

T.C.
ANKARA ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI
MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SAYI DOĞRUSUNDA TAHMİN
BECERİLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nazife AYYILDIZ

Ankara

Haziran, 2014

T.C.

ANKARA ÜNİVERSİTESİ

EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İLKÖĞRETİM ANABİLİM DALI

MATEMATİK EĞİTİMİ PROGRAMI

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SAYI DOĞRUSUNDA TAHMİN
BECERİLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN
KARŞILAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nazife AYYILDIZ

Danışman: Prof. Dr. Sinan OLKUN

Ankara

Haziran, 2014

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğüne,

Bu çalışma jürimiz tarafından İlköğretim Anabilim dalında YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan.....(imza)

Prof. Dr. Sinan OLKUN (Danışman)

Üye.....(imza)

Prof. Dr. Seniye Renan SEZER

Üye.....(imza)

Yrd. Doç. Dr. Kaan Zülfikar DENİZ

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

.../.../2014

Prof. Dr. İsmail GÜVEN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Matematik başarılarındaki bireysel farklılıkların çevresel olduğu kadar bilişsel nedenleri de vardır. Araştırmacılar kimi öğrencilerin matematik öğrenmede özel bir güçlük yaşayabildiğini ve bu zorluğun kökenlerinin ise beyinde birtakım sorunlardan kaynaklanabileceğini iddia etmişlerdir. Bununla birlikte böyle bir zorluğun nasıl ortaya koyulabileceği yahut ölçütlerinin neler olabileceği önemli bir başka araştırma konusudur. Bunun için her bireyin yapabileceği, temel olabilecek basit sayısal görevler oluşturulmakta ve test edilmektedir. Çeşitli bilişsel testlerle olası başarı ölçütleri belirlenmekte ve bu görevler açısından bireyler arasında farkların bulunup bulunmadığı ve bu temel görevlerin matematik başarılarını yordayıp yordamadığı irdelenmektedir.

Sayı doğrusunda sayının yerini tahmin görevleri, sayıları bir uzama yerleştirebilme ya da sayıların görece büyüklüklerini tahmin edebilme becerilerini içine alan görevlerdir. Bazı araştırmalarda sayı doğrularında yapılan tahminlerin çeşitli sayısal görevlerdeki başarılar ile yakından ilgili olduğu ve matematik alanlarındaki bireysel farklılıkları ortaya koymada önemli görevler olabileceği görülmüştür. Bu araştırma kapsamında ise sayı doğrusunda sayının yerini tahmin etme becerisinin, Sayı (aritmetik) ve Geometri - Ölçme alanlarından hangisi/ hangileri ile daha çok ilişkili olabileceği sorgulanmıştır. Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin başarı grupları arasındaki farklılıkları belirlemede uygun bir değişken olabileceği düşünülmektedir.

Matematik başarılarındaki farklılıkların ortaya koyulabilmesi öğrencilere verilen matematik eğitiminin niteliğinde de birtakım değişiklikler meydana getirecektir. Bu farklılıkların erken yaşlarda ortaya çıkarılması ise büyük bir önem arz etmektedir. Bu çalışma, matematik öğrenme güçlüğü çeken öğrencileri belirleme çalışması olmamasına karşın, bu alanda yapılacak olan diğer çalışmalara kaynak oluşturabilecektir. Sayı doğrusunda tahmin becerisinin sadece Sayı alanıyla değil Geometri - Ölçme alanlarıyla da yakından ilişkili çıkması bu araştırmanın özgün bir bulgusu olmuştur. İlgili bilim dalına yararlı olması dileğiyle...

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın hazırlanmasında bana içtenlikle yol gösteren saygıdeğer danışmanım Prof. Dr. Sinan OLKUN'a ben de içtenlikle teşekkürlerimi sunarım.

Yapıcı eleştiri ve değerlendirmeleri ile jüri üyeleri Prof. Dr. Renan SEZER'e ve Yrd. Doç. Dr. Zülfikar DENİZ'e teşekkür ederim.

Araştırmacılara karşı olumlu bakış açlarına sahip tüm Şehit Yüzbaşı Beşir Bayraktar İlk ve Orta Okulu öğretmen arkadaşlarıma, okul müdürümüz Mustafa KARAOĞLU'na ve çalışma grubunun seçiminde yardımlarını eksik etmeyen okul müdür yardımcımız Hakan ÇETİN'e teşekkür ederim.

Araştırmaya katılan ve araştırma yaptığım süre içerisinde bilimsel çalışmalara olan saygıları dolayısıyla okul yönetimlerine ve öğretmenlerine teşekkür ederim.

Araştırma analizlerinde sorularımı her zaman yanıtlamaya çalışan Ölçme ve Değerlendirme uzmanı Araş. Gör. Sakine GÖÇER ŞAHİN'e teşekkür ederim.

Analizler konusunda yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Selahattin GELBAL'a ve Prof. Dr. Şener BÜYÜKÖZTÜRK'e teşekkür ederim.

Kapısını her çaldığımda beni güler yüzü ile karşılayan Araş. Gör. Zeynep AKKURT DENİZLİ'ye teşekkür ederim.

Bilgisayar tabanlı sayı doğrusunda tahmin görevlerinin geliştirilmesinde emeği geçen Mehmet Hayri SARI'ya ve Hayri SARI'ya teşekkür ederim.

Bu çalışmaya uzaktan ya da yakından katkı sağlayan tüm hocalarıma, arkadaşlarıma ve bana destek olan tüm dostlarıma teşekkür ederim.

Yüksek lisans öğrenimimde emeği geçen tüm hocalarıma,

Ve her zaman yanımda olan AYYILDIZ AİLESİ'ne teşekkür ederim...

Ayrıca, yüksek lisans öğrenimim boyunca maddi desteklerinden ötürü **TÜBİTAK**'a teşekkür ederim.

Nazife AYYILDIZ

ÖZET

İLKOKUL ÖĞRENCİLERİNİN SAYI DOĞRUSUNDA TAHMİN BECERİLERİNİN ÇEŞİTLİ DEĞİŞKENLER AÇISINDAN KARŞILAŞTIRILMASI

Ayyıldız, Nazife

Yüksek Lisans, İlköğretim Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Sinan OLKUN

Haziran 2014, xv+86 sayfa

Bu çalışmanın amacı, 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin sayı doğrusunda sayıların yerini tahmin becerileri ile Sayı, Geometri ve Ölçme alt öğrenme alanlarındaki başarıları arasındaki ilişkileri araştırmaktır. Kesitsel ve ilişkisel tarama modeli niteliğindeki bu araştırmanın katılımcılarını, Türkiye'nin Batı Karadeniz bölümündeki bir ilin, çeşitli sosyo-ekonomik-kültürel kesimlerinden merkeze bağlı üç devlet ilkokulunun rastgele seçilmiş 2., 3. ve 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Her sınıfın kendi düzeyindeki Sayı ve Geometri – Ölçme alanlarındaki öğretim programı temelli yazılı başarı testleri, toplam 280 öğrenciye, sınıflarında uygulanmıştır. Matematik başarı testlerinden alınan puanların sınıf içerisindeki %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 belirlenmiştir. Belirlenen gruplara bilgisayarda hazırlanmış olan 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 aralıklarında (ikinci sınıflara 0-1000 sorulmamıştır) sayı doğrusunda tahmin görevleri bireysel olarak uygulanmıştır. Öğrencilerden dizüstü bilgisayarda verilen sayının yerini fare ile işaret koyarak göstermeleri istenmiştir. Tahminlerin gerçek değeri ile bireylerin yaptığı tahminler arasındaki hata oranları ve başarı testlerinden alınan puanlar,

nicel yollardan istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Tahminlerin hata oranları ve testlerden alınan puanlar arasında yapılan aşamalı çoklu regresyon analizleri sonucunda, ikinci sınıfta 0-100, üçüncü ve dördüncü sınıflarda 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminler Sayı Testi ile olduğu kadar Geometri – Ölçme Testi başarıları ile de anlamlı ve oldukça yordayıcı-ilişkili bulunmuştur. Ayrıca, her sınıfta başarı grupları arasında çizilen grafikler ve Kruskal Wallis-H Testi sonuçları incelendiğinde, genellikle düşük başarılı grupların tahminleri daha çok hatalı iken, başarı düzeyi yükseldikçe hataların azaldığı görülmüştür. Fakat bu farklılıklar test türlerine ve sayı doğrularına göre değişiklikler göstermiştir. Sıfır-10 ve özellikle 0-20 sayı doğrularındaki tahminler başarı testleri ile daha az ilişkili bulunmuştur. Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin geniş matematiksel becerileri içine alan görevler olabileceği sonucuna varılmıştır.

SUMMARY

COMPARING NUMBER LINE ESTIMATIONS OF ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS IN TERMS OF DIFFERENT VARIABLES

Ayyıldız, Nazife

M.S., Department of Elementary Education

Thesis Advisor: Prof. Dr. Sinan Olkun

June 2014, xv+86 pages

The aim of this study was to investigate the relationships among students' number line estimations and mathematics achievements in Number, Geometry and Measurement domains. This study is a cross-sectional and relational survey research. The participants were the students in second, third and fourth grades randomly chosen from three state schools representing various socio-economic-cultural levels in Western Black Sea Region of Turkey. Initially, a curriculum based Number and Geometry-Measurement tests were administered to students in their classrooms in paper and pencil form. In total we collected data from 280 students. After the achievement tests were assessed, sub-achievement groups were defined in each grade level. Students who scored in the lowest 10th percentile were classified as "very low achievers", those who scored between the 11th and 25th percentiles were categorized as "low achievers", those who scored between 26th and 95th percentiles were categorized as "typical/ normal achievers" and finally students who scored above 95th percentile were categorized as "high achievers" on each achievement test and/or the total of both achievement tests. The number line tasks prepared in a computer program consist of zero at the left ends and 10-20-100 and 1000 at the right ends (Zero-1000 number lines weren't asked to second graders). The children were individually asked to estimate the position of a number by putting a sign with mouse onto the number lines in a laptop computer. The mean absolute error percentages between the real position of the number and student's estimation

and the scores in the achievement tests were quantitatively analyzed by statistical techniques. Stepwise Multiple Regression analyses were conducted between mean absolute error percentages and test scores. The findings of these analyses indicated that number line estimations significantly predicted the Geometry – Measurement achievements as well as Number/ arithmetic achievements especially 0-100 ranged number line estimations in second graders and 0-1000 ranged number line estimations in third and fourth graders. On the other hand, when the graphics and Kruskal Wallis-H analyses between the sub-achievement groups in each grade were examined we found that there were significant differences among different achievement groups. Low achievers generally make more estimation errors than other groups and high achievers generally make less estimation errors. But these differences between the sub-groups sometimes could be dissimilar in Number and Geometry-Measurement tests and on the number line estimation tasks. Zero-10 and especially 0-20 ranged number line estimations were weak predictors of achievement test scores in each grade. It is concluded that number line estimation tasks include a wide spectrum of mathematical abilities.

İÇİNDEKİLER

JÜRİ ÜYELERİNİN İMZA SAYFASI.....	iii
ÖNSÖZ	iv
TEŞEKKÜR.....	v
ÖZET	vi
SUMMARY.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	x
ÇİZELGELER LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ	xv
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
Problem.....	1
Tanımlar	4
Amaç.....	4
Önem	5
Varsayımlar	6
Sınırlılıklar	6
BÖLÜM II.....	7
İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	7
BÖLÜM III	20
YÖNTEM	20
Araştırmanın Modeli.....	20
Çalışma Grubu	20
Veri Toplama Araçları	23
Matematik Başarı Testleri	23
Sayı Doğrusunda Tahmin Görevleri.....	23
Veri Toplama Süreci	25

Veri Analizi.....	27
BÖLÜM IV	29
BULGULAR VE YORUM	29
1. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin toplam mutlak hata oranlarının, “Sayı”, “Geometri ve Ölçme” veya “Sayı + Geometri ve Ölçme” toplam puanlarını yordama gücü	29
1.1. İkinci Sınıf	29
1.2. Üçüncü Sınıf	33
1.3. Dördüncü Sınıf	36
2. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ortalama mutlak hata oranlarının sınıflara göre değişimi	39
3. Matematik başarı testlerinden alınan toplam puanlara göre her sınıf düzeyinde oluşturulan alt grupların sayı doğrularında yaptıkları tahminlerin ortalama mutlak hata oranlarının değişimi	42
3.1. “Sayı” Testi’nden alınan toplam puanlara göre yapılan ayırmda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim	43
3.1.1. İkinci Sınıf	45
3.1.2. Üçüncü Sınıf	46
3.1.3. Dördüncü Sınıf	49
3.2. “Geometri ve Ölçme” Testi’nden alınan toplam puanlar ile yapılan ayırmda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim	51
3.2.1. İkinci Sınıf	51
3.2.2. Üçüncü Sınıf	54
3.2.3. Dördüncü Sınıf	56
3.3. “Sayı” Testi ve “Geometri ve Ölçme” Testi’nden alınan puanların toplanması ile elde edilen “Sayı+ Geometri ve Ölçme” toplam puanlarına göre yapılan ayırmda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim	58
3.3.1. İkinci Sınıf	61

3.3.2. Üçüncü Sınıf	62
3.3.3. Dördüncü Sınıf	64
BÖLÜM V	69
TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	69
Tartışma ve Sonuç.....	69
Öneriler	79
KAYNAKLAR	81

ÇİZELGELER LİSTESİ

Çizelge 1. Asıl Çalışma Grubunun Sınıf, Cinsiyet ve Yaş Değişkenlerine Göre Dağılımı	21
Çizelge 2. Sınıf ve Uygulanan Testler Bazındaki Alt Grupların Dağılımı	22
Çizelge 3. İkinci Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri	30
Çizelge 4. İkinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları.....	32
Çizelge 5. Üçüncü Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri	33
Çizelge 6. Üçüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları.....	35
Çizelge 7. Dördüncü Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri	36
Çizelge 8. Dördüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları.....	38
Çizelge 9. İkinci-Dördüncü Sınıfların 0-10, 0-20, 0-100 Sayı Doğrularında Yaptıkları Tahminlerin OMH Oranlarının Karşılaştırılması: ANOVA Sonuçları..	41
Çizelge 10. Üçüncü ve Dördüncü Sınıfların 0-1000 Sayı Doğrularında Yaptıkları Tahminlerin OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Bağımsız t Testi Sonuçları	42
Çizelge 11. İkinci Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları.	46
Çizelge 12. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları	47
Çizelge 13. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları	49

Çizelge 14. İkinci Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları	53
Çizelge 15. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları	54
Çizelge 16. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları.....	56
Çizelge 17. İkinci Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları.....	61
Çizelge 18. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları.....	63
Çizelge 19. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları.....	65
Çizelge 20. Matematik Başarılarına Göre Yapılan Alt Gruplar Arasındaki Farkların Özeti	67

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Sol ucunda sıfır, sağ ucunda 10 olan sayı doğrusu bölümünden bir örnek sayfası	25
Şekil 2. Sınıflara Göre 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularında Yapılan Tahminlerin Mutlak Hata Oranlarının Dağılımları	40
Şekil 3. Sayı Testi'ne Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı	44
Şekil 4. Geometri – Ölçme Testi'ne Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı	52
Şekil 5. Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı	60

BÖLÜM I

GİRİŞ

Problem

İnsan bilişinde, nesneler, olaylar, sosyal ilişkiler, geometri ve sayı olmak üzere beş temel temsil sisteminin olduğu ve her bir sistemin yetişkinlerin zihinsel yaşamlarını şekillendirdiği öne sürülmektedir (Kinzler ve Spelke, 2007; Spelke ve Kinzler, 2007). Sayı temsiliinde, yetişkin insanlarda, bebeklerde ve bazı hayvan türlerinde ortak olduğu düşünülen *iki çekirdek sistemin* varlığından söz edilmektedir (Feigenson, Dehaene ve Spelke, 2004). Bu sistemler: Geniş/büyük, sayısal büyüklüklerin *yaklaşık temsil sistemi* (*Approximate Number System, ANS*) ve küçük sayıların ya da çoklukların *kesin temsil sistemi* (*Exact Number System, ENS*) olarak ifade edilmektedir. Kesin sayı sistemi küçük çoklukların temsil edilmesini ve bir düzendeki nesnelerin kesin sayısı ile işlem yapılabilmesini sağlarken; yaklaşık sayı sistemi ise geniş çoklukların temsil edilmesini, karşılaştırılmasını ve üzerlerinde yaklaşık olarak işlem yapılmasını sağlar. Bu sistemlerin insanda temel sayısal sezgilerin ve insana özgü olan sözel sayma, sembolik temsil süreçleri ve karmaşık sayısal kavramların da temelini oluşturduğu düşünülmektedir.

Sayısal çoklukları yaklaşık ve hızlı bir şekilde anlama ve düzenleme yeteneği olan sayı hissinin bu iki çekirdek sayı temsiline dayandığı düşünülmekte (Dehaene, 2011) ve temel aritmetik bilgisinin evrimsel olarak serebral devrelerde yattığı ileri sürülmektedir (Dehaene, 2001). Sayı hissinin, çeşitli beyin görüntüleme çalışmaları ile nöral bir substratının parietal korteksin horizontal intra parietal sulcus (hIPS) bölgelerinde analog olarak *sayı doğrusu* şeklinde temsil edildiği iddia edilmiştir (Dehaene, 2001; Dehaene, Piazza, Pinel

ve Cohen, 2003). Bu iddiaya göre sayısal çoklukları zihinsel olarak temsil etme ve düzenleme bir zihinsel sayı doğrusu üzerinde gerçekleşmekte ve bu zihinsel sayı doğrusu aritmetik yeteneklerimizin de temelini oluşturmaktadır.

Yapılan çalışmalar neticesinde, sayıların zihinsel sayı doğrusunda, soldan sağa doğru artarak ve sayılar arttıkça birbirlerine daha çok sıkışan şekilde yerleştiği; bir diğer deyişle logaritmik olarak temsil edildiği düşünülmektedir (Dehaene, 2003, 2011; Piazza, Izard, Pinel, Le Bihan ve Dehaene, 2004). Bu logaritmik ya da doğal denebilecek sayı büyüklüğü temsil şekillerinin eğitim, deneyim ve yaş arttığında daha doğrusal bir şekle girdiği ancak daha küçük yaşlarda ve okul öncesi dönemlerde, daha az tanındık olunan sayı aralıklarında, logaritmik olduğu bulunmuştur (Berteletti, Lucangeli, Piazza, Dehaene ve Zorzi, 2010; Booth ve Siegler, 2006, 2008; Laski ve Siegler, 2007; Opfer ve Siegler, 2007; Siegler ve Booth, 2004; Siegler ve Opfer, 2003). Neredeyse hiç formal eğitim almamış Amazon yerlileri ile yapılan bir araştırmada, zihinsel sayı doğrusunun eğitim almadan önce doğal yani logaritmik olabileceği sonucuna varılmıştır (Dehaene, Izard, Spelke ve Pica, 2008).

Sayı hissi zayıflığının, bir başka ifadeyle zihinsel sayı doğrusundaki *çekirdek bir bozukluğun/ eksikliğin* sayısal yeteneklerde düşmeye veya matematik öğrenme güçlüğü olarak da ifade edilen gelişimsel diskalkuliye neden olabileceği belirtilmektedir (Dehaene, 2001, 2011; Wilson ve Dehaene, 2007). Benzer şekilde Butterworth (1999) ve Mazzocco, Feigenson ve Halberda (2011) gibi araştırmacılar da çekirdek bozukluk sonucunda hesaplama güçlüğü (ya da diskalkuli) oluşabileceğini savunmaktadırlar.

Diskalkuli olan öğrencilerle yapılan çalışmalar ve gözlemler bu öğrencilerin genellikle sayısal içeriklerde zayıf olduklarını, daha ilkel stratejilerle problemleri çözmeye çalıştıklarını, öğrenmiş gibi oldukları bir sayısal konuyu hemen untabildiklerini ve yaşlılarından daha yavaş öğrendiklerini göstermektedir (Adler, 2001; Butterworth, 2009, 2013). Aritmetik becerilerin edinimini etkileyen bu durum, öğrencilerin basit sayı kavramlarını anlamada zorlanmasına, sayıları sezgisel derinlikte kavramada eksikliğe, sayı gerçeklerini ve işlemlerini öğrenmede problemler yaşamalarına neden olmaktadır (DfES, 2001).

Matematik öğrenme güçlüğü'nün kökenlerine ilişkin bir başka hipotez ise sembollerden sayısal büyüklüğün temsiline erişimde ya da bağlantıda bozukluk olduğunu iddia eden *erişim bozukluğu*dur (Holloway ve Ansari, 2009; Rousselle ve Noel, 2007). Bir başka ifadeyle, 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).

Zihinsel sayı doğrusuna yönelik yapılan araştırmalar genellikle sembolik ve sembolik olmayan sayısal karşılaştırma görevleri ile sayının görece yerinin belirlenmeye çalışıldığı sayı doğrusunda tahmin görevlerini içermektedir (Berteletti vd., 2010; Booth ve Siegler, 2008; Laski ve Siegler, 2007; Opfer ve Siegler, 2007; Sasanguie vd., 2011; Siegler ve Booth, 2004; Siegler ve Opfer, 2003). Sayı doğrusunda yerler ile sayıları eşleştirebilme becerisinin bireylerin sayısal büyüklükleri nasıl temsil ettikleri hakkında doğrudan bilgi sağladığı söylenmektedir (Siegler ve Booth, 2005). Yapılan pek çok araştırmada, sayı doğrularında yapılan tahminler ile çeşitli sayısal görevlerin ya da matematik başarısının ilişkili -yordayıcı ilişkili- olduğu görülmektedir (Ashcraft ve Moore, 2012; Berteletti vd., 2010; Booth ve Siegler, 2006; Laski ve Siegler, 2007; Sasanguie, Gobel, Moll, Smets ve Reynvoet, 2013; Siegler ve Booth, 2004). Matematik başarılarına göre ayrılan gruplar arasındaki farkların araştırıldığı çalışmalar ise sayı doğrusunda tahmin görevlerinde gruplar arası anlamlı farkların bulunabileceğini göstermiştir (Geary, Hoard, Nugent ve Byrd-Craven, 2008; Kucian vd., 2011; Landerl, 2013).

Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin, matematik başarıları ile ilişkili olması ve sayısal kapasiteyi ölçen temel görevlerden biri olarak görülmesi nedeniyle matematikte bireysel farklılıkları büyük oranda ortaya koyabileceği düşünülmektedir. Sayı doğrusunda tahmin becerisinin gruplar arası karşılaştırmalarının, farklı matematiksel alanlardaki becerileri ölçen testlere göre değişiklik gösterip göstermeyeceği ya da ne gibi değişiklikler gösterebileceği ise henüz araştırılmamıştır. Sayıları bir uzama yerleştirebilme ya da sayıların görece büyüklüklerini tahmin etme, Sayı/ aritmetik ve Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinden hangisi ya da hangileri ile daha çok ilişkilidir? Bu

becerilere göre oluşturulan başarı grupları arasında nasıl farklılıklar gözlenmektedir? Bu araştırmanın problemi, ilkokul öğrencilerinin sayı doğrusunda tahmin becerileri ile Sayı ve Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerini karşılaştırmak ve bu karşılaştırmalardan hangisi ya da hangilerinin daha anlamlı olduğunu ortaya çıkarmaktır.

Tanımlar

Toplam Mutlak Hata (TMH) Oranı: Bireylerin sayı doğrusu bölümlerinin her birinde yaptıkları tahmin değerlerinin, tahmin edilmesi istenilen; asıl değerler ile aralarındaki uzaklıkların sayı doğrusu aralığına bölünmesi ile elde edilen oranların o bölüm içerisindeki toplamıdır. Her birey için hesaplanmıştır.

Ortalama Mutlak Hata (OMH) Oranı: Bir sayı doğrusu bölümü içerisinde yapılan TMH oranlarının o sayı doğrusu bölümünde kaç tane soru varsa o sayıya bölünmesi ile elde edilen orandır. Her birey için hesaplanmıştır.

Matematik Başarısı: Öğretim programına dayalı olarak hazırlanmış başarı testleri ile ölçülen başarıdır. Sayı Testi'nden alınan puanlar Sayı başarısını (S), Geometri - Ölçme Testi'nden elde edilen puanlar Geometri - Ölçme başarısını (G) göstermektedir.

Genel Matematik Başarısı: Sayı Testi ve Geometri - Ölçme Testi'nden alınan puanların toplamı; S+G puanlarıdır.

Amaç

Bu çalışmanın amacı, 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin sayı doğrusunda sayıların yerini tahmin becerileri ile Sayı ve Geometri - Ölçme ya da her iki başarı testinde elde ettikleri başarıları kıyaslamak ve her sınıf düzeyinde farklı testlere göre oluşturulmuş başarı gruplarının birbirleri ile aralarındaki farkları araştırmaktır.

Önem

Sayı doğrusunda tahmin becerisinin çeşitli eğitim düzeylerindeki bireylerin zihinsel sayı doğrusu temsillerindeki farklılıkları ortaya koyabileceği görülmektedir. Bu sayı büyüklüğü temsil şekillerinin formal eğitim almadan önce doğal (logaritmik) iken eğitim, yaş ve deneyim ile beraber ilerleyen dönemlerde doğrusal (lineer) bir şekle girdiği bulunmuştur (Berteletti vd., 2010; Berteletti, Lucangeli ve Zorzi, 2012; Booth ve Siegler, 2006; Dehaene vd., 2008; Laski ve Siegler, 2007; Siegler ve Booth, 2004; Siegler ve Opfer, 2003). Sayı doğrularında yapılan tahminler neticesinde ortaya çıkarılan sayı büyüklüğü temsil şekillerinin lineerliği ve tahminlerdeki hataların azlığı daha iyi bir matematik başarısı ile yakından ilişkilidir (Ashcraft ve Moore, 2012; Booth ve Siegler, 2006; Sasanguie vd., 2011; Siegler ve Booth, 2004).

Sayı doğrularında yapılan tahminlerin aritmetik ya da genel matematik başarısını yordayabilecek bir değişken olabileceği görülmüştür (Booth ve Siegler, 2008; Geary, Bailey, Littlefield, vd., 2009; Sasanguie vd., 2013). Çeşitli başarı gruplarında yapılan çalışmalarda da sayı doğrusunda tahmin becerisi gruplar arasındaki bireysel farklılıkları ortaya koymada önemli bir değişken olmuştur. Başarısı düşük öğrenciler matematik başarısı normal olan öğrencilere göre daha hatalı tahminler yapmışlar (Landerl, 2013) ya da normal öğrenciler, başarısı düşük öğrencilere göre logaritmik temsilden ziyade daha çok lineer temsil kullanmışlardır (Geary vd., 2008).

Yapılan çalışmalarda sayı doğrularında tahminlerin, sayı karşılaştırma ve sınıflandırma (Laski ve Siegler, 2007), hesaplama, çokluk ve uzunluk tahminleri (Booth ve Siegler, 2006), sayı adlandırma, sıralama ve nokta sayma (Berteletti vd., 2010), toplama işlemleri yapma (Booth ve Siegler, 2008) gibi görevlerle, standart aritmetik (Geary vd., 2008; Landerl, 2013) ya da normları belirlenmiş standart matematik başarı testleriyle (Ashcraft ve Moore, 2012; Siegler ve Booth, 2004) veya genel matematik başarı testleriyle (Sasanguie vd., 2013) ele alındığı görülmüştür. Sayı doğrusunda tahmin becerilerinin Sayı ve Geometri - Ölçme testleri ile incelendiği bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu çalışmada hem Sayı/ aritmetik hem de Geometri - Ölçme konularındaki bilgi ve beceriler ile sayı doğrularında yapılan tahminlerin ayrı ayrı karşılaştırması yapılacak, sayı

doğrularında yapılan tahminlerin hangi bilgi ve beceriler ile daha ilişkili olduğu hakkında fikir yürütülebilecektir. Böylece, sayı doğrularında yapılan tahminlerin sadece Sayı alanı ile değil belki de Geometri ve Ölçme alanıyla da ilgili olduğu ortaya çıkarılabilecektir. Aritmetik bilgi ve becerilerinin yanı sıra Geometri - Ölçme testleri ile sayı doğrularında yapılan tahminlerin başarı düzeyleri arasındaki farklılıklar da irdelenecektir. Çalışma sonunda ortaya çıkabilecek bireysel farklılıkların, matematik başarısı düşük öğrenciler için önlem programlarının hazırlanmasında yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Varsayımlar

Bu çalışmada kullanılan Sayı ve Geometri – Ölçme başarı testlerinin öğrencilerin matematik başarılarını yansıttığı varsayılmıştır. Uygulamalar sırasında okuma-yazmada sorunu olan, özellikle ikinci sınıflarda, öğrencilere araştırmacı tarafından soruların açıklanması konusunda yardımcı olunmaya çalışılmıştır. Öğrencilerin öğretmenlerine sorularak, herhangi bir zekâ geriliği ya da kaynaştırma tanısı olduğu belirtilen öğrenciler araştırma analizlerine dâhil edilmemiştir. Diğer öğrencilerin ise normal IQ düzeyinde ve rahat okuyup yazdıkları varsayılmıştır.

Sınırlılıklar

Yapılan araştırmada, zekâ puanlarını yordayan sayısal testler, çalışan bellek testleri, kelime-okuma testleri gibi diğer bilişsel becerilerin ölçümü yapılmamıştır. Her sınıf düzeyindeki başarı grupları sadece Sayı ve Geometri – Ölçme yazılı başarı testleri ile öğretmen görüşlerinden oluşturulmuştur. Ayrıca araştırmanın çalışma grubu farklı sosyo-ekonomik-kültürel çevrelerden seçilmeye çalışılmış olup bu katılımcılar ile sınırlıdır.

BÖLÜM II

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu bölümde ilk olarak, sayı doğrusunda tahmin görevlerinin genel bir tanıtımı yapılmış, nasıl analiz edildikleri hakkında bilgiler verilmiştir. Daha sonra alan yazında normal bireyler üzerinde yapılan sayı doğrusunda tahmin konulu araştırmalar özetlenmiştir. Son olarak da matematik başarılarına göre oluşturulmuş grupların sayı doğrusunda tahmin becerilerinin karşılaştırıldığı çalışmalara yer verilmiştir.

Sayı doğrusunda tahmin görevlerinde, bireylere sadece iki ucunda sayılar olan yatay bir sayı doğrusu verilip belli bir *sayının yerini (number to position)* veya belli bir *yerin sayısını (position to number)* tahmin etmeleri istenmektedir (Siegler ve Opfer, 2003). Bu çalışmada da kullanılan sayının yerini buldurma görevinde; bireylerden sınırları belli, boş bir sayı doğrusunun yukarısına yazılmış olan sayıyı, tahmin ederek sayı doğrusu üzerine işaret koymaları beklenmektedir. Sayı doğruları sol ucunda sıfır (veya 1) sağ ucunda 10, 20, 100 ve 1000 olan doğrulardan bazılarını içermektedir. Bu sayede bireylerin sayısal büyüklükleri bir uzamda nasıl temsil edecekleri araştırılmaktadır.

Tahminlerin analizinde genellikle iki yol kullanılmıştır. İlki; bireylerin yaptıkları tahmin değerleri ile asıl/ gerçek değerler arasındaki sapmalar yardımıyla uygunluk fonksiyonlarının çizdirilmesidir. Böylece bireylerin logaritmik, doğrusal ya da kimi zaman üstel bir fonksiyona uygun biçimde tahminler gerçekleştirdiği söylenebilmektedir (Siegler ve Opfer, 2003). Sayısal temsillerin logaritmik olması, bireyin küçük sayılar arasındaki farkı büyükmüş ve büyük sayılar arasındaki farkı küçükmüş gibi düşündüğü anlamına

gelmektedir. Örneğin, 5 ve 6 arasındaki uzaklık 95 ve 96 arasındaki uzaklıktan daha fazla olmaktadır. Bir başka ifadeyle, sayı doğrusunda tahmin edilecek sayılar arttıkça yapılan tahmin, olduğundan daha küçük bir değer alıyor demektir. Üstel temsil ise genelde yerin sayısı görevlerinde rastlanmış bir temsildir, bu da, sayı doğrusunda gösterilen yerlerin değeri arttıkça birey tarafından yapılan tahmin, olduğundan daha fazla değer kazanıyor demektir. Lineer (doğrusal) temsil, bireyin tahminlerinin tutarlı olduğunun ve $y=x$ doğrusuna yaklaştığında ise bireyin, sayısal büyüklükleri gerçek büyüklükleri ile dengeli bir şekilde eşleştirebildiğinin göstergesidir. Bunun da daha gelişmiş bir matematiksel bilgi, beceri ya da deneyimi yanında getireceği yapılan araştırmalarla görülmektedir.

İkinci bir analiz yöntemi ise, bireylerin yaptıkları tahmin değerlerinin asıl/gerçek değerlerden sapma uzaklıklarının, sayı doğrusunun aralığına oranlanması yardımıyla yapılmaktadır. Mutlak hata oranlarının bireyler ya da gruplar arasında farklılaşıp farklılaşmadığını ortaya çıkarmaya yönelik ilişki, regresyon ya da fark analizleri yapılmaktadır (Siegler ve Booth, 2004). Tahminlerinde daha az hata yapan bireylerin daha başarılı ya da daha gelişmiş bir eğitim düzeyinde bulundukları görülmektedir. Araştırmalarda genellikle bahsedilen analizlerden biri ya da her ikisi beraber kullanılmaktadır.

İkinci sınıf (yaş ortalaması (yo): 7,9 yıl), 4. sınıf (yo: 9,6 yıl), 6. sınıf (yo:11,8 yıl) öğrencilerinin ve yetişkinlerin (lisans öğrencileri) 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularındaki tahminleri ve bu tahminlerin oluşmasında etkili olan sayısal büyüklüğü temsil şekilleri, sayının yeri ve yerin sayısı görevlerinin her ikisi kullanılarak araştırılmıştır (Siegler ve Opfer, 2003). İkinci sınıfların 0-1000 aralığında sayının yeri görevlerinde temsil şekilleri anlamlı şekilde logaritmik, 4. sınıfların ise logaritmik ve lineer (doğrusal), bunlara karşılık 6. sınıfların ve yetişkinlerin temsil şekillerinin anlamlı şekilde lineer olduğu bulunmuştur. Yerin sayısı görevlerinde ise logaritmik uyum fonksiyonlarının yerini üstel fonksiyonlar almak üzere benzer sonuçlar bulunmuştur. Sıfır-100 aralığında var olan ya da kullanılan temsil şekillerinin 0-1000 aralığında kullanılan temsil şekillerinden özellikle 2. ve 4. sınıflar için daha lineer olduğu görülmüştür. Sayının yeri ya da yerin sayısı görevlerinde yaşla birlikte sınıf düzeyi arttıkça

kullanılan sayısal büyüklük temsil şekilleri daha lineer olmakta ve kullanılan logaritmik ya da üstel temsiliyetler azalmaktadır. Araştırmanın sonucunda bireylerin birden fazla sayısal büyüklük temsil şekillerinin olabileceği, bu şekillerin daha küçük yaşlarda logaritmik iken daha büyük yaşlarda alınan eğitimle veya sayısal deneyimlerin artması ile lineerleşeceği ortaya atılmıştır.

Ortaya atılan bu düşünce, daha küçük yaş grupları olan okul öncesi (yo:5.8 yıl), 1. sınıf (yo: 6.9 yıl) ve 2. sınıf (yo: 7.8 yıl) öğrencilerinde sayının yeri görevlerinde 0-100 aralığında incelenmiştir (Siegler ve Booth, 2004). Bu çalışma sonucunda okul öncesi öğrencilerin anlamlı şekilde logaritmik, 1. sınıfların logaritmik ve lineer, 2. sınıfların ise anlamlı şekilde lineer temsil ile tahminler yaptıkları bulunmuştur. Bu bulgular, Siegler ve Opfer (2003)'in daha büyük yaş gruplarında olduğu gibi, yaş ve eğitim düzeyi arttıkça sayısal büyüklük temsillerinin logaritmik fonksiyonlardan lineer fonksiyonlara değiştiğini göstermiştir. Siegler ve Booth (2004) çalışmalarında tahminlerin mutlak hata oranlarını ve değişkenliklerini de incelemişler, yaş ve sınıf düzeyi arttıkça bu değerlerin azaldıklarını bulmuşlardır. Yaş ve sınıf düzeyinin artışına paralel olarak temsillerin lineerliği ile tahminlerin doğruluğu her sınıf düzeyinde anlamlı pozitif ilişkiler ve bu değişkenler, tahminlerin değişkenlikleri ile negatif ilişkiler oluşturmuştur. Bir öğrencinin tahminleri ne kadar lineer, hatası ve değişkenliği ne kadar az ise matematik başarısı o kadar yüksektir denilebilir. Çalışmanın devamında öğrencilere tahminlerinde orta noktalar için dönüt verildiğinde okul öncesi öğrencilerde bir gelişme olmamış, 1. ve 2. sınıf öğrencilerinin tahminlerinin lineerlik ve doğruluk bakımından geliştiği bulunmuştur. Deneyim ve eğitimin, normal öğrenen öğrencilerin tahminlerindeki tutarlılığı ve doğruluğu gelişim dönemlerine uygun şekilde artırabileceği görülmektedir.

Booth ve Siegler (2006), sayı doğrularında yapılan tahminlerin; hesaplama, çokluk, uzunluk (ölçüm) tahminleri ile benzerliklerinin olup olamayacağını araştırmışlar ve daha önceki bulgular ile paralel olarak, bu tahmin görevlerinde de benzer fonksiyon ve hata örüntülerinin var olduğunu bulmuşlardır. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ise en çok uzunluk (ölçüm) tahminleri ile pozitif yönde ilişkili olduğu görülmüştür. Çalışmanın ilk deneyinde; 0-100

arasında tahminler, okul öncesinden 3. sınıflara, ikinci deneyinde, 0-1000 arası tahminler 2. ve 4. sınıflara sorulmuş; 0-100 aralığında okul öncesi öğrencilerin logaritmik, 1. sınıfların logaritmik ve lineer ve 2.-3.sınıfların lineer; 0-1000 aralığında ise 2. sınıfların logaritmik ve lineer, 4. sınıfların lineer temsil kullandıkları bulunmuştur. Dolayısıyla daha önceki çalışmalara paralel şekilde logaritmik bir temsilden lineer bir temsile dönüşümden bahsedilmektedir. Tahminlerin lineerlik katsayıları, sınıf düzeyi ve matematik başarısı arttıkça artmış, logaritmik temsil katsayıları ise azalmıştır. Ayrıca tüm tahminlerin mutlak hata oranları sınıf düzeyi arttıkça azalmış ve lineerlikler ile anlamlı ilişkiler oluşturmuştur.

Laski ve Siegler (2007) ise araştırmalarında, sayı doğrularında yapılan tahminlerin okul öncesi, 1. ve 2. sınıf öğrencilerinde (5-8 yaş arası) sayısal büyüklükleri sınıflandırma ve sayısal karşılaştırma ile ilişkilerini 0-100 aralığında incelemişlerdir. Sayı sınıflandırma görevlerinde öğrencilerden; sayıları *çok küçük- küçük- orta- büyük- çok büyük* diyerek sınıflandırmaları ve sayı karşılaştırma görevlerinde de iki sayıdan hangisinin daha çok olduğunu bulmaları istenmiştir. Araştırma sonucunda, her bir öğrencinin sayı doğrularında lineer uyum fonksiyonlarını açıklayan varyans değerleri, sayı sınıflandırmada lineerlikle açıklanan varyans değerleri ve sayı karşılaştırmada doğruluklar arasında pozitif yönde anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Ayrıca, daha önceki araştırmalarla benzer şekilde, sınıf düzeyinin artması ile paralel olarak küçük yaşta logaritmik olan temsil şekilleri daha büyük yaşta lineer olmuş, tahminlerin hata oranları ise azalmıştır. Daha büyük yaşlarda yapılan tahminlerdeki lineerliğin ise $y=x$ doğrusuna yaklaştığı görülmüştür. Çalışmanın ikinci deneyinde; sayı sınıflandırmada okul öncesi öğrencilerine dönüt verildiğinde; hem sayı sınıflandırmada hem de sayı doğrularındaki tahminlerde, kontrol grubuna göre deney grubundaki öğrencilerin temsillerinde anlamlı logaritmadan anlamlı lineerliğe geçiş olduğu fakat kontrol grubunda logaritmik temsilin varlığını koruduğu bulunmuştur. Bu bulgu, Restle (1970)'in zihinsel sayı doğrusunda belli ya da kritik bölgelerin var olduğu iddiası ile örtüşmektedir.

Bu çalışmaların neticesinde, iki farklı temsil (logaritmik ve lineer) arasındaki uyumsuzluğun 0-1000 aralığında fazla olduğu kritik noktalarda verilecek dönütlerin bu değişkenlerde köklü değişiklikler yaratıp yaratmayacağı araştırılmıştır (Opfer ve Siegler, 2007). Araştırmanın ilk aşamasında 2. sınıf (yo: 8,2 yıl) ve 4. sınıf (yo: 10,3 yıl) öğrencilerinin 0-1000 arası sayı doğrularındaki tahminleri incelenmiş, 2. sınıfta sayısal büyüklük temsilleri logaritmik iken 4. sınıfta lineer olmuş ve sınıf düzeyi arttıkça mutlak hata oranları anlamlı şekilde azalmıştır. Ayrıca lineer temsil kullanan öğrencilerin hata oranlarının logaritmik temsil kullananlardan daha az olması bulunan bir diğer önemli bulgudur. Çalışmanın ikinci aşamasında uyumsuzluğun fazla olduğu 5, 150, 725 noktalarında 2. sınıflara uyumsuzluğun en fazla olduğu 150 noktasındaki verilen dönütler ile temsillerin en fazla lineerleştiği bulunmuş, dönüt verilmeyen grupta logaritmik temsiller devam etmiştir. Uyumsuzluğun en fazla olduğu yerde dönüt verilirse değişimin birden ve köklü olabileceği ancak bu değişimlerin sadece eğitimle açıklanamayacağı sonucuna varılmıştır.

Sayı doğrusunda tahmin konusunda eğitim verilerek yapılan bir diğer çalışmada ise, 1. sınıflarda 0-100 aralığında görsel, bilgisayar etkileşimli ve etkileşimsiz durumlarda verilecek eğitimin öğrencilerin yeni aritmetiksel bilgi edinmelerini etkileyip etkilemeyeceği incelenmiştir (Booth ve Siegler, 2008). Çalışma sonucunda deney ve kontrol gruplarının lineerlik katsayılarında artma ve mutlak hata oranlarında azalma olmuş ancak en fazla etkinin görsel ve bilgisayar etkileşimli deney grubunda olduğu bulunmuştur. Çalışmada ayrıca, genel matematik başarısı, daha önceki aritmetik bilginin varlığı ve sayılar için kısa süreli bellek puanları kontrol edildiğinde, sayı doğrusunda tahmin becerisinin alışıldık olmayan (yeni) aritmetik bilgiyi edinmede tahmin edici bir değişken olduğu, kısa süreli bellek ile sayı doğrusunda tahminin ilişkili olmadığı da görülmüştür. Çalışma neticesinde, zihinsel sayı doğrusunun daha geniş aralıkta sayısal bilginin organize edilmesini sağlayan kavramsal bir yapı olabileceği (Dehaene, 2001) desteklenmiş, sayı doğrusunun sayısal büyüklük temsiliinin daha saf bir ölçümü olduğundan başarıyı daha çok yordayan bir değişken olduğu sonucuna varılmıştır.

Yapılan araştırmaların genel sonuçlarına bakıldığında daha küçük yaşlarda sayısal büyüklük temsillerinin logaritmik fonksiyonlara uyum gösterirken, lineer fonksiyonlara uyumun; eğitim, deneyim ya da kültürle birlikte arttığı söylenebilir. Sayısal büyüklükleri bir uzama yerleştirebilmenin kültür etkisi olmadan tüm insanlarda ortak bir sezgi olup olmadığı sorusu akla gelmiş ve bu soru Dehaene vd. (2008) tarafından neredeyse hiç formal eğitim almamış Amazon yerlileri olan Mundurucu ve formal eğitim almış batılı gruplar (çocuklar ve yetişkinler) karşılaştırılarak incelenmiştir. Bir-10 ve 1-100 (sadece batılı grupta) sayı doğrularında noktalar, ses tonları, insanların kendi dillerinde sayı kelimeleri kullanılarak bir bilgisayar ekranında tahminler yaptırılmıştır. Buna göre; Amazon-Mundurucu insanları sembolik ve sembolik olmayan sayısal büyüklükleri logaritmik şekilde temsil ederken, eğitilmiş insanlar küçük ve sembolik sayısal çoklukları lineer; sayılamayacak kadar olan ve sembolik olmayan çoklukları ise logaritmik temsil etmişlerdir. Bir-10 doğrularında her görevde Mundurukular logaritmik temsile sahip iken, batılı gruplar sadece sayıları 10 ile 100 arasındaki noktalarla ve ses tonları ile yapılan tahminlerde logaritmik temsile sahip olmakla beraber diğer görevlerde temsillerinin lineerlikleri devam etmiştir. Buna göre sayıları bir uzama yerleştirmenin; onları zihinsel olarak inşa etmenin evrensel bir sezgi ve bu tüm insanlarda olabilecek temsilin, doğal yani logaritmik iken zihinsel sayı doğrusunun lineerleşmesinin kültürün katkısı ile formal eğitim olmadan gelişemeyen bir durum olabileceği sonucuna varılmıştır.

Formal eğitim öncesi (okul öncesi) daha küçük öğrencilerin (3,5-6,5 yaş arası) 1-10, 1-20 ve 0-100 sayı doğrularındaki tahminlerinin ve sayısal büyüklüğü temsil şekillerinin gelişimi ve değişiminin daha önce yapılan araştırmalarla paralellik gösterip göstermeyeceği de araştırılmış ve diğer araştırmalar ile benzer örüntülere rastlanmıştır (Berteletti vd., 2010). Bir-10 aralığında yaşı çok küçük olan gruplar logaritmik temsil kullanırken, yaş arttıkça bu temsiller logaritmikten lineerliğe dönmüş, 1-20 aralığı bir geçiş dönemi teşkil etmiştir. Sıfır-100 aralığında ise tüm yaş grupları logaritmik temsile sahip bulunmuşlardır. Sayı doğrularındaki mutlak hata oranları incelendiğinde ise, yaş artışı ile birlikte anlamlı azalmalar olmuş ancak sayı aralığı arttıkça hata oranlarının da göreceli arttığı gözlenmiştir. Araştırmanın

önemli bulgularından birisi de 1-10 ve 1-20 aralığında logaritmik temsile sahip olanların neredeyse hiçbirisinin 0-100 aralığında lineer temsile sahip olmamasıdır. Çocukların formal eğitimle beraber daha iyi sayı bilgisi ile, kendilerine tanıdık olan sayısal aralıklarda daha lineer ve daha doğru tahminler yaparken tanıdık olmayan aralıklarda logaritmik ve daha hatalı tahminler yaptıkları görülmektedir.

Okul öncesi (yo: 5 yıl, 8 ay), 1. sınıf (yo: 6 yıl, 11 ay), 2. sınıf (yo: 7 yıl, 11 ay) ve 3. sınıf (yo: 8 yıl, 9 ay) öğrencilerinin sayısal olan ve sayısal olmayan sıraları bir uzama nasıl yerleştirdikleri; 0-100 ve 0-1000 aralığındaki sayı doğrularında, alfabedeki harflerin (1-21) ve bir yıldaki ayların (1-12) sıralarını tahmin görevleri kullanılarak incelenmiş, sayısal sıraya benzer şekilde sayısal olmayan sıralarda da logaritmadan lineere dönüşüm olduğu görülmüştür (Berteletti vd., 2012). Sayısal temsillerin, sayısal olmayan öğeleri konumlandırmada tahmin edici bir değişken olduğu bulunmuştur. Çalışmanın sayı doğrusu analizlerinde sınıf düzeyi azaldıkça ve sayı aralığı arttıkça tahminlerin hata oranlarında artış görülmüş, sayısal temsiller lineerden çok logaritmik olmuştur. Bir diğer bulgu ise daha önceki çalışmalar ile benzer şekilde 0-100 aralığında temsili logaritmik olan hiç kimsenin 0-1000 aralığında temsili lineer çıkmamasıdır; bu bulgunun gelişim açısından önemli bir bulgu olduğu söylenebilir.

Birinci sınıftan beşinci sınıfa kadar olan öğrenciler (yaş ortalamaları sırasıyla: 6,75, 7,54, 8,25, 9,71, 10,71 yıl) ve ayrıca yüksekokul öğrencileri (yo: 23 yıl) ile 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yerin sayısı görevlerinde tahminler yaptırılmış ve ayrıca sürelerin ve stratejilerin gelişimleri incelenmiştir (Ashcraft ve Moore, 2012). Sıfır-100 görevlerinde, 1. ve 2. sınıflarda tahminlerin temsili üstel bir fonksiyona uyumlu iken eğitim düzeyi arttıkça bu temsillerin lineerleştiği bulunmuştur. Sıfır-1000 aralığında da benzer değişimin varlığı bulunmakla birlikte 3.-5. sınıfların geçiş dönemi olduğu görülmüştür. Tahminlerin mutlak hata oranları incelendiğinde ise diğer araştırmalarda olduğu gibi eğitim düzeyi arttıkça hata oranlarının anlamlı şekilde azaldığı, sayı aralığı arttığında ise göreceli olarak arttığı gözlenmiştir. Mutlak hata oranlarının değişkenlikleri yardımıyla çizilen eğriler neticesinde, eğitim düzeyinin artması ile stratejilerdeki değişimin, uç nokta stratejilerinden

orta nokta stratejilerine doğru ilerlediği görülmüştür. Örneğin, daha düşük eğitim kademesinde olan bir öğrenci sıfırdan başlayarak tahminler yaparken, üst kademedeki bir öğrenci her iki uca da bakar (çadır şekli), daha üst kademedeki bir birey ise sayı aralıklarının hem ortası hem uçlarına bakarak (M şekli) tahmin yapar. Bu araştırmanın sonucunda, sayı doğrularında yapılan tahminlerin lineerliği ne kadar fazla ise hataların o kadar az ve stratejilerin o kadar M şeklinde olduğu görülmüş ve bu üç değişkenin her sınıf düzeyinde matematik başarıları ile anlamlı ilişkilere sahip olduğu bulunmuştur.

Sasanguie vd. (2011) ise çalışmalarında, okul öncesi (yo: 5,6 yıl), 1. sınıf (yo: 6,7 yıl), 2. sınıf (yo: 7,6 yıl) ve 6. sınıf (yo: 11,6 yıl) öğrencilerinin müfredat temelli matematik başarı testlerindeki (sayı, 4 işlem, sözel problem, ölçme, geometri) başarıları ile sembolik ve sembolik olmayan sayı karşılaştırma ve sayı doğrusunda tahmin becerilerini incelemişlerdir. Okul öncesi ve 1. sınıflarda sembolik ve sembolik olmayan 0-10 sayı doğrularında öğrencilerin mutlak hata oranları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır fakat 0-100 sayı doğrularında tahminlerin doğruluğu sınıf düzeyi arttıkça anlamlı şekilde artmaktadır. Sayısal temsiller incelendiğinde ise 0-10 aralığında lineer temsillerin olduğu, 0-100 aralığına okul öncesi ve 1. sınıfların logaritmik ve 6. sınıfların lineer olmak üzere 2. sınıflarda her iki temsilin de olduğu gözlenmiştir. Sembolik ve sembolik olmayan sayı doğrusunda tahmin görevleri arasında yüksek ilişki çıkması sonucunda değişkenler kontrol edilerek ilişki testi yapıldığında sadece sembolik sayı doğrusu görevlerindeki ilişkinin anlamlılığı devam etmiştir. Buna ek olarak; sembolik olmayan; çokluk karşılaştırma görevleri ile matematik başarıları ilişkisi bulunmazken sembolik sayı karşılaştırma görevlerinde bu ilişkinin bulunması nedeniyle de sayısal/ matematiksel becerilerde bireysel farklılıkların nedeninin, sayının kendi içindeki temsiline ziyade *sembollerden sayısal anlama erişim* olduğu düşünülmüştür.

Sasanguie vd. (2013) benzer bir çalışmayı, müfredat temelli (sayı bilgisi, 4 işlem, basit-sözel problemler, ölçme ve geometri) matematik başarı testleri ile süreli aritmetik testini karşılaştırarak, 1. sınıf (yo: 6,6 yıl), 2. sınıf (yo: 7,7 yıl) ve 3. sınıf (yo: 8,6 yıl) öğrencilerinde, 0-100 aralığındaki sayı doğrularında yapmışlar ve bu testlerin 1 yıl sonraki yordayıcılıklarını incelemişlerdir. Süreli

aritmetik testi sadece sembolik sayı karşılaştırma görevi ile ilişkili çıkarken genel matematik testinin sembolik ve sembolik olmayan sayı doğrusunda tahmin ve sembolik karşılaştırma görevleriyle de anlamlı ilişki içinde olduğu bulunmuştur. Daha küçük öğrencilerin (1. ve 2. sınıflar) sembolleri daha önceden kendilerinde var olan, sembolik olmayan temsillerle bağdaştırma (*mapping*) döneminde olabileceği vurgulanmıştır. Matematikteki zorlanmaların nedeni belirsiz bir temsil siteminden ziyade semboller ve bu sembollerin eşleştiği büyüklük arasındaki bir gecikmeden ileri gelebileceği yani bir *erişim bozukluğu* olabileceği görüşünü desteklemektedir. Bu araştırmanın sonucunda, genel-müfredat temelli matematik başarı testinin sayı doğrusunda tahmin becerisi ile daha çok yordandığı bulunmuştur.

Okul öncesinden 1. sınıfa (yo: 6 yıl) kadar boylamsal olarak yapılan bir çalışmada öğrenciler, IQ ve standart matematik başarılarına göre matematik öğrenme güçlüğü (MÖG), düşük başarılı (DB) ve tipik başarılı (TB) olmak üzere üç gruba ayrılmış, daha sonra grupların çeşitli temel sayısal becerileri ve çalışan bellek puanları incelenmiştir (Geary, Hoard, Byrd-Craven, Nugent ve Numtee, 2007). Sıfır-100 sayı doğrularında tahmin görevleri ilk defa bu çalışmada, MÖG olarak nitelenen öğrencilerde kullanılmıştır. Araştırmanın bulguları, TB grubunun DB grubundan ve DB grubunun da MÖG grubundan anlamlı şekilde daha fazla hatalı tahmin yaptıklarını göstermiştir. Ayrıca, TB grubu, DB ve MÖG grubundan daha çok lineer temsil kullanmakta iken MÖG ve DB grupları birbirinden anlamlı şekilde ayrılmamışlardır. Fakat logaritmik temsil kullananlar içerisinde hata oranlarına bakıldığında MÖG grubunun DB ve TB gruplarından daha fazla hatalar yaptığı görülmüştür. Çalışan bellek birimlerinden merkez yürütücü işlev birimin DB ve MÖG için ayırıcı bir bileşen olduğu ve logaritmik temsilden lineer temsile geçişte önemli bir bileşen olabileceği önemli bir başka bulgu olmuştur.

Aynı boylamsal çalışmanın devamında da 1. ve 2. sınıfta öğrencilerin tahminlerinin mutlak hata oranları tipik, düşük ve MÖG olan öğrencilere doğru anlamlı şekilde artmıştır (Geary vd., 2008). Birinci ve 2. sınıfta MÖG olan öğrencilerin daha çok logaritmik; TB olan öğrencilerin daha çok lineer temsil kullandıkları, DB grubunun ise 1. sınıfta logaritmik, 2. sınıfta lineer temsili

kullandığı görülmüştür. İdeal lineer denkleme ($y=x$) yakınlıkları incelendiğinde, en yakından en uzağa TB, DB, MÖG sırasının izlenerek ayırıcı olduğu bulunmuştur. Çalışmada; ayrıca IQ ve çalışan belleğin, tahminler ve temsil sistemlerindeki etkileri de incelenmiştir. Düşük IQ ve çalışan bellek birimlerinden merkez yürütücü işlev puanları düşük olan bireylerin (bu çalışmada MÖG olanlar) daha çok logaritmik temsil kullandıkları, tahminlerindeki hataların daha fazla olduğu ve herhangi bir temsili kullandıklarında hataların yine daha fazla olduğu bulunmuştur. MÖG ve DB olan öğrenciler okula daha az belirgin/ kesin olan *doğal (natural)* sayı sistemlerini kullanarak başlıyor olabilirler fakat MÖG olan öğrencilerde tahminlerin lineerliği ve doğruluğu diğer gruplara göre daha yavaş gelişmektedir.

Geary, Bailey, Littlefield, vd. (2009)'nin boylamsal çalışmalarının 1 yıl sonrasında -okul öncesinden 3. sınıfa kadar- öğrenciler YB (yüksek başarılı), TB, DB ve MÖG olarak alt gruplara ayrılmış olup temel sayısal becerilerin değerlendirilmesi neticesinde yüksek başarılı gruplardan düşük başarılı gruplara doğru sayı hissinde düşüş gözlenmiştir. Öğrencilerin IQ ve çalışan bellek puanları kontrol edilerek matematik başarıları yordanmaya çalışılmış ve sayı doğrusunda tahmin becerisinin MÖG ve DB olan öğrencileri belirlemede çekirdek değişkenler olabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışan bellek ve IQ puanlarının MÖG olan öğrencilerde daha belirgin etkilere sebep olabileceği vurgulanmıştır. Yine aynı çalışmanın bir farklı boyutunda, matematik başarılarını en iyi yordayan d skorlarının açıklanan varyans değerlerinin en fazla yüzdesini (%27) sayı doğrusunda tahmin becerisi oluşturmuştur (Geary, Bailey ve Hoard, 2009).

Diskalkulik öğrencilerle yaşlıtlarının 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularındaki tahminlerinin 2. sınıftan (yo: 7 yıl, 7 ay) 4. sınıfa kadar boylamsal olarak incelendiği bir başka çalışmada diskalkuli olan öğrencilerin yıllara göre tutarlı şekilde tahminlerinin yaşlıtlarından daha hatalı olduğu bulunmuştur (Landerl, 2013). Çalışmaya katılan bireylerin tümünün tahmin becerilerinde yaş arttıkça bir gelişme olmuş ancak diskalkuli olan öğrencilerin yaşlıtları ile aralarındaki anlamlı farklar korunmuştur. İkinci sınıfta 0-100 doğrularında logaritmik temsile sahip olan diskalkulik öğrencilerin daha sonra lineer temsil

geliştirebildikleri, yaştlarının lineer temsillerinde ise herhangi bir değişiklik olmadığı bulunmuştur. Bu çalışmada, sayı doğrularında yapılan tahminlerin temsil sistemlerinden ziyade, mutlak hata oranları gruplar arasında daha çok belirleyici farklılıklar oluşturmıştır. Sayılar ve çoklukları eşleştirmedeki (*mapping*) problemlere daha erken yaşlarda oluşmuş bir bozukluğun ya da sayısal temsillerin belirsizliğinin kaynaklık edebileceği ancak bu bozukluğun uzun dönemde genel bir bozukluk olarak kaldığı görülmüştür.

Dokuz buçuk yaşlarındaki diskalkuli olan öğrenciler ve normal yaştlarının incelendiği bir başka çalışmada ise diskalkuli olan öğrencilerin 0-100 sayı doğrularında, tahminlerindeki değişkenlik anlamlı şekilde yaştlarına göre fazla çıkmış, temsil sistemleri ise daha çok logaritmik olmuştur. Diskalkuli olan öğrencilerde oluşan bu farklılığın, parietal (düşük aktivasyon) ve frontal (yüksek aktivasyon) bölgelere yansıdığı fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) tekniği ile ortaya çıkarılmıştır. Çalışmanın devamında özel tasarlanmış, bilgisayar destekli 5 haftalık bir eğitimin ardından diskalkulik bireyler ile yaştları arasında anlamlı farkların kapandığı; diskalkuli olan öğrencilerin aradan bir zaman geçtikten sonra parietal aktivitelerinin arttığı gözlenmiştir (Kucian vd., 2011).

Zeka ve çalışan bellek puanlarının daha az olduğu 1. sınıf öğrencilerinde (yo: 7,35 yıl) yapılan bir başka çalışmada ise, 0-100 aralığındaki sayı doğrularında yürüyerek ve dönüt alarak yapılan eğitilmiş tahminlerin, kontrol grubuna göre daha fazla gelişim gösterdikleri bulunmuştur (Link, Moeller, Huber, Fischer ve Nuerk, 2013). Çalışma sonucunda, zekâ ve çalışan bellek puanları daha az olan öğrencilerde, somutlaştırılmış yürüme etkinliklerinin sayısal temsiller üzerinde daha fazla etkiye sahip olduğu görülmüştür. Matematik başarısı düşük ve az gelirli ana sınıfı öğrencileri ile yapılan farklı bir çalışmada ise öğrencilere 2 hafta içinde lineer sıralanmış sayıların olduğu oyun tahtalarında 1 saatlik süreyle oyun oynatılmıştır (Ramani ve Siegler, 2008). Bu oyun sayesinde, 9. hafta sonunda sayısal büyüklük karşılaştırma, sayı doğrusunda tahmin, sayma ve sayı eşleştirme becerilerinde artışların olduğu ve kalıcılığın daha fazla olduğu bulunmuştur.

Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin, matematik başarısını ölçen çeşitli testler ile yakından ilişkili olduğu ve matematik başarısı farklı bireylerin bireysel farklılıklarını ortaya koymada uygun bir değişken olabileceği düşünülmektedir. Buna ek olarak, sayı doğrusunda tahmin ve benzer içerikli verilen eğitimlerle hem diskalkuli olan hem de düşük ya da tipik başarılı olan öğrencilerin başarılarının arttığı gözlenmektedir. Alan yazın incelendiğinde sadece Sayı/ aritmetik ve sadece Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerine göre ayrılmış başarı gruplarının sayı doğrusunda tahmin becerilerinin henüz karşılaştırılmadığı görülmüştür. Farklı matematik başarı testlerinin bulunduğu çalışmalarda Sayı ve Geometri - Ölçme şeklinde bir ayrım yoktur. Bu araştırmanın ana fikri; sayıları bir uzama yerleştirebilme ya da sayıların görece büyüklüklerini tahmin etme becerisinin hangi matematiksel alan/ alanlar ile daha çok ilişkili olduğunu görmek ve başarı grupları arasında karşılaştırmalar yapmaktır.

Bu ana fikir kapsamında çalışmanın amacı, 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin sayı doğrusunda sayıların yerini tahmin becerileri ile Sayı ve Geometri – Ölçme ya da her iki başarı testinde elde ettikleri başarıları kıyaslamak ve her sınıf düzeyinde farklı testlere göre oluşturulmuş başarı gruplarının aralarındaki farkları araştırmaktır. Bu genel amaç için aşağıdaki sorulara yanıt aranmıştır:

1. Sınıflara göre, sayı doğrularında yapılan tahminlerin toplam mutlak hata oranları, “Sayı”, “Geometri ve Ölçme” veya “Sayı + Geometri ve Ölçme” toplam puanlarından hangisini ya da hangilerini (daha iyi) yordamaktadır?

2. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ortalama mutlak hata oranları, sınıflara göre nasıl değişmektedir?

3. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ortalama mutlak hata oranları, matematik başarı testlerinden alınan toplam puanlara göre her sınıf düzeyinde başarıya göre oluşturulan alt gruplar arasında nasıl değişmektedir?

3.1. “Sayı” Testi’nden alınan toplam puanlara göre yapılan gruplamada ortalama hata oranları gruplar arasında nasıl değişmektedir?

3.1.1. İkinci sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.1.2. Üçüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.1.3. Dördüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.2. “Geometri ve Ölçme” Testi’nden alınan toplam puanlara göre yapılan grulamada ortalama hata oranları gruplar arasında nasıl değişmektedir?

3.2.1. İkinci sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.2.2. Üçüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.2.3. Dördüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.3. “Sayı” ve “Geometri ve Ölçme” testlerinden alınan puanların toplanması ile elde edilen “Sayı + Geometri ve Ölçme” toplam puanlarına göre yapılan grulamada ortalama mutlak hata oranları gruplar arasında nasıl değişmektedir?

3.3.1. İkinci sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.3.2. Üçüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

3.3.3. Dördüncü sınıf düzeyinde ayrılan başarı gruplarının ortalama hata oranları nasıl değişmektedir?

BÖLÜM III

YÖNTEM

Araştırmanın Modeli

Bu çalışmada, ilkokul 2.-4. sınıflarda, her sınıf düzeyinde uygulanan Sayı ve Geometri - Ölçme matematik alt alanlarına yönelik farklı başarı testlerine göre oluşturulan alt başarı gruplarındaki öğrencilerin sayı doğrusunda tahmin becerileri karşılaştırılmış ve bu testler ile sayı doğrularında yapılan tahminlerin ilişkileri incelenmiştir. Herhangi bir anda farklı gelişmişlik düzeylerini temsil ettiği varsayılan ayrı grupların karşılaştırıldığı çalışmalar *kesit alma yaklaşımı* türünden tarama modeli çalışmalar olarak ve ilişkilerin de araştırıldığı tarama modeli çalışmalar ise *ilişkisel tarama* modeli çalışmalar olarak adlandırılmaktadır (Karasar, 2011). Buna göre çalışmanın modeli, kesitsel ve ilişkisel tarama modelidir.

Çalışma Grubu

Bu araştırmanın katılımcılarını, Türkiye'nin Batı Karadeniz bölümündeki bir ilin farklı sosyo-ekonomik-kültürel kısımlarını yansıttığı düşünülen merkeze bağlı üç devlet ilkokulunun 2., 3. ve 4. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Araştırmada, matematik başarısının ölçümü için yazılı testler kullanıldığından ve öğrencilerin okuma-yazmada sınırlılıklarının olabileceğinden dolayı sadece 2., 3. ve 4. sınıflar çalışmaya dâhil edilmiş, 1. sınıflarda uygulama yapılmamıştır. Her okulun 2.-4. sınıf düzeyinden en az 20 öğrenci olacak şekilde çalışma grubunu oluşturmak için okullardan rastgele belirlenmiş sınıflara, Sayı ve Geometri - Ölçme öğrenme alanlarına yönelik, iki farklı matematik başarı testi uygulanmıştır. Uygulanan başarı testlerinin her ikisine birden katılmamış (toplam 38 öğrenci) ve zekâ geriliği tanılı veya kaynaştırma olan (toplam 5

öğrenci) öğrenciler çalışmanın analizler kısmına dâhil edilmemiştir. Buna göre farklı sosyo-ekonomik-kültürel düzeylerden 72, 94 ve 114 olmak üzere toplam 280 öğrenci arasından, testlerden alınan puanların yüzdelik değerlerine göre sayı doğrusu görevlerinin uygulanacağı asıl çalışma grubu oluşturulmuştur.

Her sınıf düzeyinde, iki farklı 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 belirlenmiştir. Bazı bilişsel testlerin de yapıldığı, bu ölçütlerden birkaçı ya da hepsinin kullanılarak oluşturulduğu farklı matematik başarı grupları arasında yapılan boylamsal ve kesitsel çalışmalarda, alt grupların sayı doğrusunda tahmin gibi çeşitli matematiksel görevlerde birbirlerinden anlamlı olarak farklılaşabildiği görülmüştür (Geary vd., 2008; Mazzocco vd., 2011; Murphy, Mazzocco, Hanich ve Early, 2007). Ayrıca, matematik öğrenme güçlüğü çeken grupların genel okul nüfusunun %5,9-13,8 (Barbarese, Katusic, Colligan, Weaver ve Jacobsen, 2005) ve yetenekli öğrencilerin ise %5-10 arasında olabileceği (Hoard, Geary, Byrd-Craven ve Nugent, 2008) bulunmuştur. Daha önce yapılan bu araştırmalardan yola çıkılarak bahsedilen ölçütler kullanılmış ancak başarı testlerinden farklı herhangi bir bilişsel test ile ayırım yapılmamıştır. Asıl çalışma grubunun sınıf ve cinsiyet değişkenlerine göre dağılımı ve yaş ortalamaları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Asıl Çalışma Grubunun Sınıf, Cinsiyet ve Yaş Değişkenlerine Göre Dağılımı

Sınıf	Cinsiyet		Toplam	Yaş Ortalaması (yıl)
	Kız	Erkek		
2	36	33	69	7,3
3	39	36	75	8
4	33	29	62	9,6

Tipik gruplardaki öğrencilerin fazla olmasından dolayı her bir test için o testi temsil edecek şekilde 20 öğrenci rastgele sayılar tablosu yardımıyla asıl çalışma

grubunun tipik gruplarına seçilmiş; çok düşük, düşük ve yüksek başarılı gruplardaki öğrenciler sayılarının az ya da yeterli olması sebebiyle hepsi birden asıl çalışma grubuna alınmıştır. Sayı ve Geometri - Ölçme testlerinin toplamı ile elde edilen puanların genel bir matematik başarısı hakkında fikir verebileceği düşünülerek bu testlerin toplam puanlarına göre de benzer ayrımlar yapılmıştır. Tüm başarı testlerini ve sayı doğrusu görevlerini yapan asıl çalışma grubunun alt başarı gruplarına göre dağılımı Çizelge 2’de verilmiştir; 5 öğrenci sayı doğrusu görevleri sırasında okulda bulunmadıkları için veya bu görevleri yapmaya isteksiz oldukları için çalışmaya alınmamıştır.

Çizelge 2. Sınıf ve Uygulanan Testler Bazındaki Alt Grupların Dağılımı

Sınıf	ÇDB			DB			TB			YB			Toplam
	S	G	S+G	S	G	S+G	S	G	S+G	S	G	S+G	
2	8	12	10	21	15	14	32	37	40	8	5	5	69
3	10	15	9	13	11	14	47	44	45	5	5	7	75
4	11	9	10	14	12	12	32	37	35	5	4	5	62

ÇDB: Çok düşük başarılı grup, DB: düşük başarılı grup, TB: Tipik başarılı grup, YB: Yüksek başarılı grup, S: Sayı Testine göre ayırım, G: Geometri-Ölçme Testine göre ayırım, S+G: Sayı ve Geometri testlerinin toplam puanlarına göre ayırım.

Matematik başarısındaki bireysel farklılıkların belirlenebilmesi, matematik öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerin fark edilebilmesi ve düşük başarılı öğrenciler için yardımcı eğitim programlarının hazırlanabilmesi için pek çok çalışma yapılmış ve yapılmaktadır. Bu çalışmalarda temel olduğu düşünülen bazı sayısal becerilerin matematik başarısı ile ilişkileri incelenmektedir (Booth ve Siegler, 2006; Butterworth, 2003; Desoete, Ceulemans, Weerdt ve Pieters, 2012; Geary, Bailey, Littlefield, vd., 2009; Landerl ve Kolle, 2009; Mazzocco ve Thompson, 2005; Olkun, Altun, Cangöz, Gelbal ve Sucuoğlu, 2012; Sasanguie vd., 2011; Wilson vd., 2006). Bu çalışmada ise öğrencilerin sayı doğrularında yaptıkları tahminlerin değişimi ve farklı başarı testleri ile ilişkileri incelenmiştir.

Veri Toplama Araçları

Matematik Başarı Testleri

Sayı ve Geometri – Ölçme alanlarında her sınıf düzeyinde olmak üzere iki farklı türde başarı testi kullanılmıştır. Çalışmanın, güz döneminin başında yapılması sebebiyle her bir sınıf düzeyine, bir alt sınıfın başarı testleri uygulanmıştır. Başka bir deyişle, daha önceden geliştirilmiş olan 1.-4. sınıf testlerinin 1., 2. ve 3. sınıf düzeyleri, bu çalışmada sırası ile 2., 3. ve 4. sınıflara uygulanmıştır.

Sayı testleri, Fidan (2013) tarafından 1.-4. sınıflar için matematik öğretim programının (MEB, 2009) *Sayı* öğrenme alanındaki kazanımlara göre geliştirilmiştir. Sayı sayma, sayı örüntüleri, dört işlem soru ve problemleri, kesirler gibi konuları içermektedir. Testlerin KR-20 güvenirlik 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.

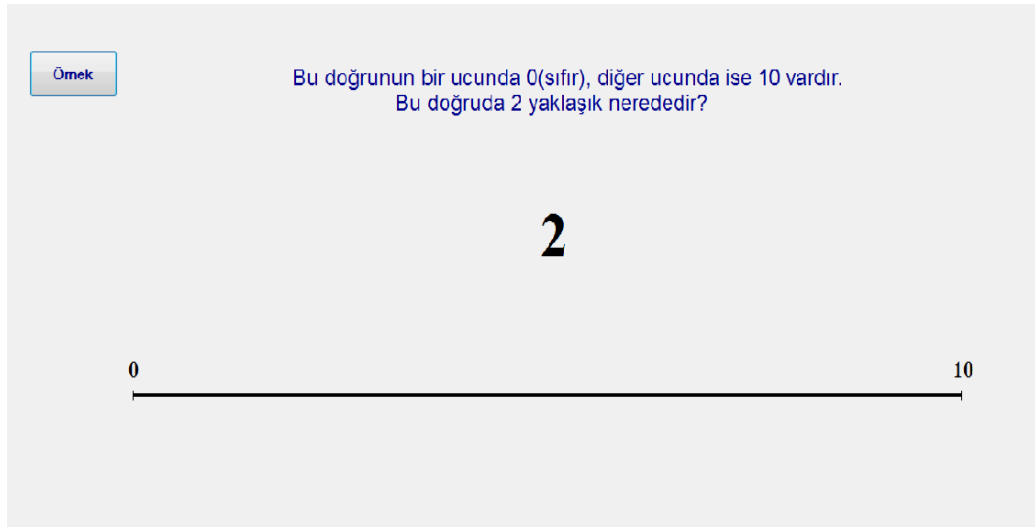
Geometri - Ölçme testleri ise, Olkun, Akkurt Denizli, Kozan ve Ayyıldız (2013) tarafından 1.-4. sınıflar için matematik öğretim programının *Geometri ve Ölçme* öğrenme alanları temel alınarak geliştirilmiştir. İki ve üç boyutlu Geometrik şekiller, karşılaştırma - konumlandırma, açılar, Geometrik şekillerin alan ve çevre ölçüleri, zaman ölçüleri gibi konuları kapsamaktadır. Bu testlerin KR-20 güvenirlik katsayıları ise 1. sınıf başta olmak üzere 4. sınıfa doğru sırasıyla 0,85, 0,94, 0,91 ve 0,92 olarak hesaplanmıştır. Her iki grup testlerin uygulaması için birer ders süresi önerilmiştir.

Sayı Doğrusunda Tahmin Görevleri

Sayı doğrusunda tahmin görevleri ilk olarak Siegler ve Opfer (2003) tarafından çeşitli yaş gruplarının sayısal büyüklükleri nasıl temsil ettiklerini araştırmak

için kullanılmıştır. Bu görevlerde bireylerden, sol ucunda sıfır ve sağ ucunda 100 veya 1000 olan, boş bir sayı doğrusunda işaretlenen bir *yerin sayısını* veya verilen bir *sayının yerini* tahmin etmeleri istenmiştir. Araştırmalarda genellikle sayının yerini tahmin ettirme görevleri kullanılmış ve bu tahminlerin, sayı karşılaştırma ve sınıflandırma, toplama işlemleri yapma gibi sayısal görevlerdeki, süreli aritmetik testlerindeki ya da genel veya normları belirlenmiş standart matematik başarı testlerindeki başarılar ile ilişkili olduğu görülmüştür (Booth ve Siegler, 2006, 2008; Opfer ve Siegler, 2007; Sasanguie vd., 2011; Sasanguie vd., 2013; Siegler ve Booth, 2004). Ek olarak, sayı doğrusunda tahmin görevlerinin matematik başarısını yordamada kullanılabileceği ya da matematik başarıları düşük veya matematik öğrenme zorluğu çeken öğrencileri ayırabileceği bulunmuştur (Geary, Bailey ve Hoard, 2009; Geary, Bailey, Littlefield, vd., 2009; Geary vd., 2007; Geary vd., 2008; Kucian vd., 2011). Bu çalışmada da sayı doğrusunda tahmin görevleri kapsamında, verilen sayının yerini sayı doğrusu üzerinde tahmin etme görevleri kullanılmıştır.

Sayı doğrusunda sayının yerini tahmin etme görevleri MS Access tabanlı bir bilgisayar programında uzmanlar tarafından hazırlanmış ve araştırmacı tarafından çalışma grubundan farklı olmak üzere, her sınıf düzeyinden 5'er öğrenci ile pilot uygulama yapılmış ve ardından gerekli düzenlemeleri yapılmıştır. Tahmin edilmesi istenen sayılar ekranın orta yukarısında, tahminin yapılacağı sayı doğrusu ise ekranın orta altında bulunmaktadır. Sayı doğrusunda tahmin görevlerine yönelik bir ekran görüntüsü Şekil 1'de gösterilmiştir. Sayı doğruları sol ucunda sıfır, sağ ucunda 10, 20, 100 veya 1000 olmak üzere 4 farklı şekilde uygulanmıştır. İlk bölümde 0-10, ikinci bölümde 0-20, üçüncü bölümde 0-100 ve dördüncü bölümde 0-1000 aralığındaki sayı doğrusu görevleri yer almaktadır. Sıfır-10 sayı doğrusu görevlerinde 2 tane, diğer sayı doğrusu görevlerinde 1'er tane olmak üzere bölümlerin başlarında alıştırmaya için örnek sayfaları yer almıştır.



Şekil 1. Sol ucunda sıfır, sağ ucunda 10 olan sayı doğrusu bölümünden bir örnek sayfası

Sayı doğruları üzerinde tahmin edilmesi istenilen sayılar Ashcraft ve Moore (2012), Berteletti vd. (2010), Booth ve Siegler (2006) ve Siegler ve Booth (2004)'un çalışmalarında kullandıkları sayılardan yararlanılarak hazırlanmıştır. Sıfır-10 aralığında örnek sayfalarında 2 ve 7, test sayfalarında 4, 6, 8, 1, 7, 3, 2, 5, 9; sıfır-20 aralığında örnek sayfasında 14, test sayfalarında 6, 18, 7, 15, 9, 4, 2, 13, 11, 16; sıfır-100 aralığında örnek sayfasında 68, test sayfalarında 81, 64, 90, 96, 42, 8, 39, 14, 52, 29, 61, 72, 33, 21, 79, 24, 84, 4, 3, 57, 48, 12, 6, 17 ve sıfır-1000 aralığında örnek sayfasında 271, test sayfalarında 489, 6, 123, 644, 333, 421, 610, 814, 215, 176, 143, 89, 577, 847, 526, 395, 243, 31, 901, 724, 966, 791, 62, 297, 44 sayıları yer almıştır. Sayıların sıralanmasında rastgele sayılar tablosu kullanılmış, sayıların sırası bir uygulamadan diğer uygulamaya değişmemiştir. Sıfır-1000 sayı doğrularındaki tahmin görevi, henüz 1000'e kadar olan sayıları öğrenmedikleri için 2. sınıflara sorulmamıştır.

Veri Toplama Süreci

Veri toplama sürecinin ilk aşamasını matematik başarı testlerinin uygulanması oluşturmuştur. Bu aşama 2013-2014 öğretim yılının güz döneminin başlangıcında gerçekleştirildiği için uygulama yapılacak sınıf düzeylerine, bir önceki sınıf düzeyindeki testlerin uygulanması uygun

görülmüştür. Uygulamaya Sayı testlerinden başlanmış Geometri - Ölçme testleri ile devam edilmiştir. Her test, öğrencilerin kendi sınıflarında, grupça ve önerildiği şekilde 1 ders saati süresinde araştırmacı tarafından yaptırılmıştır. Testlerin uygulanması her okul için iki gün sürmek üzere yaklaşık 1 ayda tamamlanmıştır. Testler uygulandıktan sonra alınan puanlar MS Excel dosyasına kaydedilmiştir. Her iki testi de yapan ve herhangi bir tanısı bulunmayan öğrenciler belirlenmiş daha sonra yüzdelik ölçütlerine göre kesme puanları yardımıyla sayı doğrusunda tahmin görevlerini de yapacak olan asıl çalışma grubu oluşturulmuştur.

Veri toplamanın ikinci aşaması ise bilgisayar ortamında hazırlanmış olan sayı doğrusunda tahmin görevlerinin uygulanmasıdır. 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. Öğrenciler kendi okullarındaki sakin bir ortamda bireysel olarak uygulamayı gerçekleştirmişlerdir. Uygulama yapılırken, öğrenci önce ekranın tam karşısına oturtulmuş ve bilgisayarda sayıların yerlerini fare yardımıyla tahmin edecekleri söylenmiştir. Kendilerine fareyi rahatça kullanıp kullanmadıkları sorulmuş ve eğer kullanabiliyorlarsa fare bireyler tarafından kullanılmıştır. Farenin rahatça kullanılamadığı durumlarda, öğrenciler ekrana dokunarak sayının yerini göstermişler ve onların yerine araştırmacı fareyi kullanmıştır. Araştırmacı uygulamaya başlarken ve bölüm aralarında gerekli olan açıklamaları yapmıştır. Öğrenciye ekranda görünen sayı doğrusunu, doğrunun uçlarındaki sayıları ve yukarısında bulunan sayıyı tanıtmıştır. Daha sonra öğrenciden verilen sayının sayı doğrusu üzerindeki yaklaşık yeri sorulmuş ve fare ile o noktaya tıklaması istenmiştir. Araştırmacı öğrencinin yapmasını istediği görevi “Bu sayı doğrusunun (ya da sayı çizgisinin) bir ucunda sıfır diğer ucunda 10 (20/ 100/ 1000) var, sence verilen sayı (örneğin 2) yaklaşık nerededir? Tıklayarak gösterir misin?” şeklinde ifade etmiştir. Öğrenciye sayı doğrusu üzerine tıkladığında oluşan kırmızı dik çizgiyi istediği gibi hareket ettirebileceği ve yanıtlama işlemi bittikten sonra da sağ alt tarafta belirecek olan “devam” düğmesine tıklayarak devam edebileceği söylenmiştir. Bölümler içerisinde ve aralarında, uçlarda değişen sayılara dikkat çekilmiş ve bu konuda ara ara hatırlatmalar yapılmıştır.

İkinci sınıflar, sayı doğrusunda tahmin görevlerinin ilk üç bölümünü, 3. ve 4. sınıflar ise dört bölümün tamamını yapmışlardır. Örnekler dâhil olmak üzere araştırmanın hiçbir aşamasında dönüt verilmemiştir. Öğrencilerin görevleri anlamadıkları durumda, açıklamalar birkaç kez tekrar edilmiş, sayıların sırasıyla bu doğruya dizildikleri ve kendilerinden istenenin verilen sayının yerini tahmin etmek olduğu aktarılmıştır. Herhangi bir süre kısıtlaması yapılmamıştır. Sayı doğrusunda tahmin görevleri her birey için yaklaşık 10-20 dakika sürmüş, toplamda 10 gün olmak üzere yaklaşık 1 ayda tamamlanmıştır. Öğrencilerin yaş bilgileri ise okul yönetimlerinden alınmıştır.

Veri Analizi

Geliştirilen bilgisayar programı sayı doğrularındaki tahminleri doğrudan, işlem yapmadan MS Access'e kaydedebilen bir programdır. MS Access'teki, sayı doğrularında yapılan tahminlerin verisi ile MS Excel'deki matematik başarı testlerinin sonuçları, MS Excel'de birleştirilerek tek bir veri grubu oluşturulmuştur. Oluşturulan veri grubu nicel yollarla SPSS 18 ve MS 2007 Excel programları kullanılarak analiz edilmiştir.

Öncelikle matematik başarı puanlarının yani her sınıf düzeyinde Sayı ve Geometri - Ölçme başarı testlerinden alınan toplam puanlar ve bu puanların toplanması ile elde edilen toplam puanların (S+G puanları) sınıflar içerisindeki dağılımlarına bakılmıştır. Puanların nasıl dağıldığını görmek için ortalama, tepe değer ve ortanca değerlerinin birbirine yakınlığına, normal eğrili histogram grafiklerine ve çarpıklık katsayılarının ± 1 aralığında olup olmadığına dikkat edilmiştir (Büyüköztürk, 2013; Büyüköztürk, Çokluk ve Köklü, 2011). Buna göre sınıflar içerisindeki Sayı, Geometri - Ölçme ve S+G toplam puanlarının normal dağılımdan fazla sapma göstermediği görülmüştür.

Sayı doğrularında yapılan tahminlerin doğruluğu için kullanılan değerler ilk defa Siegler ve Booth (2004) tarafından kullanılmış ve daha sonra yaygınlaşmış olan *mutlak hata oranları*dır. Mutlak hata oranlarına ek olarak tahmin değerlerinin medyanları ve asıl değerler arasındaki sapmalardan yola çıkılarak

uyum eğrileri yöntemi ile de analizler yapılmaktadır. Bu analiz de ilk kez Siegler ve Opfer (2003) tarafından kullanılmış ve yaygınlaşmıştır. Bu araştırmada yalnızca mutlak hata oranları ile analizler yapılmıştır. Mutlak hata oranları aşağıdaki formülle hesaplanmaktadır:

$$\text{Mutlak Hata Oranı (MHO)} = \left| \frac{\text{Tahmin değeri} - \text{Tahmin edilen sayı}}{\text{Tahmin Aralığı}} \right|$$

Bir örnekle açıklamak gerekirse, bir birey 0-100 aralığındaki bir tahmin görevinde 68'in sayı doğrusundaki yaklaşık yerini 78 olarak tahmin edip işaretlediğinde o kişinin mutlak hata (MH) oranı $|(78-68)/100| = 0,10$ ya da %10'dur. MH oranları, her birey için o bölümlerin ortalamaları alınarak ortalama mutlak hata oranları (OMH oranları) veya o bölümdeki toplam mutlak hata oranları (TMH oranları) sayesinde bireysel ya da grup karşılaştırmaları yapılarak analiz edilmiştir. TMH ve OMH oranlarının çarpıklık katsayıları incelendiğinde, ± 1 arasında değerler aldığı görülmüş böylece ortalama ve toplam MH oranlarının sınıflar içerisinde normal dağıldıkları kabul edilmiştir (Büyüköztürk, 2013; Büyüköztürk vd., 2011).

Her sınıf düzeyinde sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Sayı Testi'ni ve Geometri - Ölçme Testi'ni ayrıca Sayı+Geometri ve Ölçme başarılarını, ne kadar yordadığına yönelik aşamalı çoklu regresyon analizleri yapılmış ayrıca regresyon analizleri içerisinde Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayıları da incelenmiştir. Sınıflar arası farklar, çizgi grafikleri ve ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü varyans analizi (ANOVA) ile incelenmiş, hangi gruplar arasında anlamlı farkların olduğuna yönelik ise varyansların eşitliği varsayımları göz önüne alınarak Scheffe veya Dunnet's C testleri yapılmıştır. Sınıflar içerisinde farklı matematik başarı puanlarına göre ayrılmış olan çok düşük başarılı (ÇDB), düşük başarılı (DB), tipik başarılı (TB), yüksek başarılı (YB) alt grupların OMH oranları önce çizgi grafikleriyle ve daha sonra gruplar arasındaki farklar, gruplardaki birey sayılarının yeterli olmaması nedeniyle parametrik olmayan Kuskal Wallis-H Testi ile incelenmiştir. İkili farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik Kruskal Wallis-H Testi sonrası, parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri kullanılmıştır.

BÖLÜM IV

BULGULAR VE YORUM

Yapılan araştırmanın bulguları problem ve alt problemlerde sorulan soruların yanıtları şeklinde aşağıda sırasıyla sunulmuştur.

1. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin toplam mutlak hata oranlarının, “Sayı”, “Geometri ve Ölçme” veya “Sayı + Geometri ve Ölçme” toplam puanlarını yordama gücü

Her sınıf düzeyinde sayı doğrularındaki TMH oranlarının, Sayı ve Geometri – Ölçme Testi ve bu iki testten elde edilen genel toplam (S+G) puanlarını anlamlı olarak yordayıp yordamadığını belirlemek için aşamalı çoklu regresyon analizleri kullanılmıştır. Regresyon analizleri sınıfların kendi içerisinde, her toplam puan türü için ayrı ayrı yapılmıştır. Aşağıda, yapılan regresyon analizleri sonucunda bulunan, Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu katsayıları (r) ve test puanlarını açıklayan varyans değerleri ($\%R^2$) çizelgeler halinde her sınıf düzeyinde sunulmuştur.

1.1. İkinci Sınıf

İkinci sınıfta sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile Sayı, Geometri – Ölçme testleri ve bu testlerin toplanması ile oluşan S+G toplam puanları arasındaki ilişkiler Çizelge 3’te verilmiştir.

Çizelge 3. İkinci Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri

Sayı doğruları (r)	0-10	0-20	0-100
Testler			
Sayı	,003	-,270*	-,404**
Geometri - Ölçme	-,073	-,296*	-,563**
Sayı+Geometri ve Ölçme	-,041	-,324**	-,554**

** : $p < 0,01$, * : $p < 0,05$

Çizelge 3 incelendiğinde, 0-10 aralığındaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının ikinci sınıfta hiçbir matematik başarı testi ile anlamlı ilişki içinde olmadığı görülmektedir ($p > 0,05$). Buna karşın, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile matematik başarı testleri arasında negatif yönde, anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Sıfır-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile test puanlarının ilişkili olmamasının bir nedeni, 2. sınıf öğrencilerinin sayı doğruları ile yeni karşılaşıyor olmalarından dolayı bu görevi anlamamış olabilmeleri ihtimalidir. Sayı doğrusunda tahmin görevlerinde özellikle 2. sınıf öğrencilerinin verilen sayıya varana kadar, sanki sayı doğrusu üzerinde sayılar gözlerinin önünde sıralıymışçasına, hayal ederek sıkışık bir şekilde saymışlardır. Örneğin, 8 sayılması kolay bir aralıkta olduğu için öğrenciler 1'den 8'e kadar saymışlar fakat 8'in yerini 8 civarında değil, 4 civarında gösterebilmişlerdir. Böyle bir durum, tahminden ziyade kendilerine göre gelişigüzel bir sayma ve sonrasında işaretleme davranışı içerdiğinden sayı doğrusunda tahmin görevi amacına tam ulaşamamış olabilir. Bir diğer neden ise kimi 2. sınıf öğrencilerinin, araştırmacının soruları okumasına rağmen, okuma-yazma sıkıntıları ve yazılı başarı testlerinin sınıfta grup halinde uygulanması nedenleriyle, yazılı testlerin amacına ulaşamamış olması olabilir. Fakat eğer okuma-yazma ya da yazılı testlerin uygulanmasından kaynaklı bir sorun varsa, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularında da benzer bir etkilenme söz konusu olmalıdır. Dolayısıyla 0-10 sayı doğrularında beklenen dışında bir bulguya rastlanmasının sebebinin, öğrencilerin bu sayı doğrusunda tahmin görevindeki performanslarından kaynaklanması daha muhtemeldir.

Sıfır-20 ve 0-100 aralığında bulunan anlamlı negatif ilişkiler, sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları azaldıkça matematik başarı testlerinden alınan puanların arttığını, hata oranları arttıkça matematik başarı testinden alınan puanların azaldığını göstermektedir. Yani, sayı doğrularında yapılan tahminlerdeki hatalar azaldıkça ya da tahminlerin doğruluğu arttıkça matematik başarısı artmakta, tahminlerdeki hatalar arttıkça ya da tahminlerin doğruluğu azaldıkça matematik başarısı düşmektedir. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının matematik başarı test puanları ile zayıf ilişkilere sahip olduğu, 0-100 sayı doğrularında ise bu ilişkilerin orta düzeyde olduğu görülmektedir. Bir başka deyişle, yapılan tahminlerin doğruluğu ile matematik başarısı arasındaki korelasyon değerlerinin sayı aralığı arttıkça arttığı gözlenmektedir. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının başarı puanları ile daha zayıf ilişkilere sahip olmasının bir nedeni, 0-10 aralığında yapılan tahminlerle benzer şekilde, öğrencilerin kendi tahminlerinden ziyade gelişigüzel sayarak işaretleme stratejilerinden dolayı olduğu söylenebilir. Nitekim 0-20 sayı doğrularındaki tahmin görevleri 0-10 doğrularından daha sonra geldiği için 0-20 doğrularında sayma ya da tahmin etme karmaşıklığı yaşanmış olabilir. Sıfır-100 doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının test puanları ile daha yüksek ilişkilere sahip olmasının bir nedeni ise, 0-100 doğrularının 0-10 ve 0-20 doğrularına göre daha zor ya da daha duyarlı olması neticesinde daha ayırt edici görünmesi olabilir. Testlerin türlerine bakıldığında ise Geometri – Ölçme Testi’nin 0-100 aralığında yapılan tahminler ile Sayı Testi’nden daha çok ilişkili olduğu görülmektedir. Bu bulgular ışığında ikinci sınıfta 0-100 aralığındaki tahminlerin Geometri - Ölçme bilgi ve becerileri ile daha güçlü ilişkili olduğu söylenebilir.

İkinci sınıfta testlerin toplam puanları ile 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları arasında doğrusal bir ilişki bulunmazken, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları arasında doğrusal ilişkiler bulunduğu anlaşılmaktadır. Sıfır-20 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları arasındaki Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayısı 0,317 ($p < 0,01$) olup VIF, CI ve tolerans değerleri beraber incelendiğinde bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı riski bulunmamıştır (Büyüköztürk, 2013). İkinci sınıfta 0-20 ve 0-100 sayı

doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının testlerden alınan puanları yordamasına ilişkin üç toplam puan ile yapılan aşamalı çoklu regresyon analizlerinin sonuçları Çizelge 4'te verilmiştir.

Çizelge 4. İkinci Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

Model	Yordanan	Yordayıcı	B	SH _B	β	ΔR^2 (%)
S-Aşama1	Sayı	Sıfır-100	-,554	,153	-,404**	16
		Sabit	10,132	,634		
G-Aşama1	Geometri - Ölçme	Sıfır-100	-,804	,144	-,563**	32
		Sabit	13,245	,598		
SG- Aşama1	S+G	Sıfır-100	-1,358	,249	-,554**	31
		Sabit	23,377	1,032		

** : $p < 0,01$

Çizelge 4 incelendiğinde, üç regresyon analizinin de tek aşamada tamamlandığı ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının en iyi yordayıcı olduğu görülmektedir. Test türleri incelendiğinde 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Sayı Testi puanlarını %16, Geometri - Ölçme Testi toplam puanlarını ise %32 oranında yordadığı bulunmuştur. Pearson Korelasyon katsayılarıyla paralel şekilde, Geometri - Ölçme Testi'nin açıklanan varyans değerinin diğerlerinden daha fazla olduğu gözlenmektedir. Sayı ve Geometri - Ölçme puanlarının toplanarak elde edildiği genel matematik başarı puanları diyebileceğimiz S+G puanlarının Geometri - Ölçme başarısının yordama oranına çok yakın şekilde, %31'inin TMH oranları ile yordanabildiği ancak bu yakınlığın Geometri - Ölçme Testi'nden kaynaklandığı düşünülebilir. İkinci sınıfta yapılan 0-100 sayı doğrularındaki tahminlerin Sayı bilgi ve becerilerinden ziyade Geometri - Ölçme bilgi ve becerileri ile daha çok yordayıcı-ilişkili olduğu söylenebilir. Yine korelasyonlarla paralel olarak, 0-10 ve 0-20 doğrularında yapılan tahminler sayma veya tahmin etme karışıklığı yüzünden iyi birer yordayıcı olamamış olabilirler, 0-10 doğrularındaki tahminlerin TMH oranları zaten test puanları ile doğrusal ilişki oluşturmamıştır. Sıfır-100 doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının yordama yüzdelerinin fazla olmasının bir nedeni de yine korelasyonlarla paralel

olarak, başarı karşılaştırmada daha duyarlı tahminleri içeriyor olabileceği ihtimalidir. Geometri – Ölçme Testi’ni daha çok yordaması ise sayı doğrusunda tahmin becerisinin en azından bu yaş ve eğitim düzeyinde, aritmetikten çok bu alandaki bilgi ve beceriler ile ilgili olmasından kaynaklanabilir.

1.2. Üçüncü Sınıf

Üçüncü sınıfta sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile Sayı, Geometri – Ölçme testleri ve bu testlerin toplanması ile oluşan S+G toplam puanları arasındaki ilişkiler Çizelge 5’te verilmiştir.

Çizelge 5. Üçüncü Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri

Sayı doğruları (r)	0-10	0-20	0-100	0-1000
Testler				
Sayı	-,471**	-,367**	-,569**	-,756**
Geometri - Ölçme	-,453**	-,459**	-,633**	-,711**
Sayı+Geometri - Ölçme	-,486**	-,436**	-,634**	-,773**

** : $p < 0,01$

Çizelge 5 incelendiğinde, her aralıktaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının matematik başarı testlerinden alınan puanlar ile negatif yönde, orta ve iyi derecelerde, anlamlı ilişkilere sahip oldukları görülmektedir. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları azaldıkça yani tahminlerin doğruluğu arttıkça matematik başarısı yükselmekte, tahminlerin TMH oranları arttıkça yani tahminlerin doğruluğu azaldıkça matematik başarısının düşmekte olduğu bulunmuştur. Sayı doğrularının, aralıkları arttıkça korelasyon değerlerinin de genelde arttığı gözlenmektedir; 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminler ile matematik başarısı arasındaki ilişki en fazladır. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Sayı Testi ve S+G toplam puanları ile daha zayıf ilişkilere sahip olduğu

gözlenmektedir. Bunun bir nedeninin öğrencilerin tahmin etme ya da sayma karmaşıklığı yaşamalarından kaynaklanabildiği söylenebilirdi ancak 0-10 sayı doğrularında böyle bir durumun gözlenmeyişi bu görüşü engellemektedir. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminler belki de 0-10, 0-100 ve 0-1000 aralığında yapılan tahminlerden daha farklı bir özellik gösteriyor olabilir. Bahsi geçen aralıklar onluk sayma sisteminin birer parçası olduğundan ve 0-20 aralığının bu sistemde olmaması nedeniyle zihinde farklı bir karışıklığa neden olduğu söylenebilir. Sıfır-1000 doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının test puanları ile diğer sayı doğrularındakilerden daha fazla ilişkilere sahip olmasının bir nedeni ise, 2. sınıfta en duyarlı veya zor tahminlerin 0-100 doğrularında olması gibi, 3. sınıfta da 0-1000 doğrularının en zor veya en duyarlı tahminleri içeriyor olması ihtimalidir.

Başarı testlerinin türlerine göre, 0-10 ve 0-1000 sayı doğrularında Sayı Testi'nin, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularında ise Geometri - Ölçme Testi'nin, yapılan tahminler ile daha fazla ilişkili olduğu gözlenmektedir. Genel olarak bakıldığında bu durumun öğrencilerin bireysel Sayı veya Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinin farklılığından kaynaklanması muhtemeldir. Ancak detaya inildiğinde, 0-20 doğrularının onluk sayma sisteminin dışında kalarak bir karışıklığa neden olması olasılığı dışında, niçin bu sayı doğrularında farklılaşma olduğuna ve 0-100 için bu farklılığın nedenine yönelik bir açıklama yapılamamaktadır. S+G puanlarının -genel matematik başarısının- da tahminlerin TMH oranları ile anlamlı negatif ilişkilere sahip olduğu ancak bu ilişkinin en fazla 0-1000 aralığında bulunduğu görülmektedir. Ayrıca, 0-10, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin doğruluğu genel matematik başarısı diyebileceğimiz S+G puanları ile daha yüksek bir korelasyon içindedir.

Üçüncü sınıfta tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının, yapılan testlerden ve bunların toplanması ile elde edilen puanlar ile anlamlı ölçüde doğrusal ilişkiler oluşturduğu anlaşılmaktadır. Sıfır-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan TMH oranları arasındaki ikili ilişkilerin Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayıları sırası ile 0,547, 0,339, 0,522, 0,434, 0,481, 0,714 ($p < 0,01$) olup VIF, CI ve tolerans değerleri beraber incelendiğinde

bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı riski bulunmamıştır (Büyüköztürk, 2013). Üçüncü sınıfta tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının testlerden alınan puanları yordamasına ilişkin üç toplam puan ile yapılan aşamalı çoklu regresyon analizlerinin sonuçları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Üçüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

Model	Yordanan	Yordayıcı	B	SH _B	β	ΔR^2 (%)
S-Aşama1	Sayı	Sıfır-1000	-1,204	,122	-,756**	57
		Sabit	14,037	,613		
G-Aşama1	Geometri - Ölçme1	Sıfır-1000	-1,165	,135	-,711**	51
		Sabit	14,201	,679		
G-Aşama2	Geometri - Ölçme2	Sıfır-1000	-,866	,187	-,528**	3
		Sıfır-100	-,701	,313	-,256*	
		Sabit	14,721	,700		
SG-Aşama1	S+G	Sıfır-1000	-2,369	,228	-,773**	60
		Sabit	28,239	1,147		

*: $p < 0,05$ ve **: $p < 0,01$

Çizelge 6 incelendiğinde, Sayı Testi ve S+G toplam puanlarına yönelik yapılan aşamalı regresyon analizleri tek, Geometri - Ölçme Testi toplam puanlarına yönelik yapılan aşamalı regresyon analizi iki aşamada tamamlanmıştır. Üç farklı matematik başarı puanlarının da en iyi yordayıcısı 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları olmuştur. Bunun bir nedeni, korelasyonlarla paralel olarak, 3. sınıfta 0-1000 doğrularının en zor veya en duyarlı tahminleri içeriyor olması ihtimali olabilir. Sıfır-1000 aralığında yapılan tahminlerin TMH oranları Sayı Testi'nden alınan puanların %57'sini, Geometri - Ölçme Testi'nden alınan toplam puanların ise %51'ini açıklamaktadır. Geometri - Ölçme Testi'nden alınan puanlar, 0-100 aralığındaki tahminlerin TMH oranları ile açıklanan varyansa %3 oranında katkı yapmakta ($p < 0,05$) ve böylece Geometri - Ölçme puanları 0-1000 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile %54 oranında yordanmaktadır. Sıfır-1000 aralığında yapılan tahminlerin TMH oranlarının ise genel matematik başarısı denilebilecek S+G puanlarını daha fazla yordadığı ve

bu yordamaya görelilik olarak Sayı Testi puanlarının daha fazla etki ettiği söylenebilir. Ancak üçüncü sınıfta yordama oranlarının birbirlerine yakın olduğu ve Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinin de Sayı bilgi ve becerileri kadar sayı doğrusunda tahmin becerisi ile yordayıcı-ilişkili olduğu görülmüştür.

1.3. Dördüncü Sınıf

Dördüncü sınıfta sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile Sayı, Geometri - Ölçme testleri ve bu testlerin toplanması ile oluşan S+G toplam puanları arasındaki ilişkiler Çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Dördüncü Sınıfta Sayı Doğrularındaki Tahminlerin TMH Oranlarının Testlerden Alınan Puanlar ile İlişkileri

Testler	Sayı doğruları (r)			
	0-10	0-20	0-100	0-1000
Sayı	-,488**	-,293*	-,401**	-,666**
Geometri - Ölçme	-,487**	-,277*	-,408**	-,736**
Sayı+Geometri - Ölçme	-,500**	-,292*	-,415**	-,723**

** : $p < 0,01$, * : $p < 0,05$

Çizelge 7 incelendiğinde, tüm aralıklardaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranları ile matematik başarı testlerinden alınan puanlar arasında negatif yönde, anlamlı ilişkiler bulunmuştur. Matematik başarısı yüksek olan öğrencilerin tahminleri daha az hatalı iken düşük olanların tahminlerinin daha çok hatalı olduğu söylenebilir. Bulunan ilişkilerin 0-20 aralığında zayıf ve en az, 0-1000 aralığında güçlü ve en fazla olduğu görülmektedir. Üçüncü sınıfla benzer şekilde, 0-20 sayı doğrusu görevlerinde yapılan tahminlerin testlerle daha az ilişkiye sahip olmalarının bir nedeninin, 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlere özgü farklı bir karmaşıklık olduğu söylenebilir. Sıfır-1000 doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının testlerle en fazla ilişkili çıkması, yine sayı doğrusunda tahmin görevlerinin bu aralıkta amacına daha iyi ulaşılıyor olması olarak yorumlanabilir çünkü verilen

sayılar çoğunlukla sayılabilecek aralıkta olmadığı için tahmin etmek bir zorunluluk olmaktadır. Başka bir bakışla, 0-1000 doğrularında yapılan tahminler diğerlerinden daha zor görevler olabileceği için başarıyı belirlemede daha duyarlı-ayrıt edici olmuş olabilir. S+G puanları -genel matematik başarıları- ile tahminlerin TMH oranları arasında da benzer örüntülerin mevcut olduğu görülmektedir. Test türlerine göre, genelde Sayı Testi ile Geometri - Ölçme Testi korelasyonlarının fazla farklılaşmadığı, ancak 0-1000 aralığındaki tahminlerde Geometri - Ölçme Testi'nin tahminler ile ilişkisinin daha fazla olduğu gözlenmektedir. Bu durumun, 0-1000 aralığında yapılan tahminlerin belki de Geometri - Ölçme bilgi ve becerileri ile ilgili olduğu söylenebilirdi ancak 3. sınıfta Sayı bilgi ve becerilerinin de bu sayı doğrularında yapılan tahminlerle güçlü ilişkili olduğu görülmektedir. Bireysel Sayı ve Geometri - Ölçme başarılarının sınıflara göre farklılaştığı düşünülebilir ancak sayı doğrusunda tahmin becerisinin Sayı ya da Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinden bağımsız olduğu söylenemez. Fakat bu bulgulara bakıldığında dördüncü sınıfta 0-1000 aralığında yapılan tahminlerin Geometri - Ölçme bilgi ve becerileri ile sınıf düzeyi farklılığıyla, daha fazla ilişkili olduğu söylenebilir.

Dördüncü sınıfta tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının, matematik başarı testlerinden ve bunların toplanması ile elde edilen puanlar ile anlamlı ölçüde doğrusal ilişkiler oluşturduğu anlaşılmaktadır. Sıfır-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan TMH oranları arasındaki ikili ilişkilerin Pearson Momentler Çarpımı Korelasyon katsayıları sırası ile 0,266, 0,271, 0,458, 0,044, 0,164, 0,658 ($p < 0,01$) olup VIF, CI ve tolerans değerleri beraber incelendiğinde bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı riski bulunmamıştır (Büyüköztürk, 2013). Dördüncü sınıfta tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının testlerden alınan puanları yordamasına ilişkin üç toplam puan ile yapılan aşamalı çoklu regresyon analizlerinin sonuçları Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Dördüncü Sınıfta Testlerden Alınan Puanların Yordanmasına İlişkin Aşamalı Çoklu Regresyon Analizi Sonuçları

Model	Yordanan	Yordayıcı	B	SH _B	β	ΔR^2
S-Aşama1	Sayı1	Sıfır-1000	-1,537	,222	-,666**	44
		Sabit	13,363	,926		
S-Aşama2	Sayı2	Sıfır-1000	-1,292	,242	-,560**	4
		Sıfır-10	-1,461	,663	-,232*	
		Sabit	14,368	1,007		
G-Aşama1	Geometri - Ölçme	Sıfır-1000	-2,083	,247	-,736**	54
		Sabit	17,482	1,030		
SG-Aşama1	S+G1	Sıfır-1000	-3,620	,447	-,723**	52
		Sabit	30,845	1,861		
SG-Aşama2	S+G2	Sıfır-1000	-3,129	,487	-,625**	4
		Sıfır-10	-2,932	1,331	-,214*	
		Sabit	32,863	2,023		

*: $p < 0,05$ ve **: $p < 0,01$

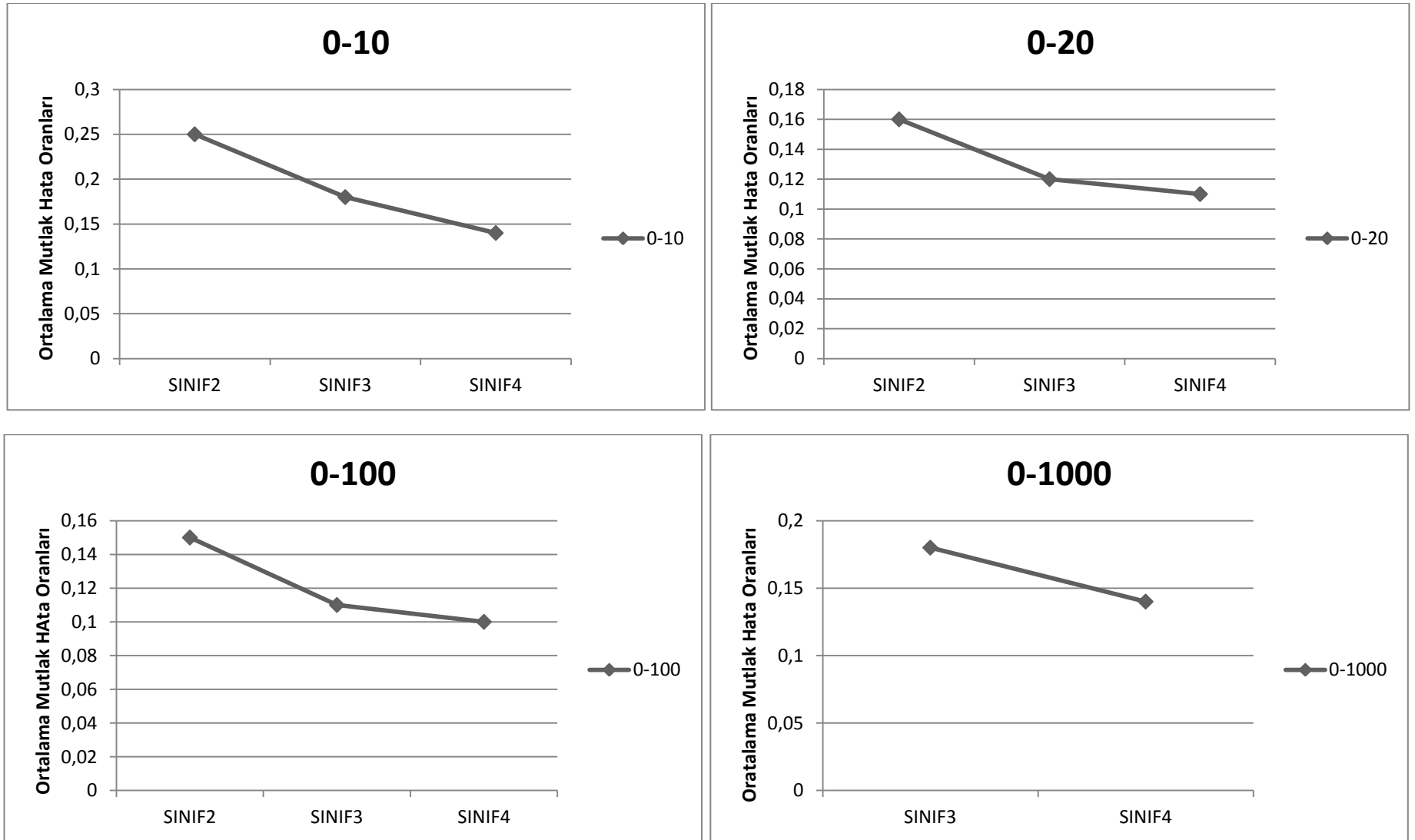
Çizelge 8 incelendiğinde, Sayı Testi ve S+G toplam puanlarını yordamaya yönelik yapılan aşamalı regresyon analizlerinin iki, Geometri - Ölçme Testi toplam puanlarını yordamaya yönelik yapılan aşamalı regresyon analizinin tek aşamada tamamlandığı görülmektedir. Her üç analizde de 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının anlamlı olarak en iyi yordayıcı olduğu görülmüştür. Korelasyonlar ile paralel olarak, 0-1000 doğrularında yapılan tahminlerin daha zor veya daha duyarlı olması neticesinde başarı ile daha kıyaslanabilir tahminler içermesi ihtimali bu durumun bir nedeni olabilir. Sayı Testi ve S+G toplam puanlarında 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının bu varyansa anlamlı katkı yaptığı bulunmuştur ($p < 0,05$). Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Sayı Testi toplam puanlarına ait varyansın %44'ünü açıkladığı, 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının ise bu orana %4 oranında katkı yaptığı ($p < 0,05$) gözlenmektedir. Böylece 0-1000 ve 0-10 sayı doğrularında yapılan TMH oranları Sayı Testi puanlarını %48 oranında yordamıştır. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Geometri - Ölçme Testi toplam puanlarını ise tek başına %54 oranında yordadığı bulunmuştur. S+G toplam puanlarının, 0-1000 sayı doğrularında

yapılan tahminlerin TMH oranları tarafından %52 oranında yordandığı; 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının ise bu orana yine %4 oranında katkı yaptığı ($p<0,05$) görülmektedir. S+G; genel matematik başarı puanlarının 0-1000 ve 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerdeki TMH oranları ile %56'sının yordanabildiği bulunmuştur. Bu açıklanan varyans değerine ise çoğunlukla Geometri - Ölçme Testi'nden alınan puanların etki ettiği öne sürülebilir. Dördüncü sınıfta, özellikle 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin TMH oranlarının Geometri - Ölçme bilgi ve becerileri ile daha çok yordayıcı-ilişkili olduğu görülmüştür. Bununla birlikte, hata oranlarının Sayı bilgi ve becerilerini de büyük oranda yordadığı göz ardı edilmemelidir.

2. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ortalama mutlak hata oranlarının sınıflara göre değişimi

Sınıflar arasındaki 0-10, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularındaki ortama hataların değişimi betimsel olarak incelendikten sonra sınıflar arasındaki farkların anlamlılığı analiz edilmiştir. Bunun için, “ilişkisiz örneklemeler için tek faktörlü ANOVA Testi” kullanılmış farkların hangi sınıflar arasında olduğunu görmek içinse varyansların eşitliği varsayımlarına göre Scheffe ya da Dunnet's-C testleri yapılmıştır. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan ortalama mutlak hataların değişimini inceleyebilmek için 3. ve 4. sınıfların mutlak hata oranları betimsel olarak incelenmiş daha sonra ise sınıflar arasında “Bağımsız/ ilişkisiz örneklemeler için t Testi” yapılmıştır.

Sayı doğrularında yapılan tahminlerin ortalama mutlak hata oranlarının sınıflara göre değişimi Şekil 2'de grafiklerle gösterilmiştir. Grafikler incelendiğinde 0-10, 0-20, 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının sınıf derecesi arttıkça düşüş gösterdiği görülmektedir. Yani, tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ikinci sınıfta en fazla iken dördüncü sınıfların hata oranları en az olmaktadır. Bir başka deyişle, sınıf derecesi arttıkça yapılan tahminlerin doğrulukları artmakta ya da sınıf derecesi azaldıkça yapılan tahminlerin doğrulukları azalmaktadır.



Şekil 2. Sınıflara Göre 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularında Yapılan Tahminlerin Mutlak Hata Oranlarının Dağılımları

Sınıflar arasında 0-10, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının anlamlı farklılık gösterip göstermediğine yönelik ANOVA sonuçları Çizelge 9’da gösterilmiştir. Çizelge 9’a göre 0-10, 0-20 ve 0-100 sayı doğrularının tümünde tahminlerin OMH oranları sınıflar arasında anlamlı şekilde değişmektedir (0-10 için: $F(2,203)=21,722$, $p<0,01$; 0-20 için: $F(2,203)=9,598$, $p<0,01$ ve 0-100 için $F(2,203)=17,243$, $p<0,01$). Anlamlı farkların hangi sınıflar arasında olduğuna yönelik varyansların eşitliğine göre yapılan Scheffe ya da Dunnet’s-C testleri yapılmıştır. Bu testlerin sonuçlarına göre ise tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları, ikinci sınıflar ile üçüncü sınıflar ve ikinci sınıflar ile dördüncü sınıflar arasında anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($p<0,01$). Bu durumda ikinci sınıfların, üçüncü ve dördüncü sınıflardan anlamlı şekilde daha hatalı tahminler yaptığı bulunmuştur.

Çizelge 9. İkinci-Dördüncü Sınıfların 0-10, 0-20, 0-100 Sayı Doğrularında Yaptıkları Tahminlerin OMH Oranlarının Karşılaştırılması: ANOVA Sonuçları

Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p	ANLAMLI FARK (Sınıflar)
0-10 sayı doğruları	Gruplar Arası	,366	2	,183	21,722	,000
	Gruplar İçi	1,710	203	,008		2>3, 2>4
	Toplam	2,075	205			
0-20 sayı doğruları	Gruplar Arası	,096	2	,048	9,598	,000
	Gruplar İçi	1,011	203	,005		2>3, 2>4
	Toplam	1,106	205			
0-100 sayı doğruları	Gruplar Arası	,143	2	,071	17,248	,000
	Gruplar İçi	,840	203	,004		2>3, 2>4
	Toplam	,982	205			

Şekil 2 incelendiğinde, 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının da diğer sayı doğrularına benzer şekilde sınıf derecesi arttıkça

azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Başka bir deyişle, 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminler üçüncü sınıfta daha çok hatalı iken dördüncü sınıfta hatalar düşüş göstermekte, tahminlerin doğruluğu artmaktadır. Üçüncü ve dördüncü sınıf arasındaki bu değişimin anlamlı olup olmadığını test etmek amacıyla Bağımsız t Testi yapılmıştır. Bağımsız t Testi sonuçları Çizelge 10'da gösterilmektedir.

Çizelge 10. Üçüncü ve Dördüncü Sınıfların 0-1000 Sayı Doğrularında Yaptıkları Tahminlerin OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Bağımsız t Testi Sonuçları

	Sınıf	N	Ortalama	Standart Sapma	sd	t	p
0-1000 doğruları	3	75	,176716	,0971394	135	2,169	,032
	4	62	,142124	,0875587			

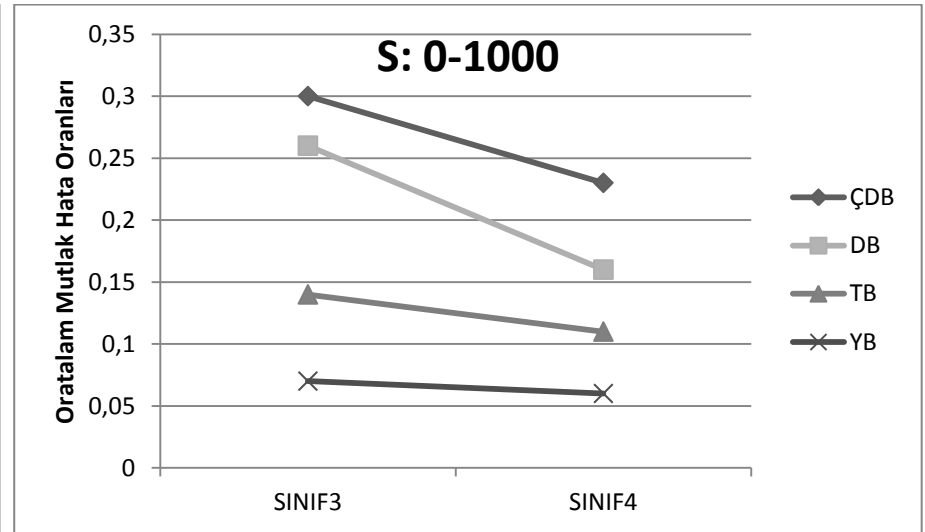
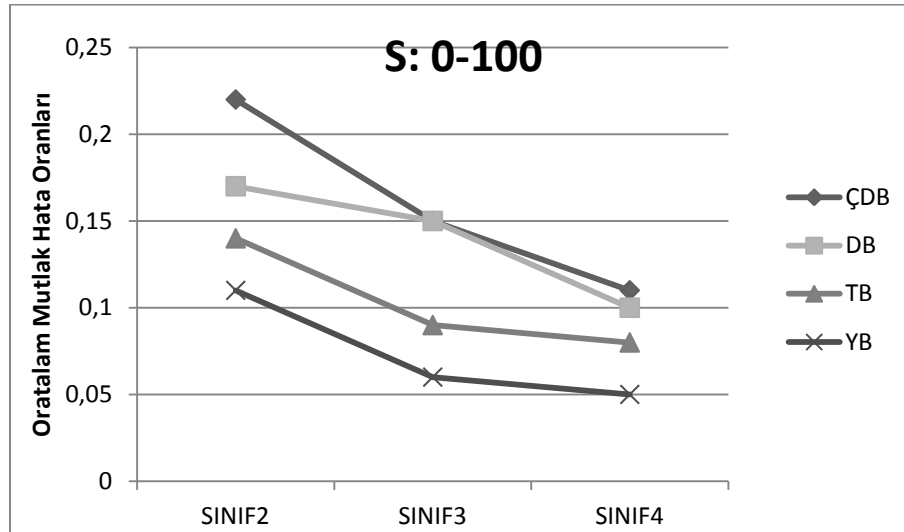
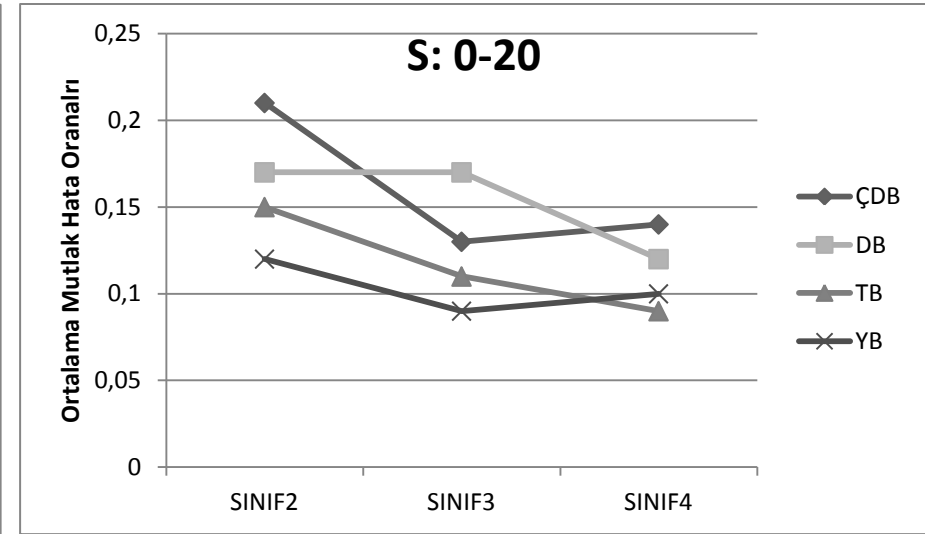
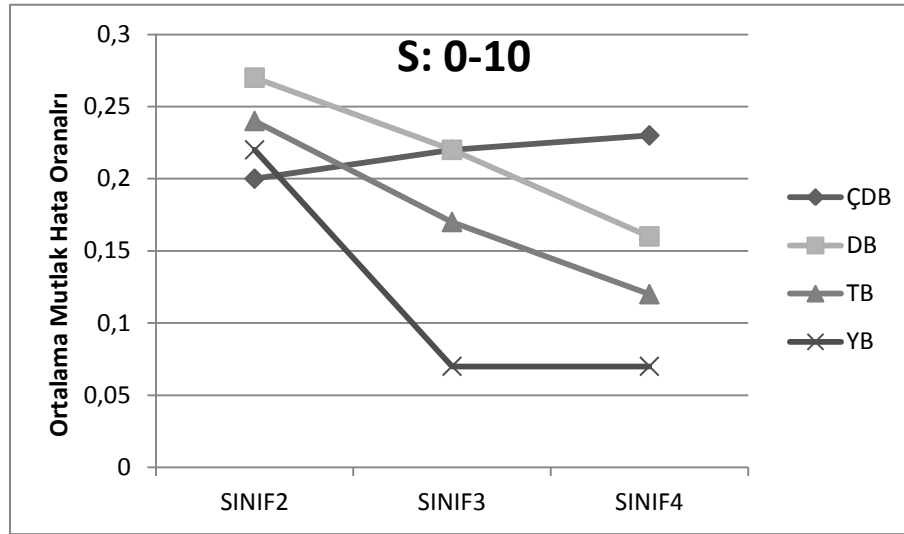
Çizelge 10 incelendiğinde, üçüncü sınıfların 0-1000 sayı doğrularındaki tahminlerinin OMH oranlarının dördüncü sınıflardan anlamlı şekilde fazla olduğu görülmektedir ($t(135)=2,169$ ve $p<0,05$). Sonuç olarak, 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının, üçüncü ve dördüncü sınıf arasında, sınıf düzeyi arttıkça azaldığı ya da tahminlerin doğruluklarının sınıf düzeyi ile birlikte arttığı bulunmuştur. Sınıf düzeyi arttıkça sınıflar arası anlamlı farklılıkların, daha geniş sayı aralıklarında yapılan tahminlerde meydana geldiği görülmektedir. Yaş veya eğitim düzeyi arttıkça diğer sayı doğrularında yapılan tahminlerde bir farklılaşma olmayabilir. Bu durum tahmin yapılacak sayı aralıklarının genişlemesinin matematik başarısı ya da eğitim düzeyi için daha ayırt edici ya da duyarlı olması ihtimalini desteklemektedir.

3. Matematik başarı testlerinden alınan toplam puanlara göre her sınıf düzeyinde oluşturulan alt grupların sayı doğrularında yaptıkları tahminlerin ortalama mutlak hata oranlarının değişimi

Sayı, Geometri - Ölçme Testi toplam puanları ve bunların toplamından elde edilen S+G genel toplam puanlarına göre her sınıfın kendi içerisinde belirlenen alt başarı gruplarının, sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının nasıl değiştiğini görmek için önce betimsel incelemeler yapılmıştır. Daha sonra gruplar arası farkları araştırmak için parametrik olmayan, Kruskal Wallis-H Testi kullanılmıştır. Farkların hangi alt gruplar arasında olduğuna yönelik ise Kruskal Wallis-H Testi sonrası, parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Analiz sonuçlarından, her test için **“anlamlı bulunanları”** sınıflara göre aşağıda maddeler halinde sunulmuştur.

3.1. “Sayı” Testi’nden alınan toplam puanlara göre yapılan ayırmda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim

Sıfır-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin her sınıf düzeyindeki Sayı Testi toplam puanlarının yüzdelerine göre ayrılan başarı grupları arasındaki OMH oranlarındaki değişim, Şekil 3’te gösterilmektedir. Her sınıf düzeyinde tüm sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları alt gruplara göre ayrı ayrı incelenmiştir. Başarı düzeyleri yükseldikçe grupların OMH oranlarında azalma ve başarı düzeyleri düştükçe grupların OMH oranlarında artma olabileceği düşünülmektedir. Bulgular sınıf sırası ile aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 3. Sayı Testi'ne Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı.

ÇDB: Çok Düşük Başarılı grup, DB: Düşük Başarılı grup, TB: Tipik Başarılı grup, YB: Yüksek Başarılı grup.

3.1.1. İkinci Sınıf

İkinci sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları birbirlerine çok yakın olmakla birlikte çok düşük başarılı (ÇDB) grubun hata oranlarının diğer gruplara göre daha az olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu bulgu, düşük başarılı grupların, başarısı daha yüksek olan gruplara göre daha fazla hatalı tahmin yapacakları beklentisi ile ters düşmektedir. Bunun bir nedeni, ÇDB grubunun aslında gerçekten çok düşük başarılı grubu temsil etmiyor olması yani içerisinde yüksek başarılı öğrencilerin var olması ihtimali olabilir. Bir diğer neden ise 0-10 sayı doğrusunda tahmin görevlerinin gerçekten ayırıcı görevler olamayabileceğidir fakat bu ihtimal Sayı Testi ile ayrılan diğer alt gruplar için pek doğru gözükmemektedir. Başka bir neden ise, 0-10 sayı doğrusunda tahmin görevleri sırasında öğrencilerin gerçeği yansıtmayan bir performans sergilemiş olmaları ihtimalidir. Düşük başarılı (DB), tipik başarılı (TB) ve yüksek başarılı (YB) grupların ise hata oranları aynı sırada azalma eğilimindedir. Alt gruplar arasında 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerde anlamlı farklar bulunup bulunmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($\chi^2(3, 69)=3,44$ ve $p>0,05$). Nitekim regresyon analizlerinde, 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları hiçbir başarı testi ile ilişkili bulunmamıştır. Bu yüzden 2. sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin beklenen eğilimle ters veya ayırıcı olmaması beklenen olası bir durumdur.

İkinci sınıfların 0-20 sayı doğrularındaki tahminlerinin OMH oranları incelendiğinde ÇDB grubundan YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça grupların hata oranlarının azalma eğiliminde olduğu görülmektedir (Şekil 3). Bu durum beklenen genel örüntü ile uyumludur. Sıfır-10 sayı doğrularında beklentiye ters düşen durum burada gözlenmemektedir. Tahminlerin yapılacağı sayı aralıkları arttıkça beklenen eğilime uyum da artıyor olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($\chi^2(3, 69)=7,43$ ve $p>0,05$).

İkinci sınıfların 0-100 sayı doğrularındaki tahminlerinin OMH oranları incelendiğinde, ÇDB grubundan YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça, OMH oranlarının azaldığı gözlenmektedir (Şekil 3). Bu durum beklenen genel eğilim ile uyumlu görünmektedir. Sayı aralığı arttıkça beklenen eğilimin gerçekleşmesi ihtimali görüşü desteklenmektedir. Alt gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 11’de gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında Sayı Testi’ne göre ayrılan başarı grupları arasında anlamlı farklılıklar bulunmuştur ($\chi^2 (3, 69)=10,921$ ve $p<0,05$). Bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucu, sadece ÇDB-YB grupları arasında, ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0,05$).

Çizelge 11. İkinci Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi’ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	ANLAMLI FARK
0-100	ÇDB	8	50,50	3	10,921	,012	ÇDB-YB
	DB	21	39,81				
	TB	32	31,50				
	YB	8	20,88				

ÇDB: Çok Düşük Başarılı, DB: Düşük Başarılı, TB: Tipik Başarılı, YB: Yüksek başarılı

3.1.2. Üçüncü Sınıf

Üçüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları ÇDB ve DB grupları arasında farklılık göstermemekte diğer başarı grupları arasında başarı düzeyi arttıkça hata oranlarının azaldığı gözlenmektedir (Şekil 3). Bu durum, çok düşük ve düşük başarılı öğrencilerin kesin bir çizgi ile birbirlerinden ayrılamamış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığını incelemek için yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 12’de gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında başarı grupları arasında anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 (3,75)=15,98$ ve $p<0,01$). Bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan

parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda, genel eğilimle uyumlu olarak, ÇDB-YB, DB-YB, TB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). İkinci sınıflara göre 0-10 sayı doğrularında grupların ayrılabilmesi, bu sayı doğrularında 2. sınıfın sorun yaşamış olma ihtimalini artırmaktadır.

Çizelge 12. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	10	49,70	3	15,978	,001	ÇDB-YB, DB-YB, TB-YB
	DB	13	49,00				
	TB	47	35,62				
	YB	5	8,40				
0-20	ÇDB	10	44,00	3	7,821	,050	YOK
	DB	13	51,00				
	TB	47	34,15				
	YB	5	28,40				
0-100	ÇDB	10	56,20	3	21,772	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	DB	13	53,85				
	TB	47	31,87				
	YB	5	18,00				
0-1000	ÇDB	10	63,60	3	35,407	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	DB	13	55,46				
	TB	47	30,64				
	YB	5	10,60				

Üçüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının DB grubu için en fazla olduğu diğer gruplar arasında ise hata oranlarının grupların başarı düzeyi arttıkça azaldığı gözlenmektedir (Şekil 3). Bu durumun bir nedeni, 0-10 sayı doğrularında olduğu gibi, çok düşük ve düşük başarılı öğrencilerin kesin bir çizgi ile birbirlerinden ayıramamış olması olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 12'de gösterilmektedir. Buna göre, gruplar

arasında marjinal olarak anlamlı farklar bulunmuştur ($\chi^2 (3,75)=7,82$ ve $p=0,05$). Bu farklılıkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda, herhangi ikili grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Üçüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları incelendiğinde, ÇDB ve DB grupları arasında pek bir fark gözlenmezken başarı gruplarının düzeyleri arttıkça hata oranlarının azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Çok düşük ve düşük başarılı öğrencilerin kesin bir çizgi ile birbirlerinden ayrılamamış olmaları nedeniyle tahminlerdeki hata oranlarının da değişmediği söylenebilir. Alt gruplar arasındaki farkların anlamlı olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 12’de gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=21,77$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sıfır-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının 0-10 ve 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlere göre, daha fazla grubu ayırdığı gözlenmektedir.

Üçüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, gruplar arasında belirgin şekilde ÇDB grubundan YB grubuna doğru azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 12’de gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=35,41$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda ise genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Tahmin yapılacak sayı aralığı arttıkça beklenen eğilim daha çok gerçekleşmiş, 0-

10 ve 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlere göre, daha fazla grup birbirinden ayrılabilmiştir.

3.1.3. Dördüncü Sınıf

Dördüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 13'te gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,62)=15,987$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). İkinci sınıfta Sayı Testi'ne göre yapılan ayrımlarda başarı grupları 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerle ayrılamazken 3. ve 4. sınıflarda alt grupların ayrılabilirdiği görülmüştür.

Çizelge 13. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	11	47,18	3	15,978	,001	ÇDB-TB, ÇDB-YB
	DB	14	35,14				
	TB	32	27,22				
	YB	5	14,20				
0-100	ÇDB	11	41,36	3	9,285	,026	ÇDB-YB
	DB	14	36,29				
	TB	32	28,59				
	YB	5	15,00				
0-1000	ÇDB	11	48,64	3	21,772	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB,
	DB	14	38,50				

TB	32	25,78	DB-YB
YB	5	10,80	

Dördüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarına bakıldığında, ÇDB grubunun DB grubundan, TB grubunun YB grubundan daha az hata yaptıkları görülmektedir (Şekil 3). Bu durum beklenen eğilime ters düşmekle birlikte nedeni grupların birbirinden kesin çizgilerle ayıramaması veya 0-20 sayı doğrularında tahmin görevlerindeki olası bir karışıklık olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda gruplar arası anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($\chi^2 (3,62)=6,98$ ve $p>0,05$). İkinci ve 3. sınıflarda da Sayı Testi'ne göre belirlenen hiçbir grubun 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerle birbirinden ayrılmadığı gözlenmektedir.

Dördüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB ve DB gruplarında benzer olmak üzere, gruplar arasında başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Bu durumun bir nedeni, düşük başarılı grupların kesin çizgilerle birbirinden ayıramamış olması olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 13'te gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,62)=9,285$ ve $p<0,05$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece ÇDB-YB grupları arasında ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı fark vardır ($p<0,05$).

Dördüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça belirgin şekilde azaldığı görülmektedir (Şekil 3). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucu Çizelge 13'te gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH

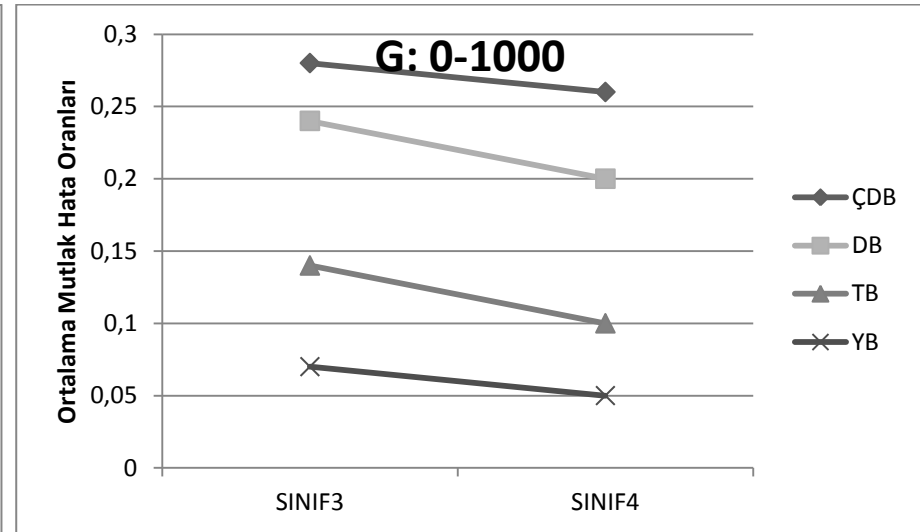
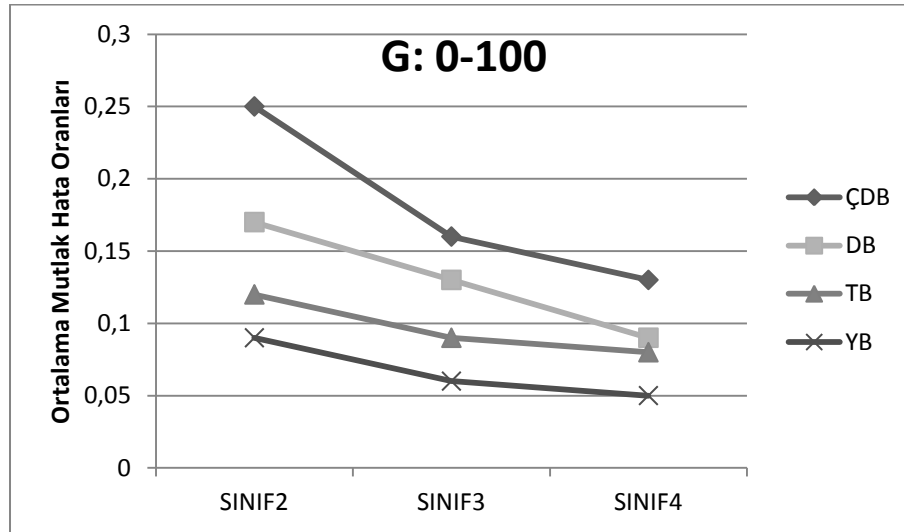
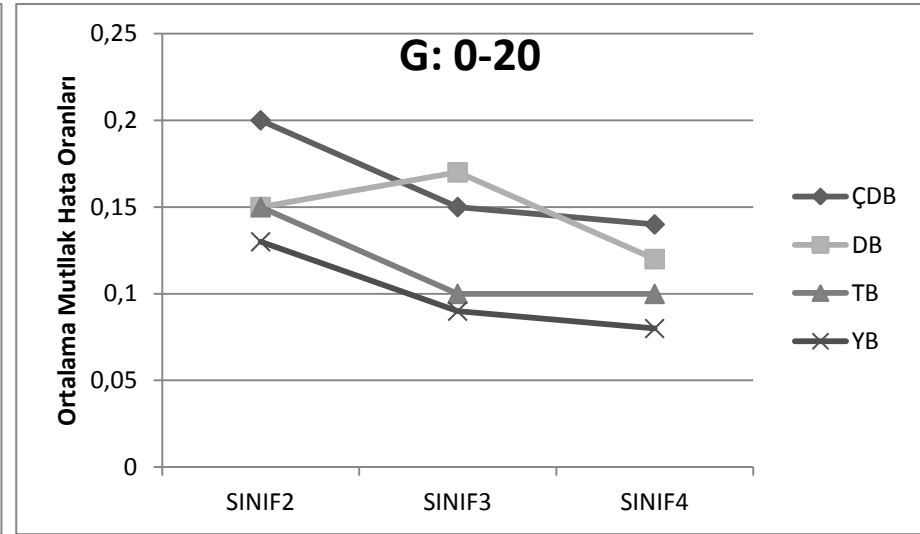
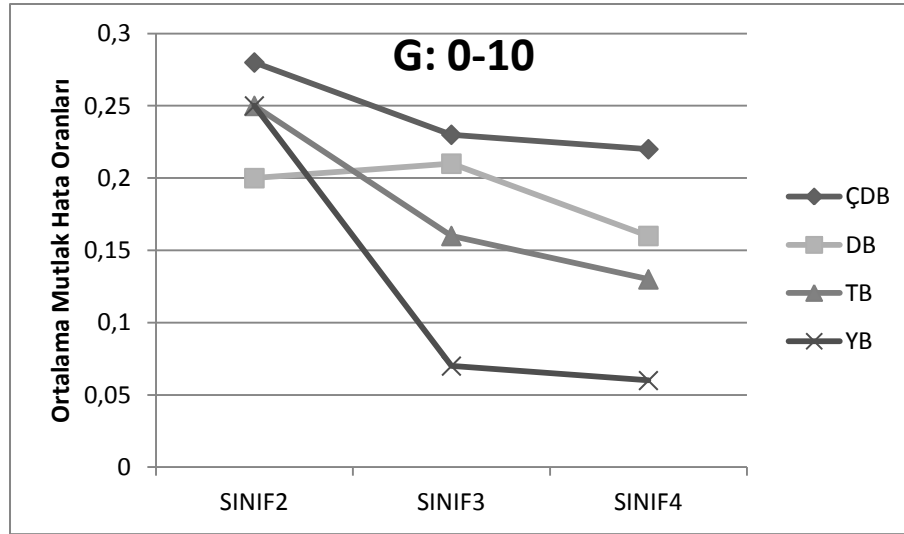
oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,62)=21,77$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Diğer sayı doğrularına göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları, beklenen eğilime daha çok uymuş ve daha fazla grubu birbirinden ayırmıştır.

3.2. “Geometri ve Ölçme” Testi’nden alınan toplam puanlar ile yapılan ayırırda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim

Sıfır-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin her sınıf düzeyindeki Geometri - Ölçme Testi toplam puanlarının yüzdeliklerine göre ayrılan başarı grupları arasındaki OMH oranlarındaki değişim, Şekil 4’te gösterilmektedir. Her sınıf düzeyinde tüm sayı doğruları alt gruplara göre ayrı ayrı incelenmiştir. Başarı düzeyleri yükseldikçe grupların OMH oranlarında azalma ve başarı düzeyleri düştükçe grupların OMH oranlarında artma olabileceği düşünülmektedir. Bulgular sınıf sırası ile aşağıda sunulmaktadır.

3.2.1. İkinci Sınıf

İkinci sınıfların 0-10 sayı doğrularındaki tahminlerinin OMH oranları incelendiğinde ÇDB grubunun hata oranlarının en fazla, TB ve YB gruplarının ÇDB grubundan az ancak birbirlerinden farklı olmadığı, DB grubunun ise en az hata oranına sahip olduğu görülmektedir (Şekil 4). DB grubunun en az hata oranına sahip olması genel eğilimle yani daha düşük başarılı grupların daha fazla hatalı tahmin yapma beklentisi ile uyumsuz görünmektedir. Bu durumun nedeni, DB grubunun içine yüksek başarılı öğrencilerin de karışmış olması ihtimali olabilir. Gruplar arasında anlamlı bir fark olup olmadığını test etmek için yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda ise alt gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($\chi^2 (3, 69)=5,1$ ve $p>0,05$). Sıfır-10 sayı doğrularında



Şekil 4. Geometri-Ölçme Testi'ne Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı. ÇDB: Çok Düşük Başarılı grup, DB: Düşük Başarılı grup, TB: Tipik Başarılı grup, YB: Yüksek Başarılı grup.

yapılan tahminlerin regresyon analizlerinde de hiçbir sayı doğrusu ile ilişkili olmaması bu durumun yine sınıf düzeyi ile ilgili olması olasılığını artırmaktadır.

İkinci sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubu ile DB gruplarında çok benzer olmak üzere YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Bu durumun nedeni, düşük başarılı grupların kesin çizgilerle ayrılamamış olması olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucuna göre ise gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($\chi^2(3,69)=4,59$ ve $p>0,05$).

İkinci sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyi arttıkça, belirgin şekilde azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucu Çizelge 14'te gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,69)=25,17$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sayı aralığı arttıkça beklenen eğilime uyumun ve grup ayrımının daha fazla olduğu gözlenmektedir.

Çizelge 14. İkinci Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	ANLAMLI FARK
0-100	ÇDB	12	56,50	3	25,172	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB
	DB	15	42,53	3			
	TB	37	27,38	3			
	YB	5	17,20	3			

3.2.2. Üçüncü Sınıf

Üçüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 15'te gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=17,35$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-YB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). İkinci sınıfta 0-10 sayı doğrularında grupların ayrılmadığı, 3. sınıfta ise ayrılabilirdiği görülmektedir.

Çizelge 15. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	sd	χ^2	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	15	52,00	3	17,345	,001	ÇDB-YB, DB-YB
	DB	11	44,73				
	TB	44	34,91				
	YB	5	8,40				
0-20	ÇDB	15	46,53	3	11,010	,012	DB-TB
	DB	11	52,64				
	TB	44	32,52				
	YB	5	28,40				
0-100	ÇDB	15	56,73	3	20,855	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB
	DB	11	46,91				
	TB	44	31,66				
	YB	5	18,00				
0-1000	ÇDB	15	59,27	3	34,760	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	DB	11	54,45				
	TB	44	29,75				
	YB	5	10,60				

Üçüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, DB grubunda en fazla olmak üzere grupların başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 4). DB grubunun en fazla hata oranına sahip olması ÇDB grubunun en fazla hata oranına sahip olacağı beklentisi ile ters düşmektedir. Bu durumun nedeni, düşük başarılı grupların kesin çizgilerle birbirlerinden ayrılamamış olması olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 15'te gösterilmektedir. Buna göre 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=11,01$ ve $p<0,05$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece DB-TB grupları arasında DB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı fark vardır ($p<0,05$).

Üçüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 15'te gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=20,86$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$).

Üçüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyleri arttıkça, belirgin şekilde azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 15'te gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,75)=34,76$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların

hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Daha önceki bulgularla paralel olarak sayı aralığı arttığında, 0-1000 aralığında, ayrılan grup sayısının da arttığı görülmektedir.

3.2.3. Dördüncü Sınıf

Dördüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 16'da gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,62)=11,65$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece ÇDB-YB grupları arasında ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı fark vardır ($p<0,05$). İkinci sınıfta 0-10 sayı doğrularında grupların ayrılmadığı, 3. ve 4. sınıfta ise ayrılabilirdiği gözlenmektedir.

Çizelge 16. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Geometri - Ölçme Testi'ne Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	χ^2	sd	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	9	45,00	11,654	3	,009	ÇDB-YB
	DB	12	35,75				
	TB	36	27,92				
	YB	4	13,00				
0-100	ÇDB	9	44,00	10,885	3	,012	ÇDB-YB
	DB	12	35,33				
	TB	36	28,42				
	YB	4	12,00				
0-1000	ÇDB	9	51,44	32,206	3	,000	ÇDB-TB,

DB	12	45,08	ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
TB	36	23,75	
YB	4	8,00	

Dördüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Bu durum, gruplar arası farklar yakın olmakla birlikte, beklenen genel eğilim ile uyumlu gözükmektedir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda, 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının gruplara göre anlamlı bir şekilde farklılaşmadığı görülmüştür ($\chi^2(3,62)=5,78$ ve $p>0,05$).

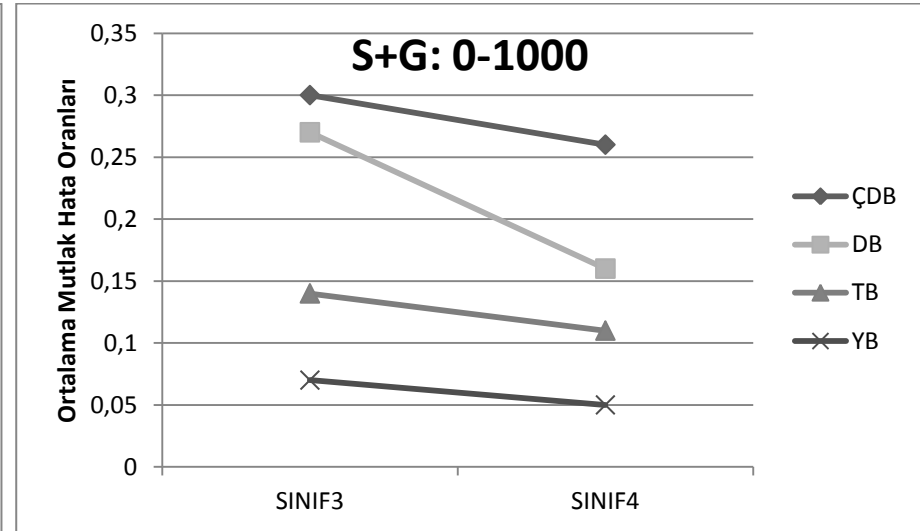
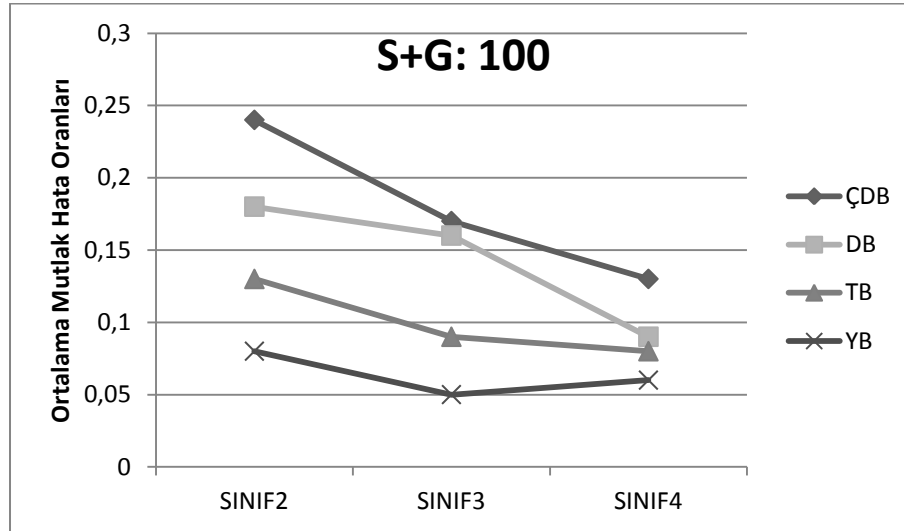
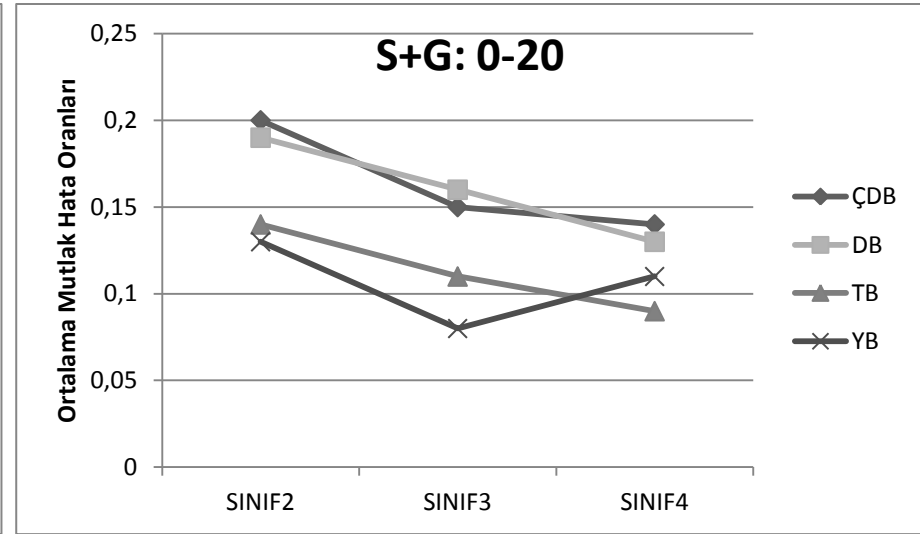
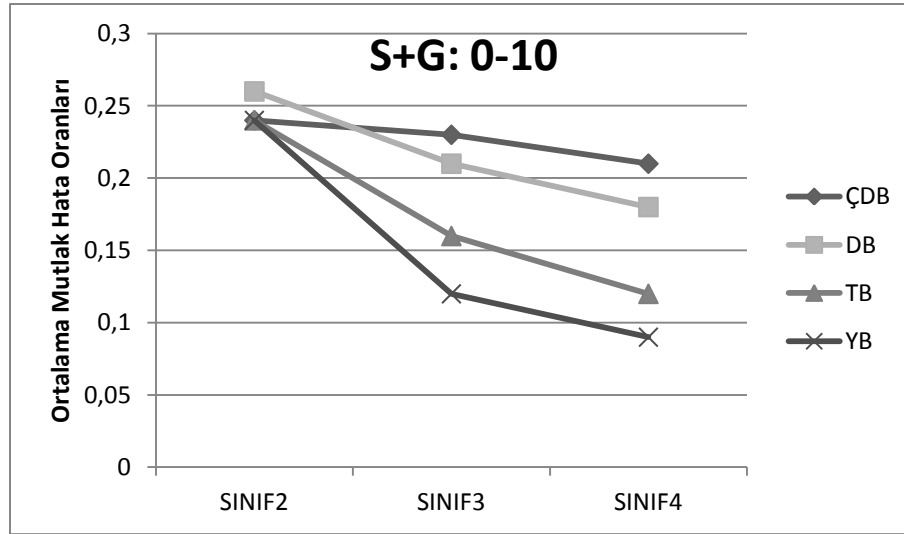
Dördüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, DB ve TB grubu çok benzer olmak üzere düşük başarılılardan yüksek başarılılara doğru başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Bu durumun nedeni, düşük başarılı grupların tipiklerden kesin çizgilerle ayrılamamış olması olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 16'da gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,62)=10,88$ ve $p<0,05$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece ÇDB-YB grupları arasında ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı fark vardır ($p<0,05$).

Dördüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, düşük başarılılardan yüksek başarılılara doğru başarı düzeyi arttıkça, belirgin olarak azaldığı görülmektedir (Şekil 4). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 16'da gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,62)=32,21$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu

karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sayı aralığı arttıkça, 0-1000 aralığında, beklenen eğilime uyumun ve grup ayrımının fazla olduğu burada da görülmektedir.

3.3. “Sayı” Testi ve “Geometri ve Ölçme” Testi’nden alınan puanların toplanması ile elde edilen “Sayı+ Geometri ve Ölçme” toplam puanlarına göre yapılan ayırmda grupların ortalama mutlak hata oranlarındaki değişim

Sıfır-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin her sınıf düzeyindeki Sayı+Geometri ve Ölçme (S+G) toplam puanlarının yüzdeliklerine göre ayrılan başarı grupları arasındaki OMH oranlarındaki değişim, Şekil 5’te gösterilmektedir. Her sınıf düzeyinde tüm sayı doğruları alt gruplara göre ayrı ayrı incelenmiştir. Bu bölümde de genel eğilimin grupların başarı düzeyi yükseldikçe OMH oranlarının azalması, başarı düzeyi azaldıkça OMH oranlarının artması yönünde olabileceği düşünülmektedir. Bulgular sınıf sırası ile aşağıda sunulmaktadır.



Şekil 5. Sayı+Geometri-Ölçme Toplam Puanlarına Göre Her Sınıf Düzeyinde Ayrılmış Alt Başarı Gruplarının 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 Sayı Doğrularındaki Tahminlerinin Dağılımı. ÇDB: Çok Düşük Başarılı grup, DB: Düşük Başarılı grup, TB: Tipik Başarılı grup, YB: Yüksek Başarılı grup.

3.3.1. İkinci Sınıf

İkinci sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, DB grubunda nispeten daha fazla olmak üzere diğer gruplar arasında oldukça benzerlik gözlenmektedir (Şekil 5). Bu durum beklenen genel eğilime göre farklılık göstermektedir. Bu durum grupların birbirinden ayıramamasından ya da 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin 2. sınıflar için karışıklık oluşturmuş olmasından kaynaklanıyor olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçlarına göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplar arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($\chi^2 (3,69)=0,54$ ve $p>0,05$). Diğer testlerle yapılan ayrımlarda olduğu gibi 2. sınıfta 0-10 sayı doğrularında hiçbir alt grup birbirinden ayıramamıştır. Bu durum regresyon analizlerinin sonuçları ile paralellik göstermektedir.

İkinci sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarında, ÇDB grubu DB ile, TB grubu YB ile oldukça benzerlik göstermekte, grupların başarı düzeyi arttıkça hata oranlarının azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Bu durumun bir sebebi, grupların kesin çizgilerle birbirinden ayıramamış olmaları olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 17’de gösterilmektedir. Buna göre gruplar arasında marjinal şekilde anlamlı bir farklılık bulunmuştur ($\chi^2 (3,69)=7,84$ ve $p=0,049$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda herhangi ikili grup arasında anlamlı bir farklılık bulunmamıştır ($p>0,05$).

Çizelge 17. İkinci Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	χ^2	sd	p	ANLAMLI FARK
0-20	ÇDB	10	49,60	7,844	3	,049	YOK
	DB	14	38,29				

0-100	TB	40	31,13				
	YB	5	27,60				
	ÇDB	10	55,60	21,423	3	,000	
	DB	14	42,86				ÇDB-TB,
	TB	40	29,88				ÇDB-YB,
	YB	5	12,80				DB-YB

İkinci sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyi arttıkça, belirgin şekilde azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 17’de gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,69)=21,42$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sayı ve Geometri - Ölçme testlerine paralel olarak burada da sayı aralığı arttıkça beklenen eğilime uyumun arttığı ve daha fazla grubun birbirinden ayrılabilirdiği gözlenmektedir.

3.3.2. Üçüncü Sınıf

Üçüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 18’de gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,75)=11,71$ ve $p<0,01$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece ÇDB-YB grupları arasında ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek

olmak üzere anlamlı fark vardır ($p < 0,05$). İkinci sınıftan farklı olarak gruplar birbirinden ayrılabilmişlerdir.

Çizelge 18. Üçüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	χ^2	sd	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	9	54,00	11,714	3	,008	ÇDB-YB
	DB	14	46,50				
	TB	45	34,60				
	YB	7	22,29				
0-100	ÇDB	9	59,56	27,930	3	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	DB	14	52,64				
	TB	45	33,33				
	YB	7	11,00				
0-1000	ÇDB	9	63,56	37,159	3	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	DB	14	55,50				
	TB	45	31,93				
	YB	7	9,14				

Üçüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, DB grubunda ÇDB ile benzer olmak üzere en fazla ve gruplarda başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Bu durum, düşük başarılı grupların kesin çizgilerle birbirinden ayrılamamış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonucunda gruplar arasında anlamlı bir farkın bulunmadığı görülmüştür ($\chi^2(3,75)=6,44$ ve $p > 0,05$).

Üçüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB ve DB çok benzer olmak üzere gruplarda başarı düzeyleri arttıkça, azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Bu durum, yine düşük başarılı grupların kesin çizgilerle birbirinden ayrılamamış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 18’de gösterilmektedir. Buna göre 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde

farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,75)=27,93$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sayı aralığı arttıkça sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının daha çok grubu ayırdığı söylenebilir.

Üçüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyleri arttıkça belirgin şekilde azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 18’de gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,75)=35,16$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB grupları arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Sayı aralığı arttıkça sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının beklenen eğilime daha çok uyduğu ve daha çok grubu ayırdığı söylenebilir.

3.3.3. Dördüncü Sınıf

Dördüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru grupların başarı düzeyi arttıkça azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 19’da gösterilmektedir. Buna göre 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2(3,62)=12,12$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, sadece ÇDB-TB grupları arasında ÇDB grubunun sıra ortalaması yüksek olmak üzere anlamlı fark vardır ($p<0,05$).

Çizelge 19. Dördüncü Sınıf Düzeyinde, Sayı+Geometri ve Ölçme Toplam Puanlarına Göre Ayrılan Alt Başarı Grupları Arasında OMH Oranlarının Karşılaştırılması: Kruskal Wallis-H Testi Sonuçları

	ALT GRUPLAR	n	Sıra Ortalaması	χ^2	sd	p	ANLAMLI FARK
0-10	ÇDB	10	45,30	12,121	3	,007	ÇDB-TB
	DB	12	38,92				
	TB	35	26,40				
	YB	5	21,80				
0-20	ÇDB	10	41,70	8,461	3	,037	YOK
	DB	12	38,17				
	TB	35	25,83				
	YB	5	34,80				
0-100	ÇDB	10	45,30	8,845	3	,031	YOK
	DB	12	32,92				
	TB	35	28,74				
	YB	5	19,80				
0-1000	ÇDB	10	52,90	26,394	3	,000	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB
	DB	12	38,75				
	TB	35	25,97				
	YB	5	10,00				

Dördüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubu ile DB grubu benzer olmak üzere bu gruplarda en fazla, YB grubunda ise TB grubuna göre daha fazla OMH oranının olduğu görülmektedir (Şekil 5). Bu durumun bir nedeni, grupların birbirinden net çizgilerle ayrılamamış olması veya 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin zihinde farklı bir karışıklık yaratması ihtimali olabilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 19'da gösterilmektedir. Buna göre 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,62)=8,46$ ve $p<0,05$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik çoklu karşılaştırmalar sonucunda ise herhangi ikili grup arasında anlamlı bir fark

bulunmamıştır ($p>0,05$). Tüm ayrımlardaki 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları düşünüldüğünde genellikle bu sayı doğrusunda tahmin görevlerinin grupları ayırmada çok zayıf kaldığı görülmektedir. Bu durumun, 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin 0-10 sayı doğrularında olduğu gibi çocukların sayma ya da tahmin etme karışıklığından ya da farklı olarak zihinde başka bir karışıklıktan kaynaklanması muhtemeldir. Bir diğer olasılık ise, yaş veya sınıf düzeyi arttıkça tahmin yapılan sayı aralıklarının az olması ayırımın yapılmasını daha az duyarlı kılmaktadır. Ancak 0-10 sayı doğrularında yapılan kimi tahminler bu olasılığa uymamaktadır. Farklı bir söylemle, sayı aralığı arttıkça ayırma duyarlılığı da artmaktadır, denilebilir.

Dördüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubunda en fazla olmak üzere YB grubuna doğru başarı düzeyi arttıkça azaldığı ve DB grubunun OMH oranının TB grubu ile çok benzer olmakla birlikte zaten gruplar arası farkların birbirinden çok uzak olmadığı görülmektedir (Şekil 5). Bu durum yaş arttıkça sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarındaki farkların da azalıyor olabileceği ihtimalini desteklemektedir. Fakat bu durum 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin ayıricılığı ile çelişmektedir. Nitekim diğer testlerle yapılan ayrımlarda genellikle benzer bir durumun 0-10 ve 0-20 doğrularında daha çok görülmekte olduğu söylenebilir. Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 19'da gösterilmektedir. Buna göre, 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplar arasında anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,62)=8,84$ ve $p<0,05$). Alt gruplar arasındaki farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik çoklu karşılaştırmalar sonucunda ise herhangi ikili grup arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0,05$).

Dördüncü sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının, ÇDB grubundan YB grubuna doğru düşük başarılarından yüksek başarılarına doğru, gruplarda başarı düzeyi arttıkça belirgin olarak azaldığı görülmektedir (Şekil 5). Alt gruplar arasında anlamlı farkların olup olmadığına yönelik yapılan Kruskal Wallis-H Testi sonuçları Çizelge 19'da gösterilmektedir. Buna göre 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranları gruplara

göre anlamlı şekilde farklılaşmaktadır ($\chi^2 (3,62)=29,39$ ve $p<0,01$). Farkların hangi gruplar arasında olduğuna yönelik yapılan parametrik olmayan çoklu karşılaştırmalar sonucunda genel eğilimle uyumlu şekilde, ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB arasında başarısı daha düşük alt grupların sıra ortalamaları yüksek olmak üzere anlamlı farklar vardır ($p<0,05$). Diğer testlerle paralel şekilde, sayı aralığı arttıkça özellikle 0-1000 aralığında, sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının beklenen eğilime daha çok uyduğu ve daha çok grubu ayırdığı gözlenmiştir.

Sayı Testi, Geometri – Ölçme Testi ve bunlardan alınan puanların toplanması ile elde edilen S+G puanlarına göre yapılan ayrımlar sonucu, sayı doğrularında yapılan tahminlerin OMH oranlarının incelenmesine yönelik grup ayrımlarının özeti sınıflara göre Çizelge 20’de gösterilmektedir.

Çizelge 20. Matematik Başarılarına Göre Yapılan Alt Gruplar Arasındaki Farkların Özeti

SINIF		0-10	0-20	0-100	0-1000
2	SAYI	YOK	YOK	ÇDB-YB	SORULMADI
	GEOÖ	YOK	YOK	ÇDB-TB, ÇDB-YB,	SORULMADI
	S+G	YOK	YOK	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB	SORULMADI
3	SAYI	ÇDB-YB, DB-YB, TB-YB	YOK	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	GEOÖ	ÇDB-YB, DB-YB	DB-TB	ÇDB-TB, ÇDB-YB	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	S+G	ÇDB-YB	YOK	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
4	SAYI	ÇDB-TB, ÇDB-YB	YOK	ÇDB-YB	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB
	GEOÖ	ÇDB-YB	YOK	ÇDB-YB	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-TB, DB-YB
	S+G	ÇDB-TB	YOK	YOK	ÇDB-TB, ÇDB-YB, DB-YB

Çizelge 20 incelendiğinde, 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin 2. sınıfta hiçbir başarı grubunu ayırıcı olmadığı görülmektedir. Regresyon analizleri sonucunda da 2. sınıfta hiçbir matematik başarısı testinin 0-10 sayı

doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile ilişkili olmadığı görülmüştür. Sıfır-10 sayı doğrularında, 2. sınıf öğrencilerinin sanki sayılar doğru üzerindeymiş gibi sayarak işaretleme yapmaları, bu aralıkta yapılan tahminlerin amacına ulaşmadığının göstergesi olabilir. Benzer bir durum 3. ve 4. sınıflarda gözlenmemekte, bu sınıflarda 0-10 sayı doğrularında en az iki grubun birbirinden ayrılabilirdiği görülmektedir.

Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin 3. sınıfın Geometri – Ölçme Testi haricindeki hiçbir ayırıcı ayırıcı olmadığı görülmektedir. Bu durum 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin zihinde bir karışıklığa neden olması ihtimalini güçlendirmektedir. Sıfır-20 aralığındaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin başarı gruplarını ayırmada 2.-4. sınıflar için uygun olmadığı öne sürülebilir.

Tahmin yapılacak sayı aralığı arttıkça bu aralıkta yapılan tahminlerin hata oranlarının da ayırıcılığının arttığı söylenebilir. Ancak 4. sınıflarda 0-100 sayı doğrularında yapılan ayrımların, diğer ayrımlarından daha az olması yaş veya eğitim düzeyinin artması ile sayı aralıklarının gruplar arasında artık bir farklılık göstermeyeceğini, daha geniş bir sayı aralığının bu farklılıklar için daha duyarlı olabileceğini düşündürebilir. Ancak 4. sınıfların 0-10 aralığında daha fazla grubun Sayı Testi ile ayrılmış olması bu duruma ters görünmektedir, grupların bireysel bilgi ve becerilerinin bu farklılığı meydana getirebileceği söylenebilir. Çizelge 20 incelendiğinde, Sayı ve Geometri – Ölçme testlerinden ya da S+G puanlarından elde edilen ayrımların yer yer farklılık gösterdiği de görülmektedir. Bu durumlar daha çok “Tartışma ve Sonuç” kısmında ele alınacaktır.

BÖLÜM V

TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Tartışma ve Sonuç

Bu çalışmada, 2., 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin Sayı ve Geometri - Ölçme testleri ile 0-10, 0-20, 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularındaki tahminlerinin hata oranları arasındaki ilişki, bu oranların testlerdeki başarıları yordama gücü araştırılmıştır. Bunların yanı sıra, sınıflar arasında tahminlerin değişimi - gelişimi ve tahminlerdeki hata oranlarının her sınıf düzeyinde farklı başarı testlerine göre oluşturulan alt başarı grupları arasındaki farkları incelenmiştir. Bu araştırma ve incelemelere yönelik, betimsel analizler ile birlikte aşamalı çoklu regresyon ve regresyon içerisinde Pearson Momentler Çarpımı Korelasyonu, ilişkisiz örneklemeler için ANOVA ve t-Testi ile Kruskal Wallis-H ve parametrik olmayan çoklu karşılaştırma testleri yapılmıştır. Aşağıda bu analizler sonucunda elde edilen bulgulara yönelik sonuçlara yer verilmektedir.

İkinci sınıfta aşamalı çoklu regresyon analizleri neticesinde görülen Pearson Korelasyonlarında 0-100 sayı doğrularındaki tahminlerin hata oranları ile Geometri - Ölçme Testi'nden alınan puanlar arasında diğer test puanlarına göre daha çok ilişki bulunmuştur ($r=-0,563$, $p<0,01$). Bu korelasyonla paralel olarak Geometri - Ölçme Testi'nden alınan puanlar ikinci sınıfta en fazla 0-100 sayı doğrularındaki tahminlerin hata oranları ile anlamlı olarak yordanmaktadır (%32, $p<0,01$). Sıfır-100 sayı doğrularındaki hata oranlarının, Sayı Testi'nden alınan puanları ise yalnızca %16 oranında yordadığı görülmüştür ($p<0,01$). Bu durumda Geometri ve Ölçme alanlarının 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile daha çok ilişkili olabileceği ve tahminleri daha az hatalı olan öğrencilerin bu alanlarda daha çok başarılı olabileceği sonucuna

varılabilir. Bununla beraber Sayı ve Geometri - Ölçme Testi puanlarının toplamı yani genel matematik başarı puanlarının varyansının 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile %31 oranında açıklanabildiği bulunmuştur ($p<0,01$). Böylece ikinci sınıfta Geometri - Ölçme oldukça fazla olmak üzere, Sayı Testi puanları ile birlikte genel matematik başarısının 0-100 sayı doğrularındaki tahminler ile yordayıcı - ilişkili olduğu söylenebilir.

Üçüncü sınıfın aşamalı çoklu regresyon analizleri neticesinde görülen Pearson Korelasyonları incelendiğinde 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile Sayı+Geometri ve Ölçme, genel matematik başarı puanları arasındaki ilişkinin en fazla olduğu görülmektedir ($r=-0,773$, $p<0,01$). Korelasyonla paralel şekilde, 0-1000 doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları, genel matematik başarısı toplam puanlarını %60 oranında, diğer testlere nazaran daha fazla yordamaktadır ($p<0,01$). Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının, Sayı Testi'ni yordama gücünün tek başına %57 olduğu ancak Geometri - Ölçme Testi'ni de yadsınamayacak kadar büyük oranda (%51) yordadığı görülmüştür ($p<0,01$). Sıfır-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları Geometri - Ölçme Testi'nin yordanmasına %3 oranında katkı yapmış ($p<0,05$) ve 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile beraber Geometri - Ölçme Testi'ni %54 oranında yordamışlardır. Sıfır-100 sayı doğrularında yapılan tahminler incelendiğinde, hata oranlarının en fazla Geometri - Ölçme Testi ve genel matematik başarısı ile ilişkili olduğu ($r=-0,63$ ve $r=-0,71$ ve $p<0,01$), paralel olarak hata oranlarının, Geometri - Ölçme Testi'nin yordanmasına %4 oranında katkı yaptığı görülmüştür ($p<0,05$). Üçüncü sınıfta 0-1000 başta olmak üzere, 0-100 sayı doğrularında, sayının yerini tahmin etme becerisinin Sayı, Geometri ve Ölçme bilgi ve becerileri ile çok yakından yordayıcı - ilişkili olduğu görülmektedir. Sıfır-1000 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ne kadar az ise Sayı ve Geometri - Ölçme başarısının da o kadar iyi olabileceği söylenebilir.

Dördüncü sınıfta aşamalı çoklu regresyon analizleri neticesinde görülen Pearson Korelasyonları incelendiğinde ise en fazla ilişkinin 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile Geometri - Ölçme Testi

arasında olduğu görülmüştür ($r=-0,736$ ve $p<0,01$). Korelasyona paralel olarak, 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının, Geometri - Ölçme Testi puanlarını tek başına %54 oranında görece olarak fazla yordadığı bulunmuştur. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin 4. sınıfta da testlerin toplam puanları ile diğer sayı doğrularındakine göre daha çok ilişkili olduğu bulunmuş, 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin Sayı Testi ve genel matematik başarısını yordamada etkili olduğu görülmüştür. Sayı Testi, 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile %44 oranında yordanmış ($p<0,01$) ve 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminler bu orana %4 katkı yapmıştır ($p<0,05$). Böylece Sayı Testi, 0-1000 ve 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile toplam %48 oranında yordanmıştır. Sayı+Geometri ve Ölçme puanları da 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile %52 oranında yordanmış ($p<0,01$) ve 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminler bu orana %4 katkı yapmıştır ($p<0,05$). Böylece genel matematik başarısı, 0-1000 ve 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile toplam %56 oranında yordanmıştır. Bu durumda 4. sınıfta 0-1000 sayı doğrularındaki tahminlerin Geometri ve Ölçme becerileri ile daha yakından ilişkili olduğu ancak sınıf düzeyi arttıkça sayısal becerilerle olan ilişkilerin de arttığı söylenebilir. Böylece 2. ve 3. sınıfa benzer olarak, 4. sınıfta yapılan tahminlerin hata oranları ne kadar az ise, öncelikle Geometri - Ölçme olmak üzere Sayı Testi başarıları da o kadar fazla olmaktadır denilebilir.

Regresyon analizleri genel olarak incelendiğinde 2. ve 3. sınıfta 0-10 ve 0-20, dördüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının, matematik başarı testleri ile daha zayıf ilişkili ve bu sayı doğrularında yapılan tahminlerin bu sınıflarda kayda değer yordayıcı gücünün olmadığı görülmektedir. Sıfır-100 ve 0-1000 doğrularındaki tahminler ile yakından ilişkili olan başarı testlerinin 0-10 ve 0-20 doğruları ile benzer ilişkilere sahip olmamalarının bir nedeni, öğrencilerin çok iyi bildikleri bir sayı aralığı içerisinde tahmin yapma isteksizliğinden ya da saymayı tercih etmelerinden kaynaklanıyor olabilir. Başka bir deyişle, bu sayı doğrusu görevlerinde, verilen sayıların yerini öğrencilerin çoğunlukla sanki gözlerinin önünde sayılar sıralıymışçasına gelişigüzel sayarak bulmaya çalışmaları bu görevlerin başarı testleri ile ilişkilerini azaltmış olabilir. Özellikle 2. sınıf

öğrencilerinin tahmin edilmesi istenen sayıyı sıfırdan itibaren sayarak sağ uçtaki sayıyı göz ardı ettiği gözlenmiştir. İkinci sınıf öğrencilerinin 3. ve 4. sınıflara göre daha ilkel tahmin stratejisi kullandığı söylenebilir (Ashcraft ve Moore, 2012). Sayı aralığı arttığında öğrencilerin saymaktan vazgeçtikleri ve tahmin etmeye daha çok yöneldikleri görülmüştür. Sıfır-20 sayı doğrusu görevlerinde ise, bu ihtimallere ek olarak, diğer sayı doğrusu görevlerinden belki de 10'luk sayı siteminin dışında olması nedeniyle zihinde farklı bir karışıklık yaşanmış olması ihtimalidir. Sıfır-10 ve 0-20 sayı doğrusu görevlerinin uygulamanın en başında olması nedeniyle bir öğrenme evresi geçirilmiş olma ihtimali de görevlerin asıl amacına ters düşmüş olabilir. Bu ihtimale ek bir olasılık ise ikinci sınıfların bazılarının okuma-yazma sorunu yaşıyor olmalarının yazılı testlere yansımış olması olabilir. Yazılı testlerdeki başarı temsiline, bir oranda gerçeği yansıtmadığı düşünülebilir ancak bu olasılık tüm sayı doğruları için geçerlidir. Bazı sayı doğrularında ilişki az iken bazı sayı doğrularında ilişkinin güçlü olması tahmin görevlerinin amacına ulaşması ile daha çok ilgili gibi görünmektedir.

Görüldüğü gibi 2. sınıfta 0-100 ve 3. ve 4. sınıfta 0-1000 sayı doğrularında yapılan tahminler, öğrencilerin matematik başarıları ile daha çok yordayıcı-iliskilidir. Bunun bir nedeni, tahmin yapılacak sayı aralığının artmasının öğrencileri daha çok zorlaması neticesinde başarıyı daha iyi ayırt edici olabileceği ihtimalidir. Sınıf düzeyi arttıkça bu aralıkların da artması bu görüşü desteklemektedir. Diğer taraftan, 0-20 sayı doğruları hiçbir sınıfta etkili olmamış, 0-10 ve 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının Sayı veya Geometri - Ölçme testleri ile ilişkileri, 3. ve 4. sınıflarda farklılıklar göstermiştir. Bu durumun bir nedeninin, 0-20 sayı doğrusu tahmin görevlerinin kendi içerisinde barındırdığı, insan zihninde yarattığı bir karışıklık olabilir. Testlerdeki farklılıklar ise öğrencilerin Sayı veya Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinin farklı olduğunun bir göstergesidir.

Tahminlerdeki hata oranlarının daha az olması, öğrencilerin Sayı, Geometri ve Ölçme bilgi ve becerilerinin daha fazla olabileceğinin işaretidir. Bu sonuç, sayı doğrularında tahmin ile matematik başarıları ilişkisini araştıran diğer araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Ashcraft ve Moore, 2012;

Booth ve Siegler, 2006, 2008; Geary, Bailey ve Hoard, 2009; Geary, Bailey, Littlefield, vd., 2009; Laski ve Siegler, 2007; Sasanguie vd., 2011; Sasanguie vd., 2013; Siegler ve Booth, 2004). Bu araştırmalarda da çeşitli sayısal görevler ve matematik başarısı ölçen testler ile tahminlerin hata oranlarının negatif yönde ilişkili olduğu bulunmuştur. Sasanguie vd. (2013)'nin yaptıkları çalışma sonucunda sayı doğrusunda tahmin becerisinin geniş spektrumlu becerileri içine alan temel bir matematiksel görev olabileceği belirtilmiştir. Bu araştırmada da sayı doğrusunda tahminin, uzamsal ve aritmetiksel becerileri içine alan bir görev olabileceği ve bu sayede başarı yordamada ya da farklılıkları belirlemede kullanılabilecek uygun bir değişken olabileceği sonucuna varılmıştır. Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin sadece Sayı alanı ile değil Geometri - Ölçme alanları ile de yordayıcı-ilişkili bulunması, sayı doğrusunda tahmin görevlerinin saf/ pür sayı hissi ile değil aynı zamanda Geometri ve Ölçmeyi de içine alabilecek diğer çekirdek sistemlerle de -örneğin Geometri ile- ilgili olabileceğinin bir göstergesidir. Dolayısıyla sayı doğrusunda tahmin görevlerinin sadece sayı hissini ölçtüğü söylenemez, sayı hissi ile birlikte *Geometri - Ölçme hissi* ya da *uzamsal his* diye isimlendirilebilecek bir kavramı da ölçtüğü iddia edilebilir.

Sayı doğrularındaki tahminlerin sınıflara göre hata oranlarındaki değişim ya da gelişim incelendiğinde, 0-10, 0-20 ve 0-100 doğrularında 2. sınıfların, 3. ve 4. sınıflardan anlamlı şekilde daha hatalı tahminler yaptığı, sınıf düzeyi arttıkça tahminlerdeki hataların azaldığı bulunmuştur. Üçüncü ve 4. sınıfların ancak 0-1000 aralığında farklılaştığı, 3. sınıfların bu sayı doğrularında 4. sınıflara göre daha hatalı tahminler yaptığı görülmüştür. Bunun bir nedeni, yaş veya eğitim düzeyi arttıkça grupların birbirinden ancak daha geniş aralıkta yapılan tahminlerle ayrılabilmesi olabilir. Nitekim bazı matematiksel testlerde geri kalan gelişimsel matematik kurslarındaki üniversite 1., 2. ve 3. sınıf öğrencileri ile 0-100 sayı doğrularında yapılan bir çalışmada, öğrencilerin tahminlerindeki hata oranları da anlamlı şekilde farklılaşmamıştır (McDonald, 2011). Yine bununla benzer olarak, 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminler okul öncesi, 1. ve 6. sınıf öğrencileri arasında anlamlı farklılıklar göstermezken, 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminler sınıflar arasında anlamlı farklılıklar yaratmıştır (Sasanguie vd., 2011). Bu bulgulardan yola çıkıldığında, eğitim düzeyi arttıkça

ya da deneyim kazanıldıkça yaşla birlikte, daha tanıdık veya küçük aralıktaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin daha az hatalı olabileceği ve sınıflar arasında daha az farklılıklar yaratabileceği sonucuna varılmaktadır. Yaş veya eğitim düzeyi ile birlikte, yapılan tahminlerin hata oranlarının azalması diğer araştırmaların sonuçları ile benzerlik göstermektedir (Ashcraft ve Moore, 2012; Berteletti vd., 2010; Berteletti vd., 2012; Booth ve Siegler, 2006; Laski ve Siegler, 2007; Opfer ve Siegler, 2007; Sasanguie vd., 2011; Siegler ve Booth, 2004). Bu araştırmalarda genellikle daha büyük ilköğretim öğrencilerinde ve yetişkinlerde 0-100 ve 0-1000, okul öncesi öğrencilerde ise 0-10 ve 0-20 sayı doğruları kullanılmıştır. Ayrıca sayı aralığı arttıkça deneyim ve eğitim düzeyi farklılıklarının da benzer olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin sayı doğrularındaki tahminlerinin gelişimi ve değişimi düşünüldüğünde, fazla hata yapan öğrencilerin başarı testlerinden aldıkları puanların daha düşük olacağı, daha az hata yapanların ise başarı testlerinden aldıkları puanların daha yüksek olacağı düşünülmüştür. Bir diğer deyişle, başarısı düşük olan öğrencilerin tipik yaşitlarına göre daha hatalı tahminler yapmaları, başarısı yüksek olanların ise tipiklere ve düşük başarılılara göre daha doğru tahminler yapmaları beklenmektedir. Her sınıf düzeyinde Sayı, Geometri - Ölçme ve genel matematik başarısı toplam puanları ile oluşturulmuş çok düşük başarılı (ÇDB), düşük başarılı (DB), tipik başarılı (TB) ve yüksek başarılı (YB) gruplar arasında farklılıkların sınıflara, başarı testlerine ve sayı doğrusu aralıklarına göre beklenen durumdan bazı değişiklikler gösterdiği görülmüştür.

İkinci sınıfta 0-10 ve 0-20 sayı doğrularında tahmin görevleri hiçbir ayrımda gruplar arasında anlamlı farklılıklar oluşturmamıştır. İkinci sınıfta yapılan regresyon analizleri sonucunda da 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile testler arasında anlamlı ilişki bulunmazken 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları ile testler arasında anlamlı fakat zayıf ilişkiler bulunmuştur. Dolayısıyla 0-10 ve 0-20 sayı doğrularının 2. sınıfta başarı yordama ya da başarı gruplarını belirlemede etkili olmadıkları sonucuna varılabilir. Bu sonuç, 2. sınıf öğrencilerinin sayı doğruları ile daha yeni karşılaşmaları nedeniyle özellikle 0-10 sayı doğrularında olmak üzere tahmin görevlerini anlamamış olmalarından kaynaklanabilir. Sayı doğrusu görevlerinde

tahminler yaptıkça görevler anlaşılmış ve 0-20 doğrularında az olan ilişkiler 0-100 sayı doğrularında artmıştır. Bu duruma yönelik bir diğer neden ise, yine öğrencilerin tanıdık olan yani iyi bildikleri sayı aralıklarında, özellikle 0-10 sayı doğrularında, tahmin yapmak yerine sanki sayılar gözlerinin önünde sıralıymış gibi ya da gelişigüzel bir sıralama ile sayı doğrusunda işaretleme yapmaları olabilir. Böylelikle 0-20 bir geçiş dönemi gibi olmuş, 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminler ise asıl amaca hizmet etmiştir, denilebilir. Öğrencilerin en azından bazılarının, daha önce tahmin yapmayı deneyimlemedikleri bir ortamda artık 0-100 aralığına geldiklerinde bu görevleri anladıkları söylenebilir. Sıfır-10 ve 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin başarı gruplarını ayıramamasının bir nedeni de, yazılı başarı testleri ve bunların grupça uygulanması olabilir. Alt başarı grupları içerisine, diğer alt başarı gruplarından öğrencilerin girmiş olması ihtimali bu sayılan nedenlere ek olarak grupların ayrılamamasını etkilemiş olabilir.

İkinci sınıfta ancak 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminler ile testler arasında iyi denebilecek ilişkilerin olduğu ve alt başarı gruplarının anlamlı şekilde ayrılabilirdiği görülmüştür. İkinci sınıf öğrencilerinin artık sayı doğrusunda sayının yerini, sayılması güç veya uzun sürecek bir aralıkta olmasından dolayı kendilerine göre gelişigüzel saymaksızın gerçekten tahmin yaptıkları ya da genel olarak tahmin yapmayı öğrendikleri söylenebilir. Sayı Testi ile yapılan ayırmada sadece uç grupların, Geometri – Ölçme Testi ile yapılan ayırmada ÇDB grubunun TB grubundan da ayrılabilirdiği, S+G puanlarına yani genel matematik başarısına göre yapılan ayırmada ise bunlara ek olarak DB grubunun YB grubundan ayrılabilirdiği görülmüştür. İkinci sınıfta genel matematik başarısına göre yapılan gruplamanın daha ayırıcı olduğu, Sayı Testi ile yapılan ayırmanın ise en az sayıda grubu ayırdığı görülmektedir. Gruplama ölçütlerinin aynı olduğu düşünüldüğünde, bireylerin Sayı ve Geometri – Ölçme bilgi ve becerilerinin farklı olduğu, bu farklılıkların sayı doğrularında yapılan tahminlerle genel matematik başarısına daha çok yansıdığı gözlenmektedir. Bu durum sayı doğrusunda tahmin becerisinin, ikinci sınıfta Sayı ile olduğu kadar ve belki daha fazla Geometri – Ölçme bilgi ve becerileri ile de ilgili olabileceğini desteklemektedir. Sayı doğrusunda tahmin becerisi ikinci sınıfta daha çok Geometri ve Ölçme bilgi ve becerileri ile ilgili olabilir. Ayrıca yapılan

gruplamaların kesin çizgilerle ayrılamaması grupların tahminlerinin hata oranlarının da karışmasına neden olmuş olabilir.

Üçüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları en fazla Sayı Testi ile yapılan grupta anlamlı farklılıklar yaratmış, YB grubunu diğer gruplardan ayırabilmiştir. Geometri - Ölçme Testi ile yapılan grupta YB grubu DB ve ÇDB gruplarından ayrılırken genel matematik başarı puanlarına göre yapılan grupta yalnızca YB ve ÇDB grupları anlamlı şekilde birbirlerinden ayrılabilmişlerdir. Bu farklılıkların öğrencilerin aritmetik ve Geometri - Ölçme bilgi ve becerilerinin farklılığından kaynaklandığı söylenebilir. Ancak 3. sınıfta Sayı Testi ile yapılan ayrımın sayı doğrusunda tahmin becerisi açısından 0-10 aralığında, daha fazla grubu birbirinden ayırabildiği gözlenmektedir. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları yalnızca Geometri - Ölçme grubunda TB ve DB gruplarını ayırabilmiş ancak diğer gruplamalarda herhangi bir farklılık görülmemiştir. İkinci sınıfta da benzer bir durumla karşılaşmıştır. Bu durum 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin var olabilecek genel bir karışıklığın sonucu, testler ile aralarındaki ilişkinin düşük olmasına ve grupları birbirinden ayıramamasına neden olmuş olabilir.

Üçüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları, Geometri - Ölçme Testi grubu ile ÇDB grubunu TB ve YB gruplarından ayırırken Sayı Testi ve genel matematik başarı puanlarına göre yapılan ayrım da bu gruplara ek olarak DB grubu TB ve YB gruplarından ayrılabilmiştir. Sayı Testi ve genel matematik başarı puanlarına göre yapılan ayrımlarda 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının 0-10 ve 0-20 sayı doğrularına göre daha fazla grubu ayırabildiği görülmektedir. Sayı Testi için geniş aralıkta tahmin yapmanın daha duyarlı olabileceği söylenebilir. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarına bakıldığında ise, tüm gruplamalarda ÇDB ve DB gruplarının TB ve YB gruplarından ayrılabilmesi gözlenmektedir. Sayı aralığı arttıkça, 0-1000 sayı doğrularında, Geometri - Ölçme Testi'ne göre yapılan anlamlı grup ayrımlarının da arttığı görülmektedir. Üçüncü sınıfta 0-10 ve 0-100 sayı doğrularında Sayı bilgi ve becerilerinin sayı doğrusunda tahmin becerisine göre grupları iyi ayırabildiği ancak Geometri -

Ölçme bilgi ve becerilerinin de anlamlı ayrımlarda bulunduğu görülmektedir. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminlerin belki de daha duyarlı veya daha zor olması nedeniyle tüm ayrımlarda genel olarak en çok sayıda ve benzer grupları ayırabildiği söylenebilir. Bu durumda, sayı doğrusunda tahmin becerisinin tahmin yapılan sayı aralıklarına göre farklı aritmetik ya da Geometri – Ölçme bilgi veya becerileri gerektirebileceği düşünülebilir. Alt başarı gruplarının tümünün birbirinden ayrılamaması, yazılı testlere göre belirlenen grupların diğer gruplardan öğrencileri de içine almış olmasından yani grupların tam anlamıyla, kesin çizgilerle ayrılamamış olmasından kaynaklanıyor olabilir. Bu neden ise tüm sayı doğrusu görevlerini kapsamaktadır.

Dördüncü sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının Geometri – Ölçme Testi'ne göre yapılan grupta ÇDB ve YB gruplarını, genel matematik başarısına göre yapılan grupta ÇDB ve TB gruplarını anlamlı olarak ayırabildiği bulunmuştur. Sayı Testi'nin ise bahsedilen iki ikili grubu da ayırabildiği görülmektedir. Üçüncü ve 4. sınıfta 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranlarının testlere göre anlamlı olarak en az bir tane ikili grubu ayırabilmesi, ikinci sınıfta 0-10 sayı doğrusunda tahmin görevinin başlangıçta anlaşılmayıp gelişigüzel işaretleme yapıldığına bir gösterge olabilir. Nitekim sınıf düzeyi arttıkça anlama düzeyinin de arttığı söylenebilir. Dördüncü sınıfta 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları hiçbir grupta anlamlı farklılıklar oluşturmamıştır. Dolayısı ile 0-20 sayı doğrularında genelde anlamlı ayrımların olmaması ve testler ile en zayıf ilişkilere sahip olması nedeniyle bu görevlerde genel bir sorunun ya da karmaşıklığın olabileceği iddiası, en azından bu çalışma grubu için, güçlü hale gelmektedir.

Dördüncü sınıfta 0-100 sayı doğrularında yapılan tahminlerinin hata oranlarının Sayı ve Geometri – Ölçme testlerine göre yalnızca ÇDB ve YB gruplarını ayırabildiği ve genel matematik başarısına göre yapılan ayrımda bu farklılığın da ortadan kalktığı görülmektedir. Eğitim düzeyi ve yaş arttıkça gruplar arasındaki farklılıkların da azaldığı söylenebilir. Ancak 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin özellikle Sayı bilgi ve becerileri ile daha ilişkili olarak, daha fazla grubu ayırabildiğinin görülmesi bu durumla ters gibi

görünmekte ve nedeni hakkında ise bir yorum yapılamamaktadır. Sıfır-1000 sayı doğrularında yapılan tahminler ile Sayı Testi ve genel matematik başarıları puanlarına göre yapılan ayrımlarda ÇDB grubunun TB ve YB gruplarından, DB grubunun da YB grubundan ayrılabilirdiği görülmüştür. Geometri – Ölçme Testi'ne göre yapılan gruplamada ise bu ikili gruplara ek olarak DB ve TB gruplarının da birbirinden ayrılabilirdiği gözlenmektedir. Sayı aralığı arttıkça duyarlılığın da arttığı düşünülürse Geometri – Ölçme Testi'nin daha fazla grubu ayırabilirdiği söylenebilir. Tüm ölçütlere göre yapılan ayrımlarda kesin çizgilerle alt başarı gruplarının birbirinden ayıramamış olması ihtimali sayı doğrularında yapılan tahminlerin hata oranları performanslarının da karışmasına neden olmuş olabilir. Bu neden diğer sınıflarda olduğu gibi tüm sayı doğruları için geçerli olabilecek bir nedendir.

Özetlemek gerekirse, yapılan gruplamaların 0-100 ve 0-1000 sayı doğrularında en fazla sayıda grupları anlamlı şekilde ayırabilirdiği, sınıf düzeyleri ve matematik -Sayı ya da Geometri – Ölçme- başarıları arttıkça tahminlerin hata oranlarının azaldığı bulunmuştur. Başarı grupları arasında yapılmış boylamsal çalışmalarda da 0-100 ya da 0-1000 sayı doğruları kullanılmış ve bu doğrularda yapılan tahminlerin hata oranları da gruplar arasında anlamlı şekilde değişmiştir (Geary vd., 2007; Geary vd., 2008; Landerl, 2013). Böylece, Sayı ya da Geometri – Ölçme alanlarında başarıları yüksek olan öğrencilerin daha az hatalı tahminler yaparken, başarıları düşük olan öğrencilerin daha fazla hatalı tahminler yapacağı söylenebilir. Ancak bireysel aritmetik ya da Geometri ve Ölçme bilgi ve becerilerin farklılığı nedeniyle başarı grupları arasında farklılıklar olduğu görülmüştür. Sayı doğrularında yapılan tahminlerin genellikle 0-100 ve 0-1000 sayı doğruları başta olmak üzere, hem Sayı/ aritmetik hem de Geometri – Ölçme bilgi ve becerileri ile ilişkili olduğu gözlenmiştir. Sıfır-20 sayı doğrularında yapılan tahminler genellikle hiçbir sınıfta grup ayrımlarında etkili olmamış, zaten hiçbir başarı testini de etkili bir şekilde yordamamıştır. Sıfır-10 sayı doğrularında yapılan tahminlerin ise 2. sınıfta etkili olmadığı görülmüştür.

Öneriler

Daha küçük ve daha büyük sınıf düzeylerini içine alacak daha geniş bir çalışma grubu içerisinde Sayı ya da Geometri - Ölçme testleri ile yapılan ayrımların gelişimleri incelenebilir. Böylece hangi becerilerin hangi dönemde sayı doğrularında yapılan tahminler ile daha çok ilişkili olduğu netlik kazanabilir. Bu netliğin boyamsal bir çalışma ile daha belirginleşebileceği düşünülmektedir. Sadece Geometri, sadece Ölçme ve sadece Sayı/ aritmetik testleri ile yapılan ayrımlarda, sayı doğrularında yapılan tahminlerde nasıl farklılıklar olabileceği incelenebilecek bir başka çalışma olabilir.

Bu araştırmada zekâ puanlarını yordayan sayısal testler, çalışan bellek testleri, kelime-okuma testleri gibi diğer bilişsel becerilerin ölçümü yapılmamıştır. Daha sonra yapılacak çalışmalarda bu bilişsel ölçümlerin de yapılması alt başarı gruplarında kullanılan ölçütleri daha güvenilir yapacaktır. Nitekim bu çalışmada alt başarı gruplarının hepsinin birbirlerinden anlamlı olarak ayrılmadığı gözlenmiş; bu durumun bir nedeninin de gruplar içerisindeki öğrencilerin farklı grup öğrencileriyle karışmış olması ihtimali olabileceği söylenmiştir. Farklı bilişsel testler de kullanıldığında, sayı doğrularında yapılan tahminlerin başarı grupları arasında yarattığı bireysel farklılıklar daha sade/ saf bir şekilde kendini gösterebilecek, beyin temelli çalışmaların da yolunu açabilecektir. Yapılabilecek bir diğer değişiklik ise yüzdelik dilimlere göre yapılan gruplamalarda kesme puanlarının/ yüzdelik değerlerinin değiştirilmesi olabilir. Fakat bu kesme puanlarının da diğer bilişsel testler ile desteklenmesi ayrımların daha güvenilir olmasını sağlayacaktır.

Çeşitli araştırmalar sayı doğrularında yapılan eğitimin tahmin becerilerinde ve aritmetik işlemlerde, ek olarak sayı hissinde önemli gelişmeler meydana getirebileceğini göstermiştir (Kucian vd., 2011; Link vd., 2013; Ramani ve Siegler, 2008; Siegler ve Ramani, 2009). Benzer çalışmalar Türkiye için de yapılabilir ve başarısı düşük öğrencilere verilecek bir eğitimle bu öğrencilerin gelişimleri incelenebilir.

Bu çalışmada analizler tahminlerin mutlak hata oranları yardımıyla yapılmış, öğrencilerin kullandıkları sayı büyüklüğü temsil sistemlerine yönelik

fonksiyonlar çizilmemiştir. İlerdeki çalışmalarda hem hata oranlarına hem de fonksiyonların gruplar arasında değişip değişmediğine bakılabilir. Böylece farklı başarılarla sahip bireylerin hata oranlarının değişimi ve kendilerinde var olan sayı büyüklüğü temsil sistemleri, beraber ve karşılıklı incelenebilir.

İkinci sınıflarda 0-10 sayı doğrularında yapılan tahminler hiçbir başarı testi ile ilişkili çıkmamış, yapılan ayrımlarla alt başarı grupları da birbirinden ayrılmamıştır. Bu durumun bir nedeninin öğrencilerin bu görevi tam olarak anlamamış olmaları ihtimaline yönelik, ileride yapılacak olan çalışmalarda uygulama öncesinde daha çok alıştırma yapılması önerilmektedir. Ayrıca ikinci sınıflarda okuma-yazmanın da tam olmadığı ihtimali ele alınırsa, yazılı olmayan testler kullanılarak başarının saptanması ve bu konuda testler geliştirilmesinin alana yarar sağlayacağı düşünülmektedir.

Sıfır-20 aralığındaki sayı doğrularında yapılan tahminlerin matematik başarı alanlarında diğer sayı doğruları gibi sonuç vermemesinin nedenleri araştırılabilir bir diğer konudur. Hiçbir sınıf düzeyinde 0-20 sayı doğrularında yapılan tahminlerin, testlerden alınan puanları anlamlı bir şekilde yordamaması ve neredeyse hiçbir grupta farklılıklar oluşturmaması bu sayı aralığında yapılan tahminlere özgü bir karışıklıktan kaynaklanabilir. Başka bir taraftan, Berteletti vd. (2010)'nin yaptıkları çalışmada daha küçük yaş gruplarında 0-20 doğrularının anlamlı karşılaştırmalar yapılabilen bir görev olduğu bulunmuştur. Bu yüzden daha küçük yaş gruplarında bu görevlerin incelenmesi alan yazına katkı sağlayacaktır. Bu çalışmada 0-20 sayı doğrusunda tahmin görevlerinin kayda değer bir etkisinin olmaması nedeniyle benzer yaş gruplarında, benzer şekilde yapılacak diğer çalışmalarda 0-20 aralığının kullanılmaması da önerilebilir. Sayı doğrusunda tahmin görevlerinin daha küçük yaş gruplarında incelenmesi, öğrencilerin gelişim dönemleri ve alınacak olası önlemler için önem arz etmektedir.

KAYNAKLAR

- Adler, B. (2001). What is dyscalculia? *An e-book from Kognitivt Centrum Sweden*
Retrieved from www.dyscalculi.info.org
- Ashcraft, M. H. ve Moore, A. M. (2012). Cognitive processes of numerical estimation in children. *Journal of Experimental Child Psychology*, 111(2), 246-267. doi: 10.1016/j.jecp.2011.08.005
- Barbarelli, W. J., Katusic, S. K., Colligan, R. C., Weaver, A. L. ve Jacobsen, S. J. (2005). Math learning disorder: incidence in a population-based birth cohort, 1976-82, Rochester, Minn. *Ambul Pediatr*, 5(5), 281-289. doi: 10.1367/A04-209R.1
- Berteletti, I., Lucangeli, D., Piazza, M., Dehaene, S. ve Zorzi, M. (2010). Numerical estimation in preschoolers. *Developmental Psychology*, 46(2), 545-551. doi: 10.1037/a0017887
- Berteletti, I., Lucangeli, D. ve Zorzi, M. (2012). Representation of numerical and non-numerical order in children. *Cognition*, 124(3), 304-313. doi: 10.1016/j.cognition.2012.05.015
- Booth, J. L. ve Siegler, R. S. (2006). Developmental and individual differences in pure numerical estimation. [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Developmental Psychology*, 42(1), 189-201. doi: 10.1037/0012-1649.41.6.189
- Booth, J. L. ve Siegler, R. S. (2008). Numerical magnitude representations influence arithmetic learning. [Research Support, N.I.H., Extramural Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Child Development*, 79(4), 1016-1031. doi: 10.1111/j.1467-8624.2008.01173.x
- Butterworth, B. (1999). *The Mathematical Brain*. London: Macmillan.
- Butterworth, B. (2003). *Dyscalculia screener manual*. The Chiswick Centre, 414 Chiswick High Road, London W4 5TF, UK: nferNelson.
- 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

- 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
- Büyüköztürk, Ş. (2013). *Sosyal Bilimler için Veri Analizi El Kitabı İstatistik, Araştırma Deseni SPSS Uygulamaları ve Yorum* (18 ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Büyüköztürk, Ş., Çokluk, Ö. ve Köklü, N. (2011). *Sosyal Bilimler İçin İstatistik* (9 ed.). Ankara: Pegem Akademi.
- Dehaene, S. (2001). Précis of the number sense. *Mind and Language*, 16(1).
- Dehaene, S. (2003). The Neural Basis of the Weber-Feschner Law: A Logarithmic Mental Number Line. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(4), 145-147.
- Dehaene, S. (2011). *The Number Sense: How the Mind Creates Mathematics* (2 ed.). New York: Oxford University Press.
- Dehaene, S., Izard, V., Spelke, E. ve Pica, P. (2008). Log or linear? Distinct intuitions of the number scale in Western and Amazonian indigene cultures. *Science*, 320(5880), 1217-1220. doi: 10.1126/science.1156540
- Dehaene, S., Piazza, M., Pinel, P. ve Cohen, L. (2003). Three Parietal Circuits for Number Processing. *Cognitive Neuropsychology*, 20(3), 487-506. doi: 10.1080/02643290244000239
- Desoete, A., Ceulemans, A., Weerdt, F. D. ve Pieters, S. (2012). Can we predict mathematical learning disabilities from symbolic and non-symbolic comparison tasks in kindergarten? Findings from a longitudinal study. *British Journal of Educational Psychology*, 82, 64-81. doi: 10.1348/2044-8279.002002
- DfES. (2001). *Guidance to support pupils with dyslexia and dyscalculia*. London: Department of Education and Skills.
- Feigenson, L., Dehaene, S. ve Spelke, E. (2004). Core systems of number. *Trends in Cognitive Sciences*, 8(7), 307-314. doi: 10.1016/j.tics.2004.05.002
- Fidan, E. (2013). *İlkokul Öğrencileri İçin Matematik Dersi Sayılar Öğrenme Alanında Başarı Testi Geliştirilmesi*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Geary, D. C., Bailey, D. H. ve Hoard, M. K. (2009). Predicting Mathematical Achievement and Mathematical Learning Disability with a Simple

- Screening Tool: The Number Sets Test. *Journal of Psychoeducational Assessment*, 27(3), 265-279. doi: 10.1177/0734282908330592
- Geary, D. C., Bailey, D. H., Littlefield, A., Wood, P., Hoard, M. K. ve Nugent, L. (2009). First-grade predictors of mathematical learning disability: A latent class trajectory analysis. *Cognitive Development*, 24(4), 411-429. doi: 10.1016/j.cogdev.2009.10.001
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Byrd-Craven, J., Nugent, L. ve Numtee, C. (2007). Cognitive Mechanisms Underlying Achievement Deficits in Children With Mathematical Learning Disability. *Child Development*, 78(4), 1343 - 1359.
- Geary, D. C., Hoard, M. K., Nugent, L. ve Byrd-Craven, J. (2008). Development of Number Line Representations in Children With Mathematical Learning Disability. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 277-299. doi: 10.1080/87565640801982361
- Hoard, M., Geary, D., Byrd-Craven, J. ve Nugent, L. (2008). Mathematical Cognition in Intellectually Precocious First Graders. *Developmental Neuropsychology*, 33(3), 251-276. doi: 10.1080/87565640801982338
- Holloway, I. D. ve Ansari, D. (2009). Mapping numerical magnitudes onto symbols: the numerical distance effect and individual differences in children's mathematics achievement. [Research Support, Non-U.S. Gov't Research Support, U.S. Gov't, Non-P.H.S.]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(1), 17-29. doi: 10.1016/j.jecp.2008.04.001
- Karasar, N. (2011). *Bilimsel Araştırma Yöntemi*. Ankara: Nobel Yayınları.
- Kinzler, K. D. ve Spelke, E. S. (2007). Core Systems in Human Cognition. *Progress in Brain Research*, 164. doi: 10.1016/S0079-6123(07)64014-X
- Kucian, K., Grond, U., Rotzer, S., Henzi, B., Schonmann, C., Plangger, F., . . . von Aster, M. (2011). Mental number line training in children with developmental dyscalculia. [Research Support, Non-U.S. Gov't]. *Neuroimage*, 57(3), 782-795. doi: 10.1016/j.neuroimage.2011.01.070
- Landerl, K. (2013). Development of numerical processing in children with typical and dyscalculic arithmetic skills—a longitudinal study. *Frontiers in Psychology*, 4. doi: 10.3389/fpsyg.2013.00459
- Landerl, K. ve Kolle, C. (2009). Typical and atypical development of basic numerical skills in elementary school. [Research Support, Non-U.S.

- Gov't]. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103(4), 546-565. doi: 10.1016/j.jecp.2008.12.006
- Laski, E. V. ve Siegler, R. S. (2007). Is 27 a Big Number? Correlational and Causal Connections Among Numerical Categorization, Number Line Estimation, and Numerical Magnitude Comparison. *Child Development*, 78(6), 1723 - 1743.
- Link, T., Moeller, K., Huber, S., Fischer, U. ve Nuerk, H.-C. (2013). Walk the number line – An embodied training of numerical concepts. *Trends in Neuroscience and Education*, 2(2), 74-84. doi: 10.1016/j.tine.2013.06.005
- Mazzocco, M. M., Feigenson, L. ve 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
- Mazzocco, M. M. ve Thompson, R. E. (2005). Kindergarten Predictors of Math Learning Disability. *Learning Disabilities Research & Practice*, 20(3), 142-155. doi: 10.1111/j.1540-5826.2005.00129.x
- McDonald, S. A. (2011). *Number Line Estimation: The Use of Number Line Magnitude Estimation to Detect The Presence of Math Disability in Postsecondary Students*. (Doctor of Education), Liberty University, United States.
- MEB. (2009). *İlköğretim Matematik Dersi 1-5. Sınıflar Öğretim Programı*. Ankara: Milli Eğitim Basımevi.
- Murphy, M. M., Mazzocco, M. M. M., Hanich, L. B. ve Early, M. C. (2007). Cognitive Characteristics of Children With Mathematics Learning Disability (MLD) Vary as a Function of the Cutoff Criterion Used to Define MLD. *Journal of Learning Disabilities*, 40(5), 458-478.
- Olkun, S., Akkurt Denizli, Z., Kozan, S. ve Ayyıldız, N. (2013). *İlkokul Öğrencileri için Matematik Dersi Geometri ve Ölçme Öğrenme Alanlarında Başarı Testi Geliştirilmesi*. Paper presented at the XII. Ulusal Sınıf Öğretmenliği Eğitimi Sempozyumu (USOS), Aydın, Türkiye.
- Olkun, S., Altun, A., Cangöz, B., Gelbal, S. ve Sucuoğlu, B. (2012). *Developing Tasks for Screening Dyscalculia Tendencies*. Paper presented at the E-Leader, Berlin.

- Opfer, J. E. ve Siegler, R. S. (2007). Representational change and children's numerical estimation. *Cognitive Psychology*, 55(3), 169-195. doi: 10.1016/j.cogpsych.2006.09.002
- Piazza, M., Izard, V., Pinel, P., Le Bihan, D. ve Dehaene, S. (2004). Tuning Curves for Approximate Numerosity in the Human Intraparietal Sulcus. *Neuron*, 44(3), 547-555. doi: 10.1016/j.neuron.2004.10.014
- Ramani, G. B. ve Siegler, R. S. (2008). Promoting Broad and Stable Improvements in Low Income Children's Numerical Knowledge Through Playing Number Board Games. *Child Development*, 79(2), 375-394.
- Restle, F. (1970). Speed of Adding and Comparing Numbers. *Journal of Experimental Psychology*, 83(2), 274-278.
- Rousselle, L. ve 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. ve 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., Gobel, S. M., Moll, K., Smets, K. ve Reynvoet, B. (2013). Approximate number sense, symbolic number processing, or number-space mappings: what underlies mathematics achievement? *Journal of Experimental Child Psychology*, 114(3), 418-431. doi: 10.1016/j.jecp.2012.10.012
- Siegler, R. S. ve Booth, J. L. (2004). Development of numerical estimation in young children. *Child Development*, 75(2), 428-444. doi: 10.1111/j.1467-8624.2004.00684.x
- Siegler, R. S. ve Booth, J. L. (2005). Development of Numerical Estimation. In J. I. D. Campell (Ed.), *Handbook of Mathematical Cognition*. New York and Hove: Psychology Press.

- Siegler, R. S. ve Opfer, J. E. (2003). The Development of Numerical Estimation: Evidence for Multiple Representations of Numerical Quantity. *Psychological Science*, 14(3).
- Siegler, R. S. ve Ramani, G. B. (2009). Playing Linear Number Board Games—But Not Circular Ones—Improves Low-Income Preschoolers' Numerical Understanding. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 545-560. doi: 10.1037/a0014239
- Spelke, E. S. ve Kinzler, K. D. (2007). Core knowledge. *Developmental Science*, 10(1), 89-96. doi: 10.1111/j.1467-7687.2007.00569.x
- Wilson, A. J. ve 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.
- Wilson, A. J., Dehaene, S., Pinel, P., Revkin, S. K., Cohen, L. ve Cohen, D. (2006). Principles underlying the design of "The Number Race", an adaptive computer game for remediation of dyscalculia. *Behavioral and Brain Function*, 2, 19. doi: 10.1186/1744-9081-2-19