde ne ölçüde fark yaratılabileceği araştırılabilir. Bu çalışmaların diğer matematik becerilerine katkısı olup olmadığı farklı başarı testleri aracılığıyla ortaya koyulabilir. Benzer şekilde YSS hassasiyetini arttırmaya yönelik hazırlanan oyun ve etkinliklerin, hangi yaş grubunda daha etkili olduğu, okul öncesi ve ilkökul öğrencileriyle gerçekleştirilecek araştırmalarla ortaya koyulabilir. Bu sayede bu beceri için gelişimsel kritik dönemin belirlenmesi mümkün olabilir.

Bu amaçla gerçekleştirilebilecek çalışmalarda Olkun (2017) tarafından hazırlanmış Sahibingo ve Tre-mino oyunları gibi hazır araçlardan faydalanılabileceği gibi, yeni araçların geliştirilmesine yönelik çalışmalar da yapılabilir. Yapılacak etkinliklerin bilgisayar ortamında bireysel olarak ya da grup oyunları şeklinde uygulanmasının getireceği avantaj ve dezavantajlar araştırılarak; YSS hassasiyetini geliştirmeye yönelik yapılabilecek çalışmaların, okul ortamına nasıl dahil edilebileceği yönünde bilgi sağlanabilir. Öğrencilerin sayı hissinde gelişme sağlayacak araçlar geliştirmeye yönelik çalışmaların, hem alan yazına hem de yapılacak öğretimin kalitesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

YSS ile ilgili gerçekleştirilen bu çalışmada öğrenme güçlüğüne sahip olabilecek öğrencilerle ilgili herhangi bir analiz yapılmamıştır. Çokluk özelliğini fark edemiyor olmaktan kaynaklanan özel bir matematiksel öğrenme güçlüğü olan diskalkulinin (Butterworth, 2005); AÇKB ile doğrudan ilişkili olduğu tahmin edilmektedir. Bu sebeple 1. ve 2. sınıf düzeylerinde daha fazla katılımcının yer aldığı bir çalışmada, yaş grubu içinde beklenen seviyenin altında AÇKB performansı sergileyen öğrenciler tespit

edilebilir. Nitel bir araştırma yoluyla, tespit edilen öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilerle beklenen seviyede performans sergileyen öğrencilerin izledikleri çözüm yolları arasındaki farklılıklar incelenebilir. Bu sayede AÇKB'nin matematik başarısındaki rolünün netlik kazanmasına katkı sağlanabilir.

Elde edilen sonuçlar göz önünde bulundurularak; AÇKB'yi geliştirmeye yönelik çalışmalar gerçekleştirilmesinin, özellikle sayı alanı öğrenmelerinde gelişme sağlayarak öğrencilerin matematik başarısına katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir. Sayı hissinin matematik başarısını etkilediği yönündeki güçlü kanıtlar sebebiyle sayı hissi, Amerika Birleşik Devletleri'nde uygulanan matematik programlarının bir çoğunda odak haline gelmiştir (NCTM, 2000). Okul öncesi dönem ve ilköğretim programında sembolik ve sembolik olmayan karşılaştırmalara daha fazla yer verilmesinin, konular ile sık sık ilişkilendirilmesinin bu alandaki öğrenmelere katkı sağlayacağı tahmin edilmektedir.

AÇKB'nin dördüncü sınıf düzeyinde matematik başarısını açıklaması sebebiyle, öğrencilerin AÇKB düzeyleri ölçülerek muhtemel matematik başarıları hakkında fikir yürütülebilir. AÇKB düzeyi beklenen seviyenin altında olan öğrencilerle grup halinde veya bire bir olarak yürütülecek çalışmaların sayı hissini geliştireceği, böylece oluşabilecek eksik öğrenmelerin azalacağı düşünülmektedir. Sayı hissi ve sembolik sayı ilişkisini güçlendirmeye yönelik olarak; Olkun (2017) tarafından geliştirilen sayı hissi bingos, "Sahibingo" ve "Tremino" isimli oyunlar bu amaçla hazırlanmış Türkiye'deki ilk oyunlardır. Bu tür oyunların veya etkinliklerin öğretim programına dahil edilerek, okullarda sistematik biçimde uygulanmasının; matematik öğretimini eğlenceli kılmanın yanı sıra öğrenmelerin anlamlı öğrenmelerin gerçekleşmesini destekleyeceği de tahmin edilmektedir.

Sayı hissi üzerine yapılan çalışmalar; YSS'nin küçük bir bebekte, hatta hayvan türlerinin bir kısmında bile var olduğunu ortaya koymuştur. Ortak olmasına rağmen çeşitli sebeplerle her bireyde aynı hassasiyette çalışmayan bu hissin, geliştirilebilir olduğunu gösteren araştırmalar mevcuttur. Yapılan önerilerin önemli niteliklere sahip bir beceriye dair yapılacak farklı çalışmalarını desteklemesi, yapılan öğretimin kalitesini artırması beklenmektedir. AÇKB'nin matematik başarısındaki rolünü irdeleyen yeni çalışmaların gerçekleştirilmesiyle, nasıl çalıştığı daha net ve doğru bir şekilde ortaya koyulabilecektir. Böylece sonradan edinilmiş pek çok karmaşık beceriyi kapsayan matematik başarısının, belki de çok temel ve genel bir beceriyle desteklenmesi mümkün olabilecektir.

## KAYNAKLAR

- Adler, B. (2001). What is dyscalculia. *An e-book from Kognitivit Centrum Sweden Lindviksv 8 236 32 Hollviken S-Sweden.*
- Agrillo, C., Dadda, M., Serena, G. & Bisazza, A. (2008). Do fish count? Spontaneous discrimination of quantity in female mosquitofish. *Animal Cognition, 11(3)*, 495-503. doi: 10.1007/s10071-008-0140-9.
- Agrillo, C., Piffer, L., Bisazza, A. & Butterworth, B. (2012). Evidence for two numerical systems that are similar in humans and guppies. *Plosone, 7(2)*.
- Ansari, D., & Karmiloff Smith, A. (2002). Atypical trajectories of number development: a neuroconstructivist perspective. *TRENDS in Cognitive Sciences, 6 (12)*, 511-517.
- Arcavi, A. (1994). Symbol sense: informal sense-making in formal mathematics. *For the Learning of Mathematics, Vol. 14, Num. 3*, 24-35.
- Ardila, A. & Rosselli M. (2002). Acalculia and dyscalculia. *Neuropsychology Review, Vol. 12, No. 4*.
- Attridge, N., Gilmore, C. & Inglis, M. (2009). Symbolic addition tasks, the approximate number system and dyscalculia. *Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics, 29(3)*.
- Ayyıldız, N. (2014). İlkokul Öğrencilerinin Sayı Doğrusunda Tahmin Becerilerinin Çeşitli Değişkenler Açısından Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Barbarese, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L. & Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambul Pediatr, 5(5)*, 281-289.
- Barth, H., Kanwisher, N. & Spelke, E. (2003). The construction of large number representations in adults. *Cognition, 86*, 201-221.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J. & Spelke, E.S. (2005). Abstract number and arithmetic in preschool children. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 102(39)*, 14116–14121.
- Barth, H., La Mont, K., Lipton, J., Dehaene, S., Kanwisher, N. & Spelke, E. (2006). Non-symbolic arithmetic in adults and young children. *Cognition, 98(2006)*, 199-222.
- Berch, D. B. (2005). Making sense of number sense: implications for children with mathematical disabilities. *Journal of Learning Disabilities, 38*: 333. doi:10.1177/00222194050380040901.
- Bland, J.M., Altman, D.G. (1995). Multiple significance tests: the Bonferroni method. *BMJ, 310(170)*.
- Bonny, J.W. & Lourenco, S.,F. (2013). The approximate number system and its relation to early math achievement: evidence from the preschool years. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*, 375-388.
- Booth, J. L. & Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. *Child Development, July/August 2008, Volume 79, Number 4*, 1016 – 1031.
- Brannon, E. M. (2006). The representation of numerical magnitude. *Curr Opin Neurobiol, 16(2)*: 222–229.

- Butterworth, B. (1999). *The Mathematical Brain*. London: Macmillan.
- Butterworth, B. (2005). The development of arithmetical abilities. *Journal of Child Psychology and Psychiatry*, 46:1, 3-18.
- Butterworth, B. (2009). *Dyscalculia and maths learning difficulties*. Paper presented at the Inaugural Conference – 19th June 2009, Holiday Inn, Bloomsbury (nr. Euston Station) London. [www.dyscalculia-maths-difficulties.org.uk](http://www.dyscalculia-maths-difficulties.org.uk)
- Butterworth, B. (2013). *Signs of Dyscalculia Retrieved* 10.09.2013, from [http://www.dyscalculiaservices.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=10&Itemid=22](http://www.dyscalculiaservices.com/index.php?option=com_content&view=article&id=10&Itemid=22).
- Büyüköztürk, Ş. (2011). *Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı, 14. Baskı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E.K., Akgün, Ö.E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri, 10. Baskı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Camos, V. (2007). Low working memory capacity impedes both efficiency and learning of number transcoding in children. *Journal of Experimental Child Psychology* 99, 37-67.
- Cantlon, J. F. & Brannon E. M. (2006). Shared system for ordering small and large numbers in monkeys and humans. *Psychological Science*, 17 (5), 401-6.
- Cappelletti, M., Butterworth, B., & Kopelman, M. (2001). Spared numerical abilities in a case of semantic dementia. *Neuropsychologia*, 39:11, 1224-1239.
- Çelen, F.K., Çelik, A. ve Seferoğlu, S.S. (2011). Türk Eğitim Sistemi ve PISA Sonuçları. *Akademik Bilişim '11 - XIII. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 2 - 4 Şubat 2011 İnönü Üniversitesi, Malatya*.
- Chinn, S. & Ashcroft, R. (2007). *Mathematics for Dyslexic: Including Dyscalculia, Third Edition*. Chichester, UK: John Wiley&Sons.
- Coleman, M. R., Buysse, V., & Neitzel, J. (2006). Recognition and response. An early intervening system for young children at-risk for learning disabilities. Research synthesis and recommendations. UNIC FPG Child Development Institute.
- Cowell, S.F., Egan, F.G., Code, C., Harasty, J. & Watson, J.D.G. (2000). The functional neuroanatomy of simple calculation and number repetition a parametric pet activation study. *Neuroimage* 12, 565-573.
- Creswell, J. W. (1994). *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks. CA: Sage.
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquire, P. (2008). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 469-479.
- De Smedt B., Noël, M. P., Gilmore, C. & Ansari D. (2013). [How do symbolic and non-symbolic numerical magnitude processing skills relate to individual differences in children's mathematical skills? A review of evidence from brain and behavior.](#) *Trends in Neuroscience and Education*, 2 (2) (2013), pp. 48-55.
- De Vos, T. (1992). *Trempe-test rekenen (number fact retrieval test)*. Nijmegen: Berkhout.
- Dehaene, S. & Cohen, L. (1997). Cerebral pathways for calculation: Double dissociation between rote verbal and quantitative knowledge of arithmetic. *Cortex*, 33, 219-250.
- Dehaene, S., Spelke, E., Pinel, P., Stanescu, R. & Tsivkin, S. (1999). Sources of mathematical thinking: behavioral and brain-imaging evidence. *Science*, 284, 970-974. doi: 10.1126/science.284.5416.970
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and Language*, 16(1).
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense, How the Mind Creates Mathematics?* New York: Oxford University Press.

- Delazer, M., Karner, E., Zamarian, L., Donnemiller, E., & Benke, Th. (2006). Number processing in posterior cortical atrophy- A neuropsychological case study. *Neuropsychologia*, *44*:1, 36-51.
- Desoete, A., Ceulemans, A., Roeyers, H. & Huylebroeck, A. (2009). Review subitizing or counting as possible screening variables for learning disabilities in mathematics education or learning. *Educational Research Review* *4*, 55-56
- Desoete, A., Ceulemans, A., De Weerd, F. & Pleters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from Longitudinal Study. *British Journal of Educational Psychology*, *82*, 64-81.
- Ditz, H. M. & Nieder, A. (2016). Sensory and working memory representations of small and large numerosities in the crow endbrain. *Journal of Neuroscience*, *36* (47), 12044-12052. DOI: <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.1521-16.2016>
- Dunn, L. M. & Dunn, D. M. (2007). Peabody picture vocabulary test (4th ed.) San Antonio, TX: Pearson.
- EARGED. (2010). PISA 2009 Ulusal Ön Raporu.
- Fidan, E. (2013). *İlkokul Öğrencileri İçin Matematik Dersi Sayılar Öğrenme Alanında Başarı Testi Geliştirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Feigenson, L., Dehaene, S. & Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, *8*(7), 307-314. doi: 10.1016/j.tics.2004.05.002
- Feigenson, L., Libertus, M.E. & Halberda J. (2013). Links between the intuitive sense of number and formal mathematics ability. *Child Development Perspectives*, *7* (2) (2013), pp. 74-79.
- Fuhs, M. W. & McNeil, N. M. (2013). ANS acuity and mathematics ability in preschoolers from low-income homes: Contributions of inhibitory control. *Developmental Science*, *16*, 136-148. doi; 10.1111/desc.12013.
- Geary, D. C. (1994). *Children's Mathematical Development*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Geary, D. C., Hamson, C. O. & Hoard, M. K. (2000). Numerical and arithmetical cognition: a longitudinal study of process and concept deficits in children with learning disability. *Journal of Experimental Child Psychology*, *77*, 236-263. doi:10.1006/jecp.2000.256.
- Geary, D. C., Hoard, M. K. & Byrd-Craven, J. (2008). Development of number line representations in children with mathematical learning disability. *Developmental Neuropsychology*, *33*(3), 277-299.
- Geary, D. C. (2011). Consequences, characteristics, and causes of mathematical learning disabilities and persistent low achievement in mathematics. *J dev Behav Pediatr.*, *32*(3), 250-263.
- Geary, D. C., Berch, D. B. & Koepke, K. M. (2015). *Mathematical Cognition and Learning Evolutionary Origins and Early Development of Number Processing*. San Diego: Elsevier.
- George, D., & Mallery, M. (2010). SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference, 17.0 update (10a ed.) Boston: Pearson
- Gilmore, C. K., McCarthy, S. E. & Spelke, E. S. (2007). Symbolic arithmetic knowledge without instruction. *Letters*, *447*. doi:10.1038/nature05850.
- Gilmore, C.K., McCarthy, S. E. & Spelke, E. S. (2010). Non-symbolic arithmetic abilities and mathematics achievement in the first year of formal schooling. *Cognition*, *115*, 394-406.
- Gilmore, C.K., Attridge, N. & Inglis, M. (2011). Measuring the approximate number system. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *64* (11), 2099-2109.

- Gilmore, C.K., Attridge, N., Smedt, B., & Inglis, M. (2014). Measuring the approximate number system in children: Exploring the relationship among different tasks. *Learning and Individual Differences, 29*, 50-58.
- Gimbert, F., Camos, V., Gentaz, E. & Mazens, K. (2019). What predicts mathematics achievement? developmental change in 5- and 7-year-old children. *Journal of Experimental Child Psychology, 178*, 104-120.
- Ginsburg, H. P. & Baroody, A. J. (2003). Test of early mathematics ability (third ed.) Austin, TX: Pro-Ed.
- Halberda, J., & Feigenson, L. (2008). Set representations required for the acquisition of the “natural number” concept. *Behavioral and Brain Sciences, 31*, 655-657. <http://dx.doi.org/10.1017/S0140525X08005712>
- Halberda, J., Mazzocco, M. M. M. & Feigenson, L. (2008). Individual differences in non-verbal number acuity correlate with maths achievement. *Nature, 455*. doi:10.1038/nature07246.
- Halberda, J., L., R., Willmer, J., Naiman, D. & Germine, L. (2012). Number sense across the lifespan as revealed by a massive internet-based sample. *Proceedings of the National Academy of Sciences, 109*(28). [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1200196109](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1200196109).
- Halberda, J. & Odic, D. (Eds.). (2015). *Evolutionary Origins and Early Development of Number Processing*. San Diego, USA.
- Hauser, M. D., Tsao, F., Garcia, P. & Spelke, E.S. (2003). Evolutionary foundations of number: spontaneous representation of numerical magnitudes by cotton-top tamarins. *Proc Biol Sci, 270*(1523), 1441-1446.
- Holloway, I., D. & Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: the numerical distance effect and individual differences in children’s mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology, 103*, 17–29.
- Hyde, J. S. & Linn, M. C. (2006). Gender similarities in mathematics and science. *Science, 314*, 599-600.
- Hyde, D. C., Khanum, S. & Spelke, E., S. (2014). Brief non-symbolic, approximate number practice enhances subsequent exact symbolic arithmetic in children, *Cognition, 131*, 92-107.
- Inglis, M., Attridge, N., Batchelor, S., & Gilmore, C. (2011) Non-verbal number acuity correlates with symbolic mathematics achievement: But only in children. *Psychon Bull Rev, 18*: 1222-1229.
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Kolkman, M.E., Kroesbergen, E.H., & Leseman, P.P.M. (2012). Early numerical development and the role of non-symbolic and symbolic skills. *Learning and Instruction, 25*, 95-103.
- LeFevre, J.A., Jimenez Lire, C., Sowinski, C., Cankaya, O., Kamawar, D. & Skwarchuk, L. (2013). Charting the role of the number line in mathematical development. *Frontiers in Psychology, 4*.
- Leibovich, T., Katzin, N., Harel, M. & Henik, A. (2017). From “sense of number” to “sense of magnitude”: The role of continuous magnitudes in numerical cognition. *Behavioral and Brain Sciences, January*, 1-63. doi:10.1017/S0140525X16000960
- Lemer, C., Dehaene, S., Spelke, E., & Cohen, L. (2003). Approximate quantities and exact number words: dissociable systems. *Neuropsychologia, 41*:14, 1942-1958.
- Libertus, E. M., Feigenson, L. & Halberda, J. (2011). Preschool acuity of the approximate number system correlates with school math ability. *Developmental Science, 14*:6, 1292–1300. doi: 10.1111/j.1467-7687.2011.01080.x

- Libertus, E. M., Odic, D. & Halberda, J. (2012). Intuitive sense of number correlates with math scores on college-entrance examination. *Acta Psychologica*, 141, 373–379.
- Lindskog, M., Winman, A., & Juslin, P. (2014). The association between higher education and approximate number system acuity. *Frontiers in Psychology*, 5. <http://dx.doi.org/10.3389/fpsyg.2014.00462>.
- Maloney, E. A., Ansari, D., & Fugelsang, J. A. (2011). The effect of mathematics anxiety on the processing of numerical magnitude. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 64 (1), 10-16.
- Marcus, L., Winman, A., Juslin, P. & Poom, L. (2013). Measuring acuity of the approximate number system reliably and validly: the evaluation of an adaptive test procedure. *Frontiers in Psychology*, 4 (510).
- Mazzocco, M. M., Feigenson, L., & Halberda, J. (2011). Impaired acuity of the approximate number system underlies mathematical learning disability (dyscalculia). [Research Support, N.I.H., Extramural]. *Child Development*, 82(4), 1224-1237. doi: 10.1111/j.1467-8624.2011.01608.x
- Mcintosh, A., Reys, B. J. & Reys, R. E. (1992). A proposed framework for examining basic number sense. *For the Learning of Mathematics*, 12(3), 2-44.
- MEB. (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 6-8. Sınıflar Öğretim Programı ve Kılavuzu*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- MEB. (2017). *Akademik Becerilerin İzlenmesi ve Değerlendirilmesi 8. Sınıflar Raporu*. Ankara: Milli Eğitim Yayınları.
- Monica, R., Ardila, A., Matute, E. & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology*, 15:3, 216-231.
- Moyer, R.S., & Landauer, T.K. (1967). [Time required for judgements of numerical inequality](#). *Nature*, 215 (1967), pp. 1519-1520.
- Mutlu, Y. (2016). Matematik Öğrenme Güçlüğü (Gelişimsel Diskalkuli). [Erhan Bingölbali](#), E., [Selahattin Arslan](#), S., [Zembat, İ.Ö.](#), (Ed.) . Matematik Eğitiminde Teoriler. Ankara: Pegem Akademi.
- Nachev, V., Stich, K.P., & Winter, Y. (2013). Weber's law, the magnitude effect and discrimination of sugar concentrations in nectar-feeding animals. *A Peer-Reviewed, Open Access Journal*, 8(9). 10.1371/journal.pone.0074144
- Nath, S., & Szűcs, D. (2016). [Interaction of numerical and nonnumerical parameters in magnitude comparison tasks with children and their relation to arithmetic performance](#). *Continuous issues in numerical cognition: How many or how much*, Academic Press, London (2016), pp. 305-323.
- National Council of Teachers of Mathematics. (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Va.: NCTM.
- Negen, J. & Sarnecka B. W. (2014). Is there really link between exact-number knowledge and approximate number system acuity in young children?. *British Journal of Developmental Psychology*, 33 (1).
- Odic, D., Hock, H. & Halberda, J. (2014). Hysteresis affects approximate number discrimination in young children. *Journal of Experimental Psychology: General*, 143, 255–265.
- Olkun, S. ve Aydoğdu, T. (2003). Üçüncü Uluslararası Matematik ve Fen Araştırması (TIMSS) Nedir? Neyi Sorgular? Örnek Geometri Soruları ve Etkinlikler. *İlköğretim Online*, 2(1), 28–35. <<http://ilkogretim-online.org.tr/vol2say1/index.htm>>.
- Olkun, S. ve Toluk, Z. (2009). *İlköğretimde Etkinlik Temelli Matematik Öğretimi*. Ankara: Maya Akademi.

- Olkun, S., Akkurt Denizli, Z., Kozan, S. ve Ayyıldız, N. (2013). İlkokul Öğrencileri İçin Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Alanlarında Başarı Testi Geliştirilmesi. *XII. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu*.
- Olkun, S. ve Özdem, Ş. (2015). Kavramsal Şipşak Sayılama Uygulamalarının Hesaplama Performansına Etkisi. *Başkent Üniversitesi Eğitim Dergisi, Sayı:2*.
- Olkun,S. (2017). Sa-hi-Bingo Oyunu, <http://www.soncagyayincilik.com.tr/blog/oyun/sa-hi-bingo>, Son Erişim Tarihi: 13.11.2017
- Özgürlük, B., Ozarkan, H.B., Arıcı, Ö. ve Taş, U.E. (2015). Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı PISA 2015 Ulusal Raporu. ISBN: 978-975-11-4337-2.
- Passonlunghi, M. C. & Siegel, L. S. (2004). Working memory and access to numerical information in children with disability in mathematics. *Journal of Experimental Child Psychology, 88*, 348-367.
- Piazza, M., Mechelli, A., Butterworth, B. & Price, C.J. (2002). Are subitizing and counting implemented as separate or functionally overlapping processes? *NeuroImage 15*, 435-446.
- Piazza, M. (2010). Neurocognitive Start-up Tools for Symbolic Number Representations. *Trends in Cognitive Sciences, 14(12)*, 542-551.
- Pica, P., Lemer, C., Izard, V., & Dehaene, S. (2004). Exact and approximate arithmetic in an Amazonian indigene group. *Science, 306*, 499-503.
- Price, G. R., Palmer, D., Battista, C., & Ansari, D. (2012). Nonsymbolic numerical magnitude comparison: Reliability and validity of different task variants and outcome measures, and their relationship to arithmetic achievement in adults. *Acta Psychologica, 140*, 50-57.
- Raghubar, K., Barnes, F., & Hecht, S. (2010). Working memory and mathematics: A review of developmental, individual difference, and cognitive approaches. *Learning and Individual Differences, 20*, 110-122.
- Ramani, G. B. & Siegler, R. (2008). Promoting broad and stable improvements in low-income children's numerical knowledge through playing number board games. *Child Development, 79*, 375-394.
- Ramani, G. B., Siegler, R. & Hitti, A. (2012). Taking it to the classroom: Number board games as a small group learning activity. *Journal of Education Psychology, 104* (3), 661-672.
- Reys, R. E., Lindquist, M. M., Lambdin, D. V., Smith, N. L. & Suydam, M. N. (2001). *Helping Children Learn Mathematics*. United States of America: John Wiley&Sons.
- Roselli, M., Ardila, A., Matute, E., & Inozemtseva, O. (2009). Gender differences and cognitive correlates of mathematical skills in school-aged children. *Child Neuropsychology, 15* (3), 216-231.
- Rousselle, L. & Noel, M. P. (2007). Basic numerical skills in children with mathematics learning disabilities: a comparison of symbolic vs non-symbolic number magnitude processing. [Comparative Study Controlled Clinical Trial Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Cognition, 102*(3), 361-395. doi: 10.1016/j.cognition.2006.01.005
- Sasanguie, D., De Smedt, B., Defever, E. & Reynvoet, B. (2011). Association between basic numerical abilities and mathematics achievement. *British Journal of Developmental Psychology, no-no*. doi: 10.1111/j.2044-835X.2011.02048.x
- Sasanguie, D., Göbel, S. M., Moll, K., Smets, K., & Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number-space mappings: What underlies mathematics achievement?. *Journal of Experimental Child Psychology, 114*, 418-431.

- Siegler, R., S. & Booth, J.L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Childe Development*, 75, 428-444.
- Şengül, S. ve Gülbağcı, H. (2013). *International Journal of Social Science*, 6(4), 1049-1060.
- Starr, A., Libertus, M. E. & Brannon, M. (2013). Number sense in infancy predicts mathematical abilities in childhood. *PNAS*, 110, 45.
- Taş, U. E., Arıcı, Ö., Ozarkan, H. B. ve Özgürlük, B. (2016). PISA 2015 Ulusal Raporu. *T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ölçme, Değerlendirme ve Sınav Hizmetleri Genel Müdürlüğü*. Ankara.
- Wang, J., Odic, D., Halberda, H., & Feigenson, L. (2016). Changing the precision of preschoolers' approximate number system representations changes their symbolic math performance. *Journal of Experimental Child Psychology*, 147, 82-99.
- Weissbach, H. (2018). Almanya ve Türkiye'nin PISA 2000-2015 Sonuçlarındaki Değişimin İncelenmesi ve PISA sonrası Almanya'daki Eğitim Reformları, Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Wilson, A. J., & Dehaene, S. (2007). Number sense and developmental dyscalculia. In D. Coch, G. Dawson ve K. Fischer (Eds.), *Human Behavior, Learning, and the Developing Brain: Atypical Development*. New York: Guilford Press.
- Xu, F., & Spelke, E. S. (2000). Large number discrimination in 6-month-old infants. *Cognition*, 74, B1-B11.
- Yang, D. C., & 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. doi: 10.1080/00220670903383010.
- Yücel, C., Karadağ, E. ve Turan, S. (2013). *TIMSS 2011 Ulusal Ön Değerlendirme Raporu*. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitimde Politika Analizi Raporlar Serisi 1, Eskişehir.



**EKLER**

## EK 1. Etik Kurul Onayı

### ANKARA ÜNİVERSİTESİ ETİK KURULU KARAR ÖRNEĞİ

Karar Tarihi : 05/06/2014

Toplantı Sayısı : 169

Karar Sayısı : 1209

1209-Üniversitemiz Eğitim Bilimleri Enstitüsü yüksek lisans öğrencilerinden **Cansev Yılmaz**'ın "İlkokul Öğrencilerinin Sayı Hissi Gelişmişlik Düzeylerinin; Matematiğin Problem Çözme, Geometri Alt Öğrenme Alanları ve Hesaplama Becerilerindeki Performansları ile İlişki Düzeyleri" başlıklı tezi ile ilgili 14/05/2014 tarihli "İnsan Üzerinde Yapılan Klinik Dışı Araştırmalar Başvuru Formu" Etik Kurulumuzca incelenmiştir.

Yapılan görüşmeler ve incelemeler sonucunda, **Cansev Yılmaz**'ın "İlkokul Öğrencilerinin Sayı Hissi Gelişmişlik Düzeylerinin; Matematiğin Problem Çözme, Geometri Alt Öğrenme Alanları ve Hesaplama Becerilerindeki Performansları ile İlişki Düzeyleri" başlıklı tezinin, araştırma protokolüne uyulması ve etik onay tarihinden itibaren geçerli olması ve araştırmaya katılacak öğrencilerin velilerinden alınacak onam formunun dosyaya eklenmesi koşuluyla uygulanmasının etik açıdan uygun olduğuna oybirliği ile karar verildi.

ASLININ AYNIDIR

05/06/2014



Aynur AKAY

Genel Sekreterlik  
Şube Müdürü

**EK 2. Millî Eğitim Bakanlığı Araştırma İzni/Diğer Kurumlardan Alınan  
Araştırma İzinleri**



T.C.  
ANKARA VALİLİĞİ  
Millî Eğitim Müdürlüğü

Sayı : 14588481/605.99/3738577

04/09/2014

Konu: Araştırma izni

ETİMESGUT İLÇE MİLLÎ EĞİTİM MÜDÜRLÜĞÜNE

İlgi: a) MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü'nün 2012/13 nolu Genelgesi.  
b) Ankara Üniversitesi'nin 27/08/2014 tarihli ve 3966 sayılı yazısı.

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Cansev YILMAZ' ın "İlkokul öğrencilerinin sayı hissi gelişmişlik düzeylerinin, matematiğin problem çözme, geometri alt öğrenme alanları ve hesaplama becerilerindeki performansları ile ilişki düzeyleri" başlıklı tezi kapsamında ilçenize bağlı Dumlupınar İlkokulunda uygulama yapması Müdürlüğümüzce uygun görülmüştür.

Uygulama örneklerinin (52 sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltılarak, araştırmanın ilgi (a) genelge çerçevesinde, okul ve kurum yöneticileri uygun gördüğü takdirde gönüllülük esasına göre uygulanmasını rica ederim.

Ali GÜNGÖR  
Müdür a.  
Şube Müdürü

EK:

1-Uygulama örnekleri (52 sayfa)

---

Bu belge, 5070 sayılı Elektronik İmza Kanununun 5 inci maddesi gereğince güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır

Konya yolu Başkent Öğretmen Evi arkası Beşevler ANKARA  
e-posta: istatistik06@meb.gov.tr

Ayrıntılı bilgi için: Emine KONUK  
Tel: (0 312) 221 02 17/135



T.C.  
ETİMESGUT KAYMAKAMLIĞI  
(İlçe Milli Eğitim Müdürlüğü)

Sayı : 29378010/605/4784792  
Konu: Araştırma İzni

23/10/2014

DUMLUPINAR İLKOKULU MÜDÜRLÜĞÜNE

- İlgi :a)Ankara Valiliği İl Milli Eğitim Müd.lüğünün 04/09/2014 tarih ve 605.99.3738577 sayılı yazısı  
b)MEB Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğünün 2012/13 nolu genelgesi

Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Öğrencisi Cansev YILMAZ'ın "İlkokul öğrencilerinin sayı hissi gelişmişlik düzeylerinin, matematiğin problem çözme, geometri alt öğrenme alanları ve hesaplama becerilerindeki performansları ile ilişki düzeyleri" başlıklı tezi kapsamında uygulama yapmasının uygun görüldüğüne ilişkin ilgi yazı ve ekleri yazımız ekinde gönderilmiştir.

Uygulama örneklerinin (52 sayfa) uygulama yapılacak sayıda araştırmacı tarafından çoğaltılarak, araştırmanın ilgi (b) genelge çerçevesinde, okul ve kurum yöneticileri uygun görüldüğü takdirde gönüllük esasına göre uygulanmasını rica ederim.

Enver AYDINER  
Müdür a.  
Şube Müdürü

EKLER:

- 1-Yazı  
2-Uygulama Örnekleri (52 sayfa)

## BENZERLİK BİLDİRİMİ

“İlkokul Öğrencilerinin Analog Çoklukları Karşılaştırma Becerilerinin; Matematiğin Sayı, Geometri-Ölçme Öğrenme Alanları Ve Hesaplama Performansları İle İlişkisi” başlıklı tezimin ana bölümü (ön bölüm, kaynaklar ve ekler hariç) Turnitin İntihali Engelleme Programı aracılığıyla incelenmiş ve ilgili rapor danışmanım tarafından da kontrol edilmiştir. Kontrol sırasında (1) “Beş sözcükten daha az olan benzeşmeler” (2) “Kaynaklar” (3) “Doğrudan Alıntılar” dışarıda tutulmuştur. Benzerlik kontrolüne ilişkin rapordan elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

<b>Rapor Tarihi</b>	: 04.07.2019
<b>Gönderim Numarası</b>	: 1149174126
<b>Sayfa Sayısı</b>	: 87
<b>Sözcük Sayısı</b>	: 17205
<b>Karakter Sayısı</b>	: 118017
<b>Benzerlik Oranı</b>	: % 9
<b>Savunma Tarihi</b>	: 14.10.2019

Yukarıda belirtilen sonuçları gösteren Turnitin İntihali Engelleme Programı'na ilişkin orijinal raporu, sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmaksızın bu beyanım ekinde Enstitüye teslim ettiğimi, tezimin %10'dan fazla benzerlik oranı içerdiğinin belirlenmesi durumunda, bundan doğabilecek tüm yasal sorumluluğu kabul ettiğimi bildirir, saygılarımı sunarım.

**Öğrencinin Adı Soyadı** : Cansev YILMAZ

**Tarih** : 04.07.2019

**İmza** :



## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

**Adı ve Soyadı** : Cansev YILMAZ

**E-Posta Adresi** : cansevgokgun@gmail.com

### İş Deneyimi :

Unvan	Görev Yeri	Yıl
Öğretmen	Gölyaka Şehit Ercan Eker İlköğretim Okulu (Düzce/Gölyaka)	2009-2010
Öğretmen	Osmangazi İlköğretim Okulu (Sakaraya/Geyve)	2010-2011
Öğretmen	Dumlupınar İlköğretim Okulu (Etimesgut/Ankara)	2011-2013
Öğretmen	Şehit Yakup Kozan İmam Hatip Ortaokulu (Etimesgut/ Ankara)	2013-Devam Ediyor
Yoga Eğitmeni	Yogainn Yoga Stüdyosu (Ankara)	2015-2018
Hamile Yogası Eğitmeni	Memorial Hastanesi (Ankara)	2016-2018
Yoga Eğitmeni	Ankara Yoga (Ankara)	2016-Devam ediyor
Hamile Yogası Eğitmeni	Yogalayoga (Ankara)	2019- Devam ediyor

### Akademik Bilgiler

#### Öğrenim Durumu:

Derece	Bölüm/Program	Üniversite	Yıl
Lisans	İlköğretim Matematik Öğretmenliği	Dokuz Eylül Üniversitesi Buca Eğitim Fakültesi	2005-2009

## **Proje Deneyimleri**

TÜBİTAK 4006 “Bilim Şenliği” Projesi, Yürütücü

AB Erasmus+ “STEMle Kendin Yap” Projesi, Katılımcı

TÜBİTAK 4007 “Etimesgut Bilim Festivali” Projesi, Katılımcı

TÜBİTAK 4006 “Bilim Şenliği” Projesi, Katılımcı

TÜBİTAK 4004 “Aranızda Matematiği Sevmeyen Var mı?” Projesi, Eğitimci

## **Sertifikalar ve Seminerler**

Yoga Alliance 200 saatlik Hatha Yoga Eğitimci Sertifikası, Ankara

Yoga Alliance 100 saatlik Hamile Yogası Eğitimci Sertifikası, Ankara

Yogakioo İleri seviye Asanalar ve Ders Hazırlama Eğitimi Sertifikası, İstanbul

Little Flower Yoga School Çocuk Yogası Eğitimci Sertifikası, New York

Ayurveda Marma Terapi Kursu Sertifikası, Ayuskama Ayurveda Institute, Rishikesh, Hindistan.

Bozkır Ekolojisi Okulu Sertifikası, Kırsal Çevre, Ankara

## **Çalıştaylar:**

Milli Eğitim Bakanlığı ve Education Endowment Foundation, Öğrenme ve Öğretmen Destek Araçları Analizi Çalıştayı, 2019.

## **Yayınlar:**

OLKUN, S , ÇELEBİ, Ö , FİDAN, E , ENGİN, Ö , GÖKGÜN, C . (2014). Birim Kare ve Alan Formülünün Türk Öğrenciler İçin Anlamı. Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, 29 (29-1), 180-195. Retrieved from <http://dergipark.gov.tr/hunefd/issue/7787/101794>

## **Ulusal Kongrelerde Sunulan ve Bildiri Kitabında Basılan Bildiriler:**

Akkurt, Z., Gökgün, C. ve Olkun, S. (2011). İlköğretim 4-6. sınıf öğrencilerinin çizimlerden üç boyutluluğu algılama düzeylerinin incelenmesi. *21-23 Eylül 2011 tarihleri arasında Işık Üniversitesi'nce Şile'de düzenlenen 10. Matematik Sempozyumu'nda sunulmuş bildiridir.*