

T.C.  
Marmara Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı  
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**UZAKTAN EĞİTİMİN GÖRME ENGELLİLERİN  
PROBLEM ÇÖZÜM SÜRECİNE YANSIMALARININ  
İNCELENMESİ: DÜŞÜNME YAPILARI BAĞLAMINDA  
MATEMATİKSEL İLETİŞİM**

Yüksek Lisans Tezi

Hale UÇUŞ

İstanbul, 2017

T.C.  
Marmara Üniversitesi  
Eğitim Bilimleri Enstitüsü  
Ortaöğretim Fen ve Matematik Alanları Eğitimi Ana Bilim Dalı  
Ortaöğretim Matematik Eğitimi Bilim Dalı

**UZAKTAN EĞİTİMİN GÖRME ENGELLİLERİN  
PROBLEM ÇÖZÜM SÜRECİNE YANSIMALARININ  
İNCELENMESİ: DÜŞÜNME YAPILARI BAĞLAMINDA  
MATEMATİKSEL İLETİŞİM**

Yüksek Lisans Tezi

Hale UÇUŞ

Danışman:  
Prof. Dr. İlyas Yavuz

İstanbul, 2017



**Tüm kullanım hakları  
M.Ü. Eğitim Bilimleri Enstitüsü'ne aittir.  
© 2017**

## ONAY

Hale UÇUŞ tarafından hazırlanan UZAKTAN EĞİTİMİN GÖRME ENGELLİLERİN PROBLEM ÇÖZÜM SÜRECİNE YANSIMALARININ İNCELENMESİ: DÜŞÜNME YAPILARI BAĞLAMINDA MATEMATİKSEL İLETİŞİM konulu bu çalışma 21.../12.../2017 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda jüri tarafından başarılı bulunmuş ve yüksek lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

**Adı Soyadı**

**İmza**

**TEZ DANIŞMANI:** Prof. Dr. İlyas YAVUZ

**JÜRİ ÜYESİ:** Yrd. Doç. Dr. Özcan  
KARAASLAN

**JÜRİ ÜYESİ:** Doç. Dr. Mustafa Doğan

# ÖZGEÇMİŞ

## Öğrenim

- 2004-2008 : Bozüyük Anadolu Öğretmen Lisesi
- 2008-2013 : Marmara Üniversitesi, Atatürk Eğitim Fakültesi,  
Ortaöğretim Matematik Öğretmenliği Bölümü, Lisans

## Mesleki Deneyim

- 2013- : Milli Eğitim Bakanlığı'nda Ortaöğretim Matematik  
Öğretmenliği

## İletişim Bilgileri

- E-posta : haleucus@gmail.com

## ÖNSÖZ

Bilgi gereksiniminin giderek artması ve teknolojik gelişmelerin farklı imkânlar sunması; eğitim sistemlerinin her geçen gün gelişerek güncellemeye devam etmesini sağlamakta, alternatif eğitim yöntemleri engellilerin hizmetine sunulmaktadır. Bu çalışmada bilişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde görme engelli öğrencilerin erişilebilir matematiksel elektronik metin şeklinde sunulan matematiksel problemleri çözüm süreç ve performansları, matematiksel iletişim ve düşünme yapıları bağlamında incelenmiştir. Gören birine ihtiyaç duymadan akranları gibi görme engelli öğrencilerin matematiksel içeriğe okuma-yazma ve dinleme-konuşma şeklinde matematiksel iletişim süreçlerini kullanarak erişimleri sağlanmıştır. Uzaktan öğretim, matematik öğretimi için dokusal öğretime alternatiften öte tamamlayıcı rolü ile özellikle ortaöğretimde kaynaştırma yoluyla eğitim alan görme engelli öğrencilerin eğitim ortamlarının düzenlenmesi konusunda örnek teşkil edeceği düşünülmektedir.

İlk öğretmenliğe başladığım yıl, sınıfımda kaynaştırma yoluyla eğitim alan görme engelli öğrenci vardı. Eğitimde kaybedilecek hiçbir fert yoktur düşüncesi ile bir öğretmen olarak matematik öğrenimi ve öğretimi konusunda ne yapılabilir merakı benim bu yüksek lisans tezine başlamamda son derece önemli rol oynamıştır. Yüksek lisans tezi boyunca araştırdıklarım ile birlikte görme engellilerin matematik öğretimi üzerine yurt içi ve yurt dışı gittiğim konferanslar, çalıştaylar ve yaz okullarında deneyimlediklerim sonucunda görme engelli öğrencilerin her birine aynı anda uzaktan eğitim aracılığıyla sesimle görmelerini sağlayarak gelecek kariyerlerine ulaşmaları amacıyla aydınlık bir yol için ışık tutmaya karar verdim. Bu süreçte görme engelli öğrencilerim ile uzaktan eğitim ile etkileşimli olarak gerçekleştirdiğimiz matematik eğitiminde bana öğrettikleri ile öğretmenlik deneyimlerime çeşitlilik kattıkları için onların her birine sonsuz teşekkür ederim. Özellikle uzaktan matematik eğitiminin ne anlama geldiğini daha iyi anlatabilmek için görme engelli bir kız öğrencinin “24 Kasım Öğretmenler Günü’ne” ait mesajını doğrudan iletmek istiyorum: *“İlk defa bir matematikçinin, bizim için bu kadar geniş çaplı koşuşturduğunu gördüm. Asıl siz birçok insana birçok şeyin önünü açabilecek şeyler yapıyorsunuz. Hep hayalimdi benim de bir gün bir yerlerde matematik anlatmak, birilerine onun dünyasını sevdirmek. Ben o yola*

*girerken, bana eşlik eden, hayatımı değiştiren insanlar vardı. Ben de birilerinin hayatını matematikle değiştirmek isterdim. Yani siz benim hayalimi gerçekleştiriyorsunuz, benim adıma. Asıl biz/ben teşekkür ederim.”* mesajı aslında matematiksel iletişimin kurulan hayallere umut olabilmesi için son derece önemli olduğunu göstermektedir.

Yüksek lisans tezimin şekillenmesinden sonuçlanmasına kadar her aşamasında bilgi ve tecrübesiyle yol gösteren, değerli vaktini ayıran danışman hocam Prof. Dr. İlyas Yavuz’a; tez izleme komitesinde yer alarak araştırmamın gelişim sürecinde önemli dönütlerini benimle paylaşan hocalarım, Yrd. Doç. Dr. Özcan Karaaslan Doç. Dr. Mustafa Doğan’a değerli vakitlerini ayırarak jürimde yer alan Prof. Dr. Ahmet Şükrü Özdemir, Prof. Dr. Hasan Ünal’a; katılımlarıyla araştırmamın temelini oluşturan, gelecekte aydınlık olan görme engelli öğrencilerime çok teşekkür ederim.

Küçüklüğümünden bugüne kadar yaşamımda bana “yapılamaz, imkânsız” denen her türlü olaylar ile mücadele edebilmeyi öğreten, aldığım her türlü kararın ardında beni destekleyen ve bugünlere gelmemde emeklerine paha biçilemeyen, hayattaki en büyük değerlerim annem Sevgi Uçuş’a ve babam Hasan Hüseyin Uçuş’a çok teşekkür ederim. Değerini kelimelerle ifade edemeyeceğim, elinden gelenin fazlasını yaparak yardımını esirgemeyen geleceğin mühendis adayı ve dört kızın en küçüğü olarak evimizin neşesi Serap Uçuş’a ve süreçte beni sürekli olarak motive eden ablalarım Gülcan Uçuş’a ve Hafize Uçuş’a teşekkür ederim.

Süreç esnasında her zaman yanımda olan, hayatta kötülük olmadığını düşünerek etrafına iyilik saçan, zor anlarımda yardımına koşan değerli öğretmen arkadaşım Dr. Nermin Demirel’e ve öğretmenlik hayatımda kendimi geliştirmem yönünde her zaman desteğini yanımda hissettiğim okul müdürüm Musa AYDIN’a teşekkür ederim.

Öğretmenliğimin ilk yılından itibaren gönüllü olarak görme engellilere uzaktan matematik eğitimi amacıyla yürüttüğüm “Karanlıkta Matematik” sosyal sorumluluk projesini destekleyen ve sadece görme engelli değil diğer engel gruplarına da ulaşma fikrini vererek bu yolda bana her türlü olanağı sunan Bilecik İl Milli Eğitim Müdürü Fazilet DURMUŞ’a teşekkür ederim.

Hale UÇUŞ

## ÖZET

### UZAKTAN EĞİTİMİN GÖRME ENGELLİLERİN PROBLEM ÇÖZÜM SÜRECİNE YANSIMALARININ İNCELENMESİ: DÜŞÜNME YAPILARI BAĞLAMINDA MATEMATİKSEL İLETİŞİM

Görme engelliler günlük hayatları ile matematik arasındaki ilişkiyi ve problem çözmeyi kalan duyuları, yetenekleri, bilişim teknolojileri ile kurmaya çalışmakla birlikte mevcut görme becerilerinin artırılmasından da faydalanarak matematiksel kavramları anlamaya çalışmaktadır. Bilişim teknolojilerindeki gelişmeler, eğitimde sınırları ortadan kaldırarak uzaktan eğitim teknolojisi ile görme engellilere eğitimde fırsat ve imkân eşitliği sunmaktadır. Çalışmada bilişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde görme engelli öğrencilerin erişilebilir matematiksel elektronik metin ile sunulan matematiksel problemleri çözüm performansları ve süreçleri düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçleri bağlamında incelenmiştir.

Amacına uygun olarak, araştırmada nitel-yorumlayıcı yaklaşımı ve modeli olarak durum deseni kullanılmıştır. Araştırma da geçen matematiksel problemler cebir (simgesel ve sözel) ve geometrik problemlerden oluşmaktadır. Katılımcılar, olasılıksız örnekleme yöntemlerinden amaçlı örnekleme tekniği ile belirlenmiş olup 2015-2016 eğitim-öğretim yılında, uzaktan matematik eğitimine kayıtlı 16-30 yaş aralığındaki 15 görme engelli öğrenciden oluşmaktadır. Veri toplama aracı olarak geçerliliği ve güvenilirliği sağlanan Matematiksel Süreç Aracı ve Cebir ve Geometri Testi kullanılmıştır. Matematiksel düşünme yapıları ile cebir ve geometri testinde sergiledikleri yazılı performansa göre seçilen görme engelli öğrenciler ile online görüşme üzerinden yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Elde edilen veriler, betimsel istatistik ve içerik analizi yöntemlerinden faydalanılarak analiz edilmiş ve yorumlanmıştır.

Verilerin analizi sonucunda görme engelli öğrencilerin matematiksel problem çözme performanslarının problem türlerine göre farklılaştığı gibi, bireysel farklılık olarak da görme engelli öğrencilerin matematiksel düşünme yapısına göre de farklılaşmaktadır. Farklı problem türlerine (simgesel-sözel-geometrik) göre görme engelli öğrencilerin en



yüksek performansı sözel testte sergiledikleri görülmüştür. Erişilebilir matematiksel elektronik metin (E-MEM) aracılığıyla sunulan sözel ve geometrik problemleri çözüm süreci ve performansında kullanılan okuma-yazma ve dinleme-konuşma şeklindeki matematiksel iletişim süreçleri arasında belirgin bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Simgesel teste ait uzun ve karmaşık olan doğrusal gösterimli sorularda metinden okuma [TTS] teknolojileri okuma-yazma şeklindeki matematiksel iletişim süreçlerini güçleştirmektedir. Geometrik testte her iki iletişim sürecinde dokunsal tanımaya bağlı haptik imgelerin kullanım performansının cebirsel yaklaşıma göre düşük olmasında görme engelli öğrencilerin şekilli sorulardan muaf tutulması etki ettiği sonuçlarına ulaşılmıştır. Görme engelli öğrencilerin matematiksel problemleri çözüm sürecinde kullandıkları farklı çözüm yaklaşımlarını düşünme yapıları ile uyumlu olarak tercih ettiği gözlemlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Görme Engelli, Uzaktan Eğitim, Matematiksel Problem Çözme, Matematiksel Düşünme Yapıları, Matematiksel İletişim.

## **ABSTRACT**

Visually handicapped individuals not only try to establish relationship between their lives and mathematics and to solve problems via their senses, abilities and information technologies; but they also try to do understand mathematical conceptions by getting use of increase in their existing sight abilities. Developments in information technologies present equality of opportunity to visually handicapped individuals via distance education technologies which remove the borders in education. In this study, the performances and processes of visually handicapped students in solving mathematical problems given through accessible mathematical electronic text during distance education via information technologies were examined in terms of their thinking structures and their mathematical communication processes.

In order meet the purpose of the study, case design was used as qualitative-interpretive approach and model. The mathematical problems in the research consisted of algebraic (symbolic and verbal) and geometric problems. The participants were determined through purpose sampling technique that is one of the improbable sampling methods; and the study consists of 15 visually disabled students aged between 16 and 30 who are enrolled to distance mathematics education in 2015-2016 school year. Mathematical Process Tool and Algebra and Geometry Test were used as data collection tools. The visually disabled students selected according to their mathematical thinking structures and their exam performances in algebra and geometry test were communicated online through semi-configured conversations. Obtained data were analyzed and interpreted making use of descriptive statistics and content analysis methods.

As a result of the data analysis it is seen that the performances of the visually disabled students in solving mathematical problems became different in accordance with problem types, and they became different according to the mathematical thinking structures of the visually disabled students in terms of personal difference. It was seen that the visually disabled students showed the best performance in verbal test among different problem types (symbolic-verbal-geometric). It was observed that there was not any outstanding difference between mathematical communication processes in reading-

writing and listening-speaking which were used in the problem-solving process and performance of verbal and geometric problems given via accessible mathematical electronic text (e-Text). In long and complex linear viewed questions of the symbolic test, text to speech (TTS) technologies complicate the mathematical communication processes in reading-writing. In the geometric test, it was found that the use performance of haptic images allied with tactile recognition in both communication processes is low compared to the algebraic approach because of the impact that the visually disabled students were kept exempt from shaped questions. It was observed that the visually disabled students prioritize different problem-solving approaches used in the solution process of mathematical problems in accordance with their thinking structures.

**Keywords:** Visually Disabled, Distance Education, Mathematical Problem Solving, Mathematical Thinking Structure, Mathematical Communication.

## İÇİNDEKİLER

<b>ONAY SAYFASI</b> .....	<b>i</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>ii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>iii</b>
<b>ÖZET</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>ix</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>xii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>BÖLÜM I: GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1. Problem Durumu.....	1
1.2. Araştırmanın Amacı.....	5
1.3. Araştırma Soruları.....	5
1.4. Araştırmanın Önemi .....	5
1.5. Kapsam, Varsayım ve Sınırlılıklar.....	7
<b>BÖLÜM II: LİTERATÜR TARAMASI</b> .....	<b>8</b>
2.1. Görme Engelinin Tanımı ve Sınıflandırılması.....	8
2.2. Görme Engellilerin Eğitimi .....	10
2.2.1. Görme Engellilerin Bilişim Teknolojilerini Kullanımı .....	16
2.3. Görme Engelli ve Matematik Eğitimi.....	23
2.3.1. Matematik Öğreniminde Zorluklar ve Stratejiler .....	24
2.3.2. Matematiksel İletişim .....	34
2.3.3. Matematiksel Düşünme .....	38
2.4. Görme Engelli ve Matematik Teknolojisi .....	41
2.4.1. Matematiksel Problem Çözmede Teknolojinin Kullanımı .....	47
2.5. Çalışmanın Kuramsal Temelleri .....	50
2.5.1. Matematiksel İletişim .....	50
2.5.1.1. Yazılı ve Sözlü İletişim .....	52
2.5.2. Matematiksel Düşünme Yapıları .....	53

<b>BÖLÜM III: YÖNTEM .....</b>	<b>56</b>
3.1. Araştırma Modeli .....	56
3.2. Katılımcılar .....	57
3.2.1. Uygulama Sürecinin Oluşturulması.....	58
3.2.2. Öğrenme Ortamı ve Sağlanan Etkileşimler .....	59
3.3. Veri toplama Araçları .....	61
3.3.1. Matematiksel Süreç Aracı .....	62
3.3.2. Cebir ve Geometri Testi .....	64
3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme .....	66
3.3.4. Online Görüşme.....	67
3.4. Veri Toplama Süreci .....	68
3.5. Verilerin Analizi .....	69
3.5.1. MSA Verilerinin Analizi .....	69
3.5.2. Cebir ve Geometri Testlerinin Değerlendirilmesi .....	70
3.5.2.1. Performans Değerlendirmesi.....	71
3.5.2.2. Süreç Değerlendirmesi .....	72
3.5.2.3. Görüşme Verilerinin Analizi.....	73
<b>BÖLÜM IV: BULGULAR.....</b>	<b>74</b>
4.1. Matematiksel Düşünme Yapıları .....	74
4.2. Cebir ve Geometri Testlerinin Performans Değerlendirilmesi .....	75
4.2.1. Simgesel Test.....	76
4.2.2. Sözel Test .....	76
4.2.3. Geometrik Test .....	77
4.3. Düşünme Yapılarına Göre Matematiksel Problem Çözme Performansları.....	78
4.4. Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi .....	80
4.4.1. Simgesel Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi.....	81
4.4.2. Sözel Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi.....	85
4.4.3. Geometrik Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi.....	87

4.5. Online Görüşmeler.....	89
4.5.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler .....	89
4.5.2. Bütün- Parça –Bütün .....	90
4.5.3. Problemin Temsiline Uygun Denklem Kurabilme .....	91
4.5.4. Dokunsal Tanımaya Bağlı Haptik İmge .....	92
<b>BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>95</b>
5.1. Matematiksel Düşünme Yapılarından Elden Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	95
5.2. Farklı Problem Türlerindeki Performansa Ait Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	96
5.3. Sözlü ve Yazılı İletişim Süreçlerinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma .....	97
5.4. Düşünme Yapılarına Göre Matematiksel Problem Çözüm Performanslarından Elde Edilen Bulgulara İlişkin ve Sonuç ve Tartışma.....	100
5.5. Öneriler .....	102
<b>KAYNAKLAR .....</b>	<b>104</b>
<b>EKLER .....</b>	<b>121</b>
EK 1: Matematiksel Süreç Aracı .....	121
EK 2: Matematiksel Süreç Aracı- 2. Bölüm .....	124
EK 3: Cebir ve Geometri Testi .....	141

## TABLO LİSTESİ

<b>Tablo 2.1.</b>	YGS ve LYS Sınavlarına Katılan Engelli ve Görme Engelli Katılımcı Sayıları.....	15
<b>Tablo 2.2.</b>	Görme Engelliler İçin Cebirsel İfadelerin Çözüm Sürecinde Kullanılan Yazılım Paketinin Sunması Gereken Fırsatlar ve Açıklamaları .....	43
<b>Tablo 2.3.</b>	Görme Engelli Öğrencilerin Cebir Alanında Karşılaştıkları Zorluklar ve Açıklamaları.....	48
<b>Tablo 3.1.</b>	MSA, Bölüm-B, 6. Problemler.....	63
<b>Tablo 3.2.</b>	Örnek Cebir ve Geometri Test Örnekleri .....	66
<b>Tablo 3.3.</b>	Cebir ve Geometri Testleri Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçleri Değerlendirme Tablosu .....	72
<b>Tablo 4.1.</b>	MSA’ dan Alınan Puanlar ve Frekans Değerlerinin Matematiksel Düşünme Yapılarına Göre Dağılımı.....	74
<b>Tablo 4.2.</b>	Görme Engelli Öğrencilerin Simgesel Test Performans Başarı Yüzdeleri .....	76
<b>Tablo 4.3.</b>	Görme Engelli Öğrencilerin Sözel Test Performans Başarı Yüzdeleri .....	77
<b>Tablo 4.4.</b>	Görme Engelli Öğrencilerin Geometrik Test Performans Başarı Yüzdeleri .....	77
<b>Tablo 4.5.</b>	Düşünme Yapılarına Göre Simgesel Test Performans Ortalamaları.....	79
<b>Tablo 4.6.</b>	Düşünme Yapılarına Göre Sözel Test Performans Ortalamaları.....	79
<b>Tablo 4.7.</b>	Düşünme Yapılarına Göre Geometrik Test Performans Ortalamaları .....	80
<b>Tablo 4.8.</b>	1. Soruya Ait Sözlü ve Yazılı İletişim Bulguları.....	81
<b>Tablo 4.9.</b>	2. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları.....	82
<b>Tablo 4.10.</b>	3. ve 4. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları .....	83
<b>Tablo 4.11.</b>	5. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları.....	84
<b>Tablo 4.12.</b>	Sözel Testte Yer Alan Sorulara Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları ....	86
<b>Tablo 4.13.</b>	Geometrik Testte Yer Alan Sorulara Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları .....	88

## ŞEKİL LİSTESİ

<b>Şekil 2.1.</b>	Braille alfabesinden semboller ve harfler.....	13
<b>Şekil 2.2.</b>	Görememe Durumuna Göre Kullanılan Materyaller.....	14
<b>Şekil 2.3.</b>	Görme Engelliler için Yüksek Nitelikteki Eğitim Hakkı .....	26
<b>Şekil 2.4.</b>	Matematikte Faktöriyel Konusundaki $n!=n.(n-1).(n-2)!$ Formülünün İngiltere ve ABD de kullanılan Braille Gösterimi.....	35
<b>Şekil 2.5.</b>	Türüne Göre Matematiksel İletişim.....	53
<b>Şekil 3.1.</b>	Sistemin Ana Sayfa Ekran Görüntüsü.....	60
<b>Şekil 3.2.</b>	Eş Zamanlı Uzaktan Eğitim Ortamında Gerçekleştirilen Etkinliklere Ait Ekran Görüntüsü.....	60
<b>Şekil 4.1.</b>	Görme Engelli Öğrencilerin Düşünme Yapılarına Göre Dağılımının Betimsel İstatistiği .....	75
<b>Şekil 4.2.</b>	Düşünme Yapılarına Göre Cebir ve Geometrik Testlerin Genel Performans Ortalaması .....	78
<b>Şekil 4.3.</b>	1.Soruya Ait İşlem Önceliği ve Zihinden Hesaplama Örnekleri.....	82
<b>Şekil 4.4.</b>	2. Soruya Ait Denklem(işlemlili) Örnek .....	83
<b>Şekil 4.5.</b>	3.ve 4. Soruya Ait Oran-Orantılı (İşlemlili) Örneği .....	84
<b>Şekil 4.6.</b>	5.Soruya Ait Harfli ifadeler İşlem Örneği.....	85
<b>Şekil 4.7.</b>	Sözel Teste Ait Sorulardan Örnekler.....	87
<b>Şekil 4.8.</b>	Geometrik Test Yer Alan Sorulardan Örnekler.....	88



## BÖLÜM I: GİRİŞ

Bu bölümde araştırma “Problem Durumu”, “Araştırmanın Amacı”, “Araştırmanın Önemi”, “Varsayımlar” ve “Araştırmanın Sınırlılıkları” ele alınmıştır.

### 1.1. Problem Durumu

Görme ve işitme, öğrenmenin iki önemli unsurunu oluşturmaktadır. Matematiksel bilginin öğrenimi sürecinde gerçekleştirilen iletişimde kullanılan semboller, cebirsel gösterim, grafikler, tablolar, diyagramlar vb. neredeyse tamamen görsel biçimlerde sunulmaktadır. Gören insanın bilgilerinin %85’ini görme kanalıyla aldığı tahmin edildiğine göre, bu durumda görmeyenlerin matematik öğrenme faaliyetine % 85 dezavantajlı başladığı düşünülebilir. Öte yandan her ne kadar görme engelliler için matematik aşılabilir bir engel olarak görülse de matematikte okuma ve yazma diğer alanlara göre daha az olup matematiğin bol düşünme gerektiren bir disiplin olduğu ileri sürülmektedir (Johnson, 2002; Edwards, Stevens & Pitt, 1995). Görme engellilerin, gören akranlarına göre matematik alanında düşük performans göstermesini (Karshmer, 2007; Mani, Plernchaivanich, Ramesh, & Campbell, 2005) matematiksel kavramların soyut nitelikte ve konuların oldukça görsel olması sebebiyle matematiksel beceriler kazanılmasındaki zorluklar etkilediği belirtilmektedir (Brawand & Johnson, 2016).

Görme engelli öğrenciler matematiksel problemi çözmeye kullanılan araç-gereç veya materyal eksikliği ve yöntem ve bütünleştirici fikirlerin sınırlılıklarından dolayı matematiksel becerilerin kazanımında görenlere göre daha yavaştır (Mani, Plernchaivanich, Ramesh, & Campbell, 2005). Dick ve Kübiak (1997) görme kaybının matematik öğrenimi üzerinde etkilerini; *“Yön, miktar, şekil ve mantıksal özellikleri tanımlamak ve sınıflandırmak, matematiğin merkezinde yer alır. Matematiksel dilin çoğu, görsel referanslara dayanır. Görselleştirmek için başvurulan matematiksel kavramların açıklamaları, gören öğrenciler için anında kullanılabilir ama onlar görme engelliler için önemli ölçüde daha fazla bilişsel süreç gerektirir...Görme bozukluğu diğer duylardan daha çok matematik öğreniminde sorunlar ortaya çıkarır.”* şeklinde ifade etmiştir.

Kapperman, Heinze & Sticken (1997) matematiksel bilginin görsel doğası veya görsel referanslar, yön, miktar, şekil ve büyüklük gibi temel elemanların açıklanması için matematiksel dilin önemli rol oynadığını belirtmiştir. Matematiksel iletişimde görme engellilerin kullandıkları görsel olmayan temsiller, konuşma ve braille şeklindeki lineer temsillerden oluşmaktadır (Archambault & Fitzpatrick, 2008). Matematiksel formüllerin Braille temsiline iki boyutlu gösterim biçimi olmayıp, Braille matematik yazımının da oldukça karmaşık ve uzun olduğu belirtilmiştir (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007; Stöger & Miesenberger, 2015; Archambault & Fitzpatrick, 2008). Ancak, Braille alfabesi kullanılarak matematik yazma ve okumada, sadece edebi metinden oluşan Braille okuma ve yazmaya kıyasla daha çok zorluk yaşanmaktadır (Karshmer & Bledsoe, 2002). Zorlukların yaşanmasının sebeplerinden birincisi, Braille alfabesinin lineer yazım biçimi, ikincisi ise Braille yazımı oluşturan karakterler kümesi şeklinde ifade edilmiştir. Örneğin; öğrenciden  $P(x)=ax^2+bx+c$  denkleminin yazılması istendiğinde buna karşılık gelen karakterler  $P(x)=a*(x^2)+b*(x)+c$  olacak şekilde kullanılmaktadır. Yani denklemler daha da karmaşık hale geldikçe onlara karşılık gelen gösterimlerdeki karakterlerin yazımı da görme engelli için daha karmaşık ve uzun hale dönüşerek zaman alıcı olabilmektedir.

Rosenblum ve Amato (2004) matematik ders kitaplarının Braille alfabesi ile yazımı sonucunda, yazım yanlışlıkları ve baskı farklılıkları gibi problemler ile karşılaşıldığını ifade etmiştir. Ancak çalışma sonucunda Braille matematiksel içeriği yazma ve okuma yapmaksızın matematiği öğrenmenin, görme engelliler için bir hayli zor olacağı tespit edilmiştir. Alajarmeh (2014) ise görme engellilere, ileri seviye matematik konularını öğretebilecek, matematikle ilgilenen eğitimci eksikliği olduğundan bahsetmiştir. Görme engellilere matematik ve fen gibi sayısal alanların öğretiminde öğretmen bakımından yaşanan problemlerin sebepleri, doğrudan yeterli deneyime sahip olmama, motivasyon ve rehberlik edebilme yetersizliği ve öğrenen için hazırlanan içerikte materyal kullanımının eksikliği olarak belirtilmiştir (Sahin & Yürek, 2009; Maguvhe, 2015). Vojtech (2014) tarafından yapılan çalışmada da ortaöğretim öğretmenlerinin görme engellilere matematik öğretiminde isteksiz oldukları ve sıklıkla da müfredatta bazı değişiklikler ile konuların zor kısımlarını çıkartarak matematik öğretiminde çaba göstermedikleri görülmüştür. Dick ve Kübiak'a (1997) göre matematiksel problem çözüm sürecinin mantıklı adımlarını oluşturma fırsatı tanıyan mekanizma ve tamamen

erişilebilir materyallerin eksikliği, görme engellilerin kaygı düzeyini artırmakta ve problemin kavramasını olumsuz etkilemektedir.

Alan yazında görme engelliler ve matematik eğitimi ile ilgili yapılmış çalışmaların, genelde bilişim teknolojileri ile erişilebilir şekilde matematik okuma ve yazma (Beal ve Shaw, 2008; Edwards, Stevens ve Pitt, 1995; Kapperman & Bledseo, 2007; Bouck, Meyer, Joshi & Schleppenbach, 2013; Bouck & Meyer, 2012; Bouck & Weng, 2014; DePountis, 2012) ve Braille matematiği (Kapperman, Heinze & Sticken, 1997; Kapperman, Sticken ve Smith, 2011; Rosenblum ve Amato, 2004; Bitter, 2013 ) ile ilgili olduğu görülmektedir. Görme engellilerin matematik eğitimi alanında dikkat çeken çalışmalar; fonksiyon kavramına ilişkin anlayışlar (Cowan, 2011), üçgen, açı ve çokgen kavramına ait kavram tanımı ve kavram imajı arasındaki ilişki (Horzum, 2013), matematik yeteneğini geliştirmek için bazı stratejiler (Kapperman, Heinze & Sticken, 1997; Tanti, 2006), geometri dersine yönelik eğitim uygulamaları (Klingenberg, 2007), uzamsal yetenekler (Kohonová, 2006), matematiksel gösterim için gereklilikler (Schweikhardt, 2000) ve analiz dersi öğretimi sonucu elde edilen deneyimlerden (Spindler, 2006) oluşmaktadır.

Sonuç olarak, engellilerin eğitim olanaklarını daha kaliteli hale getirmek; onlara sunulan örgün eğitim ve özel eğitim olanaklarının yanı sıra onları, engelliler için hazırlanmış farklı kaynaklarla desteklemek ve onlara alternatif eğitim yöntemleri sunabilmek ile gerçekleştirilebilir. Günümüzde geliştirilen yeni bilişim teknolojileri ile görme engelliler de çeşitli yazılımsal ya da donanımsal araç-gereçleri kullanarak bir gören kadar etkin bir şekilde, bilişim teknolojilerinin sunduğu hizmetlerden yararlanabilmektedir (Tanyeri & Tüfekçi, 2010). Görme engelliler için geleneksel formattaki ses ve Braille'nin yanı sıra teknolojik modern öğretim, sayısal teknolojiler ve yazılım programları ile elektronik metin veya dijital metin, büyük baskı gibi daha fazla sayıda formatın kullanımına fırsat tanımaktadır (IFLA, 2005b). Bilişim teknolojilerinin gelişmesi ve elektronik metne olan ilgiye rağmen görme engellilerin matematik öğrenimi sürecinde elektronik metin kullanımı üzerine yapılan araştırmaların oldukça az olduğu görülmüştür (Bouck, Meyer, Joshi & Schleppenbach 2013; Bouck & Meyer, 2012). Dolayısıyla yapılan çalışmalarda görme engelli öğrenciler için cebir derslerinin geleneksel öğretim (braille daktilo, braille tablet, ders kitabı vb.) ve elektronik metin yoluyla öğretimi arasındaki farklılıkların değerlendirilmesi ve ders başarısına katkısı üzerine odaklanıldığı görülmektedir.

Bilişim teknolojileri görme engelli öğrencilere alanlarındaki içeriklerde (okuryazar, matematik, fen bilimleri vb.) faaliyet gösterebilmeleri için bir araç olarak önemli rol oynamaktadır. Bu bağlamda eğitimle ilgili ortaya konan ve aynı zamanda internet kullanımını da gerektiren yeni teknolojilerden birisi de uzaktan eğitimidir. Uzaktan eğitim ile yüz yüze eğitimin karşılayamadığı eğitim talepleri karşılanabilmekte, eğitim hizmetinin ulaştırılması zor olan bölgelere ulaşımı mümkün hale gelmekte, zaman ve ortam sınırlılıkları ortadan kalkmakta ve böylece engelliler açısından eğitimde fırsat eşitliği sağlanabilmektedir (Öztürk, 2011; Leporini & Buzzi, 2007; Göker & Tekedere, 2016).

Uzaktan eğitim ve engelliler ile ilgili literatür incelendiğinde çalışmaların genellikle görme engelli kullanıcılar için e-öğrenme ortamının erişilebilir olup olmadığı üzerine yapıldığı görülmüştür (Freire vd., 2010; Yurtay, Yurtay & Adak, 2015). Matematik alanında görme engelliler için görsel olmayan lineer temsili braille ve metinden okuma teknolojisine sahip ekran okuma yazılım programları kullanılarak matematiğin okunması, yazılması ve düzenlenmesi için yapılan teknolojik çalışmaların aksine, gören öğrenci ve öğretmenlerin de takip edebilecekleri elektronik çalışma ortamlarında matematiğin yapılmasına olanak veren çalışmaların çok sınırlı olduğu görülmüştür (Alajarmeh, 2014). Bu bağlamda görme engellilerin matematik eğitiminde önemli rol oynadığı düşünülerek bilişim teknolojilerinin uzaktan eğitim süreçleri ve bu süreçlerin öğrencinin cebir ve geometri problemlerini çözüm süreçlerini ve performansını nasıl etkilediği merak edilmektedir. Uzaktan eğitim ile görme engellilere elektronik metin şeklinde sunulan matematiksel problemleri çözüm süreci ve performansları üzerine, matematiksel iletişim ve düşünme yapılarının etkisinin incelendiği bir araştırmaya henüz rastlanmamıştır.

Bu bağlamda görme engellilerin eğitiminde önemli rol oynadığı düşünülen bilişim teknolojilerinden faydalanarak uzaktan eğitim süreçleri ve bu süreçlerin öğrencinin performansına etkilerinin yanı sıra görme engelli bireylerin elektronik metin şeklindeki cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemleri çözüm sürecinde başvurdukları yazılı ve sözlü iletişimi kapsayan matematiksel iletişim süreçleri ve düşünme yapılarının nasıl farklılaştığını belirlemeye çalışmak bu araştırmanın problem durumunu oluşturmaktadır.

## 1.2. Araştırmanın Amacı

Araştırmanın genel amacı, uzaktan eğitimde görme engellilerin elektronik matematiksel metin ile sunulan matematiksel problemleri çözme performansları ve süreçlerini, düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçleri bağlamında incelemektir.

## 1.3. Araştırma Soruları

Araştırma sorusunun, problem durumu ve çalışmanın amacını tanımlaması ve elde edilecek olası veriler ile cevaplanabilecek nitelikte olması gerekir. Araştırma soruları, araştırmacı için rehber niteliği taşıyarak bir yol haritası oluşturur ve aynı zamanda araştırmacıya esneklik sağlayacak şekilde en genel ifadelerle, açık uçlu olarak ifade edilmektedir. Bu çalışmada en genel araştırma sorusu olarak “Bilişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde görme engellilerin elektronik matematiksel metin ile sunulan problemleri çözüm süreçleri ve performansları, düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçlerine göre nasıl farklılaşmaktadır?” şeklinde belirlenmiştir. Daha sonra veri toplama ve analizi sürecinde incelenen durumlar aşağıda belirtilmiştir.

1. Uzaktan eğitim ile görme engellilerin matematiksel problem çözme süreçlerinin incelenmesi
  - a. Görme engelli öğrencilerin sahip oldukları matematiksel düşünme yapıları nasıldır?
  - b. Görme engelli öğrencilerin farklı problem türleri (cebirselsel, sözel) ile ilgili performansları nasıldır?
  - c. Görme engellilerin problem çözme süreci ile bu süreçteki yazılı ve sözlü iletişim arasındaki ilişki nasıldır?
  - d. Görme engelli öğrencilerin düşünme yapıları ile problem çözme performansları arasındaki ilişki nasıldır?

## 1.4. Araştırmanın Önemi

Görme engelli öğrencilerin öğretmenlerine farklı teknoloji ve öğretim metotları kullanılarak uzaktan eğitim ile verilen çalışmalara literatür de çok sık rastlanılmasına (Cooper & Keefe, 2004; Trief, Decker & Ryan, 2004) rağmen görme engelli öğrencilere

yönelik etkileşimli uzaktan eğitim uygulamaları ile ilgili araştırmalar yetersiz kalmıştır (Freire vd., 2010). Türkiye’de ise şu ana kadar görme engelli öğrencilere yönelik yapılan uzaktan eğitim ile ilgili çalışmalarda, tasarlanan uzaktan eğitim ortamlarının erişilebilirliğinin denenmesi (Eskinazi, 2011; Aydın, 2011; Yurtay, Yurtay & Adak, 2015) üzerine odaklanılmış, fakat bu ortamlarda gerçekleştirilmiş matematik öğretimi ile ilgili çalışmalar yok denecek kadar sınırlı olduğu görülmektedir.

21.yy. da sürekli gelişen ve değişen bilişim teknolojileri sayesinde bilgisayara erişimin olumlu etkisi ile birlikte eğitimde uygulanan uzaktan eğitim, görme engelliler için fırsat ve imkân eşitliği sağlamaktadır. Görme engelliler diğer derslere göre matematik alanında basılı materyallere erişimi ve okunması sürecinde yaşanan zorluklar (Anderson – Inman & Horney, 2007) sebebiyle araştırmamızın amacı bilişim teknolojiler aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde erişilebilir matematiksel elektronik metin şeklinde sunulan matematiksel problemleri çözüm süreci ve performansın matematiksel iletişim matematiksel düşünme yapılarına göre nasıl farklılaştığını incelemektir.

Matematik eğitimine ilişkin literatürde matematiksel elektronik metne artan ilgiye rağmen görme engelli öğrenciler için matematiksel elektronik metin kullanımı üzerine yapılan değerlendirme çalışmalarına çok az yer verilmektedir (Bouck, Meyer, Joshi & Schleppenbach 2013; Bouck & Meyer, 2012). Geleneksel öğretim ve dijital öğretim ile görme engellilere sunulan cebir dersleri arasındaki farkların değerlendirilerek ders başarısına olan katkısının incelendiği çalışmalar bulunmaktadır (Bouck & Weng, 2014; Bouck & Meyer, 2012; Bou Bouck, Meyer, Joshi & Schleppenbach 2013). Yapılan bu çalışmalarda basılı kitap ve dijital ortam aracılığıyla sunulan cebir problemlerine ait çözüm performansına bakılarak iki yöntem karşılaştırılmış olmasına rağmen dijital ortam aracılığıyla sunulan matematiksel elektronik metinlerle olan etkileşimde kullanılan okuma- yazma ve dinleme- konuşma şeklindeki matematiksel iletişim süreçlerinin cebir dışındaki diğer problemlerin çözüm sürecini ve performansını nasıl etkilediği araştırılmamıştır. Bu çalışma aynı anda iki kuram ile uzak eğitimde görme engelli öğrencilerin matematiksel problem çözüm süreç ve performanslarını derinlemesine incelemiştir. Bu kuramlar matematiksel düşünme yapıları ve matematiksel iletişimdir. Özellikle matematik eğitiminde teknolojiye dayalı öğretim yöntemlerinden biri olan uzaktan eğitim ile matematiksel düşünme yapıları ve

matematiksel iletişim süreçleri görme engelli öğrenciler ile çalışılmamıştır. Bu bağlamda özel eğitim öğretmenlerine ve özellikle kaynaştırma yoluyla eğitim alan görme engelli öğrenciler ile çalışan matematik öğretmenlerine etkileşimli olarak etkin bir şekilde matematik öğretimine ışık tutması açısından önem arz etmektedir.

### **1.5. Kapsam, Varsayım ve Sınırlılıklar**

Araştırma, görme engelli öğrencilerin uzaktan eğitim ile matematiksel problem çözüm süreçleri ve performansları, matematiksel düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçleri açısından incelemeyi hedeflediği için kullanılan veri toplama yöntemi ve teknikleriyle sınırlıdır. Görme engelli öğrencilerin kullanılan matematiksel iletişim süreçlerine göre matematiksel problemleri çözüm süreci ve performanslarını belirlemek için Cebir ve Geometri Testi oluşturulmuştur. Ayrıca düşünme yapılarını belirlemek için Matematiksel Süreç aracı kullanılmıştır. Araştırma, katılımcıları açısından uzaktan eğitim ile ulusal sınavlara hazırlanan 15 kişilik görme engelli öğrenci ile sınırlıdır. Görme engelli öğrencilerin görme yetersizliği dışında başka bir engeli bulunmamaktadır. Bu çalışma görme engellilerin bilişim teknolojileri aracılığıyla bilgisayar kullanabilmesi ve internete erişim sağlayabilmesine dayanmaktadır. Bu nedenle bu çalışmada matematiksel problemlerin çözümleri elektronik metin üzerinde gerçekleştirilmektedir. Süre açısından 2015-2016 eğitim öğretim yılları ile sınırlıdır.

## BÖLÜM II: LİTERATÜR TARAMASI

Bu bölümde, araştırmanın amacı, yöntemi ve sonuçlarını aydınlatmaya yönelik bilgilere ve ilgili araştırmalara yer verilmiştir. Çalışmada, uzaktan eğitim ile görme engelli öğrencilerin cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problem çözüm süreçleri ve performansları, matematiksel iletişim süreçleri ve matematiksel düşünme yapıları bağlamında incelenmesi hedeflenmiştir. Bu sebeple, “Literatür” bölümünde öncelikle araştırmanın temelini oluşturan görme engelinin tanımı ve sınıflandırılması, görme engellilerin eğitimi ve matematik eğitimi, görme engelli ve matematik teknolojisi ve çalışmanın kuramsal temelleri olan matematiksel iletişim ve matematiksel düşünme yapıları ile ilgili literatür sunulacaktır.

### 2.1. Görme Engelinin Tanımı ve Sınıflandırılması

Görme engeli, doğumdan itibaren birçok gelişim alanını olumsuz olarak etkileyebilen, öğrenme becerilerinin kazanımı ve günlük yaşam faaliyetlerini etkileyerek kişisel yeteneklerin gelişimini zorlaştıran, görme gücünün normalden daha düşük olma durumu olarak tanımlanmaktadır (Cavkaytar & Diken, 2012). Görme engeli olanlar yasal ve eğitsel tanım olarak iki bakımdan ele alınarak kör ve az gören olarak sınıflandırılmaktadır (Baykoç, 2011; Özyürek, 1998; Cavkaytar & Diken, 2012). Yasal tanım tıp çalışanları ve diğer ilgililer tarafından kullanılırken, eğitsel tanım eğitimciler tarafından kullanılmaktadır. Baykoç’un (2011) ifadesine göre; yasal tanım, görme yetersizliği olan bireylerin yasal imkânlardan yararlanabilmesi için yasal tanımda belirtilen uzak görme keskinliği ve görme alanı sınırlarını göz önünde bulundurmaktadır. Görme keskinliği, gözün belirli bir mesafeden görebilme ve ayırt edebilme yeteneği iken; görme alanı başı çevirmeden belirli bir mesafeden görebilme ve ayırt edebilme yeteneği şeklinde ifade edilmektedir (Tuncer, 2013). Yasal tanımda görme engelli sınıflarından biri olan körler; tüm düzeltmelerle birlikte 20/200’lik görme keskinliğine ya da daha azına sahip kişiler olup, az görenler ise görme keskinliği 20/70 ile 20/200 arasında olan kişilerden oluşmaktadır (Özyürek, 1998). Görme yetersizliğinden etkilenmiş çocukların tanılama ve eğitim ortamlarına yerleştirmede



kullanılan tıp modeli olan yasal tanım, bu çocuklar için sağlanacak eğitim hizmetlerinin niteliğini belirlemede yetersiz kalabilmektedir (Tuncer, 1994). Eğitsel tanıma göre “fonksiyonel kör”, görme duyusunu öğrenme için fonksiyonel olarak kullanamamakta veya görsel öğrenme materyallerinden yararlanamayan bireyler olup az görenler ise tam tersi özelliklere sahip olmaktadır (Cavkaytar & Diken, 2012). Yani eğitsel açıdan az görenler, öğrenme sürecinde görme potansiyellerinden en üst düzeyde yararlanabilmek için optik araçlar olan büyütücü araçlar ve büyüklük, aydınlatma ve zıtlık gibi ortam düzenlemelerine ihtiyaç duyan bireyler olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2008).

Görme engeli kavramı bir çatı tanım olup görme yetersizliğinden etkilenmiş bireyler için kullanılmakla birlikte ışık algısı olmayan ve ‘kör’ olarak tanımlanan bireyler aynı zamanda görmesini birincil duyu olarak kullanan ‘az gören’ olarak tanımlanan bireyler için ortak olarak kullanılmaktadır (Kreuzer, 2007). Alan yazın incelendiğinde de birçok ülkenin Dünya Sağlık Örgütü [DSÖ] tanım ve sınıflandırmaları kabul ettiği görülmektedir. DSÖ Hastalıkların Uluslararası İstatistiksel Sınıflamasına göre görme yetersizliği; hafif düzeyde görme yetersizliği, orta düzeyde görme yetersizliği, ağır düzeyde görme yetersizliği ve körlük şeklinde sınıflandırılmıştır ( World Health Organization [WHO], 2006). MEB’in Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliğinde ise herhangi bir sınıflandırma yapılmaksızın, görme yetersizliği “görme gücünün kısmen ya da tamamen yetersizliğinden dolayı, bireyin eğitim performansının ve sosyal uyumunun olumsuz yönde etkilenmesi durumu” olarak tanımlanmaktadır (MEB, 2000). Enç’e (2005) göre görme gücünün yitiriliş başlangıcı açısından genel olarak yapılan sınıflandırma, görme gücünü beşinden önce yitiren doğal körler ve görme gücünü beşinden sonra herhangi bir yaşta yitiren avantajlı körler şeklinde ifade edilmiştir.

Öğrenmenin gerçekleşmesinde tüm duyu organları büyük bir önem taşıyor olsa da, göz oldukça zengin duyumlar sağlaması sebebiyle görme fonksiyonun kaybı durumunda öğrenme becerileri olumsuz şekilde etkilenmektedir (Özyürek, 1998). Özellikle doğuştan görme engelli çocuklar, görsel ipuçları almanın önemli olduğu dil öğreniminin temelini oluşturan iletişim becerileri ve aynı zamanda hareket becerileri, çevreyi araştırma ve kontrol etme becerilerinde yetersiz oldukları için çevrelerindeki dünyayı ve kavramları anlamlandırmaya ilişkin ciddi problemler yaşamaktadırlar (Cavkaytar & Diken, 2012). Bunun için kavram oluşturma sürecinde, yaşadıkları deneyimlerde kullanılan soyut sözel ifadelerin katkısı az olacağından günlük yaşamda kullanılan

nesnelerin somut dokunma duyusuna bağılı görüntüleri önemli rol oynamaktadır (Bitter, 2013). Görme engelliler zihinlerindeki kavramları göstermeye ve dokunmaya ihtiyaç duyması açısından dokunsal ve kinestetik öğrenenler olarak adlandırılmaktadır (Cox & Dykes, 2001). Bu durumda görme engellilerin dokunsal imajları oluşmasında elle tutulup yoklanarak keşif yapılan nesne ya da varlığın her yerini ayrı ayrı yoklayabilmek vakit alacağından parmak ucuyla belirli noktalardan sağlanan duyumlar arasında kalan boşluklar” sorragat” denilen hayali tasarımlarla şekillendirilmektedir (Enç, 2005). Dokunma duyusu nesneye doğrudan temas gerektirmesine karşın uçak, bulut ve fil gibi dokunulma imkânı olmayan varlıklara ilişkin bilgiler, birtakım akıl yürütmelerle veya doğrudan deneyimi olan kişilerin sözel açıklamaları ile öğrenilmektedir (MEB, 2008). Yani görme engellilerin öğretim sürecinde değişiklikler yapılarak koklama, tatma, dokunma ve işitme duyularını veya arta kalan görme gücünü kullanımı sağlatılarak görme gücünün eksikliğinin az da olsa giderilebilmesi son derece önemlidir (Özyürek, 1998).

## **2.2. Görme Engellilerin Eğitimi**

Görme engellilerin eğitimleri için 1785’te Valentin Haouy tarafından Paris’te ‘Genç Körler Enstitüsü’ olarak bilinen dünyanın ilk körler okulu açılmıştır. Daha sonraki yıllarda başta İngiltere olmak üzere Avusturya, Almanya ve Amerika’da da körlerin eğitimi için okullar açılmaya başlamıştır (Baykoç, 2011; Enç, 2005). Ülkemizde ise görme engellilerin eğitimine, İstanbul Sultan Ahmet’teki Ticaret Mektebi’nin bir bölümünde, Grati Efendi tarafından 1889’da açılan sağır okulu eklenen görme engelliler bölümünde başlanmıştır (Enç, 2005). 1921 yılında ise Özel İzmir Sağır ve Körler Okulu kurulmuş ve burada özel eğitim hizmetleri verilmiştir (Cavkaytar & Diken, 2012). Milli Eğitim Bakanlığı verilerine göre, Özel Eğitim Rehberlik ve Danışma Hizmetleri Genel Müdürlüğüne bağılı olarak 16 görme engelliler ilköğretim okulu bulunmaktadır. Görme engelliler okullarında Milli Eğitim Bakanlığınca hazırlanan Körler İlkokulu Öğretim Programı izlenmekte olup, programda yer alan hayat bilgisi, matematik ve Türkçe gibi derslerin, amaçlar ve içerik bakımından normal ilköğretim programına paralel olduğu belirtilmiştir (Tuncer, 1994). Mondelaj-İş, Beden Eğitimi ve Bağımsız Hareket, Kişisel İdare, İş ve Sanat Eğitimi öğretim programına ek olarak bazı farklı dersler yer almaktadır (MEB, 1990).

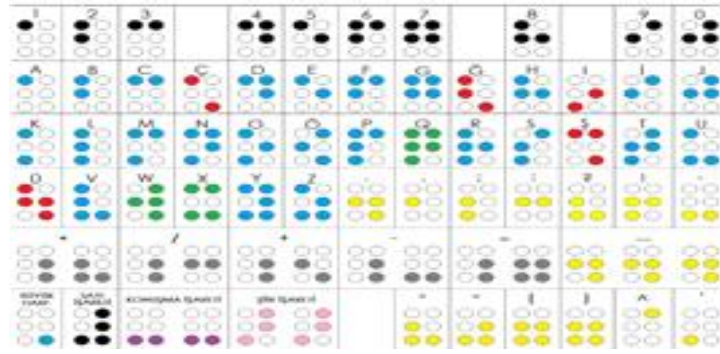
Görme engellilerin eğitim alanında amaçlarını gerçekleştirebilmeleri için eğitimleri; program, personel, eğitim ortamları ve araç-gereç yönünden genel eğitimde farklılık göstermektedir (Ünlü, Pehlivan & Tarhan, 2010). MEB Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nde (2006), kaynaştırma yoluyla eğitim; “Özel eğitime ihtiyacı olan özel gereksinimli bireylerin eğitimlerini, destek eğitim hizmetleri de sağlanarak yetersizliği olmayan akranları ile birlikte resmî ve özel; okul öncesi, ilköğretim, ortaöğretim ve yaygın eğitim kurumlarında sürdürmeleri esasına dayanan özel eğitim uygulamalarıdır.” şeklinde tanımlanmaktadır. T.C. Anayasası ve 573 Sayılı Özel Eğitim Hakkında Kanun Hükmünde Kararname'deki ilkeler dayanak alınarak özel eğitim gerektiren öğrencilerin eğitimlerine eğitsel performansları dikkate alınarak amaç, içerik ve öğretim süreçlerinde uyarlamalar yapılarak kendi akranlarıyla normal sınıflarda devam etmelerine öncelik verilmektedir.

Eğitimde eşitlik ilkesi gereği gören öğrenciler ile görme yetersizliğinden etkilenen görme engelli öğrencilere uygulanan öğretim programları arasında herhangi bir farklılık bulunmamaktadır (Karakoç, 2016). Fakat eğitim ihtiyaçlarının belirlenip giderilmesinde bireysel farklılıkların ortaya çıktığı durumlarda bireyselleştirilmiş eğitim programları ön plana çıkmaktadır. BEP, özel eğitime ihtiyacı olan özel gereksinimli öğrencilerin akademik, zihinsel, duygusal ve sosyal alanlarda elde edilmeleri gereken davranışları göz önünde bulundurularak (MEB, 2013), uzman bir ekip tarafından bu davranışların kim tarafından, nasıl, nerede, hangi yöntemle, hangi materyalle kazandırılacağına yönelik hazırlanan bir plan olarak tanımlanmaktadır (Cavkaytar ve Diken, 2012). Görme yetersizliğinden etkilenmiş bir görme engelli yetersizlik sebebiyle programa ilişkin bireysel öğretim ya da ortalama bir öğretim planı hazırlanılmadığı süreç müfredat konularını anlamakta zorluk yaşamaktadır. Bu durum sözel alanlardaki becerilerin kazandırılmasından daha çok fen ve matematik gibi sayısal alanlardaki becerilerin kazandırılmasında geçerli olduğu belirtilmiştir (Enç, 2005). Dolayısıyla matematik ve fen gibi derslerde görme engelinin ihtiyaçları dikkate alınarak hazırlanılacak BEP sayesinde görme engelli öğrencinin dersi takibi ve anlamasının daha kolay olacağı söylenebilir.

Kaynaştırmanın okul öncesi eğitimden itibaren başlatılması esas alınmasına karşın, destek oda ve gezici öğretmenlik uygulamaları ülkemizde gereği gibi uygulanmaması sebebiyle, temel yaşam becerileri ve temel eğitimde yazı, matematik ve müzik sistemi

ile Braille İngilizce kısaltmaları için gerekli bilgi ve becerileri görme engelliler okullarında aldıktan sonra öğrencilerin ortaöğretimlerini tamamen kaynaştırma uygulamaları şeklinde sürdürmeleri esas alınmaktadır (Ünlü, Pehlivan & Tarhan, 2010). Milli Eğitim Bakanlığının (2017) Eğitim Öğretim yılı istatistik verilerine göre okul öncesinde, bin 721, ilkokulda 79 bin 80, ortaokulda 105 bin 344, ortaöğretim kademesinde ise 33 bin 726 olmak üzere 219 bin 871 kaynaştırma öğrencisi eğitim görmüştür. Türkiye İstatistik Kurumu tarafından yapılan “Nüfus ve Konut Araştırması” verilerine göre 1.043.760 görme engellinin %74,6’sı yalnızca ilkokul seviyesine kadar eğitim almıştır ve %23,1’i ise okuryazar olmadığı belirlenmiştir. Ayrıca okuma yazma bilip herhangi bir okul bitirmemiş olan bireylerin oranı ise %17,7 şeklinde rapor edilmiştir.

Görme engellilerin okuma ve yazma yapabilmeleri için gereksinim duyulan kabartma yazı Fransız Louis Braille tarafından 1829 yılında ortaya çıkarılmış olup, günümüzde de kullanılan okuma yazma sisteminin temelini oluşturmuştur (Baykoç, 2011). Ülkemizde ilk olarak bazı ülkelerin yazım sistemleri esas alınarak Türkçeye uygun bir adaptasyon yapılmışsa da 1951 yılında UNESCO'nun önderliğinde toplanan "Paris Konferansı"nda yeni düzenlemelerle Türkçe Braille Yazı Sistemi son şeklini almıştır. Buna dayalı olarak da Türkçe Braille Yazı Kısaltmaları ve Matematik İşaretleri Sisteminin oluşturulmasına geçilmiştir. 1961 ve 1975 yıllarında yayımlanan kılavuzlarla her iki sistemin kullanılış ve işleyişi düzenlenmiştir (MEB, 1991). Görme yetersizliğinden etkilenen görme engellilerden birincil öğrenme kanalı olarak dokunma duyusunu kullananlar için okuma ve yazma Kabartma Alfabe (Braille Alfabeti) ile gerçekleşmektedir. Dünya üzerinde geleneksel Altı Nokta Körler Alfabeti ve sonrasında Sekiz Nokta Alfabeti şeklinde iki çeşit körler alfabeti vardır. 6 Nokta Körler Alfabeti yapısından dolayı kabartma noktaların yalnızca altı farklı noktanın kombinasyonunu sunabilir. Sekiz Nokta Körler Alfabetinde ise 256 karakter sunabilme imkânı bulunmaktadır (Kohanová, 2006). Kabartılmış altı noktanın değişik şekillerde kombinasyonları ile oluşturulan harfler, rakamlar ve noktalama işaretleri Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



**Şekil 2.1. Braille alfabesinden semboller ve harfler**  
([http://forum.donanimhaber.com/m\\_30114034/tm.htm](http://forum.donanimhaber.com/m_30114034/tm.htm))

Şekil 2.1’de görüldüğü üzere, braille alfabesinde rakamlar için ayrı semboller olmayıp 3. 4. 5. 6. noktaların kabartılmasından oluşan rakam işareti ara vermeden alfabedeki harf sembollerin başına konursa rakamlar elde edilmiş olur. Örneğin; Nokta 1  $\begin{matrix} \bullet \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \\ \bullet \end{matrix}$  “a””A””1” vb. şekillerde okunabilir. Bu belirsizlik braille alfabesini okuma ve yazmada zorlukların yaşanılmasına neden olabilir. Ancak her harf ve noktalama işareti için bir hücre kullanılması nedeniyle, bir sayfaya sınırlı sayıda cümle yazılır, kitapların hacimleri artar ve çok yer kaplar. Bu nedenle her harfin yazılmasını gerektirmeyen sözcük kısaltmalarına gidilmiştir. Kısaltmalı yazı sistemi ise dilimizde yaygın olarak kullanılan ve takıların kısaltılmasından oluşmaktadır. Örneğin, kısaltmalı sistemde “a”, yani 1. nokta “aynı” anlamına gelir (Özyürek, 1998). Görme engellilerin özel olarak hazırlanan kâğıtlara kabartılmış yazıyla yazmak için kullandıkları araçlar daktilo, Braille tablet ve kalemden oluşmaktadır (Özyürek, 1998).

Görme engeline sahip olan bireylerin eğitimi için bireysel ihtiyaçları göz önünde bulundurularak tasarlanan öğretim materyal ve etkinliklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Eryılmaz ve Bülbül’e (2012) göre körlere eğitim ve öğretim sürecinde genellikle kabartma yazılar, ses kayıt cihazları, sesli materyal, ekran okuyucu, not tutucu ve okuyucu kullanırken az görenler ise büyüteçler yardımıyla normal puntolu ve büyük yazılı materyalleri okumasına dair durumlar Şekil2.2’de gösterilmektedir.



**Şekil 2.2. Görememe Durumuna Göre Kullanılan Materyaller**  
(Eryılmaz & Bülbül, 2012, s. 11).

Şekil 2.2’de görülen soru işareti, az gören öğrencilerin genelde kabartma yazı tercih etmediklerini belirtmek için konmuştur. Görme yetersizliği olan bireyler içinde körler, görme kaybından aşırı derecede etkilenen, öğretimini dokunarak okuduğu braille harflerinden oluşan kabartma yazıyla ve konuşan kitapları dinleyerek devam ettirme gereksinimi olan bireylerden oluşmaktadır (Beal & Shaw, 2008). Görme engelli öğrencilerin çoğu görme dereceleri ne olursa olsun okuma ve yazmada Braille kullanmaktadır (Cox ve Dykes, 2001). Kohonova (2008) kaynaştırma okullarında öğretmenlerin Braille alfabesini ve teknolojik araçların nasıl kullanılacağını bilmediklerinden dolayı deneme yanılma yöntemini kullandığını belirtmiştir. Bu durum temelde genel ve özel eğitim arasında, eğitim programını planlama ve uygulama bakımından büyük farklılıklar olmamasına karşın, genel eğitim okullarında görev alacak pek çok öğretmenin, mesleki eğitimleri sırasında, özel eğitime ilişkin yetersiz bir donanımla mezun olmasından kaynaklanmaktadır (Baykoç, 2011). Bayram’ın (2014) yaptığı tez çalışmasında ortaöğretimde kaynaştırma yoluyla alınan eğitimin, öğrencilerin akademik ihtiyaçlarının belirlenmesinde başarılı olmadığı sonucuna varılmıştır. Çeşitli ülkelerin raporlarında da kaynaştırma eğitiminin ilkokulda genellikle iyi gittiği ancak ortaöğretime gelindiğinde ciddi problemler ortaya çıktığı açıklanmıştır (Baykoç, 2011).

Görme engeline sahip olanlar için, ulusal testlerde yapılan bazı düzenlemeler; okuyucu, işaretleyici gibi uzman yardımı sağlanması, metin boyutlarının büyütülmesi, tek kişilik salonlarda sınav olma, sınav süresinin uzatılması, bazı bölümlerin testten çıkarılarak muaf tutulması olarak belirtilebilir (MEB, 2013; ÖSYM, 2013). Şenel (2015) görme

engellilerin sınav tecrübeleri hakkında yaptığı çalışmada elde edilen verileri “sınav görevlileri”, “psikolojik olgular”, “maddeler ve sunum” ve “sınav sistemi” şeklinde dört tema altında kodlamıştır. Maddeler ve sunum teması kapsamında öğrenciler kendilerine yöneltilen maddelerin, lisede aldıkları varsayılan eğitimin değerlendirmesini amaçladığını göz önüne alarak, maddelerin seçimine ilişkin yorum yapamadıkları; daha çok ortaöğretim kapsamının ve kendilerine uygulanan öğretim yöntemlerinin sorgulanması gerektiğini ifade etmiştir. Mevzuattan uygulamaya engelli hakları izleme raporu (2015) 2014 yılına ait Yükseköğretime Geçiş Sınavı (YGS) ve Lisans Yerleştirme Sınavı’na (LYS) başvuru yapanların ne kadarının engelli ve görme engelli öğrencilerden oluştuğuyla ilgili somut veriler belirtilmiştir. Tablo 2.1’de YGS’ye ve LYS’ ye katılan toplam sayı ve bunların arasından engelli ve görme engelli katılımcı sayılarına yer verilmiştir.

**Tablo 2.1.**  
**YGS ve LYS Sınavlarına Katılan Engelli ve Görme Engelli Katılımcı Sayıları**

Sınav Adı	Toplam Sayı	Engelli Sayısı	Görme Engelli Sayısı
YGS	2.086.115	5025	1587
LYS	946.252	1519	510

Tablo 2.1’ de görüldüğü üzere, 2014 yılında YGS’ye başvuran 2.086.115 adaydan yalnızca 5.025’i engellidir. LYS’ye giren 946.252 adayın ise 1.519’u engellilerden oluşmaktadır. Ayrıca LYS’ye katılan engelli öğrencilerin sayısında bir önceki aşamaya göre büyük fark ortaya çıkmıştır. Bunun nedeni; engelli adaylardan barajı geçmek için yeterli puan alanların seviyesinin az olması ve bazı kişilerin YGS ile yerleştirme yapan örgün ya da açık/uzaktan öğretim fakültelerini tercih etmesi şeklinde söylenebilir. Dolayısıyla YGS ve LYS’ye katılan engelli adayların oranı, engelli öğrenciler arasında yükseköğretime devam etmek isteyenlerin genel toplamından çok daha az bir seviyededir. Bunun en önemli nedeni, eğitim ve öğretimde gören öğretmen ve öğrenci topluluğu, kör öğrencilere karşı daha çok duygusal şekilde davranarak onlara akademik başarı konusunda yersiz ve gereksiz kolaylıklar ile ayrımcı uygulamalar gerçekleştirmesi olarak söylenebilir (Enç, 2005). Engelli öğrencilerin bu şekilde

yükseköğretime kadarki süreçte aldıkları akademik eğitim açısından yetersizliklere sahip olması kaçınılmazdır. Ayrıca bağımsız hareket etme becerisinde sınırlılıkları olan görme engellilerin kaynaştırma ortamına entegre edilmesi amaçlandığı halde, sınavlardan oluşan bu denli bir yarışta öğretmenlerin onlarla ilgilenme olanakları oldukça sınırlı olmaktadır (Özgür, 2004).

Bilgisayar tabanlı test ortamında sesli okuma, kontrast renkler görsel sunumda değişiklikler yapılması yazı boyutunda büyütme gibi çok çeşitli düzenlemelerin yapılabilmesi görme engellilerin testlerde mağduriyetini azaltabilir (Tindal, 2002). Yardımcı teknoloji kullanımı her ne kadar güvenilir olmasa da görme engelli öğrencilerin test puanları üzerinde pozitif etkisinin olduğu belirtilmiştir (D'Andrea & Sıu, 2015). Çünkü bilgisayar tabanlı testlerde yapılan hataların düzeltilmesi kağıt kaleme göre daha ucuz olmakla birlikte (Şenel, 2015) bilgisayar ortamındaki testlerin bir kişinin görme engelliye okumasından daha az utanma ve çekinmeye neden olabileceği belirtilmiştir (Stone & Davey, 2011). Şenel (2015) görme engellilerin sınavlarda ne yaşadıkları ve ne hissettiklerini belirlemek için yaptığı araştırmada, onlara bilgisayar tabanlı test kullanılarak bilgisayar teknolojisi ve bireyselleştirilmiş ölçmenin faydalı olabileceğini belirtmiştir. Zhou vd. (2012) araştırmada görme engelli öğrencilerin internet kullanımı ile paragraf anlama, hesaplama ve fen bilimlerinde yüksek test puanları alması arasında pozitif korelasyon olduğunu gözlemlemiştir.

### **2.2.1. Görme Engellilerin Bilişim Teknolojilerini Kullanımı**

Bilişim teknolojileri ve internetin bilgiye erişim yönünden sunduğu imkânlar, engellilerin engelli olmayan bireylerle olabildiğince eşit fırsatlara sahip olmaları bakımından ayrı bir önem taşımaktadır (Kaygısız, Keskin & Oğuz, 2011). Günümüzde geliştirilen yeni teknolojiler sayesinde görme engelliler de çeşitli yazılımsal ya da donanımsal araç-gereçleri kullanarak bir gören kadar etkin bir şekilde bilişim teknolojilerinin sunduğu hizmetlerden yararlanabilmektedir (Tanyeri & Tüfekçi, 2010). Bilişim teknolojilerinin görme engelliler için fırsat ve imkân eşitliğinin sağlamasında bir araç olarak son derece önemli olduğu belirtilmiştir (Bouck, 2010). Abner ve Lahm (2002) tarafından görme engelliler için bilgisayar okuryazarlığının iki açıdan faydalı olduğu söylenmiştir (akt., Eskinazi, 2011). Bunlar, okulda evde ve sosyal çevrede öğrenme faaliyetlerini bağımsız olarak yürütmesi, diğeri de bu teknolojiler sayesinde



normal öğrenme ortamlarına adapte olabilmesi olarak ifade edilmiştir. Bilişim teknolojileri, görme engelli bireylerin aktif iletişim yoluyla başkalarıyla veya öğrenme materyalleri ile etkileşime girmesini sağlayarak hem sosyal hem de öğrenme hedeflerine ulaşmasını sağlamaktadır (Evans & Douglas, 2008).

Pfeiffer ve Pinquart (2013) tarafından yapılan araştırmada 12-19 yaş aralığında değişen 171 görme engelli öğrenci ve 515 gören öğrenci arasında bilgisayar kullanımı karşılaştırılmıştır. Çalışmanın sonucunda görme engelli öğrenciler arasında kör öğrencilerin özellikle iletişimde bilgisayar kullanımının, az gören öğrencilere göre daha yaygın olduğu belirtilmiştir. Gören akranları ile karşılaştırıldığında ise görme engellilerin bilgisayar kullanımının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Eskinazi (2011) tarafından yapılan bir çalışmada ise, “evrensel tasarım” ilkeleri göz önünde bulundurularak, görme engelli öğrencilerin bilgisayar okuryazarlığı eğitiminin yaygınlaştırılması amacıyla bilgisayar dersleri içeren “erişilebilir” internet sitesi hazırlanmıştır. Altı Nokta Körler Vakfı Rehabilitasyon Merkezi’ndeki bilgisayar öğretmeni ve görme yetisini tamamen kaybetmiş 10 öğrenci tarafından test edilerek, hazırlanan internet sitesinin kullanılabilir olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Görme engelli öğrencilerin bilgisayar okuryazar eğitimi almaları onların başarılı ve üretken bireyler olarak yaşamlarını bağımsız olarak sürdürmelerinde çok büyük önem taşımaktadır (Bayir, Keser & Numanoğlu, 2010).

Sunulan bilgi ve hizmetlere erişimde zorluk yaşayan görme engelliler, yardımcı teknoloji aracılığıyla çeşitli bilgi kaynaklarından ve hizmetlerinden faydalanabilmektedir (Aydın, 2011). Yardımcı teknoloji veya destekleyici teknoloji, engelli bireylerin fonksiyonel kapasitelerini artırmak, iyileştirmek ve korumak amacıyla uyarlanan, değiştirilen, para karşılığı elde edilen ürün ya da araç olarak da tanımlanmaktadır (Individuals with Disabilities Education Act, [IDEA], 1997). Günümüzde görme engellilerin kullanımına sunulan yardımcı teknolojik araçlardan en yaygın olanları arasında ekran okuma programları, tarayıcılar, Braille ekranlar, Braille yazıcılar ve çeşitli ekran büyütücüleri sayılabilir (Afb, 2014; Subaşıoğlu, 2000). Türkiye’de görme engelliler tarafından Türkçe sentezleyicilerle birlikte en sık kullanılan ekran okuma programlarından birincisi Jaws for Windows ekran okuma programı ve ikincisi ise ücretsiz olması sebebiyle Görsel Olmayan Masaüstüne Erişim (NonVisual Desktop Access, [NVDA]) yazılımı olarak belirtilmiştir (Eskinazi, 2011). Jaws for

Windows ekran okuma yazılım programı yaygın olarak fare kullanılmadan klavye kısayolları ile birlikte kullanılarak bilgisayar ekranındaki metnin sese dönüştürüldüğü metinden okuma (Text-to-Speech, [TTS]) teknolojisi sayesinde görme engelliler ses çıkışlarını dinleyerek bilgisayar uygulamaları ile etkileşimde bulunabilmektedir (Eskinazi, 2011). Ayrıca tarayıcı yardımıyla ihtiyaç duyulan kitap taranarak bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra ekran okuyucunun okuyabilmesi için Optik Karakter Tanıma (Optic Character Recognition- OCR) yazılımları gerekmektedir (Aydın, 2011).

Yardımcı teknoloji, görme engelli öğrencilere (az gören ve kör) kalan duyuları (işitme, dokunma ve tatma) ve yeteneklerinden (sözlü dil vb.) faydalanarak veya mevcut görme becerilerinin artırılması aracılığıyla okulla ilgili birçok etkinliğe erişimini sağlamaktadır (Mulloy, Gevarter, Hopkins, Sutherland & Ramdoss, 2014). Johstone vd. (2009), yaptıkları çalışmada belirli yardımcı teknolojilerin görme engelli öğrencilerin öğretim aldığı genel ve özel eğitim okullarında hem öğretim hem de değerlendirme amaçlı öğretmenleri tarafından ne derece kullanıldığını araştırmıştır. Ekran okuyucu programı, Braille yazıcı, bilgisayar ekran büyütücü gibi ileri teknolojik araçlar ile birlikte Braille yazmak için kullanılan Braille tablet, kalem, el büyüteçleri gibi düşük teknoloji araçlarının okul ortamında yer aldığını ifade etmiştir. Görme engelli öğrencilerin bilgiye erişimi büyük punto veya kabartma yazı ile yazılan materyaller ve gören akranları ve öğretmenleri tarafından yapılan sesli okumalar aracılığıyla sağlanmanın (D'Andrea & Sıu, 2015) yanında ihtiyaçları göz önünde bulundurularak basılı ve dijital bilgiye eşit erişim imkânları da sağlanmaktadır (Smith & Kelly, 2014). Yardımcı teknoloji, görme engelli öğrencilerin eğitim öğretim müfredatına erişim kolaylığı sağlamakla birlikte sınıf ortamında onların bağımsızlıklarını artırmalarına, Braille bilmeyen sınıf arkadaşları ve öğretmenleri ile doğrudan etkileşimlerini sağlayarak gören akranları ile eşit fırsatlara sahip olmalarına imkân tanımaktadır (D'Andrea & Sıu, 2015).

İnternet, bilgiye ulaştırmayı tüm bireyler için kolaylaştırmakla birlikte özellikle görme engelli bireylerin bilgiye erişimi ve iletişimi için yeni ve oldukça zengin bir bakış açısı sunmaktadır (Eskinazi, 2011; Arrigo, 2005). Görme engelli öğrencilerin yaşantılarını zenginleştirme ve çevresini genişletmeleri için teknoloji ürünü araç gereçlerden bilgisayar ve internetin akılcı biçimde planlanıp uygulamaya konması son derece önemlidir (Tanyeri & Tüfekçi, 2010). Kraliyet Ulusal Körler Enstitüsüne (Royal National Institute of Blind People, [RNIB], 2011) göre "*internetin braille icadından*

*beri en önemli iletişim”* gelişmelerinden biri olduğu ifade edilmiştir. İnternet aracılığıyla çok sayıda kör ve az görenlerin görebilenler gibi aynı koşullarda aynı bilgi zenginliğine erişimi sağladığı belirtilmiştir.

Günümüzde eğitim ile ortaya konulan ve internet kullanımını da gerektiren yeni teknolojilerden birisi de uzaktan eğitimidir. Ayrıca yeni nesil internet teknolojilerinin uzaktan eğitimde çok yaygın kullanılması sebebiyle uzaktan eğitim, internet tabanlı eğitim, sanal eğitim, web tabanlı eğitim, e-öğrenme, online eğitim, kavramları birbirlerinin yerine kullanılmaktadır (Yorgancı, 2015; Koustriava & Papadopoulos, 2014). Uzaktan eğitim, öğrenenlerin ve öğretenlerin zaman ve/veya mekân açısından bir arada olmadığı, öğrenenler, öğretenler ve öğrenme kaynakları arasındaki etkileşimde uzaktan iletişim sistemlerinin kullanıldığı; bu nedenle özel olarak hazırlanmış öğretim üniteleri tasarımı ve belirli yönetsel açıdan düzenlemelerin yapılmasını gerektiren eğitim süreci olarak tanımlanmaktadır (Simanson vd., 2012). Paulsen’e (1995) göre uzaktan eğitimin;” Öğretmen-Öğrenci Etkileşimi” (Sorgulama Stratejileri) “Öğrenci-İçerik Etkileşimi” (Grup Tartışması ve Örnek Olaylar) “Öğrenci-Öğrenci Etkileşimi” (Rol Oynama ve Tartışma) “Öğrenci-Teknoloji Etkileşimi” “(Eş zamanlı (Senkron) ve Eş zamansız (Asenkron) Etkileşim” olmak üzere dört temel iletişim türünden oluştuğu belirtilmiştir.

21. yüzyılda uzaktan eğitimin özel eğitim alanında kullanılabilmesi için yardımcı teknolojilerin bilgiye ve öğrenmeye uygun erişim ile problemleri çözebilmesi ve aynı zamanda bilgi ve iletişim teknolojileri ile planlanmasını gerekmektedir (Koustriava & Papadopoulos, 2014). Uzaktan eğitim, görme engelliler ve diğer engel gruplarının eğitiminde önemli fırsatlar sunmaktadır (Leporini & Buzzi, 2007; Göker & Tekedere, 2016). Çünkü uzaktan eğitim esneklik ve kolaylık, öğrenciler arasındaki iletişimi kolaylaştırma ve onların ihtiyacına uyum sağlayarak çoklu ortam araçları ile öğrenme deneyimlerinde çeşitlilik sağlamaktadır (Leporini & Buzzi, 2007). Ayrıca yüz yüze eğitimin karşılayamadığı eğitim talepleri karşılanabilmekte, eğitim hizmetinin ulaştırılması zor olan bölgelere ulaşımı mümkün hale gelmekte, zaman ve ortam sınırlılıkları ortadan kalkmakta ve böylece engelliler açısından eğitimde fırsat eşitliği sağlanabilmektedir (Öztürk, 2011).

Elektronik veya dijital ortamda sunulan yazımsal materyal olarak tanımlanan elektronik metin, görme engelliler gibi okuma güçlüğü olan engellilere destek sağlaması ve erişilebilirliği artırması sebebiyle elektronik destekli metin (supported electronic text) veya destekli eText olarak adlandırılmaktadır (Anderson-Inman & Horney, 2007). Görme engelli sözel ve yalın metinden oluşan elektronik metin, içeriğe ekran okuyucu programları yardımıyla etkin ve doğru biçimde etkileşim kurabilir. İmaj, imaj PDF, JPEG, GIF, grafik, sayısal veriler gibi içerikler sorunludur ve bunları aşmanın en kolay yolu insani öğelerin yaptığı sesli açıklamalar veya ses kayıtlarını ilave etmektir (Arı, 2015). Dolayısıyla görmeyenler için içeriklerin temel HTML, Word dosyaları, erişilebilir PDF dosyaları, sesli betimleme ve sesli kayıtlar şeklinde olması ve ekran okuyucunun erişilebilirliğinin denetlenmesi gerekir. Amerika'da Milli Eğitim Bakanlığı tarafından Özel Eğitim Programları Yönetmenliğince 5 yıl süreyle finanse sağlanarak Oregon Üniversitesinde kurulan Ulusal Elektronik Destekli Metin Araştırma Merkezi (NCSeT) basılı materyalleri okuma güçlüğü çeken öğrenciler (görme engelli, disleksi v.b.) için yardımcı teknoloji olarak kullanılan elektronik metinlerin hem gelişimi hem de seçiminde kavramsal çerçeve sunma konusunda yardımcı olmaktadır (Anderson-Inman & Horney, 2007). Görme engelliler için geleneksel formattaki ses ve Braille'nin yanı sıra teknolojik modern öğretim, sayısal teknolojiler ve yazılım programları ile elektronik metin veya dijital metin, büyük baskı gibi daha fazla sayıda formatın kullanımına fırsat tanımaktadır (IFLA, 2005b, s.48).

Zaman ve mekân boyutları dâhil uzaktan eğitim yapılmasının temel amacı, eğitim fırsatı hakkını bireylere sağlama bağlamında özellikle görme engelliler için derin bir potansiyel ve fırsatlar yelpazesi sunmaktadır (Arı, 2015). Çünkü kaynaştırılmış eğitim verilen okullarda görme engelli öğrenciler için ders takibi zor olmakla birlikte kullanılacak materyaller de yetersiz kalmaktadır. Ayrıca görme engelli bireyler, eğitim ve günlük yaşamda karşılaştıkları sosyal ve psikolojik problemlerin yanı sıra erişebilecekleri kabartma yazı kaynakların azlığı ve ses vb. farklı duylara hitap eden kaynakların maliyetinin çok yüksek ve hazırlanmasının uzun zaman gerektirmesi gibi güçlükler ile karşılaşmaktadırlar (Eskinazi, 2011). Uzaktan eğitim yöntemi düşük maliyet, kolay yayımlanabilme, iletişim yollarının ve yazılımlarının internet aracılığı ile desteklenmesi ve kolay ulaşabilme (Aytaç, 2002) gibi özellikleri ile eğitim

programlarının uygulanmasında karşı karşıya kalınan standart düşüklüğünü yükseltebilir ve bu şekilde fırsat eşitsizliğini en aza indirerek bütünlüğü sağlayabilir (Odabaş, 2004).

Koustriva ve Papadopoulos (2014) yaptıkları çalışmada görme engellilerin uzaktan eğitime yönelik tutumlarını ve katılımcıların kişisel özellikleri ile tutumları arasındaki ilişkiyi 20-40 yaş aralığındaki görme engellilere yapılandırılmış tutum ölçeği kullanarak incelemiştir. Çalışma sonucunda eğitim düzeyi ve bilgisayar kullanım sıklığı arttıkça uzaktan eğitime karşı olumlu tutumların da arttığı görülmüştür. Yurtay vd. (2015), de uzaktan eğitim portalında görme engelli kullanıcıların içeriğe hızlı ve tam olarak erişiminde yapılan yönlendirilmelerin engelin ihtiyacına yönelik olacak şekilde düzenlenmesi gerektiğini belirtmiştir. Uzaktan eğitim portalında, görüntü ve diğer hareketli nesnelerin tek tıklamayla erişilebilir olması ve alt metin ile açıklamaların bulunması ayrıca ekran okuyucu programları ile birlikte kullanılacak kısayol tuşları üzerine düzenleme yapılarak erişilebilirlik ve kullanılabilirlik sağlanabilir. Görme engelli bireyler sayfadaki içeriği sesli olarak algılar ve yalnızca klavye aracılığıyla gezinirken fareyle veya diğer işaretleme araçlarıyla etkileşime girmez. Doğrudan içeriğin en önemli öğelerine atlamak için ise Tab tuşlarıyla gezinme ve kısayollar sağlanırsa klavye aracılığıyla sistemle etkileşim basit hale dönüşebilmektedir. Eğer bu içerikler ihtiyaçlarına özel olarak dikkatle tasarlanmadıysa okuma süreci zaman alıcı ve bazen de zor ve sinir bozucu hale dönüşmektedir. Bu durum görme engelli kullanıcının dikkatini dağıtmakta ve eğitim faaliyetlerine odaklanmasını zorlaştırmaktadır (Leporini & Buzzi, 2007).

Muwanguzi ve Lin (2010) tarafından yapılan çalışmanın amacı, online teknolojilerden biri olan Blackboard yazılım programının görme engelli öğrencinin eğitim materyallerine erişimdeki duygusal tepkilerini ve kullanılabilirlik sorunlarını inceleyerek, öğretmenlerin görme engelli öğrencilerin online öğrenim deneyimlerini daha iyi anlamalarına yardımcı olmaktır. Çalışmada öğrenim yönetim sistemlerinden biri olarak da ifade edilen Blackboard yazılım programının erişilebilirlik anlamında yetersiz olması sebebiyle görme engelli öğrenciler, akademik süreçte engeller ile karşılaşmıştır. Blackboard yazılımında sohbet java tabanlı olduğundan ekran okuyucu sohbet metinlerini okuyamamakla birlikte aynı zamanda pdf, powerpoint slaytları ve linkler de okunamamaktadır. Freire vd. (2010) yaptıkları durum çalışmasında görme engelli öğrenciler için eş zamanlı e-öğrenme faaliyetleri ve arabulucu sağlayan

etkileşimli beyaz tahta önerisi sunmuştur. Etkileşimli beyaz tahta, canlı arabulucu tarafından sağlanan erişilebilir etkileşimli metin açıklamaları ile birlikte farklı özellikler (grafik, video vb.) sağlanması üzerine tasarlanmıştır. Çalışmada daha çok görme engellilerin öğrenme etkinlikleri sürecinde erişilebilir grafiksel içerik ile etkileşimi üzerinde etkili olduğu ama ses ve sohbet özelliğinin eklenmesiyle daha iyi olabileceği belirtilmiştir.

Göker ve Tekedere (2016) engellilerin eğitiminde e-öğrenme ortamlarının kullanımı konusunda 1986-2015 yılları arasında Yükseköğretim Kurulu (YÖK) veritabanında yayınlanmış lisansüstü tezleri, içerik analizi yöntemi ile incelemişlerdir. Bu çalışma, ilgili konuda yapılan 36 çalışma ile sınırlıdır ve bunların çoğunun hedef kitlesi ilköğretimdir; lise ve üniversite incelemesi bu çalışmalarda oldukça azdır. Engellilere yönelik e-öğrenme ortamlarının kullanımı konusunda yapılan lisansüstü tezlerin bir kısmında eğitim ortamı (uzaktan eğitim, yüz yüze eğitim) tasarlanarak engelli bireyler üzerinde denenirken bir kısmında ise cihaz tasarlanmış ya da yazılım geliştirilmiştir. Araştırma kapsamında incelenen tezlerin %30,6'sı görme engellileri kapsamaktadır. Yurtay vd. (2015), görme engellilerin ihtiyaçları düşünülerek eğitim materyalleri ve kaynaklarına rahatlıkla erişebilecekleri uzaktan eğitim portalı geliştirmiştir. Çalışmanın sonunda uzaktan eğitim portalının görme engelli öğrencilere dinamik interaktif eğitim fırsatları sunduğu belirtilmiştir. Bu sebeple uzaktan eğitim teknolojisinde kullanılan internet tabanlı eğitim programları aracılığıyla verilen hizmetlerin görme engellilerin de rahatlıkla kullanabilecekleri şekilde onların kullandıkları gereçlerle uyumlu şekilde geliştirilmeleri gerekmektedir (Tanyeri & Tüfekçi, 2010).

Görme engelli öğrencilerin öğretmenlerine ilettikleri farklı teknoloji ve öğretim metotları kullanılarak uzaktan eğitim ile verilen programlarda sıklıkla yaşanan teknik problemler; sunucuda kesilme ve donanımların güncellenmesi, yazılım ve düzenlemelerin uyumsuzluğu, ses problemleri, kullanıcıların teknik beceri eksikliği, erişilebilir teknoloji sorunları şeklinde ifade edilmektedir (Cooper & Keefe, 2008; Trief, Decker & Ryan, 2004). Birçok üniversite ve eğitim kurumu uzaktan eğitim için kurulan e-öğrenim web sitelerine sahip olmakla birlikte neredeyse hiçbiri görme engelli kullanıcılar için tasarlanmamıştır (Yurtay vd., 2015; Freire, 2010). E-öğrenme ortamlarının görme engelliler için erişilebilirliği konusunda yapılan çalışmalara literatürde sık rastlandığı belirtilmiştir (Arrigo, 2005). Engelli olanlar dâhil olmak üzere

bütün kullanıcılar için e-öğrenme ortamının sistemi ve içeriğinin erişilebilir ve kullanılabilir olması gerekir (Leporini & Buzzi, 2007). Freire vd. (2010) e- öğrenme ortamında görme engelli kullanıcıları kapsayan birçok girişim olmasına rağmen hala interaktif ve eş zamanlı multimedya e-öğrenme uygulamaları ile ilgili araştırmaların yetersiz olduğundan bahsetmiştir. E-öğrenme, görme engelli öğrencilere yönelik uyarlanmış ekran okuyucu ve büyütme yazılımlarını uygun bilgi ve iletişim teknolojileri aracılığıyla yükseköğretime katılımı kolaylaştırma potansiyeline sahiptir (Fichten vd., 2009).

Ülkemizde engellilerin uzaktan eğitimden faydalanmasına yönelik Açık Öğretim Lisesi Yönetmeliğinde, sözleşmenin 15. maddesi kayıt şartları arasında zihinsel engelli olmamak şartıyla ilköğretim okulu/ortaokul mezunu olan tüm bireylere kayıt hakkı tanınmıştır (MEB, 2005a). Eğitimde Görme Engelliler Derneğinin Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Uygulamaları ve Görme Engelli Öğrenciler Raporu'nda, Açık Öğretim Sistemi web uygulamalarının tamamının, görme engelli bilgisayar kullanıcıları tarafından rahatlıkla dolaşım sağlanabilmesi için erişilebilir tasarım W3C (World Wide Web Consortium) standartlarına uygun olması gerektiği belirtilmiştir. İnternet üzerinden erişilen e-öğrenme Açık Öğretim portalında basılı kitaba alternatif üretmek amaçlı çoğunlukla sayısal kitaplar dışındaki ders kitaplarının PDF formatında erişimi ya da bilgisayar sesiyle mp3 formatına dönüştürülmüş halleri yer almaktadır. Fakat bilgisayar sesi kullanılarak oluşturulan ses dosyaları ise, okuma hızı tercihinin kişiden kişiye değişmesi, ses sentezleyicisine uyum ve geçmişte insan sesiyle okunan kitapların anlaşılabilirliğinden uzak olması gibi nedenlerle verimli bulunmamaktadır. Dolayısıyla Arı (2015) yaptığı çalışmada, görme engelli öğrenen olarak uzaktan eğitimle öğrenme deneyimlerinde etkileşim türlerinden insan bileşenli süreçlerin önemli olduğunu; net, açık ve akıcı bir iletişim tarzına sahip öğretici ve öğrenenlerin var olması gerektiğini belirtmiştir.

### **2.3. Görme Engelli ve Matematik Eğitimi**

Matematik mükemmel bir eşitleyici ise herkesin de bu dersten yararlanma fırsatlarının eşit olması gerekir. Matematik için doğuştan belirli bir seviyede yeteneğin olması gerektiğine inananların aksine araştırmacılar herkesin matematik öğrenebileceğini; ama

aynı öğretim metotları veya aynı koşullar altında olmasının şart olmadığını düşünmektedir (Baki & Çakıroğlu, 2010). Görme engelli öğrencilerin matematik öğrenimi imkânsız olarak görülmesine karşın günümüzde çeşitli araçların gelişimi ve etkili öğretim yöntemleri ile birlikte herkes gibi onlar da etkili bir şekilde matematik öğrenebilir (Mani, Plernchvaivanich, Ramesh & Campell, 2005; Spindler 2006). Matematik anlayışının herkes için eğitim ve mesleki fırsatları arttırması sebebiyle (Brawand & Johnson, 2016) görme engellilerin de akranları gibi aynı seviyede matematik öğrenmesi gerekir (Tindell, 2006).

### **2.3.1. Matematik Öğreniminde Zorluklar ve Stratejiler**

Görme engelli ve matematik eğitimi çalışmaları ile ilgili literatürde sıklıkla görme engellilerin matematik öğrenimi ve öğretiminde karşılaştıkları zorluklar ve stratejileri üzerine odaklanılmıştır. (Cahill, 1996; Simalolo, 2006; Spindler, 2006; Bayram, 2014; Klingenberg, 2007). İngiltere merkezli kuruluş Kraliyet Ulusal Körler Enstitüsü (Royal National Institute of Blind, [RNIB], 2011) raporunda, görme engelli öğrencilerin matematik öğreniminde birçok zorlukla karşılaştıkları belirtilmiştir. İlk olarak çevrelerini gözlemlene imkânına ya hiç sahip değiller ya da çok az oranda sahiptirler. Dolayısıyla gören öğrencilerin günlük yaşamlarında tesadüfî öğrendikleri bilgileri görme engellilerin derslerde kazanmaları gerekir. Çünkü gören çocuklar, görme engellilerin aksine günlük yaşamda sayı algısını kullanmak için birçok tesadüfî imkâna sahiptirler. Görme engelli öğrencilerde sayı algısının doğal gelişimi için gerçek dünyada problem çözme, sıralama, eşleştirme, karşılaştırma ve açıklama gibi süreçte rehber olunarak uygulamalar yaptırılması ve onların doğrudan yönlendirilmesi gerekmektedir (Kapperman, Heinze & Sticken, 1997; Mason & McCall, 2013). İkincisi görme engelli öğrenciler, görenlere göre kavramları yavaş öğrenmektedirler. Yavaş öğrenmelerinin sebebi doğuştan yetenekleri nedeniyle değil birçok faktöre bağlı olup bunlar; bilgiyi tahmin etme dezavantajları dâhil olmak üzere, öğrenmelerinde vücutlarını kullanımının gerekliliği, temsil gösterimleri (tablo, diyagram, grafik vb.) ve materyale erişimde yer alan fiziksel problemleri içermektedir (RNIB, 2011).

Görme engelli çocuklar matematiksel problemi çözmeye kullanılan araç ve gereçler, metot ve örgütleyici fikirlerin sınırlılıklarından dolayı matematik öğreniminde görenlere göre daha yavaştır (Mani, Plernchaivanich, Ramesh, & Campbell, 2005). Alajarmeh

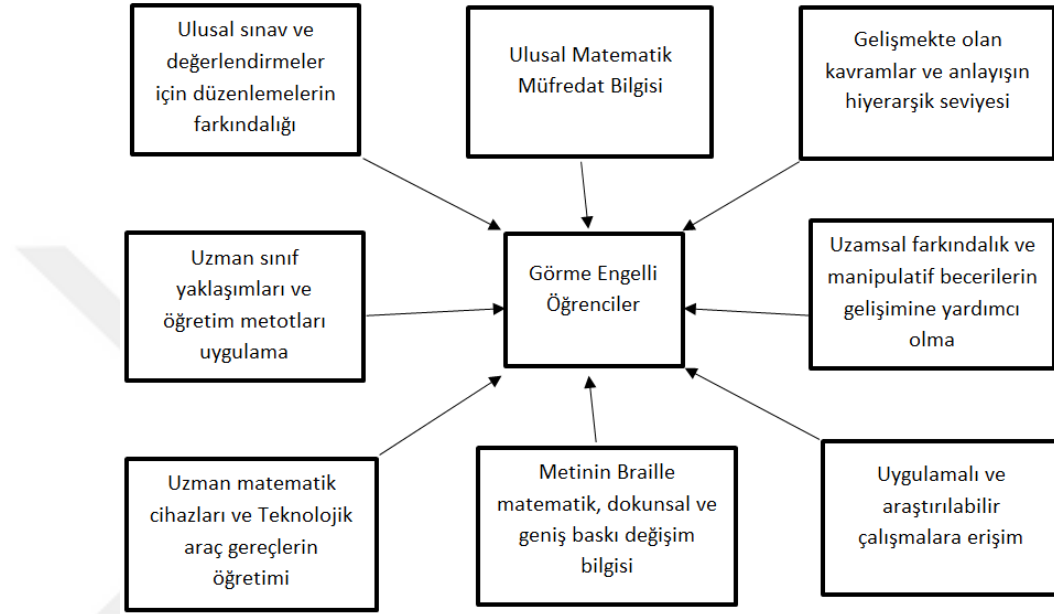


(2014), görme engelli öğrencilerin matematikte kavramsal anlama ve işlemsel akıcılıkta zorluklara yaşadığını belirtmiştir. Bu durumun sebepleri; görsel algı eksikliğine bağlı bilgiyi işleme süreci, görsel olarak alınan bilgilere dayalı görsel hafıza ve görsel bilgi temelli kavram imgelerinin görsel-uzamsal ilişkilerini oluşturma şeklinde ifade edilmiştir. Ayrıca matematiksel kavramların soyut nitelikte olması ve konuların oldukça görsel sunumu nedeniyle görme engellilerin matematiksel becerileri kazanması daha zor olabilmektedir (Brawand & Jonhson, 2016). Dick ve Kübiak (1997) görme kaybının matematik öğrenimi üzerinde etkilerini; “*Yön, miktar, şekil ve mantıksal özellikleri tanımlamak ve sınıflandırmak matematiğin merkezinde yer alır. Matematiksel dilin çoğu, görsel referanslara dayanır. Görselleştirmek için başvurulmuş matematiksel kavramların açıklamaları, gören öğrenciler için anında kullanılabilir ama onlar görme engelliler için önemli ölçüde daha fazla bilişsel süreç gerektirir...Görme bozukluğu diğer duylardan daha çok matematik öğreniminde sorunlar ortaya çıkarır.*” şeklinde ifade etmiştir.

Ülkemizde görme engelliler için Türkçe olarak yazılmış matematik Braille sistemi 1956 yılında oluşturulan bir komisyon tarafından hazırlanmıştır. Komisyon, çalışmalarında H. M. Taylor tarafından yazılan *Braille Mathematical Notation* adlı kitabı referans olarak bu çalışmayı gerçekleştirmiştir. 1991’de basılan Braille yazı kılavuzunda ise matematiğin ilk kurallarından başlanarak ileri matematik düzeyine kadar yapılacak ve mürekkep baskılı matematik kitaplarının Braille gösterimine yol gösterici olup bir matematik öğretim sistemi değildir (MEB, 1991). Braille matematiksel semboller 6 noktalı Braille’yi temel alarak her ülke kendisine ait bir veya birden fazla Braille matematiksel standartlar geliştirmiştir. (Bitter, 2013; Karshmer, 2007). Matematik ve fen bilimleri için farklı ülkelerde kullanılan çeşitli Braille kodları vardır (Bitter, 2013). ABD ve Güneydoğu Asya ülkelerinde 1946 yılında Abraham Nemeth tarafından doktora tezini tamamlamak için tasarlanmış olan Nemeth kodunda, lineer şekilde matematiği iletebilmek için aynı 6 dot hücreli Braille’de kullanılan kodlama sistemi mevcuttur (Nemeth, 1972). Diğer ülkelerden İngiltere’de Unified Braille kodu (UBC), Almanya’da ise Marburg kodu örnekleri verilebilir.

Görme engelli öğrenciler çevresindekileri bir bütün olarak göremediğinden sözlü açıklamalar onların hiç görmediği puzzle tamamlama çalışmalarına benzetilebilir. Matematik ise onları iyi bir geleceğe, yaşama hazırlama ve puzzle tamamlamada

merkezi rol üstlenmektedir. Mason & McCall'a (2013) göre, matematik müfredatı etkinliklerinin görme engelli öğrencilere, yetişkin yaşamları, daha ileriki eğitim çalışmaları ve sonuçta istihdamları için gerekli beceri ve anlayış gelişimi sağlaması gerekmektedir. Şekil 2.3'te gösterildiği gibi yüksek nitelikteki eğitim öğretim, her gencin hakkı olduğu gibi görme engellilerin de hakkıdır



**Şekil 2.3. Görme Engelliler için Yüksek Nitelikteki Eğitim Hakkı  
(Mason & Mc Call, 2013)**

King Sears (2001) tarafından görme engelli ve özel eğitim ihtiyacı olan öğrenciler için müfredat değişiklikleri dört şekilde tanımlanmıştır: materyal, uyum (adaptasyon), paralel müfredat ve örtüşen müfredat. Program ve materyallerdeki değişiklikler, öğrenci-öğrenim çıktıları, öğretim metotları ve içerik dâhil öğretim programında yer alan eğitimin çeşitli bileşenlerinde değişikliği gerektirmektedir. Ortaöğretimde görme engelli öğrenciler için matematik öğretim programının hedefleri, öğrencinin konular ve süreçler arasındaki benzerlik ve farklılıklar, sembol algısı, cebir ifadelerin anlamı ve zihinsel şemaların gelişimi gibi belirli kavramlar anlayışı üzerine odaklanmaktadır. Abaküs, Braille kodları, manipülatifler, dokunsal grafikler ve uygulamaları ile ilgili deneyimler aracılığıyla matematiksel kavramların öğretilmesi ilk yıllarda başlamalı (Amato, Hong & Rosenblum, 2013) ve bunların birleşimi kullanılarak akademik amaçlara ulaşması sağlanmalıdır (Brawand & Johnson, 2016).

Matematiksel formüllerin Braille temsilleri iki boyutlu gösterimi olmamakla birlikte Braille matematiği oldukça karmaşık ve uzun olduğu belirtilmiştir (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007; Stöger & Miesenberger, 2015; Archambault & Fitzpatrick, 2008). Braille alfabesi ile matematik okuma ve yazma, braille edebi metin okuma ve yazmaya göre daha problemlidir olduğu ifade edilmiştir (Karshmer & Bledsoe, 2002). Bu durumun nedenlerinden birincisi Braille alfabesinin lineer olması ve ikincisi braille alfabesi ile matematik yazımının çok fazla karakter içermesi şeklinde söylenmiştir. Matematikte basit denklem ve ifadeleri yazmada problem yoktur. Örneğin; öğrenci  $f(x)=ax^2+bx+c$  denklemini yazmak isterse, buna karşılık gelen karakterler braille matematik yazımında  $f(x)= a*(x^2)+b*(x)+c$  olacak şekilde kullanılmaktadır. Ya da ifade;  $f(x) = \dots$  ise öğrenci bu durumda  $f(x)=[3*(x^3)]:[(x^2)+4]$  olacak şekilde çok fazla karakterin braille karşılığını yazması gerekmektedir. Sonuç olarak matematiksel ifadeler karmaşık hale geldikçe onlara karşılık gelen braille gösterimlerde kullanılan karakterlerde daha karmaşık ve uzun ifade haline dönüşmektedir.

Öğretmenlerin matematik ve fen alanında görme engelli öğrencilerin potansiyellerinden faydalanamamalarının sebebi, özel eğitim alanında yeterli beceriye sahip olmamaları şeklinde açıklanmıştır (Maguvhe, 2015). Vojtech (2014) tarafından yapılan çalışmada da ortaöğretim öğretmenlerinin neredeyse tamamının görme engellilere matematik öğretiminde isteksiz olduğu ve sıklıkla da müfredatta bazı değişiklikler ile konuların zor kısımları çıkartılıp azaltılarak onların öğrenmesi için yeterince çaba gösterilmediği belirtilmiştir. Ülkemizde ise matematik, fen dersleri ve coğrafya gibi derslerde görmeden yapılması mümkün olmayan konulardan sorumlu olmayacakları Milli Eğitim Bakanlığı Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği'nde yer almaktadır. Eryılmaz ve Bülbül'e (2012) göre müfredatta kazanımlar engel grupları düşünülerek hazırlandığı belirtilmemiş olmasına rağmen öğretmenler tarafından hazırlanan Bireyselleştirilmiş Eğitim Planlarında (BEP) görme engelli öğrenciler şekilli sorulardan muaf tutulmaktadır (s.13). Ayrıca BEP planına öğretilemez denilen şekilli soru ile ilgili kavrama ilişkin şekilsiz sorular sınavlarda çıkabilmektedir.

Görme engelli ve matematik alanındaki araştırmalar çoğunlukla geleneksel ve teknolojiye dayalı Braille matematiği öğretimi üzerine odaklanmıştır (Kohonova, 2006; Rosenblum & Amato, 2004). Rosenblum ve Amato (2004) de görme engelli

öğrencilerinin öğretmenleri olan toplam 125 kişi üzerinde Nemeth kodu öğrenme ve öğretme sürecinde kullanma deneyimlerinin incelendiği bir çalışma gerçekleştirmiştir. Katılımcılara öğrencilerinden kaç tanesinin Nemeth kodu kullandığı ve kaç tanesinin akademik öğrenciye sahip olduğu sorulmuştur. Anketlerdeki sorular mail aracılığıyla dağıtılmıştır. Anketlerin değerlendirilmesi sonucunda üniversite programlarında yoğun Nemeth kodu hazırlık çalışmalarına ihtiyaç duyulduğu ortaya çıkmıştır. Üniversite programlarının öğrencilere Nemeth kodunda materyal üretmek için kullanılan araçların beceri ve erişiminin sağlanması gerektiği belirtilmiştir. Çalışmada, ders kitaplarının Braille alfabesine göre çevrildiğinde birkaç doğruluk problemi ve baskı farklılıkları olduğu belirtilmiştir. Ayrıca matematiksel içeriği yazma ve okuma yapmaksızın matematiği öğrenmek görme engelli öğrenciler için bir hayli zor olacağı ifade edilmektedir.

Rule, Stefanich, Boody ve Peiffer (2011), fen bilimleri ve matematik sınıflarında görme engelli öğrencilerin engeline yönelik uyarlanmış materyaller aracılığıyla işlenen dersleri, bir yıl süreyle incelemiştir. Çalışmanın verileri 15 fen ve matematik öğretmenin süreçte öğrencilere karşı tutumları, çalışma ile ilgili eğitim ve performansları ve lise öğrencilerinin eğitime yönelik eğilimleri gözlem ve anket uygulanarak toplanmıştır. Ayrıca ön-son test uygulamalarından sonra öğretmenlerin 1 yıl süresinde öğrencilerin ve kendilerinin elde ettikleri başarıları ve karşılaştıkları zorlukları anlatan bir öykü yazmaları istenmiştir. Çalışma sonucunda sesli ve dokunsal materyal gibi uygun öğretim metotları ile birlikte bilgili ve destekleyici öğretmen desteğiyle görme engelli öğrencilerin fen bilimleri, matematik teknoloji ve mühendislik (STEM) alanındaki disiplinleri kavrayacağı ve bu alanda başarılı olabileceği ortaya çıkmıştır.

Bütünleştirilmiş eğitime yönelik oluşturulan kaynaştırma sınıflarında matematik müfredat içeriği sözlü anlatımla birlikte tahtaya yazılarak işlenmesi sırasında, görme engelli öğrenci dersi takip etmede sıkıntılar yaşanmaktadır (Mani, Plerchaivanich, Ramesh, & Campbell, 2005). Ayrıca görme engelli öğrenciler temel matematik kavramlarını öğrenseler bile cebir içeren herhangi bir matematiksel konuda genel olarak 5 temel zorlukla karşı karşıya gelmektedir. Bunlar, uygun materyal ve ders kitaplarına erişim; nitelikli öğretmenlere erişim, karmaşık denklem ve bilgi arasında geçiş yapma beceresi; problemleri anlama ve değişkenleri değiştirirken hesaplamalar yapma becerisi

hem eğitimci ve hem öğrenci için okunaklı biçimde sınavları teslim etme ve tamamlama becerisidir (Stoeger vd., 2006; akt. Bouck, Meyer, Joshi & Schleppenbach, 2013). Görme engelli bireyler birçok problemle (kitap ve çalışma materyali olmayışı, matematik için Körler Alfabesinin sınırlı oluşu vb.) karşılaştığından onların matematiğe ulaşma yolundaki engelleri aşma anlamındaki çabalar son derece gerekli ve istenilen çabalardır (Kohanová, 2006).

Simalolo (2006) tarafından yapılan tez çalışmasında görme engelli öğrenciler ve öğretmenlerinin matematikte karşılaştıkları zorluklar incelenmiştir. Çalışmanın örneklemini görme engelli öğrencilerin öğrenim gördüğü dört okuldan seçilen görme engelli öğrenciler, öğretmen ve aynı zamanda özel eğitim alanındaki uzmanlardan oluşmaktadır. Çalışma verileri anketler, grup odaklı tartışmalar ve ders gözlemleri aracılığıyla toplanarak kategori ve temalar oluşturulmuştur. Matematikte karşılaşılan zorlukların nedenleri; öğretmenlerin tutumları, kaynak materyal ve okul araç-gereç eksikliği olarak tespit edilmiştir. Öğretmenlerin pozitif tutumları ve öğretim sürecinde kullandıkları stratejilerin ise matematik öğretimini belli ölçüde olumlu yönde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Bayram (2014), tez çalışmasında görme engelli öğrencilerin lise matematiğini öğrenirken karşılaştıkları akademik ve sosyal zorlukları incelemiştir. Çalışma örneklemini, kaynaştırma sınıflarında matematik eğitimi almış görme engelli dört öğrenci oluşturmaktadır. Çalışmada onların sorunlarına tanık ve veri toplamak için her bir katılımcı ile 5 adet uzun süreli görüşme, gözlemler ve ders verme periyotları gerçekleştirilmiştir. Çalışmanın sonucunda kaynaştırma eğitiminin, öğrencilerin akademik ihtiyaçlarını karşılamada yeterince etkili olmadığı, buna rağmen gören öğrenciler kadar sosyal farkındalık oluşturduğu belirtilmiştir. Ayrıca kaynaştırma eğitimi alan görme engelli öğrenciler için uygulanan ölçme-değerlendirme sisteminin, lise okul matematiğindeki bilgi ve becerileri değerlendirmek için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır. Kaynaştırma öğrencisine sahip olan öğretmenlerin genellikle görme engelli öğrencilerin sayısal problemleri görselleştirmeden çözemediklerinden onları değerlendirmede sadece matematiksel tanımlardan sorumlu tuttuklarını belirtmiştir (Durna, 2012).

Spindler (2006), üniversitede analiz dersi kapsamında görme engelli öğrenci ile dört dönem boyunca gerçekleşen eğitim-öğretim deneyimini tartışan araştırmasında, kullanılan öğretim stratejilerini ve bu sırada karşılaşılan zorlukları incelemiştir. Çalışmalar sırasında verilen problemlerde kavramlar sözel bir şekilde açıkça ifade edilmekte ve belirsiz ifade ve ipuçlarından kaçınılmaktadır. Ayrıca görme engelli öğrenciye grafik çizimi öğretimi için önce öğrencinin avucuna grafik çizilip sonrasında onun hissettikleri masa üzerine aktarılarak çizim tamamlanmıştır. Çalışmalar sonucunda karşılaşılan zorluklar; öğretim stratejileri, öğretmen direnci ve tutumu, yüksek boyutlu problemler ve zihinsel yorgunluklardan oluşmaktadır. Tanti (2006) gören öğrenciler görselliğe oldukça bağlı olan matematiksel kavramları kolayca kavrayabilirken, görme engelli olan öğrencilerin aynı görevi yerine getirmek için daha fazla bilişsel işleme ihtiyaç duyduklarını belirtmiştir.

Osterhaus (2004)'a göre ileri matematik okuyan görme engelli öğrenciler için engeller iki kattır. İlk engel tüm öğrenciler için vardır; matematiği anlama ile ilgili karmaşıklığın üstesinden gelmek için kullanılan öğretim stratejilerinin çoğunun görsel olmasıdır. İkincisi özellikle kör öğrencilere özgü engel olup tipik ders planının her parçasında genellikle tahta katılımı için gerekli pragmatikler içerir. İleri matematik öğrenmek, doğası gereği farklı ve diğer derslerden daha zordur. Ayrıca Osterhaus (2004), görme engellilere matematik öğretimini şu şekilde ifade etmiştir: *“Sen nasıl gören öğrencilere matematik öğretiyorsan ben de aynı şekilde görmeyen öğrencilere matematik öğretiyorum. Biz mümkün oldukça birçok duyuya hitap ediyoruz, bu yüzden ben öğrencilerimi okumak, dinlemek, bakmak, dokunmak, hissetmek, şarkı söylemek bazen hatta bazen tatmak, matematik demek esasen tamamen elleri ile probleme kendilerini kapturmalarını teşvik ediyoruz. Bu durumda birkaç yolla çok yönlü matematik kavramlarını zihinlerine ulaştırmak zorundayız. Büyük olasılıkla öğrenci, problemin doğru çözümünü ortaya koyabilir ve yeni bilgi öğrendiğinde aynı zamanda transfer edebilir.”*

Klingenberg (2007) total görme engelli genç bireylere matematik konularının öğretimindeki zorlukları ve başlangıç seviyesinde bulunan öğrencilere matematiği öğretmek için hangi konuların temel alınacağını detaylarıyla belirtmiştir. Çalışmada iki ve üç boyutlu nesnelerin özelliklerinden bahsederek matematiksel yapıları oluşturma yeteneği, hesaplama, ölçüm, çeviri, yansıma, somut ve sembolik seviyede elemanların

üstesinden gelmede gerekli olan süreçleri incelemiştir. Görme engelli öğrencilerin üç boyutlu nesnelere iki boyutlu ikonik formlara transfer etme ve dönüştürmede problem yaşadıkları, ama perspektif çizimleri anlayabildikleri belirtilmiştir. Ayrıca iki boyutlu formlarda küçültme ve büyütme problemleri de onların farklı büyüklükteki şekillerin aynı şekil olduğuna karar vermede sıkıntı yaşadıklarını göstermiştir.

MEB (2002), ilköğretim matematik dersi öğretim programında görme engelli çocukların geometrik cisimlere dokunmalarına, hareket ettirmelerine, döndürmelerine ve öğrencilerin gözlemlerini sözlü açıklamalarına fırsat tanınması gerektiğini belirtmiştir. Geometrik şekillerin çizimlerinde öğretmenin hazırladığı noktalı kâğıtlardan, tablet, daktilo ve rulet kullanılırken aritmetik işlemlerde ise küp taş, abaküs ve taylor kasa kullanılmaktadır. Geometrik şekillerin çevrelerinin alanlarının hesaplanmasında, başlangıçta formül kullanmadan sonuca ulaşılması çalışmaları yapılmalıdır. Zihinden işlem yapma becerilerinin ve problem çözme süreci ile ilgili davranışların değerlendirilmesinde, öğrencilerin düşünme süreçlerini anlamak için izledikleri yolu ayrıntılı olarak anlatmaları istenmelidir.

Matematik, kendi başına bir bilim olarak, aritmetik, cebir, geometri, analiz, mantık, grup teorisi, uygulamalı matematik ve belirsizlik içermektedir (Tanti, 2006). Spidler (2006), gören ve görmeyen öğrenciler arasında benzerlik ve farklılıklar olmasına rağmen belirli teknikler kullanıldığı zaman görme engelli öğrencilerin ileri matematik konularını öğrenebileceğini ileri sürmektedir. Bunun için de; problemi açıklarken “bu, şu ve burada” gibi kelimelerin kullanımından kaçınılması, üç ve iki boyutlu analiz konuları işlerken materyallerin kullanımı, çeşitli formlardaki şekilli kağıt levhalar veya kağıt katlamalar ile uzayda yüzeyleri görselleştirme, problemleri yazma, tekrarlamalar ve ekstra zaman verilmesi gibi uygulamaları önermektedir. Kaperman ve Sticken (1998) kaynaştırma sınıfında öğretmenin tahtaya yazılan her şeyi aynı anda sesli biçimde anlatması ve çizilen diyagramların etiketlerini açıklamasının görme engelli öğrencinin derse katılımını sağlayabileceğini belirtmiştir. Bülbül, Garip, Cansu & Demirtaş (2012), de\_görme engelli öğrencilerin ilköğretim temel matematik öğretim kazanımlarını edinebilmesi için iğneli sayfa adında bir öğretim materyali geliştirmiştir. İğneli sayfanın ön yüzü iğnelerle oluşturulmuş matematiksel işlemlerin ve grafiklerin yapılacağı alan; ön yüzde yapılacak çalışmalarda kullanılacak kabartma halindeki matematiksel

semboller yazılı aletler numaralandırılarak görme engellilerin dokunma duyusu kullanılmıştır.

Görme engelli öğrencilere istatistik öğretmek, gören akranlarına göre daha zordur (Spindler, 2006; Marson, Harrington & Walls, 2013). McCallister ve Kennedy (2001), temel istatistik derslerini başarılı şekilde tamamlayan doğuştan görme engelli lisans öğrencisi Edward için istatistik öğretiminde kullandıkları araçları, eğitimde karşılaştıkları zorlukları ve bu zorlukları aşmak için kullanılabilecek uygun öğretim stratejilerini belirlemiştir. İstatistik öğrenimini, sınavdan önce kitapların sesli kayıtlarını gözden geçirme, konuşan hesap makinesi, Braille kâğıtlar üzerine yapılan grafikler, diğer dokunsal öğretim araçları, kapsamlı özel ders ve uzun süreli sözlü sınavlar yoluyla gerçekleştirmiştir. Karşılaştıkları zorluklar bilişsel zorluk açısından; kavramsal, hesaplama, deneysel, uygulama ve sembolik olarak sınıflandırılırken; duyuşsal açıdan zorluklar matematik öz yeterliliğin düşük olması ve etik ikilemleri çözme olarak belirtilmiştir. Bilişsel zorlukların üstesinden gelmek için başarılı bazı öğretim stratejileri ise, standart sapma için kinestetik açıklamalar, normal eğri altındaki alanlarla ilgili öğretim sorunları için lastik bantlar ile karton eğriler, yeni kavramları tanıırken çok küçük bir veri ve çalışılan her bir formül için de unutulmaz bir problem sunulması olarak ifade edilmiştir.

Pidgeon (2012), öğrencilerin matematik bilgi ve becerisinin öğrencilerin bilişsel seviyesine göre yapılan tekrarlı uygulamalar ile geniş ölçüde artırılabilirliğini ifade etmiştir. McCallister ve Kennedy (2001), görme engelli öğrencilerin öğretiminden sorumlu öğretmenler için bazı öneriler sunmuşlardır. Bunlar; (1) bilgi işleme kuramı üzerine öğretim yaklaşımlarını uygulama, (2) görme engelinin türüne ve şiddetine bağlı olarak araç-geçe ve materyallerin seçimi, (3) öğrencinin tercihlerine göre bireyselleştirilmiş eğitim planı ve (4) öğretim düzenlemeleri sağlanılarak sıklıkla biçimlendirici değerlendirmeler yapmak olarak açıklanmıştır. İstatistik öğretimi alanında ele alınan diğer araştırmalarda öğrencilerin dokunsal olarak kendilerine verilen manipülatifleri keşfettikleri ve yüksek düzeyde kavramsal anlamayı başardıkları belirtilmiştir (Gibson & Darron, 1999).

Horzum (2013), doktora tez çalışmasında 5 total görme engelli ortaokul öğrencilerinin, birer geometrik kavram olan, açılı üçgen ve çokgen kavramlarındaki kavram imajlarını



ve temsillerini derinlemesine incelemiştir. Çalışmada bir düzlem üzerinde şekilleri temsil eden kabartmalar yardımıyla öğrenmeyi mümkün kılan dokunsal bir yöntem olan Raised-Line şekilleri, geometri şeritleri ve mıknatıslı materyaller kullanılmıştır. Raised-line gösterimleri termoform işlemlerinden geçilerek yapılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin çoğunlukla kavram imajlarını kullandıkları kavram tanımlarını göz önünde bulundurmadıkları belirlenmiştir. Öğrenciler soruları/problemleri çözerken tamamıyla sezgisel yaklaşım kullanmışlardır. Öğrenciler temel geometrik şekilleri tanımlayıp isimlendirebilmiş ve onları ayırt edebilmişlerdir. Ancak, bu durum onların doğru bir kavram anlayışına sahip olmalarına yetmemiştir.

Cowan (2011), doktora tezi çalışmasında görme engelli öğrencilerin doğrusal fonksiyon anlayışlarını incelemiştir. Çalışma GE öğrencilerin doğrusal fonksiyonları anlama türleri ve bilgi seviyelerini belirleme, ayrıca verilen fonksiyonun tanımlamalar, denklemler, tablolar ve grafikler olmak üzere dört temsil biçimini kullanabilme becerilerini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışmaya görme engelli eğitim hizmeti alan ve en azından bir cebir dersini tamamlayan 4 lise ve 4 GE üniversite öğrencisi katılmıştır. Nitel araştırma desenine sahip olan çalışmada veri toplanmasında kullanılan araçlar; a) Matematik Eğitim Deneyimleri ve Görsel Beceri Görüşmeleri b) Fonksiyon Bilgi Değerlendirme c) Fonksiyon Yeterlilik Değerlendirme'dir. Araçlar, öğrencilerin demografik bilgilerini ve matematik eğitiminde önceki tecrübelerini ve lineer fonksiyon ve uygulamaları ile ilgili problemlerden oluşan matematik değerlendirmelerden oluşmaktadır. Çalışmanın sonucunda görme engelli lise ve üniversite öğrencilerinin doğrusal fonksiyonları içeren problemleri yorumlama ve modelleme anlayışlarının, hem bir fonksiyonun temsil biçimleri arasındaki dönüşümden hem de fonksiyon kavramını somutlaştırma yeteneğinden daha güçlü olduğuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin, grafik yetenekleri ve fonksiyonu tümüyle anlayışları arasında pozitif bir ilişki ortaya çıkmıştır. Fonksiyon ile ilgili en rahat bilgi kazanımını tablolar aracılığıyla, en az rahatlık duydukları bilgi kazanımını ise grafikler aracılığıyla elde ettikleri görülmüştür.

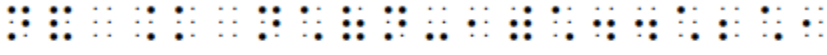
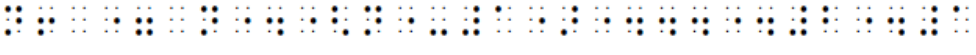
Pezeshki vd. (2011), gören ve görme engelli öğrencilerin matematik performansı, matematik tutumları, matematik kaygıları ve çalışan bellek kapasiteleri arasında ilişkileri ve etkilerini araştırmıştır. Çalışma sonucunda gören öğrencilerin matematik performansında engellilere göre daha fazla başarı ve matematiğe karşı çok daha olumlu

bir tutum gösterdiklerini belirtmiştir. Fakat gören ve görme engelli öğrenciler arasında matematik kaygısı ve çalışan bellek kapasitesi arasında anlamlı bir farkın olmadığı görülmüştür. Sonuçlara göre, matematik öğretmenleri, öğrencilerin nasıl düşündükleri ve öğrendikleri konusunda dikkatli olmalı ve bu nedenle herkes için gerekli olan fırsatı sunmalıdırlar. Özellikle görme engelli öğrenciler, matematik dersleriyle ilgili görüşlerini değiştirmeye teşvik edilerek, istedikleri takdirde gören öğrencilerle aynı matematik problemini çözebileceklerine inandırılmalıdır.

### 2.3.2. Matematiksel İletişim

Matematiksel bilginin iletimi; cebirsel ve diğer gösterimlerin yazımı, grafikler, diyagramlar, vb. gibi neredeyse tamamen görsel biçimlerde ortaya çıkmaktadır (Edwards, Stevens & Pitt, 1995). Matematik görsel olarak temsil edilen bir dildir; İki boyutlu yapılar, diyagramlar, tablolar, uzamsal nesnelere, semboller ve özel karakterler içerir (Alajarmeh, 2014). Matematiksel dil, okuma, yazma, konuşma ve dinleme olarak ele alınmış, fikirlerin formüle edilmesi ve matematiksel dilin simge ve çizimleri ile birlikte soyut gösterimler ile somut gösterimler arasında geçişi sağladığı ifade edilmiştir (NSW, 2013). Görme engelli öğrencilerin somut ve soyut kavramları işleme yolu ile öğrenebilmesine karşın yeni durum ve davranışlara transfer etmede zorluklarla karşılaşacağı belirtilmektedir (Horzum, 2013). Çünkü görme engelli öğrencilerin zihinsel dünyası tamamen önermesel olup gerçekte dilin, soyut ve anlamsal (semantik) aracılığıyla sağlanmış temsillere dayandığı varsayılabilir (Cattaneo & Vecchi, 2011).

Görme engelli öğrenciler için görme kaybını telafi eden iletişim duyuları; işitme ve dokunmadır (Kohanová, 2006). Görme engellilerin matematiksel iletişimde kullandıkları görsel olmayan temsiller; konuşma/ses ve Braille lineer temsillerinden oluşmaktadır (Archambault & Fitzpatrick, 2008). Ayrıca matematik bir ölçüde evrensel bir dil olmasına rağmen görme engelli öğrenciler için kabul edilen evrensel bir matematik Braille kodları yoktur ((Edwards, Stevens & Pitt, 1995; Bitter, 2013). Bitter (2013), tez çalışmasında matematik eğitimini görme engelliler için daha ulaşılabilir yapmak adına dünya üzerinde kullanılan çeşitli Braille alfabesindeki matematiksel formüllerin braille gösterimlerini zorluklarına göre karşılaştırmıştır, Örneğin matematikte faktöriyel konusundaki  $n!=n.(n-1).(n-2)!$  formülünü, İngiltere ve ABD’de kullanılan Braille matematiğini Şekil 2.4’te de gösterildiği gibi ifade etmektedir.

<b>Nemeth Kodu</b>	
<b>UBC</b>	

**Şekil 2.4. Matematikte Faktöriyel Konusundaki  $n!=n.(n-1).(n-2)!$  Formülünün İngiltere ve ABD de kullanılan Braille Gösterimi**

Şekil 2.4'te görüldüğü üzere Braille kod çeşitliliği, görme engelli öğrencinin uluslararası matematik sözleşmelerine katıldığı zaman matematiksel iletişim için önemli bir sınırlama haline gelmektedir (Kohanová, 2006; DePountis, 2012). Karshmer ve Bledsoe (2002) Braille alfabesi metin gösterimi sınırlı sayıda karakter kümesi (bazı büyük-küçük harfler, 10 tane rakam, çeşitli noktalama işaretleri ve bir dizi özel karakter) içermesine karşın matematiksel denklemler normal düz metinlerin tüm karakterlerini içermekle beraber büyük oranda özel karakterler içerdiğini belirtmiştir. Dolayısıyla Braille matematiğinin çok geniş yer kapladığı ve karmaşık olduğu söylenebilir.

Matematik için evrensel bir Braille Alfabesi gösterimi oluşturma çabası güden çok az sayıda çalışma vardır. Bu tarz bir aktivite için iki çeşit bakış açısı vardır. İlki uygun bir gösterim için gerekenler, ikincisi ise matematik dilinin anlam bilimidir (Kohanová, 2006). Schweikhardt (2000), yaptığı çalışmada GE öğrencilerin kullanabilecekleri mevcut matematiksel gösterimleri örneklerle detaylı bir şekilde açıklamıştır. Buna göre matematiksel bir gösterim;

- Parmak ile okunabilir olmalı
- Matematiksel bir ifadedeki karakter sayısı olabildiğince az olmalı
- Dokunsal karakterler sezgisel olarak anlaşılabilir olmalı
- Gösterimler bilgisayar temelli öğrenme ve çalışma ortamında kullanılabilir olmalı
- Gören öğrencilerin kullandıkları gösterimler ile GE öğrencilerin kullandıkları gösterimler birbirine dönüştürülebilir olmalı

Figueiras ve Arcavi (2014), matematiksel deneyimlerin kavramsallaştırılması için dokunsal ve görsel bileşenlerin güçlü etkileşimleri ile birlikte öğretim ve öğrenim süreçlerini desteklemede matematiksel dilin önemli bir rolü olduğunu belirtmiştir.

Dokunsal keşfedici süreçler, başkalarının matematiksel fikirleri açıklamasının anlamlılığı, görsel metaforların kullanımı ve matematiksel özelliklerin sentez ve bağlantısı tarafından desteklenmektedir. Figueiras ve Arcavi (2015), gören bir insan herhangi bir nesneyi gördüğünde kelimelerle onu açıklamaya gerek olmadığını ama görme engelli için görme gerçekleşmediğinden matematiksel bilginin kullanımında beceriklilik ve zengin sözel açıklamalar gerekebildiğini ifade etmiştir. Sözlü iletişimde, görme engellilerin diğer kişiler tarafından söylenenleri dikkatli bir şekilde dinlemesi önemli olduğu belirtilmiştir (Figueiras ve Arcavi, 2015). Healy (2015), 14-18 yaş aralığındaki ortaöğretim görme engelli dört öğrenciye geometrik şekillere ait çevre alan-hacim ile ilgili etkinliklerde dokunsal açıklamaları rahatlıkla kullanılabilecekleri araçlar tasarlamıştır. Çalışmada ayrıca jestlerin kullanımının üçgenlerde 90 dereceden küçük köşe ile dik köşe arasındaki fark ile birlikte dikdörtgen ile üçgen arasındaki ayrımı algılama sürecinde etkili olduğu, öğrencilerin yaptığı dokunsal açıklamalardan anlaşılmıştır. Jest kavramı konuşmanın akışı ile birlikte eş zamanlı el kol hareketleri olarak tanımlanabilir.

Stanley (2008) de görme yetersizliğinin bireyin matematik öğrenmesini etkilemediğini sadece görülebilen ortamda matematikle bağlantılı kavramlarla iletişim becerisini etkilediğini belirtmiştir. Görülebilen ortam matematik konuşma ve tartışmalarında görsel yorumların kullanıldığı ve anlaşılması zor olan matematiksel diyalogları içeren ortam olarak söylenebilir. Bu ortamda görme engellilerin faaliyetlerde bulunması için yardımcı teknolojilerde belirgin iki özelliğin bulunması gerektiği belirtilmiştir. Bunlar; görme engelli katılımcıların gören katılımcılarla birlikte aynı seviyede diyalog gerçekleştirmesi ile birlikte tüm format dönüşümlerinde kullanılabilmesi ve görme engelli kullanıcıya tam sorumluluk vererek bağımsız kullanıcı olmasını sağlamasıdır. Yardımcı teknoloji ile görme engelli öğrencilerin (az gören ve kör) kalan duyuları (işitme, dokunma ve tatma) ve yeteneklerinden (sözlü dil v.b) faydalanılarak veya mevcut görme becerilerinin artırılması aracılığıyla eğitim ve öğretime ilişkin her türlü olanaklara iletişimi ve erişimi sağlandığı belirtilmiştir (Mulloy, Gevarter, Hopkins, Sutherland & Ramdoss, 2014).

Kaset kitaplar ve metinden konuşma (TTS) yazılımı ekran okuyucu ile okunan taranmış ders kitaplarının her iki durumunda da matematiksel dil ve hataları ile ilgili belirsizlikler ve ilerleme hız sorunu gibi problemler ortaya çıkmaktadır (Dick & Kubiak, 1997;

Landau, Russell, Gourgey, Erin & Cowan, 2003; Bouck & Meyer, 2012). Ayrıca metinden konuşma (TTS) yazılımı ekran okuyucu ile kolayca dönüştürülen baskının aksine matematiksel ifadelerde bilginin aktarılmasında belirsizliği etkileyen iki zorluk bulunmaktadır. Bunlar; yazılı olan matematiksel ifadelerin temsili ve kabartılmış içeriktir. (Bouck & Meyer, 2012; MeTRC, 2012). Özellikle matematiğin dijital temsilleri ile yorumlamanın sağlanması için tek ihtiyaç açık ve net olmasını sağlamaktır (Cooper, Lowe, & Taylor, 2008). Örneğin  $\frac{3}{x+2}$  ifadesini görme engelli öğrenci ekran okuyucu programı ile bu ifadeyi duyduğunda iki farklı şekilde yorumlayabilmekte fakat iki durum da teknik olarak doğru olmaktadır. Görme engelli tarafından ya  $\frac{3}{x+2}$  ya da  $\frac{3}{x} + 2$  şeklinde yorumlanabilir. Dolayısıyla görme engelliler için matematikte tek ve net yoruma erişimi gereklidir. Bunun yanında matematik sınıflarında dijital ortamda sunulan matematiksel elektronik metin uygulamaları, görme engelli öğrencilere birçok fırsat sunmaktadır. Bunlar; sık sık bireysel tercihler için kişileştirme izni vermesi (yazı büyüklüğü, metin vurgulama ekran renkleri, kısayol tuşları) ve matematiksel kavramların çevirisinden öte matematiksel beceriler üzerine çalışmalarını sağlamasıdır (Bouck & Meyer, 2012; Anderson-Inman & Horney, 2007).

Matematiksel içeriğin teknoloji kullanılarak sesli sunum yaklaşımlarının çoğu, matematiksel ifadelerin içindeki yapıyı gösterme ve belirsizlikleri sınırlamada iki önemli anahtar düzene dayanmaktadır: Sözlüksel ve prosody (bürünsel) göstergeleri veya ipuçlarının kullanımınıdır (Stevens, Edwards & Harling, 1997; Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007). Ege (2006) da Prosody (bürünsel) göstergeler kavramını konuşmadaki seslerin üzerine empoze edilmiş vurgular, ezgi, konuşmadaki duraklamalar, konuşmanın hızı ve ritmi gibi, söylenenlerde anlam ve tutum değişikliği yaratabilecek özellikler olarak tanımlamaktadır. Konuşma yoluyla sunulan matematik anlayışı üzerinde prosody'nin etkisi, metinden konuşma (TTS) teknolojisi kullanılarak oluşturulan araçlar geliştirilmesi üzerine olmuştur (Frances Mary & Siu, 2015). Bu durumda matematiğin sesli sunumu için tasarlanan araçların çoğunda göstergeler kullanıldığından farklı yardımcı teknolojik araçlarla dijital içeriği yönlendirmede açık ve net erişim sağlanabilir (Bouck & Meyer, 2012; Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007; Soiffer, 2015). Örneğin  $\sqrt{x+1}$  tipindeki ifade “karekök başlangıç x artı bir karekök bitiş” veya “aç

karekök x artı bir karekök son” şeklinde sembol ve göstergelerin anlamları ile birlikte okunması matematiksel ifadelerde belirsizliğin oluşmasını önleyebilir.

Frances Mary ve Siu (2015) tarafından tek bir matematiksel ifadeyi oluşturan elamanların sesli olarak sunumu sürecinde duraksamalar ile birlikte nasıl gruplandığına yani parantezlerin neyi kapsadığına bağlı olarak farklı şekillerde yorumlanabileceği belirtilmiştir. Ayrıca görme engelli öğrenciler için oluşturulan matematik kitaplarında alt ve üst simgelerin açık standart gösterimlerinin yokluğunda oluşan karışıklıklar daha fazla parantez sunum biçimine bağlı kalarak azaltılmıştır (Cahill, 1996).

Gören ve görmeyen arasındaki her türlü iletişimi sağlamak, her tür öğrenen için öğrenme fırsatlarında eşitlik sağlamak ve kolaylaştırmak için matematiksel gösterimlerin farklı tür formatlar arasındaki çevirisinin sağlanması önemlidir (Alajarmeh, 2014; McDermott-Wells, 2015). Matematiksel formülleri tanımlamak için sıklıkla kullanılan lineer gösterimler, Matematiksel İşaretleme Dili (MathML) ve Latex formatlarıdır (Mackowski, Brzoza, Żabka, & Spinczyk, 2017). Çeviri sistemleri ya matematik Braille kodlarını baskı kodlarına çevirir ya da matematiği gören kullanıcılar tarafından kullanılan standart biçimlendirme dillerinden (MathML, basılı matematik, Latex) görenlerin tanıdık olduğu kodlara dönüştürmektedir. Brzostek-Pawłowska ve Mikułowski'e (2012) göre görenlerin matematiksel ifadeleri yazmak için MS Word'de denklem düzenleyicileri kullanmaları yaygın bir yol olmakla birlikte görme engelliler için fare kullanımından dolayı kullanışsızdır. Denklem düzenleyici programı aynı zamanda görmeyenler tarafından kullanılan bilgisayar okuma yazılımı tarafından da desteklenmez. Örneğin JAWS ve Windows Eyes ekran okuyucu programı  $\frac{1}{4}$  ifadesini okuyabilir, fakat denklem düzenleyici tarafından yayınlanan  $\frac{1}{4}$  ü okuyamaz.

### 2.3.3. Matematiksel Düşünme

Görme engelliler için matematik aşılmaz bir engel olarak görülmesine rağmen matematikte okuma ve yazma diğer alanlara göre daha az olup bol düşünme gerektiren bir disiplindir. (Johnson, 2002; Edwards, Stevens & Bitt, 1995). Matematiksel düşünme, bilişsel ve sosyal öğrenmeler ile kendini sürekli genişletebilen bir yapıya sahip olması sebebiyle, öğrenmeler arttıkça gelişme göstermektedir (Bukova- Güzeli, 2008). Görme engelli öğrencilerin üst düzey zihinsel imajları ve karmaşık bilişsel süreçlerin gelişimi,

bilginin farklı kaynakları olan dokunsal, işitsel ve semantik araçlardan faydalanmayı içermektedir (Catteneo & Vecchi, 2011). Zihinsel imaj açısından görebilenler ile görme engelliler arasındaki farklılıklar genelde kullanılan duyular ve bu duyuların kişinin zihninde nasıl bir imaj yarattığıyla ilgili olmaktadır (Bitter, 2013).

Kanjlia vd. (2016), tarafından ABD’de yürütülen çalışmanın amacı, kör kişilerin bilişsel özellikleri incelenerek görsel deneyimin, matematiksel düşünmenin sinirsel temsillerini nasıl şekillendirdiğini araştırmaktır. Doğuştan görme engelliler ile gözleri bağlı sağlıklı kişilerin katıldığı araştırmada, katılımcıların matematiksel denklemleri ve dil sorularını çözerken beyin faaliyetlerinin görüntülenmesi sağlanmıştır. Çalışmanın sonucunda sayısal zekânın görme duyusundan bağımsız geliştiği ve görme engellilerin, beyindeki görme merkezini sayısal işlemleri çözmek için kullandığı ortaya konulmuştur. Sağlıklı kişilerin beyindeki görme merkeziyle bağlantılı olarak sayı işlemi yapan bölgenin görme engellilerde de aynı şekilde çalıştığı ve araştırmaya katılan doğuştan görme engelli olan kişilerin de matematiksel denklemlere, görenlerle benzer tepkiler gösterdiği ifade edilmiştir.

Görme engelli çocukların sıklıkla uzamsal kavramlarla ilgili bilişsel gelişimde gecikmeleri, (Cavkaytar & Diken, 2012) dokunma ve devinim duyusuyla birlikte yardımcı rol oynayan işitme duyusunun etkisiyle engellenmesi sağlanabilir (Enç, 2005). Çünkü kör olanlar genel olarak uzamsal kavram gibi görüntüye dayalı etkinliklerin oluşmasında seçici sınırlamalar; temsil, işlemsel ve süreç açısından yorumlanmaktadır (Catteneo & Vecchi, 2011). Matematik dünyasında görme bozukluğunun görselleştirme yapmayı engellemediğini açıklayan matematikçiler Nicholas Sanderson, Lev Semenovich Pontryagin, Louis Antoine, Leonhard Euler, Bernard Morin, Zachary J. Battles, bunlardan birkaçıdır (Jackson, 2002). Görme engelli ve geometri alanında çalışan Sossinski, gören kişilerin retina üzerinde yetersiz ve yanıltıcı iki boyutlu izdüşümünden dolayı onların bazen üç boyutlu uzay ile ilgili kavram yanılgılarına sahip olduğunu belirtmiştir. Ayrıca görme engelli kişiler ise görme hariç diğer duyuları aracılığıyla doğrudan şekli bozulmamış uzayın üç boyutlu sezgisine sahiptir. Yani görme engelli kişinin uzamsal becerisinin dokunma, işitme duyularını kapsayan bilgilerin zihinsel analizine dayandığı söylenebilir. Geometri alanında çalışan Morin ise uzamsal hayal gücünün, görsel tecrübelerle dokunsaldan daha az bağlı olduğunu ve nesnelere üzerinde el hareketleri ile şekillerin bellekte korunduğunu ifade etmektedir.

Morin, geometrik nesnelere anında iç ve dışını dikkatlice düşünerek dıştan içe geçme becerisini şu şekilde açıklamaktadır: *“Bizim hayal gücümüz nesnelere üzerinde elleri hareket ettirmeye bağlıdır. Sen ellerinle nesnelere üzerinde hareket edebilirsin, gözlerini kullanmadan. Bu yüzden içinde ve dışında olmak senin nesne üzerindeki eylemlerine bağlantılı bir şeydir.”*

Haptik imge uzamsal nesnelere ve dış temsillerin iç temsillerini yapılandırmak için kinestetik ve dokunma bilgilerinin birleştirilmesi sonucunda oluşmaktadır (Lakatos & Marks, 1999). Görme yetersizliği olan çocuklar nesnelere belleklerinde saklamada haptik imge (hayali) kullanmakta olup bu imgeye ilişkin bilgiler dokunma, hissetme ve bedeninin hareketleri birleşimine dayanmaktadır (Özyürek, 1998; Ataman, 2003). Dokunma ve görme aslında aynı özellikleri vurgulama anlamında birbirine alternatif, farklı özellikleri vurgulamada ise birbirini tamamlayıcı olarak düşünülebilir (Figueiras & Arcavi, 2014). Zihinsel imaj açısından görebilenler ile görme engelliler arasındaki farklılıklar genelde kullanılan duyu ve bu duyu kişinin zihninde nasıl bir imaj yarattığıyla ilgili olmaktadır (Bitter, 2013). Kahonava (2006) da görme engellilerin üç boyutlu nesnelere iki boyutlu ikonik biçimlere dönüştürme ve aktarmada problemler yaşadıklarını gözlemlemiştir. Örneğin; görme engelliler perspektif görünüşe göre bir küpün çizimini anlayamazlar çünkü görme ile ilgili bu tür bir geçmiş yaşantıları bulunmamaktadır. Ayrıca iki boyutlu formları küçültme ve büyütmede de sorun yaşadıklarından bahsedilmiştir.

Klingenberg (2012) Braille okuyan öğrencilerin geometrik etkinlikleri tamamlama yöntemi ve nesnelere ait şekillerin zihinsel temsillerinin nasıl yapılandırıldığını araştırmıştır. Durum çalışmasında, 10 ve 11 yaşlarındaki iki görme engelli öğrenci, nesnelere ait özelliklerine karşılık gelecek şekilde vücut hareketleri ve duruşları ile birlikte manuel keşifleri ile etkinlikler tamamlanmıştır. Çalışmada küçük üç boyutlu nesnelere döndürdüler ve denge noktalarını denemişler. Ayrıca nesnelere şekillerini görme yollarının bir parçası olarak alan, hacim, çevre ve uzunluk gibi geometrik özellikleri sürekli ölçmüşlerdir. Öğretmenler, sayısal ölçümlerde standart birimleri incelemeye geçişte ön koşul olarak öğrencileri, gündelik dilde ve doğal ortamlarda nesnelere boyutları hakkında konuşmaya zorlamalıdır. Horzum’a (2013) göre, total görme engelli çocuklara görsel yaşantılardan bahsetmek, onların algısal



gelişimine etkili olabilecek uygulamada düşünce ve kavramı geliştirmelerine katkıda bulunmaktadır.

Figueiras ve Arcavi (2015) de yaptıkları çalışmada görme engelli öğrencilerin farklı matematik konularında matematiksel bilgiyi yapılandırmasındaki görselleştirme süreçlerini incelemiştir. Çalışmanın katılımcıları görme engelli matematik öğretmeni, körlüğü canlandıran matematik öğretmeni ve üç görme engelli öğrenciden oluşmaktadır. Uygulanan matematiksel etkinlikler sürecinde görme kaybı olan öğrencilerin çeşitli zengin kaynakları ve mantıksal-akıl yürütme süreçlerini kullandığı belirlenmiştir. Görselleştirme kavramı, görmenin ötesi olup duyuşsal algıları, önceki bilgi ve deneyimler ile ilişkileri, sözel ifade etme ve daha fazlasını içermektedir. Kohanová (2006) da yaptığı çalışmasında, analogilerle düşünme metodunun çok yoğun ve hafıza tarafından çok güçlü şekilde desteklendiğinden ve olağanüstü hafıza gelişimine katkıda bulunduğundan bahsetmiştir.

#### **2.4. Görme Engelli ve Matematik Teknolojisi**

Teknoloji, görme engellilere eğitim öğretim müfredatı ve bilgiye anında ve bağımsız erişim sunmakla birlikte onların topluma tam katılımına olanak vermektedir (Frances Mary & Siu, 2015). Teknoloji, özellikle görme engelliler için önemli ölçüde eşitleyici olarak görülmektedir (Bouck, 2010). Fakat dijital metin uygulamalarında görme engellilerin en çok zorluk yaşadığı alan matematik olarak görülmektedir (Bouck & Meyer, 2012). Çünkü ekran okuyucu kullanıcıları görme engelliler, edebi metin materyallerine kaliteli erişim sağlamasına rağmen matematikte ekran okuyucu uygulamaları sınırlı kalmaktadır (Power & Jürgensen, 2010). Matematiksel içerikte erişilebilirlik sorunları, görme engelli öğrenciler için ortaöğretim ve yükseköğretim sürecinde engel oluşturmakta ve bu sebeple onlar akademik ve endüstride haksız bir dezavantaja sahip olmaktadır (Jayant, 2006).

Karshmer ve Bledsoe (2002), görme engelliler için matematik alanında geliştirilen teknolojiler konusunda yapılan çalışmaları kategorilere ayırmıştır. Bunlar;

- Braille ve diğer kabartılmış temsiller gibi dokunsal
- Okuma işleminde yardımcı olacak araçları kullanarak öğrencilere denklemleri okuyan ses araçları

- Grafik ve denklemlerin tonal temsilleri
- Nesnelerin ve eğrilerin şekillerini temsil eden Haptik araçlar
- Entegre edilmiş yaklaşımlar

Karshmer, (2007), de yaptıkları çalışmada görme engelli öğrenciler için matematiği erişilebilir yapma yaklaşımlarını statik ve dinamik olmak üzere iki kategoride sınıflandırmıştır. Statik yaklaşımlar, matematiksel içeriği statik olarak yardımcı teknolojileri (Braille ekran ve diğer dokunsal araçlar vb.) kullanarak tekrarlanabilen veya Braille kâğıt üzerine basılabilen formatlara dönüştürür. Dinamik yaklaşımlar ise matematiksel içeriğin dinamik ve interaktif şekilde sunulmasıdır. Bu yaklaşım, kullanıcıya matematiksel içeriğin yapısına uygun olarak gezinmesini sağlayan dönüştürme işlemlerini gerektirir. Statik yaklaşımlar matematiksel ifadeleri Braille'ye çevirirken, dinamik yaklaşımlar ise ses ile ya da diğer geleneksel teknikleri kullanarak matematiksel ifadelerin dönüşümünü sağlamakta, böylece bu iki yaklaşım, birbirinin tamamlayıcısı olmaktadır. Landau vd. (2003), tarafından Konuşan Dokunsal Tablet (Talking Tactile Tablet, [TTT]) adındaki sesli matematiksel aracın diyagram ve grafikleri görselleştirme zorluğu veya görme engelli öğrencilerin matematiksel performansı üzerinde ne derece olumlu etkisi olduğu araştırılmıştır. Çalışma sonucunda görme engelli öğrencilerin matematik testi sırasında TTT kullanımı ve grafik öğelerinin sesli açıklamalarının başarılı olduğu belirtilmiştir.

Cahill (1996), kör ve az gören öğrenciler için matematik erişim zorlukları ve bilgisayar teknolojisini kullanım deneyimleri olacak şekilde birbiriyle iki ilişkili konuyu MATHS (bilime ve teknolojiye matematiksel erişim) projesi kapsamında araştırmıştır. Çalışmanın katılımcıları olan İrlanda ve Belçika'nın özel, karma ve örgün eğitim veren okullarından öğretmenler (6) ile kör ve az gören öğrenciler (42) ve görebilen öğrencilere (60) yapılandırılmış görüşme ve anket uygulanmıştır. Veri toplamada kullanılan anket formu 3 bölüm içermektedir. Bunlar; öğrencilerin yaş, görme durumu ve Braille kullanımı gibi temel özellikleri, okuldaki matematik deneyimleri ile birlikte matematik konularının zorluk seviyelerinin tespit edilmesi ve bilgisayar teknolojisi deneyimleridir. Çalışmada araştırılan bilgisayar deneyimleri ile ilgili görme engelli öğrencilerin bilgisayarda cebirsel ifadeleri çözerken ihtiyaçları açısından gerekli olan ve kullandıkları yazılım paketinin sunması gereken fırsatlar Tablo 2.2'de gösterilmiştir.

**Tablo 2.2.**  
**Görme Engelliler İçin Cebirsel İfadelerin Çözüm Sürecinde Kullanılan Yazılım Paketinin Sunması Gereken Fırsatlar ve Açıklamaları**

<b><u>Fırsat</u></b>	<b><u>Açıklama</u></b>
Düzenleme	Anlam yardımı olmadan ifadeleri yeniden yazabilme
Kontrol	Anlam düzeyini kontrol edebilme
Bakış	İfadelerin uzun ve karmaşıklığını bir bütün olarak elde edebilme
Tarama	Ayrıntılara dikkat ederek ifadeleri okuma ve üzerinde gezinebilme
Giriş	Basılı kitapların elektronik ortamda okunabilir biçimde ifadelere dönüştürülmesi ile matematiksel gösterimi elde edilmesi
Çıkış	Gören, az gören ve kör öğrenciler için erişilebilir formatta braille baskı veya elektronik metin şeklinde matematik çalışma dosyaları ve görüntüleri yapılabilmesi
Yardım	Temel sistem yapılandırılmaya izin vererek imkânlarının kullanılmasına dair komutlar yardımı sağlayabilmesi
Basitleştirme format	Verilen ifadelerin düzenini basitleştirebilme

Tablo 2.2’de görüldüğü üzere bu olanakları sağlayacak şekilde ileri seviyede matematik dersi alan az görenlerden birkaçı, matematiksel ifadeleri çalışmak için bilgisayar kullanmaktadır. Az görenlerin çoğu, matematiksel ifadeleri yazmak için Microsoft Word denklem düzenleyicisini büyütme fonksiyonlarıyla kullanırken diğerleri ise hem okumak ve hem yazmak için Latex kullanmaktadır.

Son zamanlarda matematik alanında erişilebilirlik üzerine geliştirilen yazılım teknolojilerinden birisi olan MathPlayer; Firefox, Microsoft Word, PowerPoint ve İnternet Explorer’un eklentisi şeklinde kullanılmaktadır (Mackoski, Brzoza, Żabka & Spinczyk, 2017; Brzostek-Pawłowska & Mikułowski, 2012). MathPlayer yazılımı, Web sitesinde yer alan MathML dili formunda etiketlenmiş olan matematiksel formülleri konuşma ses sentezleyici kullanarak okumaktadır. MathPlayer eklentisinin geliştiricisi olan Design Science, matematiksel formüllerin MS Word de yazılması ve yazılanların MathPlayer tarafından desteklenerek web tarayıcıları üzerinden okunmasını sağlayan MathType yazılım aracını geliştirmiştir. Hem MathType aracı ve hem de MathPlayer

eklentisi yalnızca İngilizce olarak alınabilmektedir (Brzostek-Pawłowska & Mikułowski, 2012). Bu durum ülkemizdeki görme engelli kullanıcılar için sorun oluşturabilir. Matematik yazılım araçlarında kullanılan konuşma ses sentezleyicileri en önemli erişim aracı olup diğer araçlardan düşük fiyatlı olması sebebiyle de yaygın kullanılmasına rağmen grafikleri okumamaktadır (Cahill, 1996).

Nazemi vd. (2017), görme engellilerin yaygın olarak kullanılan elektronik belge olan PDF'yi kullanımında erişilebilirlik konusunda bazı kısıtlamalar ile karşı karşıya kaldıklarını belirtmiştir. Çünkü taranmış PDF'nin bileşenleri metinsel, lineer ve sıralı olmayan çok boyutlu tablo, grafik ve denklemler gibi matematiksel gösterimleri içerdiğinden PDF, ekran okuyucular tarafından tamamen erişilemez hale gelmektedir. Görme engelli öğrenciler elektronik metin erişimi için sıklıkla ekran okuyucu örneğin Jaws For Windows (Job Access With Speech) ve optik karakter tanıma yazılımı kullanmaktadır (Fichten, Asuncion, Barile, Ferraro, & Wolforth, 2009; Freedom Scientific, 2013). Optik Karakter Tanıma (OCR), PDF belgesinde yer alan resim, metin, matematiksel içerik, müzik sembolleri veya diğer bilgi biçimlerini algılayan bir teknolojidir (Alajarmeh, 2014). Jayant (2006) da OCR araçların, görme engelli öğrencilere basılı materyallere erişim sağlanmasında bile kritik iken, bu araçların çoğunun matematiksel içerikle etkili bir şekilde çalışmadığını ifade etmiştir. Fakat matematiksel belgelerde bulunan ifadelerin boyutları ve özel semboller standart OCR teknolojileri tarafından tanınmadığından, matematiksel içeriği işlemek için özel OCR araçlarına ihtiyaç duyulmuştur (Archambault, Stöger, Batui, Fahrenguber & Miesenberger, 2007). ORC teknolojisine sahip olan InftyReader yazılım teknolojisi ile basılı biçimdeki matematiksel içeriğin erişilebilirliğinin artırılması amaçlanmıştır (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007).

Uluslararası Evrensel Erişilebilirlik Matematik Grubunda ABD, İrlanda, Avusturya, Fransa ve Japonya ülkelerinden katılan araştırmacıların amacı, görme kapasitelerinin farklı seviyeleri, ulusal yazımların farklı temsil formatlarına (Braille, dijital formatlar vb.) göre matematiksel içeriğin erişilebilirliğini artırmak için araçlar geliştirmektir (Karshmer, 2007). DePountis'in (2012) de yaptığı doktora tezi çalışmasının amacı, görme engellilerin çeşitli ileri matematik konularını uygulamaları sürecinde yüksek teknoloji araçların onların öğrenimine nasıl yardımcı olduğunu ve araçların mevcut durumunu değerlendirmektir. İleri teknoloji araçlarından 35 cihazı içeren çoklu matris

değerlendirme cihazı aracılığıyla karma yöntemler anketi elektronik olarak görme engelli örnekleme gönderilmiştir ve bunlardan 157'si geri dönmüş olup 82'si tam olarak tamamlanmıştır. Çalışmada verilerin analizi, veri analizi tablo yazılımı kullanılarak değerlendirildiğinde aslında görme engelli öğrencilerin verilen 35 araçtan 21'ini kullandığı ortaya çıkmıştır. Çalışmanın sonuçları ortaöğretim ve ortaöğretim sonrası okula devamlı ilgilenen görme engelli öğrencilerin ileri matematik deneyimlerinin artırılması yönündeki gelecek araştırmalara temel oluşturmaktadır.

Alajarmeh ve Pontelli (2012) tarafından yapılan çalışmanın amacı, cebirsel denklemleri öğrencilerin kullanması için ipucu sağlama ve sunulan cebirsel denklemleri desteklemede MathML dili kullanarak sesli matematiksel metin konuşma yazılımı olan MathPlayer'in etkililiğini araştırmaktır. MathPlayer ise herhangi bir tarayıcı ortamında veya diğer uygulamalarda matematiği okumak için kullanılan yardımcı teknolojidir (Soiffer, 2015). Çalışmaya cebir alanında ortalama bir başarıya sahip 5 görme engelli öğrenci, verilen denklemleri çözüm sürecinde iki yaklaşım kullanmıştır. Bunlardan biri geleneksel yollarla (braille daktilo, kapalı devre televizyon sistemi vb.) diğeri ise MathPlayer yazılımı üzerinde sesli düşünme stratejisi kullanılarak gözlemler yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda görme engelli öğrencilerin geleneksel yollara göre teknoloji kullanımının denklemler üzerinde harcanan zaman ve çözülen cebirsel denklemlerin doğruluğunda önemli bir rol aldığı tespit edilmiştir.

Son yıllarda görme engelli ve matematik alanı ile ilgili literatürde yapılan çalışmalar, genellikle matematiksel dijital metne kaliteli erişimin sağlanması üzerine gerçekleştirilmiştir (Bouck & Meyer, 2012). Çünkü görme engellilerin matematik çalışmalarında etkili olmamalarının sebebi, matematik konularını kullanılabilir form ve uzamsal matematik işaretlerine aktarma ve dönüştürülmesinde kullanışlı araçların yetersizliği olarak belirtilmiştir (Archambault, Stöger, Batui, Fahrengruber & Miesenberger, 2007; Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007). Matematik okuma ve yazmada karmaşık braille gösterimlerinin öğretilmesi için gerekli özel eğitim bilgisine sahip olan matematik öğretmenlerinin sayıca az olduğu belirtilmiştir (Karshmer, Gupta & Pontelli, 2007). Bu durumda karmaşık görüntüler, eş zamanlı ses ve dokunsal stratejiler bir arada kullanılarak daha başarılı şekilde somutlaştırılabilir (Beal & Shaw, 2009; Karshmer, Gupta, & Pontelli, 2007; Landau, Russell, Gourgey, Erin & Cowan, 2003).

E- eğitim ortamında görme engelli kullanıcıları kapsayan birçok girişim olmasına rağmen hala interaktif ve eş zamanlı multimedya e-öğrenme uygulamalar ile ilgili araştırmaların eksikliği bulunmaktadır (Freire, vd., 2010). Maćkowski, vd. (2017), üniversitelerdeki derslerde kullanılan e-öğrenme araçlarının sayısının artırılmasının matematiksel bilgiye erişim engelini azaltabileceğini fakat çoğunun engelli öğrenciler için erişilebilir olmadığını belirtmiştir. Etkileşimli uzaktan matematik eğitiminde matematik formüllerini kapsayan bilginin sunumunun, görme engelli insanlar için önemli bir sorun olduğunu belirtmiştir.

Namahoe (2014), matematik dâhil olmak üzere birçok disiplinden ders veren e-öğrenme platformu Khan akademinin görme engelli kullanıcılar için erişilebilirlik düzeyinin düşük olduğunu ifade etmiştir. Alajarmeh (2014) de görme engelliler için cebir ve aritmetik işlemlerinin içeriğini kolaylaştırmak için web tabanlı çalışma alanı geliştirerek, onların bilgisayar üzerinde cebir becerisi kullanmasını ve öğrenmesini sağlamıştır. Başka bir çalışmada ise Maćkowski, vd. (2017), görme engelliler için erişilebilir etkileşimli matematik web uygulaması geliştirmiştir.

Washington State görme engelliler okulunda görme engelli öğrencilere mekândan bağımsız matematik öğretimi sağlayan Microsoft Lync üzerine inşa edilmiş etkili bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Mekândan bağımsız şekilde matematik öğretmeni tarafından internet bağlantısı ve Lync sunucusu olan görme engelli öğrenciler ile uzaktan öğretim video-konferans aracılığıyla matematik öğretimi yapılmıştır. Lync istemcisi yardımcı teknolojilerle sorunsuz çalıştığından görme engellilere zengin ve bireysel etkileşimli matematik eğitimi için fırsatlar sunmuştur. Uzaktan öğretim ortamında görme engelli öğrenciler ihtiyaçlarına göre braille ekran veya Jaws For Windows ekran okuma programı kullanarak farklı erişilebilir formatlarda (ses, braille ve geniş baskı, elektronik metin vb.) derse katılmışlardır. Ayrıca görme engelli öğrenciler bireysel matematik öğretimi sürecinde uzaktan eğitim sisteminin sunduğu olanaklar ile anında mesajlaşma, dosya aktarımı, soru sorma ve çalışmalarını paylaşma gibi özellikleri kullanırken öğretmen de beyaz tahta programı ile masaüstü paylaşımlarda bulunmaktadır. Çalışmanın sonucunda görme engelli öğrenciler orta ve lise matematik müfredatı başarılı bir şekilde tamamlamıştır.

### 2.4.1. Matematiksel Problem Çözmede Teknolojinin Kullanımı

Görme engelli öğrenciler dâhil olmak üzere tüm öğrencilerin temel matematik becerilerini geliştirmeleri ve bu becerileri gerçek hayat problemlerini çözmek için kullanmaları beklenmektedir. Beal ve Shaw (2008) de görme engelli öğrencilerin en temel matematiksel kavramları öğrenirken bile gören akranlarından daha fazla zorlanma eğilimi gösterdiklerini belirtmiştir. Bu zorluklar, problem çözme, problem bilgisine erişim, problem bilgisine uygun temsillere dönüştürme ve cevabını hesaplamayı içermektedir. Dick ve Kübiak (1997) ise problem çözme sürecinin mantıklı adımlarını oluşturma fırsatı tanıyan mekanizmaların ve tamamen erişilebilir materyallerin eksikliğini görmeyen, engellilerin kaygı düzeyini artırdığını ve problemi kavramasını olumsuz etkilediğini belirtmiştir. Kohanová (2006) görme engellilerin problem çözme ve hesaplamada esnekliğe sahip olmama durumundan bahsetmiştir.

Pezeshki, Alamolhodaei ve Radmehr'e (2011) göre matematiksel problem çözmede gören ve görme engelli öğrenci hemen hemen aynı performansı göstermeleri sebebiyle çalışan bellek kapasiteleri arasında anlamlı bir farkın olmadığı gözlemlenmiştir. Fakat görme engelli öğrenciler matematiksel problemleri ile uğraşırken birçok zorlukla karşı karşıya kalmaktadır. Örneğin; problemlerin bilgisini nasıl elde edeceklerinin bilinmemesi, matematik problemlerine ait şemaları çizememek ve problemlerin çözümü için bir araç-gereç veya rehber olabilecek kitapların eksikliği şeklinde ifade edilmiştir.

Cahill (1996) tarafından yapılan çalışmada görme engelli ve az gören öğrencilerin matematik öğreniminde karşılaştıkları zorluklardan bahsedilmiştir. Çalışmada görme engelli öğrencilerin cebirsel ifadelerin çözümünde yaşadıkları zorluk türleri, açıklamaları ile birlikte Tablo 2.3'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.3.**  
**Görme Engelli Öğrencilerin Cebir Alanında Karşılaştıkları Zorluklar ve Açıklamaları**

<u>Zorluk Türü</u>	<u>Açıklama</u>
Anlama-Kavrama	Matematiksel ifadeleri anlama ve nasıl çözümlenip basit hale dönüştürülebileceğine bilme
Kontrol	Matematiksel ifadeleri bir bütün olarak inceleyip ayrıntıları görme, kontrollü okuma ve yönlendirilmeye ilişkin erişim
İşlem	terimleri ekleme ve yeniden ifadeleri yazma
Hafıza	İşsel belleğe aşırı bağlılık olması sebebiyle yaşanabilecek karışıklık ve yanlışlıklar
Hız	Belirli sürede soruların tamamlanması
Söz Dizim Düzeni	İfadelerin yazımında hangi noktalama işaretlerinin nasıl matematiksel gösterimde kullanıldığı ve sayılar üzerinde yerleştirilme düzeni

Tablo 2.3'te belirtildiği üzere cebirsel ifadelerde karşılaşılan zorlukların derecesi sıralandığında bunlar hafıza, hız ve genel işlemler olarak ifade edilmiştir. Görme engellilerin çoğu matematiğin kavramsal yönünden daha çok mekanik yönünde problem yaşamaktadır. Matematiğin mekanik yönü, her bir soruyu okumanın zaman alması, geniş baskı ya da Braille formatında sunulduğunda soruların uzunluğu ve genel işlemler olarak belirtilmiştir. Çalışmada bütün gruplar (kör, az gören, gören) kısmen kavramsal zorluklar nedeniyle logaritma, trigonometride sorunlar yaşarken görme engellilerin okuma ve işlem ile ilgili de sorunlar yaşadığı gözlemlenmiştir. Az gören öğrencilerin matematik erişiminde daha az zorluk yaşamamasında, onların Braille işaretleri ile ilgili karışıklıklardan etkilenmemesi, onlara kontrast renklerle genişletilmiş biçimde gösterimler sunulması etkili olmaktadır.

Bitter (2013) matematiksel içeriği okuma, yazma ve düzenleme için özel yazılımlar geliştirildiğinden bahsetmiştir. Beal ve Shaw (2008) görme engellilerin matematikteki düşük başarısını artırmak için çevrimiçi öğrenme aracı tasarlamıştır. Projenin parçası olan çalışmanın amacı, görme engelli öğrencilerin farklı seviye ve uzunluktaki sözel matematik problemlerini web tabanlı öğretici ile nasıl çözdüklerini ortaya çıkarmaktır. Uygulamada kullanılan, önceden var olan çevrimiçi matematik sözel problemleri çözme yazılımı AnimalWatch versiyonunda değişiklikler yapılmıştır. Bu değişiklik metinen okuma (TTS) programı ile görme engelli öğrencilere sözel problemlerin sesli biçimde erişimini sağlamaktır. Öğrencilere, klavye komutlarını kullanarak tekrar tekrar problemi



dinleyip verdiği cevabın doğruluğu hakkında sesli geribildirim verilmiştir. Öğrencilerin problem çözmesinde problemdeki kelime sayısının güçlü bir etkisi olmadığı görülmüştür. Çalışan bellek tarafından görme engelli öğrencilerin problem çözme becerisi engellenmesin diye, sözel problemlerin kelime sayısını 35-87 arasında tutmuşlardır. Ama öğrencilerin kısa problemlerde daha iyi olduğuna dair hiçbir gösterge yoktur. Aksine öğrencilerin performansı üzerindeki etkinin, çözümlerinde gerekli olan matematiksel işlemlerin zorluğu olduğu ortaya çıkmıştır. Ayrıca görme engelli öğrencilere özgü matematik öğretiminde zorluklar vardır. Bunlar; matematiğin doğrusal gösterimi, problem çözme, matematiksel iletişim ve gerekli öğretim zamanıdır. Online öğrenmedeki önemli gelişmeler öğrencilere geleneksel zaman ve mekân kısıtlamaları olmaksızın geniş bir şekilde öğretim içeriklerine erişebilme imkanı tanıdığı gözlemlenmiştir. (Beal & Shaw,2009).

Beal, Rosenblum ve Smith (2011) yaptıkları çalışmada 7'si kız 7'si erkek olup 5. ve 12. sınıf seviyelerinden oluşan 14 kişilik görme engelli katılımcıların AnimalWatch-VI-Beta bilgisayar programı aracılığıyla 12 sorudan oluşan matematik problemlerini doğru yapabilme durumlarını değerlendirmiştir. AnimalWatch-VI-Beta bilgisayar programı, kendi seslendirme özelliği ile sözel problemleri görme engellilere okumuş, aynı zamanda ihtiyaç duyulan ipuçlarını da vermiştir. Çalışmanın sonucunda kolay sorularda iyi bir performans sağlanmış, orta zorlukta sorularda %90 doğru cevap ve zor sorularda ise %50 doğru cevap verilmiştir. Ayrıca sesli ipuçlarının, matematik seviyesi düşük olan görme engelli öğrenciler için faydalı olduğu belirtilmiştir. Beal ve Rosenblum (2015) ise görme engellilerin ve onların öğretmenlerinin bulunduğu eğitim ortamında matematik problemlerini erişilebilir grafik ve Braille şeklinde sunan iPad uygulaması AnimalWatch Vi Suite programının uygulanabilirliğini incelemiştir. Matematik içerikleri, resim ve grafikler görme engelli kullanıcılar için erişilebilirdir. Matematik problemleri, uygun ipuçları ve öğretim destekli yardımcı videoları içerir. AnimalWatch Vi Suite programı görme engelli öğrencilerin hesaplama, kesirler, cebir, istatistik ve temel geometri becerileri üzerine uygulamalar yapmasını sağlayarak STEM alanlarına olan ilgiyi artırmıştır.

Bouck ve Weng (2014), ortaöğretimde okuyan üç görme engelli öğrencinin cebire erişim performansında geleneksel ders kitabı ile ekran okuyucu olan Readhear yazılımı ile destekli dijital ders kitabının etkisini karşılaştırmıştır. Geleneksel ders kitabını

okumak için üç öğrenciden biri yazı tipini büyütmede CCTV kullanmış olup diğerleri de sırasıyla Braille ve geniş baskı okumuştur. Çalışmada üç katılımcıdan ikisi ders kitabını, biri de dijital kitabı tercih ettiği görülmüştür. Dijital kitaba göre, görme engelli öğrenciler geleneksel ders kitabı ile sunulan cebir denklemlerini daha iyi çözebildikleri ve aynı zamanda etkinliği tamamlamalarının daha kısa sürede gerçekleştiği sonucuna varılmıştır.

## **2.5. Çalışmanın Kuramsal Temelleri**

Bu çalışmada kuramsal çerçeve olarak matematiksel düşünme yapıları ve matematiksel iletişim kullanılmıştır. Matematiksel düşünme yapıları ve iletişim ile ilgili bu çalışma için gerekli olan kavramlar tanıtılacaktır. Bu amaçla matematiksel iletişim kapsamında yazılı ve sözlü iletişim ile birlikte temsil türleri ve matematiksel düşünme yapılarına ilişkin kavramlar açıklanacaktır.

### **2.5.1. Matematiksel İletişim**

İletişim matematik ve matematik eğitiminde önemli bir role sahiptir. MEB (2005)'de uygulanan öğretim programında iletişim becerisinin kazanılabilmesi için öğrencilerin somut model, resim, şekil, grafik, tablo gibi temsil biçimlerini kullanarak matematiksel düşüncelerini ifade edebilmelerinin yanında matematik ve problemler hakkındaki düşüncelerini açık bir şekilde sözlü ve yazılı ifade edebilmeleri amaçlanmıştır. O halde iletişim kavramı genel olarak sözcükler, semboller, resimler, grafikler gibi araçlar kullanılarak birey tarafından bilgi, duygu ve düşüncelerin aktarılması süreci olarak tanımlanabilir. Enç (2005)'e göre sözcülük olarak da nitelendirdiği iletişimin sonuçları düşünme sürecinde bireyde gittikçe artan söz simgeleri ve bunların zihinde oluşturduğu anlam yüküne dayanmaktadır. Bu bağlamda görme engelliler için görsel yaşantıların sözlü olarak ifade edilmesi, onların algısal gelişiminde etkili olabilecek uygulama, düşünce ve kavram geliştirmelerine katkı sağlamaktadır (Horzum, 2013). Çünkü dil öğretiminde öğrencilerin çoğunlukla hedef rolünde olmak üzere deneyimlerine dil aracılığıyla anlam kazandırıldığı görülmüştür (Doğan & Güner, 2012).

Bilgi, duygu ve düşüncelerin aktarılması ile aktarılacak bireylere ulaşması açısından iletişimde mekân ve zaman farklılıkları olabileceği görülmektedir. Bu durumda uzaktan

eğitim s¼recinde iletişim; eş zamanlı, eş zamanlı olmayan ya da ikisinin de ortak olarak kullanıldığı karma yapıda gerçekleşmektedir (D¼nmez & ¼nal, 2006). Mekân ve zamandan duruma g¼re bağımsız olarak ¼đretici ve ¼đrenenler arasında bilişim teknolojileri aracılığıyla sağlanan iletişim ve etkileşim imkânı tanıyan ortam, uzaktan eğitim şeklinde ifade edilebilir.

Matematiksel iletişim matematiksel bilgi, içerik ya da bilgilendirmenin ¼đrenciye iletilmesi olarak tanımlanabilir (Doruk, 2012). Ayrıca matematiksel içeriğin elektronik olarak matematiksel temsili ile sınıf içerisinde ¼đrenciler arasında ya da ¼đrenci ¼đretmen arasında da matematiksel iletişim gerçekleşmektedir (Lipeikienė, 2009). Bu durumda bilgisayar aracılı iletişimde, elektronik olarak sunulan matematiksel ifadeler ¼zerinde klavye ve fare ile gezinilirken yazım aşamasında klavye ¼zerindeki karakterler kullanılır. Elsheik ve Najdii (2013) matematiksel iletişim sembollere dayalı olduğundan ¼đretmenlerin uzaktan eğitim ile sanal sınıflarda sembollerin kullanımında zorluk yaşadıkları belirtilmiştir. E-¼đrenmede matematik işaretleri doğrudan desteklenmediğinden ¼đretmenler bazı durumlarda klavye ¼zerindeki mevcut karakterlere dayalı matematik işaretleri için koda başvururlar. ¼rneđin  $x$  in kuvvetinin yazılması için shift tuşu ile birlikte ¼ rakamı basılarak  $x$ 'in ¼zerinde d¼zeltme işareti kullanılarak  $x$ 'in kuvveti haline d¼n¼řm¼ř olmaktadır.

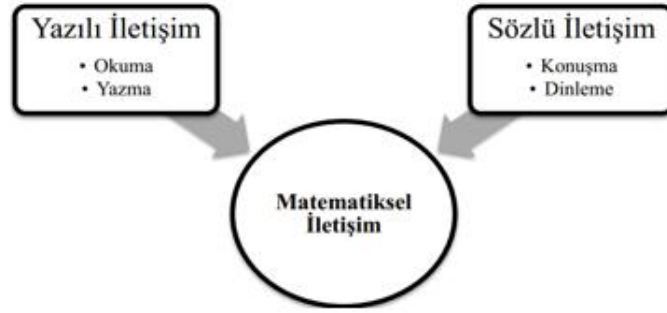
Matematiksel denklemlerin okunma biçimine bakıldığında, g¼ren ¼đrencilerin farklı stratejiler kullandığı g¼r¼lm¼řt¼r (Bitter, 2013). Gillian vd. (2004), denklem okumada yer alan bilişsel ve algısal s¼reler hakkındaki bilginin, g¼rme engelliler için oluşturulan denklem okuyucu yardımcı teknolojiler ¼zerinde uygulanması ile ilgili bir araştırma gerçekleştirmiştir. Çalışmada denklem okuma ile ilgili birçok hipotezi incelemek için toplamda d¼rt bilişsel ve algısal çalışma kullanılmıştır. Bunlar, denklemlerin soldan sağa adım adım elemanlarını okuma, denklemleri okuduktan sonra tekrar g¼z atma, ilk elemanlar için parantez içindeki ifadenin sonucunu değiştirme, şematik yapıyı oluşturmak için birer birer elemanları okumadan ¼nce denklemin t¼m¼n¼ tarama şeklinde gerçekleşmiştir. Burada bahsedilen elemanlar; parantezler, aritmetik işlemler, n¼merik tablo değerleri ve denklemin içeriklerini kapsamaktadır. Denklemi oluşturan elemanları okumak için sıklıkla geriye gidip bakmaları sebebiyle denklemin b¼l¼mlerini gruplandırma kavramı kullanımını etkilemiştir.

### 2.5.1.1. Yazılı ve Sözlü İletişim

Matematik, kendine has metinsel, sembolik ve simgesel sistematik yapısı sayesinde uluslararası bir form olarak kabul edilmektedir (Uğurel & Moralı, 2010). Matematiksel düşüncelerin dile getirilişinde sayı ve semboller gibi matematiksel sözcükler kullanılarak matematiksel kavram, tanım ve ifadeler oluşturulabilir. Bu bağlamda matematik öğretmenlerinin ve öğrencilerin matematik dilini doğrudan ve açık ifadeler ile doğru biçimde kullanması önemlidir (Çalıköğlü Bali, 2002b).

Matematiksel nesnelere yazılması ve okunması yazılı iletişim bağlamında değerlendirilirken, konuşma ve konuşulanı dinleme iletişim bağlamında ele alınabilmektedir (Sür, 2015). Matematiksel iletişimin geliştirilmesinde sözlü problemleri çözme ve yazmanın etkili olduğu araştırmalarda belirtilmiştir (Çalıköğlü Bali, 2002a). Herhangi bir seviyedeki öğrenci için matematik ile ilgili olarak konuşma, okuma ve yazma imkânı sağlamak, kavramların gelişimine katkı sağlayacaktır (Doruk, 2012). Matematik ile ilgili yazmada zorluk yaşayan öğrencilere kağıt ve kalem kullanılmak yerine, matematikle ilgili konuşmalarını ve tartışmalarını sağlamak öğrencilerin bu zorlukları aşmalarında daha fazla yardımcı olacaktır (Straker, 1993; akt. Çalıköğlü Bali, 2002b). Sözlü matematik problemlerini, dil ve hesaplama becerilerini birlikte kullanılmasını gerektirdiği için öğretim yöntemi olarak önemli olduğu belirtilmiştir (Tuncer, 2009). Görme engelliler için braille alfabesi ile hazırlanmış matematiksel içeriği okuma becerisinin yanında elektronik metin şeklinde sunulan matematiksel sembol ve denklemleri TTS aracılığıyla erişimde sesli okunanları duyarak dinleme yeteneğinin son derece önemli olduğu belirtilmiştir (MeTRC, 2012). Ayrıca görsel öğelerin görme engelliler için etrafındaki kişiler tarafından anlatılarak işitsel öğelere dönüştürülmesinde sesli betimleme yöntemi sıklıkla kullanılmaktadır (Polat, 2009).

Dilin etkili kullanımının dinleme, konuşma, okuma ve yazma becerilerinin bir bütünlük içerisinde geliştirilmesine bağlı olduğu görülmüştür (Kavcar, 1998). Sür (2015) de yapılan araştırmasında ders içi matematik iletişim sürecinin yazılı ve sözlü iletişim türüne göre etkileşimleri Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



**Şekil 2.5. Türüne Göre Matematiksel İletişim**

Matematiksel iletişim şekilde görüldüğü üzere türlerine göre sınıflandırıldığında konuşma ve dinleme sözel iletişim iken, okuma ve yazma yazılı iletişim olarak değerlendirilmiştir. Çalikoğlu Bali, (2002a) matematik dersinde yazılı ve sözlü anlatıma yer verilerek öğrencilerin matematiksel kavramlar ve ifadeler üzerine konuşmalara katılması, düşüncelerini organize etmesine ve bu düşünceleri aktarmasına yardımcı olacaktır.

### **2.5.2. Matematiksel Düşünme Yapıları**

Matematiksel düşünme bireyin önceden öğrenmiş olduğu matematiksel bilgi ve kavramları, soyutlama, genelleme, tahminde bulunabilme, hipotezle test etme- yeni bilgi ve kavramlar kazanma ve aynı zamanda yeni elde edilen bilgiyi olumsuz ve olumlu örnekleyebilme olarak tanımlanmaktadır (Alkan & Bukova-Güzel, 2005). Yaratıcı düşünme, karar verme, problem çözme, eleştirel düşünme ve akıl yürütmeye ilişkin her öğrencide farklı düzeyde olan bu becerilerin etkin olduğu düşünme stillerinin ve yapılarının ortaya çıkarılarak geliştirilmesi önemlidir. Ayrıca düşünme stili ve düşünme yapısı kendi içinde bir beceri olmayıp daha çok tercih olduğundan iyi ya da kötü olarak nitelendirilmez. Kişiden kişiye göre değişebilen bireydeki düşünme stilleri zamana, duruma ve karşılaşılan probleme göre de değişiklik gösterebilmektedir (Tekin, Özmutlu & Erhan, 2009).

Matematiksel düşünme yapıları, matematiksel düşünmenin sürecinin bir çeşit kategorilere ayrılması hali olup, Kruteskii (1976) tarafından geliştirilmiştir. Kruteskii (1976) matematiksel düşünmeyi, matematiksel düşünme yapısı adı altında üçe ayırmıştır. Bunlar analitik, geometrik ve analitik ve geometrik düşünmenin birlikte

kullanıldığı harmonik düşünme yapılarıdır. Analitik düşünenler bir problemle karşılaştıklarında akıl yürütmelerinde çok güçlü sözel mantıksal bileşenlere ve zayıf görsel-resimsel bileşenlere sahiptir. Problem görsel öğelere dayansa bile, analitik düşünenler matematiksel işlemleri tercih ederler, görsel dayanakları kullanma ihtiyacı hissetmezler. Geometrik düşünme yapısındaki öğrenciler de çok iyi gelişmiş görsel resimsel bileşene ve ortalamanın üzerinde sözel mantıksal bileşenlere sahiptir. Krutetskii (1976), geometrik öğrencilerin, görselliğe gerek olmadığı ya da görsellik kullanmanın zor olduğu durumlarda soruyu görsel olarak yorumlamak yerine sözel yöntemler de kullanabileceğini belirtmiştir. Harmonik düşünme yapısındaki öğrencilerde sözel mantıksal ve görsel resimsel bileşenler eşit olarak gelişmiştir.

Öğrencinin matematik başarısı için, sahip olduğu düşünme yapılarının belirlenerek hareket edilmesinin, öğrencinin başarısını olumlu yönde etkileyecek bir hareket olduğu belirtilmiştir. Bu duruma yönelik Birkey ve Rodman (1995) de öğretmenlerin, karşılarındaki öğrencilerin hangi düşünme yapısına sahip olduğunu ve nasıl daha kolay öğrendiklerini tespit ederek ona göre ders işlenmesi gerektiğini ifade etmiştir. Problem çözme sürecindeki düşünme stratejisi tercihlerini değerlendirmek için Presmeg (1985) tarafından Matematiksel Süreç Aracı adında bir veri toplama aracı geliştirilmiştir (Akt: Sevimli, 2013). Literatürde matematik düşünme yapıları ile ilgili yapılan araştırmalarda düşünme yapılarındaki farklılıkların bireylerin performansları, anlamaları vb. gibi değişkenler üzerinde etkili olduğu görülmektedir (Taşova, 2011; Delice ve Sevimli, 2011; Özhan-Turhan, 2011; Günaydın, 2011).

Özhan-Turhan (2011) ortaöğretim öğrencilerinin analitik geometri dersinde doğrunun birbirlerine göre durumları konusunda temsil geçişlerinin ve soruları çözerken tercih ettikleri temsil türlerinin düşünme yapıları bağlamında nasıl farklılaştığını incelemiştir. Araştırmada analitik düşünme yapısına sahip öğrencilerin formül temsilli soruları ve geometrik düşünme yapısına sahip öğrencilerin şekil temsili soruları tercih ettikleri gözlemlenmiştir. Geometrik düşünen öğretmen adaylarının zihnin görsel-resimsel bileşenlerini sözel mantıksal bileşenlerine göre büyük oranda daha az tercih ettikleri modelleme etkinlikleri çözüm süreçlerinde farklı perspektiflerden yaklaşarak daha yüksek performans sergiledikleri görülmüştür (Taşova, 2011). Delice ve Sevimli (2011)

de yaptıkları araştırmada matematik öğretmeni adaylarının düşünme yapısı farklılıklarının problem çözme yaklaşımlarını ve başarısını doğrudan etkilemediğini fakat farklı düşünme yapısındaki katılımcıların görsel süreçleri kullanma, yorumlama ve tercih etme algıları yönüyle farklılıklarının olduğunu ifade etmektedirler.



## **BÖLÜM III: YÖNTEM**

Araştırmanın bu bölümünde araştırmacı tarafından belirlenen araştırma sorularını cevaplamak için takip edilecek aşamalar ve geçirilen süreçler ifade edilmiştir. Bu araştırma kapsamında veri toplamak üzere dikkate alınan yaklaşımlar, yöntem bölümü altında ayrıntılı bir şekilde ifade edilmiş olup, araştırmanın yöntem çatısı yapılandırılırken izlenen başlıklar: araştırma modeli, katılımcılar, veri toplama araçları, veri toplama süreçleri, veri analizidir.

### **3.1. Araştırma Modeli**

Araştırma modeli, araştırma problemi oluşturulmasından raporlaştırılmasına kadar yer alan bilimsel süreçlerde, araştırmacıyı araştırma sorularını cevaplamak amacıyla yönlendiren geliştirilmiş bir plandır. Bu plan dâhilinde eğitim araştırmalarında veri toplama ve veriyi analiz etme yöntemleri bakımından nitel (yorumlayıcı) ve nicel (pozitivist) olmak üzere iki yaklaşımdan bahsedilir. Nicel araştırmalarda zaman, insan ve kültürden bağımsız nesnel ve evrensel yasalar bulma yerine derinliğine irdelenmiş durumlardan hareketle belirli şartlar altında oluşan olay ve olgulara açıklama getiren nitel araştırmalar oldukça önemlidir (Yıldırım & Şimşek 2006, s.39). Platon'un (1990) da bu bağlamda belirttiği gibi nitel araştırmalar araştırmacıya küçük grupla çalışmasına rağmen ayrıntılı ve zengin bir bilgi sağlamaktadır. Yani bir duruma ait etkenler (ortam, bireyler, olaylar, süreçler, vb.) bütüncül bir yaklaşımla ele alınıp araştırılır ve ilgili durumla karşılıklı birbirlerini nasıl etkiledikleri üzerine odaklanılmaktadır (Taşova, 2011).

Nitel araştırma desenlerinden biri olan durum çalışması, bilimsel sorulara cevap bulmak için kullanılan ayırt edici bir yaklaşımdır (Büyüköztürk vd., 2012). Durum çalışmasında niçin ve nasıl sorularının ön plana çıktığı ve araştırmacının olaylar üzerinde çok az bir müdahale şansının olması ile birlikte gerçek yaşamla ilgili fenomenlere odaklanıldığı belirtilmiştir (Yin, 2003, s.1). Araştırmada uzaktan eğitim ile elektronik metin şeklinde sunulan matematiksel problemleri görme engellilerin çözme süreçleri hem düşünme



yapıları hem de matematiksel iletişim süreçleri bağlamında incelenmektedir. Böylelikle var olan durum kendi koşulları içerisinde betimlenmeye çalışıldığı için (Cohen, Manion & Morrison, 2000), araştırma nitel araştırma desenlerinden “durum çalışması” olacaktır.

### 3.2. Katılımcılar

Bu araştırmada katılımcıları belirlemek için nicel araştırmalardaki gibi olasılık temelli örnekleme yöntemlerinin tersine, örneklemin ulaşılabilirliğine katkı sağlamak ve görme engelli öğrenciler üzerine odaklanmak için çalışmada amaçlı örnekleme tekniği kullanılmıştır. Örneklem seçim kuralları düşünülerek, 2015-2016 yılında uzaktan eğitim ile matematik dersleri alan 15-25 yaş arasındaki görme engelli öğrencilerden 15 kişi seçilmiştir. Çalışmamıza katılan 15 kişi görme engelli çatısı altında görme oranına göre kör ve az gören şeklinde ayrılmıştır. Az gören 1 kişi olup geriye kalan 14 kişi kör olarak çalışmada yer almıştır. Uzaktan eğitim ortamında görme durumuna göre kullanılan yardımcı teknolojilere bakıldığında; az gören 1 kişi ekran büyütme programı, 14 kişi de ekran okuyucu yazılım programlarından Jaws For Windows ekran okuma programı veya Görsel Olmayan Masaüstüne Erişim (NonVisual Desktop Access, [NVDA]) yazılımı kullanmıştır. Katılımcılardan sadece 3 kişi Braille okuma ve yazma becerisine sahip değildir. Araştırma probleminde, cinsiyet veya yaş gibi demografik değişkenler dikkate alınmadığından, araştırmanın katılımcıları oluşturulma sürecinde bu farklılıklara yer verilmemiştir.

Katılımcılar kişisel bilgisayarlarını kullanarak uzaktan eğitim yazılımı sesli konferans sistemi üzerinden çalışmaya dâhil olmuşlardır. Araştırmanın katılımcıları olan görme engelli bireyler ortaöğretimde kaynaştırma öğrencisi olarak matematik dersini almış veya almaya devam eden öğrencilerden oluşmaktadır. Ders anlatımları görme kaybından doğan görme yetersizliğini tamamlayıcı işitsel öğretim sürecinde soru cevap tekniği, sunuş yolu, taranmış veya araştırmacı tarafından hazırlanmış elektronik erişilebilir matematiksel metinler ile gerçekleştirilmiştir. Ayrıca uzaktan eğitim sebebiyle bireylere ders anlatımında bazen bulunduğu ortamdaki materyalleri kullanması ile ilgili yönlendirmeler yapılarak matematiğin görsel doğası dokunsal etkinlikler veya sesli betimlemeler yoluyla anlatılmıştır.

### 3.2.1. Uygulama Sürecinin Oluşturulması

Araştırmaya katılan görme engelli öğrenciler internet tabanlı uzaktan eğitime kayıt olduktan sonra onların sisteme dâhil olabilmesi için isteklerine göre kullanıcı adı ve şifre verilmiştir. Derslere başlanmadan önce görme engelliler ile bir araya gelinerek uzaktan eğitim sistemindeki menü, ara yüz tanıtımı ve ekran okuyucu ile kullanılan klavye kısa yol tuşları hakkında bilgilendirme yapılmıştır.

Çalışma grubunda yer alacak görme engelli öğrencilerin kişisel bilgisayar, mikrofon, hoparlör, yardımcı teknolojik araç (ekran okuyucu, büyüteç vb.) ve sınırsız internete sahip olması gerekir. Bu durumda uzaktan eğitime başvuran görme engelli katılımcılardan özellikle internet sorunu sebebiyle matematik eğitimi derslerine düzenli bir devamlılık göstermeyen kişi sayısı oldukça fazla olmuştur. Haftada sadece bir gün akşamları saat 21.00 – 22.30 arasında oluşturulan şifreli sanal matematik eğitimi odasında toplamda 15 kişi ile ders işlenebilmiştir. Matematik eğitimi sanal sınıflarında içerik-öğrenen-öğreten-teknoloji etkileşimleri aracılığıyla süreç uygulanmıştır. Ayrıca sesli konferans ortamında ders işleniş sürecinde görme engelli bireylerin karşılaştığı olası teknik problemlere karşı yardımcı olabilecek bilgiye sahip görme engelli teknik gözetmen de sistemde yerini almıştır. 16-30 yaş aralığındaki 15 kişilik görme engelli öğrenci grubunun çoğunluğu matematik seviyeleri açısından düşük olmaları sebebiyle temel aritmetik işlemlerden başlanarak 6 aylık eğitim süreci sonunda çalışmamız için veri toplanmıştır.

15 kişilik grup çalışmanın 1. aşamasında kullanılmış olan “Matematiksel Süreç Aracı (MSA)” uygulamasına katılmıştır. Bu 15 görme engelli öğrenci MSA puanına sahiptir. Online üzerinden eş zamansız iletişim olan e-posta ve eş zamanlı iletişim olan yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. E-posta görüşmeleri ile MSA ve cebir ve geometri testleri uygulanmıştır. E-posta görüşmeleri ile cebir ve geometri testinin çözümleri elektronik metin aracılığıyla yazılmış olarak katılımcılar tarafından araştırmacıya gönderilmiştir. Yapılan yazılı cebir ve geometri testinin çözümleri katılımcılar

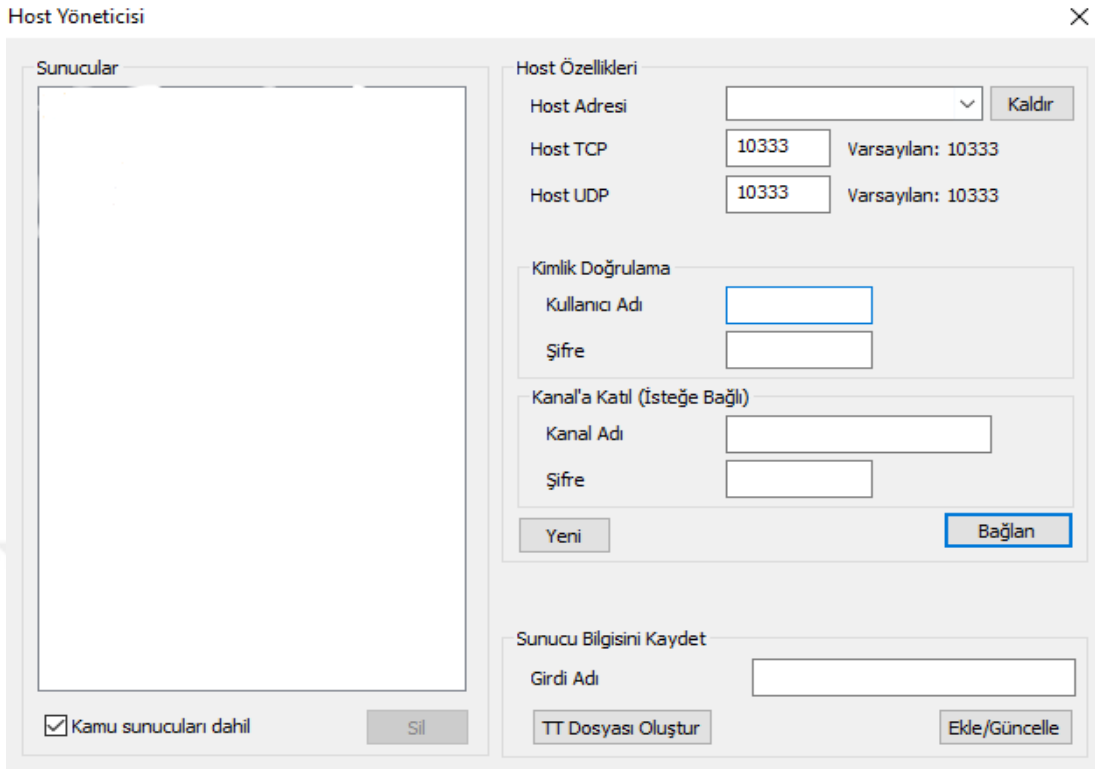
E-posta görüşmeleri ile görme engelli öğrencilerin matematik ve teknoloji bilgisinden sonra cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemlerin çözümlerini yazılı olarak ifade etmeleri istenmiştir. Daha sonra sesli konferans yazılımı üzerinden

katılımcılara problemler yöneltilecek yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir. MSA puanları, matematiksel problemlerin cevaplarının yazılı ve sözlü ifadeleri dikkate alınarak amaçlı örnekleme yoluyla 8 öğrenci ile yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Buna göre, görme engelli öğrencilerin uzaktan eğitim ile cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemleri çözme süreci, matematiksel düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçleri bağlamında betimlemesi, amaçlı örnekleme yöntemi ile seçilen görme engelliler üzerinden durum deseni olan nitel yaklaşım ile açıklanmıştır.

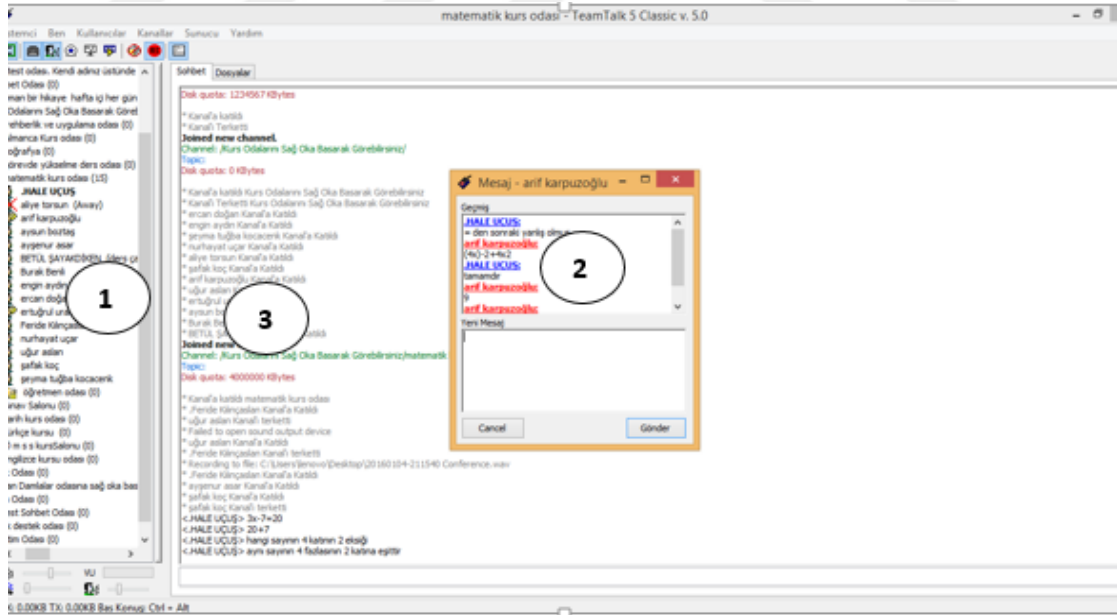
### 3.2.2. Öğrenme Ortamı ve Sağlanan Etkileşimler

Araştırmada öğrenme ortamı olarak internet tabanlı uzaktan erişim platformu olan TeamTalk sesli konferans yazılımı kullanılmıştır. Bu platform ortamının tercih edilmesinin en önemli özelliği çalışma örnekleminizi oluşturan görme engelli kullanıcılar için ara yüz tasarımının ekran okuyucu ile uyumlu ve erişilebilir olmasıdır. Bununla birlikte ücretsiz olması ve kullanım kolaylığı sağlaması da özellikleri arasında söylenebilir. Sesli konferans yazılımı TeamTalk'ın sağladığı imkânlar şu şekilde sıralanabilir: sesli ve görüntülü konuşma, metin tabanlı mesajlaşma, dosya paylaşım olanağı, konuşmalar kaydetme, yüksek kaliteli ses, bas konuş, ses etkinleştirme ve canlı sınıf oluşturmadır. TeamTalk 5 sürümü Türkçe hali ücretsiz olarak Windows, Mac OS X, Linux, iOS ve Android uygulamaları üzerinde kurulumu gerçekleştirilebilir.

Öğrenme ortamına girişler kişisel bilgisayarlar ve mobil ile sağlanmaktadır. Öğrenme ortamı için görme engelli bireyler TeamTalk programı üzerindeyken ekran okuyucu kullananlar klavyeden F<sub>2</sub> tuşuna bastığında Şekil3.1.bağlantı diyalog kutusu yer almaktadır. Kullanıcı host adresinden üç defa Tab tuşuna basılarak kimlik doğrulama arayüzüne gelmekte ve kendisine verilen kullanıcı adı ve şifre ile giriş yapabilmektedir.



Şekil 3.1. Sistemin Ana Sayfa Ekran Görüntüsü



Şekil 3.2. Eş Zamanlı Uzaktan Eğitim Ortamında Gerçekleştirilen Etkinliklere Ait Ekran Görüntüsü

Şekil 3.2’de ekran görüntüsünde yer alan şifreli matematik odasına ekran okuyucu kullanan görme engelliler Tab kısa yol tuşunu kullanarak giriş yapabilmektedir. Ekran

görüntüsünde yer alan 1 numaralı blok, sistemde çevrimiçi konumda bulunan kullanıcıların sıralandığı “Katılımcı Listesi” modülüdür. Bu modül sayesinde öğrenciler, kurs için oturum açan grup arkadaşlarını görebilmekte ve onlarla sistem üzerinden iletişim kurma şansına sahip olabilmektedir. 2 numaralı blokta yer alan “Sohbet “ modülü, grup üyelerinin kendi arasında ve öğretmenleri ile anlık yazılı iletişime imkân sağlamaktadır. Bu modül üzerinden daha çok ders esnasında şekillendirici ve tamamlayıcı değerlendirmede sorulan açık uçlu soruların cevapları alınarak geri dönütler sağlanmaktadır. 3 numaralı blokta yer alan “ekran paylaşımı” modülü öğrenen –öğrenen ve öğrenen- öğretici arasında uygulamaların birbirine yansıtılmasına izin vermektedir. Öğrenciler bu modül sayesinde genelde ekranlarında açık olan not defterlerine kısa yol tuşlarını kullanarak yazılan bilgileri aktarmaktadır.

Sistem menülerinden “Dosyalar” kısmında ise erişilebilir docx ve txt uzantılı elektronik metin şeklinde sunulan matematik dokümanları ve ABBYY Fine Reader tarayıcının optik karakter tanıma özelliği kullanılarak tarandıktan sonra erişilebilir hale getirilen PDF kitapları bulunmaktadır. Burada ayrıca derse katılmayanlar için sistemin konuşmaları kaydet özelliği kullanılarak yapılan derslerin mp3 uzantılı ses kayıtları vardır. Aslında görme engellilerin matematikteki materyal ve kaynak eksikliği, sanal matematik kütüphanesinde “dosyalar” kısmında kaydedilmiş sesli ve yazılı şeklindeki matematiksel içeriklerin kullanılması ile giderilebilir.

### **3.3. Veri toplama Araçları**

Araştırmacılar öncelikle araştırma probleminin doğası ile örtüşecek bir araştırma yöntemi seçtikten sonra araştırma yöntemleri içerisinde kullanabilecekleri veri toplama araçlarına karar vermelidir (Çepni, 2010, s. 128). Nitel araştırmanın etkililiğinin, içindeki çoklu metotla birlikte verilere odaklanmaya imkân sağlaması ve birçok metot ya da sorudaki olguyu derinlemesine anlamayı sağlamak için veri çeşitlemesini (triangulation) kullanmasından kaynaklandığı belirtilmektedir (Horzum, 2013). Bir nitel araştırma deseni olan durum çalışmasında veri çeşitliliği sağlamak için genellikle birden fazla veri toplama yöntemi kullanılır (Yıldırım ve Şimşek, 2006, s. 324). Bu çalışmada kullanılan veri toplama teknikleri test ve görüşmedir. Bu durumda araştırmanın amacının gerçekleştirilmesinde kullanılacak veriler, farklı kaynaklardan

elde edilerek, veri kaynağı çeşitlenmesi gerçekleştirilmesi puzzle'ın parçalarının bütüncül resmi vermesine benzetilebilir. Araştırmada iki veri toplama tekniği üzerinden, araştırma problem durumuna yönelik verileri toplamak için, ilk olarak görme engelli öğrencileri tanımak üzere; demografi bilgisi, matematik ve matematiğin bilgisayar ve uzaktan eğitim ile kullanımı hakkındaki tecrübelerine yönelik sorular sorulmuştur. Diğer veri toplama araçları ise düşünme yapısı farklılıklarını belirlemek için Matematik Süreç Araç (MSA) testi, yazılı ve sözlü iletişim süreçlerini belirlemek için de cebir ve geometri testlerinden oluşan matematik problemleri çalışmamızda kullanılmıştır. Veri toplama araçlarının görme engellilere sunum şekli işitsel veya elektronik metin şeklinde online görüşme araçlarından E-posta ve senkron iletişim kurularak yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### 3.3.1. Matematiksel Süreç Aracı

Araştırmanın cevaplamaya çalıştığı sorulardan biri de görme engelli öğrencilerin düşünme yapılarındaki farklılıklarının matematiksel problem çözme süreçleri üzerinde etkisinin olup olmadığıdır. Bu soruyu cevaplamak için öncelikle görme engelli öğrencilerin düşünme yapıları belirlenmelidir. Bunun için araştırmada veril toplama aracı olarak ilgili literatürde yer alan Krutetskii'nin (1976) düşünme yapıları teorik çerçevesine yönelik hazırlanan ve Presmeg (1985) tarafından geliştirilen Matematiksel Süreç Aracı (MSA, Mathematical Process Instrument) kullanılmıştır. Presmeg'e (1985) göre bu araç öğrencileri düşünme yapılarına göre analitik, harmonik ve görsel düşünenler şeklinde sınıflama yeterliliğine sahiptir. A, B, C isimleri ile adlandırılan üç alt bölümden oluşan MSA'da, A ile B alt bölümleri lise öğrencileri, B ile C alt bölümleri ise yükseköğretim öğrencileri için hazırlanmıştır. Her iki grup için ortak olan Bölüm- B'de 12 problem varken, Bölüm-A ve Bölüm -C' de 6 problem yer almaktadır. Bu araştırmada, ortaöğretimde matematik eğitimini kaynaştırma olarak almış veya almaya devam eden görme engelli öğrenciler ile çalışıldığından Bölüm-A ve Bölüm-B'nin kullanılması araştırma kapsamında yer almaktadır. Ayrıca MSA, problemlerin yer aldığı sorular bölümüyle birlikte, her bir problemin olası farklı çözümlerinin yer aldığı Çözüm Tercih Anahtarı bölümünü de içermektedir. Aşağıdaki tabloda MSA'nın B bölümünde yer alan problemlerden biri ve bu problemin olası çözümlerini içeren cevap

türlerine yer verilmiştir. Problemin olası çözümlerinde yer alan diyagramlar Sesli Betimleme Derneğinde görevli bir uzman tarafından betimlemesi yapılmıştır.

**Tablo 3.1.**  
**MSA, Bölüm-B, 6. Problemler**

<b>MSA Örnek Problem ve Olası Cevaplar</b>
<p><b>Problem: B-6:</b> İki ağaçta aynı sayıda serçe bulunmaktadır. Birinci ağaçtan kalkan 2 serçe ikinci ağaca konmuştur. Buna göre ikinci ağaçtaki serçe sayısı birinci ağaçtakinden kaç fazladır?</p>
<p><b>B-6.Çözüm1:</b> Soruyu muhakeme yoluyla çözdüm. İki serçe birinci ağaçtan uçup ikinci ağaca konduklarında, birinci ağaçtaki serçe sayısı öncekine göre 2 tane azalırken, ikinci ağaçta öncekine göre 2 tane artmıştır. Böylelikle ikinci ağaçta birinci ağaca göre 4 tane daha fazla serçe vardır.</p> <p><b>B-6. Çözüm2:</b> Bir diyagram çizdim.</p> <p><b>Seklin Betimlemesi:</b> Ağaçtaki tüm kuşları temsilen bir çizgi çizilmiş ve hareketli kuşları göstermek için de orta noktasından eşit uzaklıkta sağa ve sola ikişer dikey çizgi çizilmiş. İlk durumda birinci ve ikinci ağaçtaki kuş sayıları eşittir. 2 kuş uçtuktan sonra, birinci ağacı temsilen daha kısa bir çizgi, iki kuş ikinci ağaca konduğu için ikinci ağacı temsil eden çizgiye de iki birim eklenerek uzatılmış. Böylece ortadaki kuşları temsil eden dikey çizgilerin hepsi ikinci ağaca dâhil edilmiş. İkinci ağaçta birinciye göre 4 tane daha fazla serçe vardır.</p> <p><b>B-6. Çözüm3:</b> İkinci çözümdeki yöntemi kullandım, fakat diyagramı “zihnimde” canlandırdım. (Kâğıt üstüne çizmedim.)</p> <p><b>B-6. Çözüm 4:</b> Bu soruyu bir örnek kullanarak çözdüm. Örneğin; her iki ağaçta 8 tane serçe olsun. 2 tane serçe birinci ağaçtan ikinci ağaca uçtuktan sonra, birinci ağaçta 6 tane, ikincide 4 tane vardır.</p> <p><b>B-6. Çözüm 5:</b> Bu soruyu semboller kullanarak çözdüm. En başında, her iki ağaçta uçtuktan sonra serçe sayısına x diyelim. 2 tane serçe birinci ağaçtan ikinci ağaca uçtuktan sonra; birinci ağaçta <math>x-2</math>, ikinci ağaçta <math>x+2</math> tane serçe bulunur. Serçe sayıları arasındaki fark <math>= (x+2) - (x-2) = 4</math></p>

Araştırma kapsamında, görme engelli öğrencilere MSA'nın problemlerden oluşan birinci kısmı dağıtılmış, uygulaması yapıldıktan sonra problemlerin olası çözümlerinin yer aldığı kısımda var olan şekillerin metinsel betimlemesi ile birlikte dağıtılarak kendi çözüm yollarına en yakın olan çözümü cevap kâğıdına işaretlemeleri istenmiştir. Kendi çözüm yöntemlerini cevap anahtarında bulamadıkları durumlarda ise cevap kâğıdında orijinal çözümler için ayrılan seçeneği işaretlemeleri istenmiştir. MSA'nın A, B ve C bölümlerinin Türkçeye adaptasyonu farklı zamanlarda farklı araştırmacılar tarafından yapılmıştır (Taşova, 2011; Özhan, 2011). Buna rağmen sorularda bir farklılık bulunmamaktadır.

### 3.3.2. Cebir ve Geometri Testi

Problem çözme süreci, dış temsil olarak verilen sorunun algılandıktan sonra yorumlanması ile başlar. Problem ile ilgili zihinde imge oluşur ve bu sırada devreye giren akıl yürütme, öğrenenin zihninde imgeler ve dış temsiller arasında bağlantı kurmaya çalışır. Problem çözme süreci sonunda ulaşılan sonuç öğrenenin zihnindeki imgeyi dış temsil olarak sunar (Gutierrez, 1996). İç temsillerin dış temsillere yansımalarını belirleyebilmek için duyarlar yardımıyla karşılaşılan matematiksel dil, nesnelerin anlamlandırılarak yazıya dönüştürülmesi süreci incelenmelidir. Görme engellilerin problem çözme sürecini kısmen de olsa anlayabilmek için uzaktan eğitim ortamında erişilebilirliği denetlenmiş elektronik metin şeklinde sunulan problemlerin hem yazılı hem de sözlü iletişim süreçleri incelenmiştir.

Görme engelli öğrenciler ekran okuyucu ile birlikte klavye kısa yol tuşlarını kullanarak ve aynı zamanda ses çıkışlarını dinleyerek bilgisayar ortamında elektronik metin şeklinde sunulan problem içerikleri ile etkileşimde bulunabilir. Fakat görme engellilerin, zihinlerindeki her türlü imgeyi elektronik ortamda ifade edebilmesi zor olduğundan birebir eş zamanlı uzaktan eğitim ile online görüşmeler yapılmıştır. Elektronik metin üzerindeki göstergeleri, öğrencilerin çözüm süreçleri hakkında bize önemli ipuçları verecektir. Online görüşmenin ise yarı yapılandırılmış görüşme türü kullanılarak soruların zihinde oluşturduğu imgelerin sözlü iletişim ile derinlemesine ortaya çıkarılmasında yardımcı olması sağlanabilir. Çünkü görme engellilerin klavye üzerinde kullanabilecekleri mevcut karakterler ile matematikte metinsel sembollerin yazımı sınırlıdır.



İnternetle uzaktan öğrenimde matematik işaretleri doğrudan desteklenmediğinden öğretmenler bazı durumlarda klavye üzerindeki mevcut karakterlere dayalı matematik işaretleri için kod kullanmaktadırlar (ElSheikh & Najdi, 2013). Örneğin matematiksel gösterimde üslü bir ifadenin kuvvetini belirtmek için shift tuşu ile birlikte düzeltme işareti kullanılırken, çarpma işlemi için ise yıldız işareti kullanılır. Çünkü MS Word'de denklem düzenleyici aracını kullanarak yazılan matematiksel semboller ekran okuyucular tarafından algılanmaz. Elektronik ortamdaki matematiksel ifadelerin özellikle iki boyutlu denklemlerin ekran okuyucu tarafından seslendirilmesi için lineer (doğrusal) yazılacak şekilde ve belirsizliği en aza indirmek için de sıklıkla parantez türleri kullanılarak sunulmuştur. Az gören öğrenciler Microsoft Word'de denklem düzenleyici kullanılarak yazılmış 18-24 punto aralığındaki matematiksel problemler üzerinden ekran büyütme programı kullanarak çalışmaya katılmışlardır.

Çalışmada farklı tarzlarda oluşturulmuş elektronik metin üzerinden sunulan problemlerin yazılı ve sözlü olarak verilen cevaplarda görme engellilerin kullandıkları yazılı ve sözlü iletişim süreçleri arasında nasıl bir ilişki olduğu hakkında fikir edinilmeye çalışılacaktır. Bu maksatla, üç uzman görüşüne başvurularak, katılımcılar için cebir ve geometri testleri hazırlanmasına karar verilmiştir. Görme engelli öğrenciler için grafik okuma zor olduğundan sorunun görselleştirilmesi gereken adımı atlanarak matematik bağlamındaki problem çözümede cebirden başlayarak devam edildiği belirtilmiştir (Bitter, 2013). Cebir testleri, sözel, simgesel iki farklı biçimde hazırlanırken; geometri testleri de sözel-geometri adı altında hazırlanmıştır. Soruların seçiminde ilgili literatürde kullanılan sorulardan, ders kitaplarından, yardımcı ders kitaplarından, geçmiş üniversiteye geçiş sınavı sorularından yararlanılmıştır. Öncelikle araştırmacı tarafından testlerde kullanılmak üzere 40 adet soru tespit edilmiştir. Bu sorular, 10-15 yıl deneyimi olan matematik ve özel eğitim öğretmenlerinden oluşan dört uzmanın görüşü alınarak 20 soruya indirilmiştir. Deneme uygulamasından sonra da biri matematik diğeri özel eğitim uzmanı olan kişilerle yapılan tartışmalar sonucunda en uygun 14 soru bu çalışma için seçilmiştir. Sözel testte 5 adet soru sorulmuştur ve soruların tamamı sözel günlük hayat problemlerinden seçilmiştir. Soru yazımında matematiksel simgeler kullanılmamış, tüm sorular metinlerle ifade edilmiştir. Simgesel test 5 adet soru içermektedir ve hiçbir soruda metinsel ifadeye yer verilmemiştir. Sorular tamamen klavye üzerindeki noktalama işaretleri aracılığıyla lineer matematiksel

işaretler ve simgeler ile oluşturulmuştur. Sözel-Geometri testi ise gövde metninde kısmen şekil bulunan ya da hiçbir şekil bulunmayan büyük oranda metinden oluşan 4 sorudan oluşmaktadır. Aşağıdaki tabloda örnek cebir ve geometri test sorularına yer verilmiştir.

**Tablo 3.2.**  
**Örnek Cebir ve Geometri Test Örnekleri**

<p><b><u>Simgesel Test</u></b></p> <p>3) <math>5/(x+3) = 4/(x+4)</math> ise x kaçtır?</p>
<p><b><u>Sözel Test</u></b></p> <p>1) Kerem kumbarasında biriktirdiği 36 tane demir parayı bütünlemek için mahallesindeki bakkal Hüseyin Amca'ya gidiyor. Hüseyin Amca paraları bütünleyerek Kerem'e 10 TL veriyor. Kerem'in kumbarasından 50 kuruş ve 25 kuruşluk demir paralar çıktığına göre, paraların kaç tanesi 50 kuruşluktur?</p>
<p><b><u>Sözel Geometrik Test</u></b></p> <p>5) Düzlemde bir üçgenin iç açıları a, b, c dir. a açısı 120 derece ve b açısının ölçüsü, c açısının ölçüsünün 2 katı olduğuna göre, b açısının ölçüsü kaç derecedir?</p>

### 3.3.3. Yarı Yapılandırılmış Görüşme

Görüşme tekniği görüşme yapılan kişinin içsel dünyasına girmeyi ve olayları onun perspektifinden anlama ve kavrama imkânı tanımaktadır (Patton, 1987, s.109, akt. Türnüklü, 2000). Ayrıca nitel araştırma deseni durum çalışmasında araştırılan olgunun derinlemesine analizi ve katılımcı teyidi için görüşme tekniğinden yararlanılması son derece önem taşımaktadır. (Sevimli, 2013). Bu yüzden Görme engellilerin belirlenen düşünme yapıları ile matematik problem çözüm süreçleri ve bu süreçte yazılı ve sözlü matematiksel iletişimlerini arasında nasıl bir ilişki olduğunun belirlenmesinde yarı yapılandırılmış görüşme önemli bir rol almaktadır. Çalışmada yarı yapılandırılmış görüşme, araştırma örneklemini oluşturan görme engellilerin zaman, mali sıkıntılar, coğrafi dağılım, hastalık ve engelleri sebebiyle yüz yüze görüşme yerine online görüşme şeklinde gerçekleşmiştir. Bundan sonraki kısımda online görüşme hakkında bilgilendirme yapılması uygun görülmüştür.

### 3.3.4. Online Görüşme

Son birkaç yılda teknolojinin ilerleyişi ile birlikte mesafeden bağımsız iletişim görünürde neredeyse sonu olmayan çok daha kolay ve rahat hale gelmiştir (Sullivan, 2012). Ayrıca internetin gelişmesiyle birlikte ortaya çıkan teknolojik değişimler nitel araştırmada online görüşme tekniğini geliştirerek yüz yüze görüşme ile oluşabilecek bağlantı sorunlarını azaltmıştır (Hooley, Wellens, &Marriott, 2011). Böylece uygun koşullarda esneklik, zaman ve mekandan bağımsız olması online görüşmeler ile katılımcı sayısını artırabilir ve bilgiye ulaşma endişesini azaltabilir. Odak grup görüşmeleri veya birebir görüşmelerde iki tür online görüşme vardır. Bunlar, eş zamanlı (senkron) ve eş zamansız (asenkron) online görüşmeden oluşmaktadır (Jaghorban, Roudsari & Taghipour, 2014).

Yeni teknoloji ile veri toplamada yeni yaklaşımlar oluşturmaya ve bu tür yöntemleri doğrulamaya ihtiyaç bulunmaktadır (Sullivan, 2012). Gelecekte özellikle nitel araştırmacıların kuşkusuz görüşme niteliğini internet ve e-posta ile artıracığı belirtilmektedir (Hamilton & Bowers, 2006). Çünkü araştırmacının global erişim potansiyelinin artması, yazılı metinde kesme ve yapıştırma yapılabilmesi teknoloji kullanımı ile birlikte çoklu imkânlarla sahip olabilmeyi olanaklı kılmaktadır (Sullivan, 2012). Fakat her görüşmede olduğu gibi online görüşmenin de avantajları ve dezavantajları olabilir. Geleneksel yüz yüze görüşmelere alternatif ve tamamlayıcı olan online görüşmeler (Jaghorban, Roudsari & Taghipour, 2014) bu çalışmada internet tabanlı uzaktan eğitim ile farklı yerlerden ses ve video iletişim araçları ile katılan görme engelliler için son derece önemlidir. Fakat online görüşmeler kullanışlı olmasına rağmen yüksek hızlı internet erişim gerekliliği, online iletişim aşinalığı ve dijital okuryazarlığa sahip olma görüşmelerin doğasını etkilemektedir (Hamilton & Bowers, 2006). Bu bağlamda araştırmada katılımcıların seçiminde belirtilen hususlara dikkat edilmiştir. Bu çalışmada görüşme yapılırken katılımcının araştırmanın gelişmesine katkı sağlaması amacıyla esnek davranılmasının yanında, araştırma odağından uzaklaşmamak adına temel sorular belirlenmesi gerektiği düşünülerek yapılan görüşmeler yarı yapılandırılmış görüşmeler şeklinde gerçekleştirilmiştir. Çalışma da veri toplama araçlarından matematik ve teknoloji bilgisi, cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemler ve matematik süreç aracı katılımcılara online görüşme

aracılığıyla gönderilmiştir. Daha sonra sesli konferans yazılımı üzerinden katılımcılara problemler yöneltilerek yarı yapılandırılmış görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

### **3.4. Veri Toplama Süreci**

Yöntem bölümünden bu başlığa kadar araştırmanın modelinden katılımcılarından ve kullanılan veri toplama araçlarından bahsedilmiştir. Araştırmanın bu basamaklarının belirlenmesi kadar uygulama şekli de önemlidir. Çalışmamız için görme engelliler ile 2015-2016 öğretim yılında araştırmanın uygulaması yapılmıştır. Görme engellilerin başladıklarında var olan seviyeleri çok düşük olduğu için belli bir eğitim den sonra çalışmanın verileri toplanmaya başlanmıştır.

Görme engellilerin sahip oldukları düşünme yapıları “Matematiksel Süreç Aracı” ile belirlenmiştir. “Matematiksel Süreç Aracı” testi iki bölümden oluşup ikinci bölümündeki soruların çözümlerinde yer alan diyagramların sesli/metinsel betimlemesi yapılmıştır. Sonrasında ise uzaktan eğitim ile cebir ve geometri testlerinden oluşan problemlerin öncelikle eş zamansız iletişim araçları olan E-posta ile yazılı çözümleri istenmiştir. Son olarak ise düşünme yapıları ve problem çözümlerinin yazılı iletişim süreçlerindeki seviyelerine göre seçilen görme engelli öğrencilerle online görüşme ile yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır.

### 3.5. Verilerin Analizi

Bu bölümde veri toplama aracı olarak kullanılan cebir ve geometri testleri ve “Matematiksel Süreç Aracı” için nitel değerlendirmelerin nasıl yapıldığından bahsedilmektedir.

#### 3.5.1. MSA Verilerinin Analizi

Çalışmada kullanılan Matematiksel Süreç Aracı iki bölümdür ve birinci bölüm toplam 18 problemde oluşmakta olup; her bir problem, görsel veya görsel olmayan yöntemlerle çözülebilmektedir. İkinci bölümde ise birinci bölümde yer alan soruların 3 ile 6 arasında değişen farklı çözümlerinin bulunduğu bir liste ile birlikte bu çözümlerden yaptıkları çözümleri seçip işaretleyecekleri bir anketten oluşmaktadır. Ayrıca MSA’da kendine uygun seçenek bulamayan, orijinal bir çözüm yöntemi kullanan katılımcılar için, çözümlerini gösterecekleri bir bölüm bulunmaktadır. Katılımcıların verdiği cevabın doğru ya da yanlış olduğu dikkate alınmaksızın, her görsel için 2 ve her görsel olmayan çözüm için 0 puan verilmiştir. Karma çözümler 1 puan ile değerlendirilmiştir. Bu durumda, her bir katılımcının toplam puanı 0 ile 36 arasında değişmektedir.

MSA’dan elde edilen puanlar, araştırmacılara problem çözümündeki tercih eğilimi ile ilgili sınıflandırma yapma fırsatı vermektedir. Bu anlamda, MSA yoluyla, düşünme yapılarına göre sınıflama yapılırken, farklı araştırmacıların farklı yolları tercih ettikleri görülmüştür. Bazı araştırmacılar, daha kesin bir sınıflama için dağılım yüzdelerine göre değerlendirmelerde bulunmuş (Richardson, 1997; akt. Taşova, 2011) bazıları ise puan esas alınarak bir ayırım yapmanın daha doğru olacağını belirtmiştir (Galindo-Morales, 1994). Richardson (1977), MSA puanlarına göre ilk %15’lik dilime giren öğrencileri analitik, son %15’lik dilime giren öğrencileri geometrik, diğer öğrencileri ise harmonik düşünenler sınıfına dâhil etmiştir (Akt. Taşova, 2011). Galindo-Morales (1994) araştırmasında MSA puanına göre düşünme yapılarını sınıflarken, puanı 22 üstü olanları geometrik, 12 veya altı olanları analitik, diğer puanları ise harmonik tip olarak belirlemiştir.

Bu araştırma kapsamında ise yukarıda bahsedilen sınıflama yöntemleri ile mutlak değerlendirmenin (0-12 analitik, 13-24 harmonik, 25-36 geometrik) yanı sıra bağlı

değerlendirme yapılmıştır. Bu durumda her bir grubunun alt ve üst sınırları belirlenerek karar verilmiştir. Presmeg (1985) de çalışmasında bu tür bir sınıflamayı kullanmıştır. MSA'dan alınan puanlara göre de puanı en düşük olan grubu analitik, en yüksek olan grubu geometrik, puanı orta düzeyde olanları ise harmonik düşünme yapısına sahip şeklinde kodlamıştır.

Düşünme yapılarına ait sınıflamada kullanılan yöntem ise şöyledir: MSA'dan elde edilen verilerden en büyük ve en küçük değer farkı alınarak grubun puan dağılım aralığı hesaplanır. Dağılım aralığı grup sayısına (araştırmada üç grup yer almaktadır; analitik, geometrik ve harmonik) bölünerek sınıf aralığı hesaplanır. Elde edilen sınıf aralığı, grubun en düşük puanına ilk eklendiğinde analitik düşünme yapısı sınıfının üst sınırı ve harmonik düşünme yapısının alt sınırı, ikinci eklendiğinde ise harmonik düşünme yapısının alt sınırı hesaplanmış olur.

Araştırmanın katılımcılarının MSA'dan aldığı en düşük puan 3, en yüksek puan 16'dır. Dağılım aralığı  $16-3=13$  ve bu verilere göre sınıf aralığı  $13/3=4,33$  olmaktadır. Elde edilen sınıf aralığı MSA'dan elde edilen en küçük değerle iki kere toplandığında grupların alt ve üst sınırları belirlenmiş olur. Sonuç olarak araştırmada 3-7 aralığında yer alanların analitik, 8-11 arasında olanların harmonik, 12-16 arasında olanların ise geometrik düşünme yapısına sahip olduğu belirlenmiştir.

### **3.5.2. Cebir ve Geometri Testlerinin Değerlendirilmesi**

Elektronik metin şeklinde uygulanan cebir ve geometri testlerinde matematiksel problemlerin türlerine göre katılımcıların verdikleri cevaplar hem yazılı hem de sözlü olarak alınmış; böylece yazılı iletişimde gerçekleşen okuma-yazma performansları da değerlendirilmiştir. Belirlenen düşünme yapılarına göre matematiksel iletişim süreçlerinin yazılı iletişim performanslarına göre değerlendirilmesi yapılmıştır. Cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemler türlerine göre, yazılı iletişimde gerçekleşen okuma-yazma ve sözlü iletişimde gerçekleşen dinleme-konuşma süreçleri açısından karşılaştırma yapılarak değerlendirilmiştir. Bu durum ilgili olarak, Robson (2002) aynı veri türünün cevap türlerine ve içerikteki basamakların puanlanmasına göre sınıflandığı durumlarda değerlendirme geçerliliğinin arttırılabileceğine dikkat çekmiştir (akt. Sevimli, 2013).

### 3.5.2.1. Performans Değerlendirmesi

Görme engellilerin cebir ve geometri testlerindeki performanslarının analizi yapılırken katılımcıların erişilebilir elektronik metin şeklinde problemleri elektronik ortamda ekran okuyucu programı ile okuma ve yazma süreçleri, yazılı iletişim performansı olarak değerlendirilmiştir. Sözlü iletişim ise eş zamanlı iletişim ile gören tarafından okunan problemlerin görme engelli tarafından dinleme ve yarı yapılandırılmış görüşme kullanılarak konuşma performansını kapsamaktadır. Performans verilerinin analizi sadece yazılı iletişim üzerinden verdikleri yazılı ifadeleri doğru cevap, kısmi cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere dört kategoride değerlendirilmiştir. Elde edilen bulguların betimsel analizi yüzdeleriyle birlikte yazılı iletişim için düşünme yapılarına göre ayrıntılı olarak verilmektedir. Sözlü olarak verdikleri ifadeler, yazılı olarak ifade edilen problemlerin sözlü şekilleri olduğu için süreç kapsamında değerlendirilmiştir.

Cebir test türlerinden biri olan simgesel testte yer alan parantezler, metinden okuma [TTS] teknolojisine sahip ekran okuyucu yazılımı tarafından aç-kapa şeklinde yönlendirme yapılarak seslendirilmiştir. Simgesel test yazımında içeriğin erişilebilir olması için işlemlerde klavye üzerindeki noktalama işaretlerinden faydalanılarak çarpma işlemi yerine yıldız işareti (\*), üslü sayılarda ise kuvveti belirtmek için düzeltme işareti (^) kullanılmıştır. Bu durumda görme engellilerin, ekran okuyucu yazılımının simgeleri okuyabilmesi için noktalama işaretlerini etkinleştirmesi gerekir. Fakat görme engelliler tarafından kullanılan ekran okuyucular aslında İngilizce olup Türkçe konuşma sentezleyici eklendiğinden noktalama işaretlerinin bazen İngilizce karşılıklarını seslendirmektedir. Ayrıca testte yer alan işlemlerde kullanılan noktalama işaretlerin ne anlama geldiği not olarak parantez içinde belirtilmiştir. Görme engellinin ekran okuyucu ile okuyabilmesi için ayrıca simgesel sorudaki her ifade arasında boşluk bırakılmamasına özen gösterilmiştir. Çünkü bırakılan her boşluk ekran okuyucu tarafından boşluk olarak seslendirilerek hem anlam belirsizliğinde hem de zaman kaybına sebep olacaktır. Cevaplar farklı cebir problem türleri (sözel ve simgesel) ve geometri problemlerine göre ve düşünme yapılarına göre doğru cevap, kısmi cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere dört kategori üzerinden değerlendirilmiştir.

### 3.5.2.2. Süreç Değerlendirmesi

Performans değerlendirilmesinden sonra düşünme yapılarının problem çözüm sürecine etkisinin daha ayrıntılı incelenmesi, yazılı ve sözlü iletişimde kullanılan temsil ve hataların kaynaklarını cebir ve geometri test türleri bağlamında görmeye yardımcı olmak amacıyla problem çözüm süreçleri değerlendirilmiştir. Görme engellilerin problem çözme sürecinde hangi ifadeleri en çok kullandığı, hangilerinde başarılı ve başarısız olduğu gibi sonuçların nasıl elde edildiği bu bölümde yer almıştır. Çözüm süreçlerinin değerlendirilmesinde matematiksel iletişim süreçlerinden okuma-yazma süreci yazılı iletişim iken dinleme-konuşma süreci sözlü iletişim şeklinde ayrı ayrı her bir soru için görme engellilerin verdikleri cevaplar sözel, görsel ve cebirsel temsillerine göre oluşturulacak problem çözme yaklaşımları açısından değerlendirilecektir. Elde edilen bulgular hem yazılı iletişim hem de sözlü iletişim bağlamında doğru cevap, kısmi cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere dört kategoride betimsel analiz yüzdeleriyle okuma-yazma ile dinleme-konuşma süreçleri açısından Tablo 3.3'te görüldüğü gibi ele alınacaktır.

**Tablo 3.3.**  
**Cebir ve Geometri Testleri Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçleri Değerlendirme Tablosu**

	Doğru (D)	Kısmen Doğru (KD)	Yanlış (Y)	Cevap Yok (CY)
Okuma ↔ Yazma				
Dinleme ↔ Konuşma				

Tablo 3.3'te cebir ve geometri testlerinden oluşan matematiksel problemlerin yazılı ve iletişim süreçlerinin nasıl değerlendirildiği ve karşılaştırıldığı gösterilmektedir.



### 3.5.2.3. Görüşme Verilerinin Analizi

Nitel araştırma yöntemlerinde veri toplama aracı olarak kullanılan görüşme tekniği ile elde edilen veriler içerik analiz yöntemi ile analiz edilip yorumlanmıştır. İçerik analizi sürecinde sınıflandırma, betimleme ve ilişkilendirme olmak üzere üç bölümden yararlanılmıştır (Dey, 1993; akt. Özdemir, 2011). Cebir ve geometri testlerinden oluşan problemlerde online görüşme üzerinden eş zamanlı iletişim ile yapılandırılmış görüşmeler yapıp, sesli konferansın kaydetme özelliği kullanılarak veriler kaydedilmiştir. Kaydedilen veriler birebir transkript edilmiştir. Transkript edilen veriler isimlendirilerek betimlenmesi sağlanmıştır. Betimleme süreci sonrasında benzerlik ve farklılıklara göre veriler sınıflandırılmıştır. Analiz sürecinin son basamağında ise veriler, transkriptlerden yapılan doğrudan alıntılarla birlikte ilişkilendirmeler ve yorumlamalar yapılarak bulgular bölümünde sunulmuştur

## BÖLÜM IV: BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde, araştırmanın cevaplamaya çalıştığı problemlere yönelik uzaktan eğitim ile görme engelli öğrencilerin sahip oldukları matematiksel düşünme yapıları, problem çözme sürecindeki kullandıkları matematiksel iletişim süreçleri ve matematiksel problem çözme performansları bulgularına yer verilmiştir. Ayrıca matematiksel problem çözme bazında araştırmanın teorik çerçevesini oluşturan düşünme yapıları ve matematiksel iletişim süreçlerine ilişkin bulgular sunulmuştur ve karşılaştırmalar yapılarak değerlendirilmiştir.

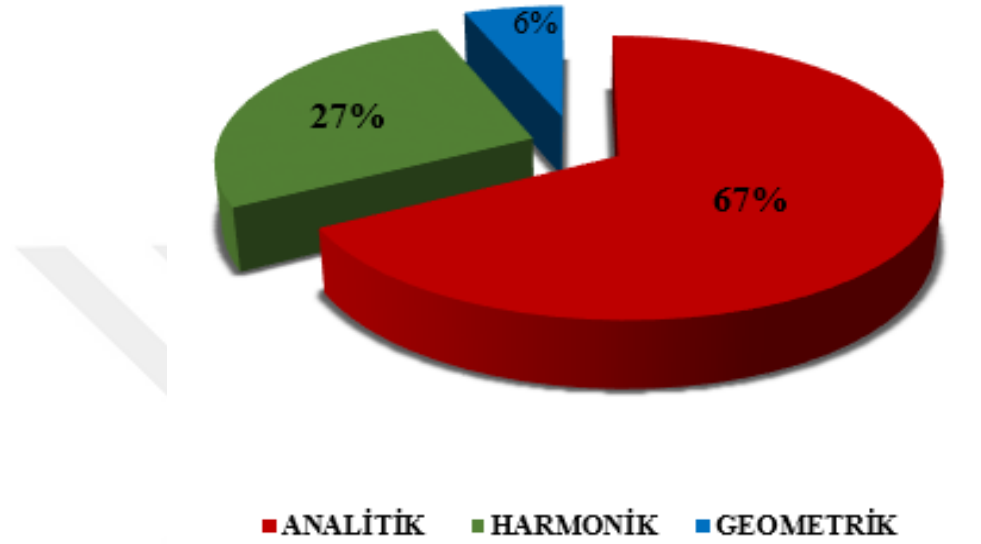
### 4.1. Matematiksel Düşünme Yapıları

Görme engelli öğrencilerin matematiksel düşünme yapılarını belirlemek amacıyla kullanılan MSA, analizi bölümünde ifade edildiği gibi Presmeg'in (1986) kendi araştırmasında kullandığı bağıl değerlendirme yöntemi ile analiz edilmiştir. Bu durumda her bir grubun alt ve üst sınırı belirlenmiştir. O halde MSA'da alınan puanlara göre 3'ten 7'e kadarki aralıkta yer alan öğrenciler analitik düşünme yapısına; 8'den 11'e kadarki aralıkta yer alan öğrenciler harmonik düşünme yapısına ve 12'den 16'a kadar ki aralıkta yer alan öğrenciler ise geometrik düşünme yapısına sahiptir. Tablo 4.1'de görme engelli öğrencilerin MSA'dan aldıkları puanlar ve frekans değerleri matematiksel düşünme yapılarına göre dağılımı yer almaktadır.

**Tablo 4.1.**  
**MSA' dan Alınan Puanlar ve Frekans Değerlerinin Matematiksel Düşünme Yapılarına Göre Dağılımı**

Analitik D.Y.		Harmonik D.Y.		Görsel D.Y.	
Puan	f	Puan	f	Puan	f
3	3	8	1	13	0
4	1	9	0	14	0
5	1	10	2	15	0
6	4	11	0	16	1
7	1	12	1		

Görme engelli öğrencilerin MSA' da aldıkları en yüksek puan 16, en düşük puan ise 3'tür. Bu aralıkta, en çok yığılma 6 puandayken 9, 11, 13, 14 ve 15 puan alan görme engelli öğrenci bulunmamaktadır. Görme engelli öğrencilerin matematiksel düşünme yapıları dağılımının frekans ve yüzdeleri Şekil 4.1' deki gibidir.



Şekil 4.1. Görme Engelli Öğrencilerin Düşünme Yapılarına Göre Dağılımının Betimsel İstatistiği

Görme engelli öğrencilerin %67 (10) analitik, %6'sı (4) harmonik ve %27'si (1) geometrik düşünme yapısına sahiptir. Yani görme engelli öğrenciler, matematiksel düşünme yapıları bakımından incelendiğinde çoğunluğunun analitik düşünme yapısına sahip oldukları görülmüştür.

#### 4.2. Cebir ve Geometri Testlerinin Performans Değerlendirilmesi

Araştırma problem durumlarından biri, görme engelli öğrencilerin uzaktan eğitim ile farklı problem türleri olan cebir ve geometrik testlerindeki performansının incelenmesidir. Görme engellilerin cebir testinin performansının değerlendirilmesi simgesel ve sözel test olarak değerlendirilecektir. Sözel, simgesel ve geometrik test şeklindeki problem türleri doğru cevap, kısmi cevap, yanlış cevap ve cevapsız olmak üzere dört kategori üzerinden değerlendirilecektir.

#### 4.2.1. Simgesel Test

Cebir test türlerinden simgesel test de yer alan iki boyutlu denklemlerin görme engelli öğrenciler tarafından ekran okuyucu ile okunabilmesi için lineer olarak yazılmıştır. Matematiksel ifadelerin doğrusal gösterimlerinin yazılmasında noktalama işaretleri ve farklı parantez işaretlerinden faydalanılmıştır. Aşağıdaki Tablo 4.2’ de görme engelli öğrencilerin simgesel testteki performans başarı yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 4.2.**  
**Görme Engelli Öğrencilerin Simgesel Test Performans Başarı Yüzdeleri**

	SORU1		SORU2		SORU3		SORU4		SORU5	
	f	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)
<b>DOĞRU</b>	5	33	4	27	9	60	7	47	2	13
<b>KISMİ</b>	1	7	1	6	0	0	0	0	4	27
<b>YANLIŞ</b>	8	53	3	20	0	0	0	0	0	0
<b>CEVAPSIZ</b>	1	7	7	47	6	40	8	53	9	60

Görme engelli öğrencilerin her soruda performansları farklılaşmıştır. Öğrenciler simgesel testte en yüksek başarıyı 3.soruda göstermişlerdir. Bu soruda öğrencilerin %60’ı doğru sonuca ulaşırken, %40’ı soruyu boş bırakmıştır. Öğrenciler en düşük başarıyı 2.ve 5. sorularda göstermişlerdir. 2. Soruda öğrencilerin %27’si ve 5. soruda da %13’i doğru cevap vermiştir. Simgesel Test performanslarında kısmi cevap veren sayısının düşük olduğu görülmektedir. Öğrencilerin %7’si 1.soruyu, %47’si 2. soruyu, %40’ı 3.soruyu , %53’ü 4.soruyu ve %60’ı 5.soruyu cevapsız bırakmışlardır. Görme engellilerin arasından sadece 2 öğrenci 5.soruda başarılı performans göstermiş ve diğer sorularda ise başarılı performans gösteren öğrenci sayısı dört ve üzerinde olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.2.2. Sözel Test

Sözel testte sorular günlük hayat problemlerinden oluşmaktadır. Aşağıdaki Tablo 4.3’ de görme engelli öğrencilerin sözel testteki performans başarı yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 4.3.**  
**Görme Engelli Öğrencilerin Sözel Test Performans Başarı Yüzdeleri**

	SORU1		SORU2		SORU3		SORU4	
	f	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)
<b>DOĞRU</b>	12	80	14	93	11	74	9	60
<b>KISMİ</b>	0	0	0	0	0	0	1	7
<b>YANLIŞ</b>	2	13	1	7	0	13	2	13
<b>CEVAPSIZ</b>	1	7	0	0	2	13	3	20

Görme engelli öğrenciler sözel testte en yüksek başarıyı 2.soruda göstermiştir. Öğrencilerin %93'ü soruya doğru cevap vermiştir. En düşük başarı ise 4.soruda görülmektedir. Sözel testte kısmi cevap sadece 4. soruda olup, %7'si kısmi cevap vermiştir. Sonuç olarak görme engelli öğrencilerin çoğu ilk dört soruyu ağırlıklı olarak ya yanlış cevaplamışlar ya da cevapsız bırakmışlardır.

#### 4.2.3. Geometrik Test

Görme engelli öğrenciler, merkezi sınavlarda şekilli sorulardan muaf tutulması sebebiyle geometrik testte şekilli sorulara yer verilmemiştir. Öte yandan grafik şekil gibi görsel temsillerden oluşan geometri soruları ekran okuyucu yazılımı tarafından okunmamaktadır. Aşağıdaki Tablo 4.4'de görme engelli öğrencilerin geometrik test deki performans başarı yüzdeleri verilmiştir.

**Tablo 4.4.**  
**Görme Engelli Öğrencilerin Geometrik Test Performans Başarı Yüzdeleri**

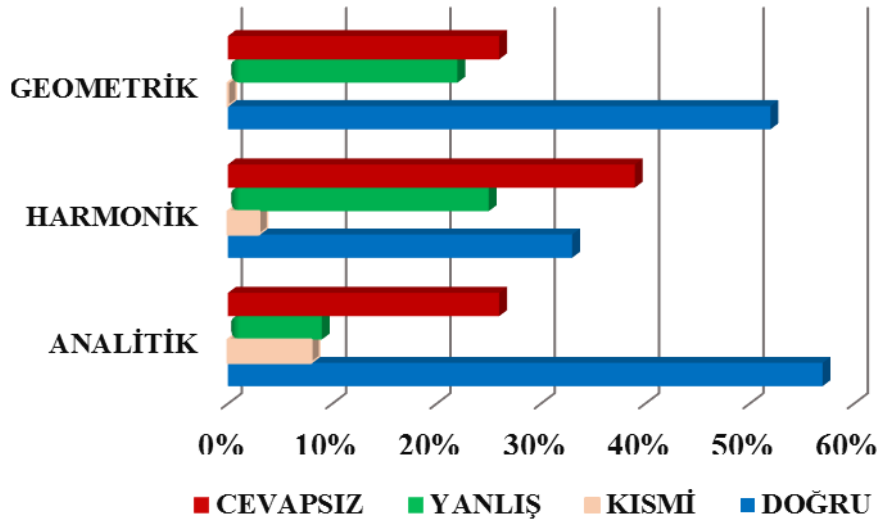
	SORU1		SORU2		SORU3		SORU4		SORU5	
	f	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)	f	(%)
<b>DOĞRU</b>	4	27	5	33	5	33	5	33	10	66
<b>KISMİ</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	7
<b>YANLIŞ</b>	3	20	4	27	1	7	2	14	1	7
<b>CEVAPSIZ</b>	8	53	6	40	9	60	8	53	3	20

Öğrenciler geometrik testte en yüksek başarıyı 5.soruda göstermişlerdir. Bu soruda öğrencilerin %66'sı doğru sonuca ulaşırken, %20'si soruyu boş bırakmıştır. Öğrenciler

en düşük başarıyı 1.soruda göstermişlerdir. 1. soruda öğrencilerin %27'si doğru cevap vermiştir. 2.soru, 3.soru ve 4. soruya doğru cevap veren öğrenci sayıları birbirine eşittir. 5.soruda doğru cevap oranının fazla olmasında diğer sorulara göre şekil çizimini gerektirmeden özelliğe bağlı basit bir cebirsel işlem ile çözülebilmesi etkili olmuş olabilir.

### 4.3. Düşünme Yapılarına Göre Matematiksel Problem Çözme Performansları

Bu çalışmada, cevabı araştırılan problem durumlarının biri, görme engelli öğrencilerin düşünme yapısı farklılıklarının problem çözüm performanslarını nasıl etkilediğidir. Bu sebeple, öğrencilerin cebir ve geometrik test performansları düşünme yapıları temel alınarak, problem türlerinin her biri için karşılaştırılacaktır. Öncelikle genel bir fikir edinmek için toplam test performansları incelenecek, sonrasında ise cebir türleri olan simgesel ve sözel ile birlikte geometrik testlerin her biri için ayrı bir değerlendirme yapılacaktır. Bu bağlam da öncelikle Şekil 4.2'de cebir ve geometrik testlerin genel performans ortalaması değerlendirilmiştir. Her bir test için ise yapılan incelemeler ise Tablo 4.5., Tablo 4.6, ve Tablo 4.7'de verilmiştir.



Şekil 4.2. Düşünme Yapılarına Göre Cebir ve Geometrik Testlerin Genel Performans Ortalaması

Cebir ve geometri testindeki tüm sorulara verilen doğru, kısmi, cevapsız ve yanlış cevapların düşünme yapılarına göre karşılaştırıldığında Şekil 4.2’de verilen cevap oranlarının birbirine çok yakın olmadığı görülmektedir. Matematiksel problemlerin her biri farklı bir problem türüne ait beceriyi ölçmeye yönelik olduğu için verilen cevap oranları arasında belirgin bir fark ortaya çıkmıştır. Analitik düşünen görme engelli öğrencilerin çoğunluğu farklı problem türleri olan cebir ve geometrik testte diğer düşünme yapılarına göre performans ortalaması yüksektir. Cebir türlerinden biri olan simgesel testte görme engelli öğrencilerin düşünme yapılarına göre performans ortalamaları aşağıdaki Tablo 4.5’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.5.**  
**Düşünme Yapılarına Göre Simgesel Test Performans Ortalamaları**

DÜŞÜNME YAPISI	DOĞRU	KISMİ	YANLIŞ	CEVAPSIZ
ANALİTİK	%46	%10	%12	%32
HARMONİK	%20	%5	%20	%55
GEOMETRİK	0	0	%20	%80

Tablo 4.5’e göre düşünme yapılarına göre verilen simgesel test performans ortalamalarında en yüksek başarı analitik düşünen görme engelli öğrencileri ait olduğu görülmektedir. Görme engelli öğrenciler arasından geometrik düşünen bir öğrencinin simgesel testte başarısız olduğu ortaya çıkmıştır. Görme engelli öğrencilerin düşünme yapılarına göre sözel test performans ortalamaları aşağıdaki Tablo 4.6’da gösterilmiştir.

**Tablo 4.6.**  
**Düşünme Yapılarına Göre Sözel Test Performans Ortalamaları**

DÜŞÜNME YAPISI	DOĞRU	KISMİ	YANLIŞ	CEVAPSIZ
ANALİTİK	%78	%13	%7	%2
HARMONİK	%69	0	%25	%6
GEOMETRİK	%75	0	%25	0

Tablo 4.6’da görüldüğü üzere analitik, geometrik ve harmonik düşünme yapısına sahip olan görme engelli öğrencilerin sözel testte performans ortalamalarındaki başarı

birbirine yakındır. Görme engelli öğrencilerin düşünme yapılarına göre geometrik test performans ortalamaları aşağıdaki Tablo 4.7’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.7.**  
**Düşünme Yapılarına Göre Geometrik Test Performans Ortalamaları**

DÜŞÜNME YAPISI	DOĞRU	KİSMİ	YANLIŞ	CEVAPSİZ
ANALİTİK	%46	0	%8	%46
HARMONİK	%10	%5	%30	%55
GEOMETRİK	%80	0	%20	0

Tablo 4.7’de geometrik test performans ortalamaları incelendiğinde düşünme yapısına sahip görme engelli öğrenciler arasında başarı açısından önemli bir farklılığın olduğu görülmektedir. Özellikle harmonik düşünme yapısına sahip olan görme engelli öğrenciler geometrik testte en az başarıya sahip olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, cebir testlerinde analitik ve harmonik düşünen görme engelli öğrenciler başarılı iken geometri testinde ise geometrik düşünme yapısını sahip öğrenciler daha başarılı olmuştur.

#### 4.4. Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi

Görme engellilerin uzaktan eğitim ile matematiksel problem çözme süreçleri hem yazılı hem de sözlü olarak değerlendirilmiştir. Görme engellilere ekran okuyucu tarafından seslendirildiğinde gerçekleşen okuma ile buna karşılık cevabını elektronik metin şeklinde yazma etkileşimi yazılı iletişim süreçleri kapsamındadır. Sözlü iletişim süreçleri ise gören biri tarafından okunan problemi dinleme ve problemin çözümünü ifade etmek için yapılacak konuşma etkileşimlerini içermektedir. Yazılı ve sözlü olarak verilen problemlerin çözümleri simgesel, sözel ve geometri olarak ayrı ayrı incelenmesinin iletişim süreçlerini daha detaylı incelenmesine olanak tanıyacağı düşünülmüştür. Yazılı ve sözlü iletişim süreçlerinin incelenmesinde verilecek örnekler okuma – yazma etkileşimi şeklinde gerçekleşen problemler üzerinden olacaktır. İncelemek için örnek olarak alınan sorularda görme engelli öğrencinin kendisine ait elektronik metin üzerindeki yazılı çözümleri hiçbir değişiklik yapılmadan alınmıştır. Sözlü iletişim sürecinde dinleme – konuşma etkileşimi şeklinde gerçekleşen



problemlere ilişkin örnekler görüşme yapıldığı için görüşme bulguları başlığı altında değerlendirilmiştir.

#### 4.4.1. Simgesel Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi

Simgesel testte yer alan sorular görme engelli öğrenciler tarafından iki şekilde gerçekleştirilmiştir. Bunlar okuma – yazma etkileşiminin gerçekleştiği yazılı iletişim ve dinleme – okuma etkileşiminin gerçekleştirildiği sözlü iletişimdir. Yazılı iletişimde görme engelli ekran okuyucu ile okuduğu soruyu klavye kullanarak elektronik ortamda yazmasıdır. Sözlü iletişim de gören birinin okumasıyla başlayan süreçte görme engellinin dinlediği soruya sözlü ifade ediliş şekli konuşma ile karşılık vermesinden oluşmaktadır.

Bunun için simgesel testte her soruda kullandıkları problem çözme yaklaşımları kategorilere ayrılarak her iki iletişim süreçleri için Tablo 4.8’de değerlendirilmiştir. Değerlendirmede kullanılacak kategoriler, Doğru (DR), Kısmen Doğru (KD), Yanlış (YL) ve Cevapsız (CS) şeklindedir. Ayrıca her bir soruda yazılı olarak verdikleri cevaplardan örnekler bire bir kendilerinin yazdıkları olup, doğrudan alınmıştır.

**Tablo 4.8.**  
**1. Soruya Ait Sözlü ve Yazılı İletişim Bulguları**

KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
	DR	KD	YL	CS	DR	KD	YL	CS
<b>İşlem Önceliği</b>	%30	%60	0	%10	%66	%0	%20	%14
<b>Zihin Aritmetiği</b>	%40	0	%60	0	0	0	0	0

Simgesel testte yer alan 1.sorunun çözümünde yazılı iletişim de işlem önceliği ve zihin aritmetiği kategorilerinde değerlendirilirken, sözlü iletişimde ise sadece işlem önceliği kategorisine göre değerlendirilmiştir. Çünkü yazılı iletişimde zihin aritmetiği ile bulunan cevaplar sözlü iletişimde ifade etme ihtiyacı duyulmuştur. İşlem önceliği kategorisine göre sorunun başarı oranı dinleme-konuşma etkileşimini bağlı sözlü iletişim de daha fazla olup, yazılı iletişim de ise zihin aritmetiği kullanımına bağlı başarı

oranı daha yüksektir. Sonuç olarak Okuma ve yazma etkileşim sürecinde kullanılan işlem önceliği ve zihin aritmetiği örnekleri aşağıdaki Şekil 4. 3'te gösterilmiştir.

1.  $7-[-3+(5-(-2))+4.(-2)]$  işleminin sonucu kaçtır? (\*=çarpma işareti)

İşlem Önceliği	Zihinden Hesaplama
<p>a. <math>4 \cdot 2 = 8</math>  <math>5 - 2 = 7</math>  <math>-3 + 7 - 8 = -4</math>  <math>7 - 4 = 11</math></p>	<p>b. İ iç en iç parantezde eksi dışarıda -  2 olduğu için +2 olarak çıkar +  2 yapar  <math>5 + 2 = 7</math> yapar  <math>7 + 3 = 10</math> yapar  <math>4 \cdot 2 = 8</math> yapar  <math>10 - 8 = 2</math> yapar  <math>7 - 2 = 5</math> yapar</p> <p>cevap: 11</p>

### Şekil 4.3. 1.Soruya Ait İşlem Önceliği ve Zihinden Hesaplama Örnekleri

Şekil 4.3'te görüldüğü üzere işlem önceliğine göre çözümü yapılan sorulardan çoğunluğun yaptığı iki örnek ve zihin aritmetiğinden ise bir örnek çözüm süreci gösterilmiştir. Her iki çözümde de görme engelli öğrenciler ekran okuyucu okuma programını kullanarak elektronik ortamda yazma işlemini gerçekleştirmiştir. İşlem önceliği kısmında a şıkkı çözüm süreci doğuştan itibaren görme yetersizliğinden etkilenmiş bir görme engelliye ait diğer b şıkkı ise sonradan görme engeli öğrenciye aittir. Yapılan çözümler incelendiğinde sembolleri kullanırken diğeri bir kısım semboller ve eşittir yerine karşılığı olan sözel göstergesi “yapar” kelimesini kullanmıştır. Çözüm süreçlerinden b şıkkı incelendiğinde 5. satırda 3 ün önündeki eksi işareti kullanılmayarak yapılan hata sonraki işlemleri de etkileyerek sonucu yanlış bulmasına sebep olmuştur. Zihin aritmetiği kullanan görme engelli öğrencimiz görme yetersizliğinden doğuştan etkilenmiş olup, çözüm sürecinde de nasıl doğru çözüme ulaştığına dair kesin bir bilgi yoktur. Sonuç olarak yazılı iletişim sürecinde kullanılan her iki yöntemde süreçte karşılaşılan zorlukların etkisi olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.9.**

### 2. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları

KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
	DR	KD	YL	CS	DR	KD	YŞ	CS
Denklem (işlemler)	%27	%6	%20	%47	%20	%40	%33	%7

Yazılı ve iletişim süreçlerinde problem çözme yaklaşımı denklem (işlemler) kategorisine göre değerlendirildiğinde doğru cevap oranları arasında belirgin bir farkın olmadığı görülmüştür. Okuma-yazma etkileşimi sürecinde soruyu cevapsız bırakma oranının fazla olduğu görülmektedir. Sonuç olarak hem yazılı hem de sözlü iletişim sürecinde aritmetikten cebire doğru geçişte zorlukların yaşandığı denklem çözümlerinde gösterilen düşük performansa bakılarak söylenebilir. Denklem (işlemler) yapılan örnek aşağıdaki Şekil 4.3'te gösterilmiştir.

<b>2. <math>5 - \{3 - [2 - (3 - x)]\} = -4</math> ise <math>x</math> kaçtır?</b>	
$5 - \{3 - [2 - (3 - x)]\} = -4$	$5 - \{ \dots \} = -4$
$5 - \{3 - [2 + x - 3]\} = -4$	$\{ \dots \} = -9$
$5 - \{3 - [x - 1]\} = -4$	$-8 - X = -9$
$5 - \{3 - x + 1\} = -4$	$-X = -1$
$5 - \{4 - x\} = -4$	$X = 1$
$5 - 4 + x = -4$	
$1 + x = -4$	
$x = -5$	

#### Denklem (İşlemler)

#### Şekil 4.4. 2.Soruya Ait Denklem(işlemler) Örnek

Şekil 4.4'te denklem (işlemler) çözümler, görme engelli öğrencilerden her ikisi de doğuştan itibaren görme yetersizliğinden etkilenmiş öğrencilere aittir. Denklem işlemler soruya ait çoğunlukla yapılan çözüm süreçleri gösterilmiştir. Her ikisi de ekran okuyucu yazılım programı aracılığıyla yazılı iletişim süreçlerini tamamlamıştır. Sol taraftaki örnek çözümde öğrenci ifadeleri tekrar tekrar yazmamak için yerine içerisinde noktalar olan parantezi kullanmış. Denklemi çözme de sol taraftaki sayı sağ tarafa doğru gönderilmiş, fakat parantez içindeki işlemlerde işaret hatası sebebiyle sonraki denklem çözümü doğru olsa bile sonuç yanlış olmuştur.

**Tablo 4.10.**  
**3. ve 4. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları**

KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
	DR	KD	YL	CS	DR	KD	YL	CS
<b>Oran-Orantı (İşlemler)</b>	%54	0	0	%46	%60	%10	%3	%27

Tablo 4.10’da görüldüğü üzere, Simgesel testte yer alan 3.ve 4.sorularda oran-orantılı işleme göre verilen cevaplarda sözlü iletişimde görme engelli öğrencilerin yazılı iletişime göre başarılı olduğu söylenebilir. Yazılı iletişimde boş cevap veren öğrenci sayısının fazla olmasında yazılı olarak ifade edemediği cümleleri sözlü olarak anlatması önemli rol oynamıştır. 3.ve 4.soruya ait cevaplar aşağıdaki Şekil 4.5 ‘de gösterilmiştir

<b>3.</b> $5/(x+3)=4/(x+4)$ ise $x$ kaçtır?	<b>4.</b> $x/4=y/5=z/2$ ve $3y+4x-6z=95$ ise $x+y-z$ kaçtır?
<i>İçler dışlar çarpımı yaparsak</i> $5.x+4=4.x+3$ $5x+20=4x+12$ $X=-8$	$X = 4K, Y = 5K, Z = 2K$ $15K + 16K - 12k = 95$ $19K = 95$ $95/19 = 5$ $K = 5$ $20 + 25 - 10 = 35$

#### Oran-Orantılı (İşlemler)

#### Şekil 4.5. 3.ve 4. Soruya Ait Oran-Orantılı (İşlemler) Örneği

Şekil 4.5’te görüldüğü üzere, 3 soruya ait oran-orantılı işlemde uygulanacak özellik söylendikten sonraki satırda denklem eşitliğinde parantez sembolü kullanılmamıştır. Fakat parantez varmış gibi dağılma özelliği uygulanarak denklem çözüm süreci yazılmadan doğru sonuca ulaşılmıştır. 4.soruya ait çözümde de her sembol büyük ifade edilmiş ve bazı kısımlar yazılmadan işlem süreçlerinde zihin aritmetiği kullanılarak cevapları yazılmıştır. Görme engelli öğrencilerin simgesel test türünde en yüksek başarı performansı gösterdikleri soruların çözümlerinde denklem çözümünde sıkıntı yaşamadıkları görülmüştür. 2. soruya göre, 3.ve 4. soruların denklem işlemi kısmında çok fazla hata yapılmama durumu, görme engelliler için soruların karmaşık ve uzun olmasının çözüm sürecini etkilediğini gösterir.

**Tablo 4.11.**

#### 5. Soruya Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları

KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
	DR	KD	YL	CS	DR	KD	YL	CS
<b>Harfli İfadelerde İşlem</b>	%13	%27	0	%60	%47	%13	%20	%20

Tablo 4.11’de görüldüğü üzere, simgesel test de harfli ifadelerle yönelik soruda yazılı iletişim ile sözlü iletişim arasındaki doğru cevap oranında belirgin bir farkın olduğu görülmektedir. Yazılı iletişimde verilen soruyu cevapsız bırakılma oranı sözlü iletişime göre fazladır. 5. soruya ait örnek aşağıdaki Şekil 4.4’de gösterilmiştir.

5. $5(x^3+2x^2-3)-6(3x^3-2x)$ işleminin sonucunu bulunuz ( $\wedge$ =üzeri anlamında kullanılmaktadır).	
parantezleri açarsak	$5X^3 + 10X^2 - 3$
$5x$ küp + $10x$ kare eksi 15 eksi $18x$ küp artı 12	$-18X^3 12X$
$x$ yapar	$-13X^3 + 10X^2 + 12X -3$
sonuç $-13x$ küp artı 10 kare eksi $12x$ eksi 15 yapar	

İşlemler	Denklem
----------	---------

#### Şekil 4.6. 5.Soruya Ait Harfli ifadeler İşlem Örneği

Şekil 4.6’da soruyu çözen görme engelli öğrencilerden sol taraftaki görme yetersizliğinden sonradan etkilenmiş iken, sağ taraftaki ise doğuştan itibaren etkilenmiş olup her ikisi de ekran okuyucu yazılım programı kullanmaktadır. Sol taraftaki sorunun çözümünde sembollerin anlamı sözel olarak yazılarak işlem gerçekleştirilmiş, sadece işlemde bir işaret hatası yapılmıştır. Diğerinde ise sadece semboller kullanılarak işaret hatası yapılmadan doğru çözüme ulaşılmıştır. Çözümlerin ikisi karşılaştırıldığında soldaki okuma etkileşimi sürecinde soru anlaşılmış ama yazma etkileşimine bulunurken karakterlerin yazımında klavye kısa yol tuşlarını kullanım becerisinde sıkıntı yaşadığı için sözel yaklaşım sergilemiştir. Sağdakinde ise okuma etkileşimi anlaşılmış ve kullanılan karakterlere de dikkat edilerek ve kısa yol tuşlarını kullanma becerisini ile yazma etkileşiminde sembol yaklaşımını kullanmıştır. Sonuç olarak bu soruda diğer simgesel sorulara göre en düşük performansın görülmesinde sorunun uzun ve karmaşık olması hem yazılı hem de sözlü iletişim sürecinde zorluk oluşturmuştur.

#### 4.4.2. Sözel Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi

Sözel testteki sorular günlük hayat problemlerinden oluşmakta olan ve edebi metin şeklindeki ifadeler olduğundan ekran okuyucu tarafında daha rahat ve doğru şekilde okunmaktadır. Sözel testte yer alan 5 Sorunun cevapları okuma – yazma etkileşimine bağlı yazılı iletişim ile dinleme ve konuşma etkileşimine bağlı sözlü iletişim

kapsamında kategorilere ayrılmıştır. Yazılı ve sözlü iletişim süreçleri kullanılarak verilen cevaplar değerlendirildiğinde her soru için ortak oluşan kategoriler; “Denklemler Kurma” ve “Akıl Yürütme” şeklinde belirlenmiştir. Denklem kurmada da cebirsel model ya da ters işlem alt kategorileri oluşturulmuştur. Akıl yürütmede ise deneme yanılma ve problemi zihinde canlandırma alt kategorileri belirlenmiştir. Sözel Test deki soruların bu kategoriler altında yazılı ve sözlü iletişim süreçleri aşağıdaki Tablo 4.12’de gösterilmiştir.

**Tablo 4.12.**  
**Sözel Testte Yer Alan Sorulara Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları**

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
		DR	KD	YL	CS	DR	KD	YL	CS
Denklemler Kurma	Cebirsel model	%94	0	%6	0	%78	%16	%3	%3
	Ters İşlem								
Akıl Yürütme	Deneme Yanılma	%87	0	%13	0	%86	%3	%3	%8
	Zihinsel Canlandırma								

Tablo 4.12’de görüldüğü üzere sözel testte hem yazılı hem de sözlü iletişim süreçlerinde gerçekleştirilen etkileşimlerde performanslar arasında belirgin bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Akıl yürütmede zihinsel canlandırma, verilen problemde herhangi bir cebirsel işlem yapmadan soruda verilenler resmedilerek sözlü açıklamalar ile birlikte betimlenmesi şeklinde tanımlanabilir. Sözel testte yer alan sorulardan denklem kurma ve denklem yanılma kategorilerine verilecek örnekler Şekil 4.7’de gösterilmiştir.

4. Bir teknoloji mağazası açılışındaki kuyrukta Ece, Ozan'ın önündedir ve aralarında 10 kişi vardır. Aynı kuyrukta Efe de Ceren'in önündedir ve aralarında 4 kişi vardır. Bu kuyrukta Ceren, Ozan'ın önünde ise ve Ozan ile aralarında 4 kişi var ise Ece ile Efe'nin arasında kaç kişi vardır?

Kuyruktaki numaraların tersten 1 sayısından başlamak üzere sıralandığını düşünelim. Ozan'ın sıra nosu  $x$  olsun. bu durumda ece ile arasında 10 kişi olması şartını sağlamak üzere ece'nin numarası  $x+11$  olmalıdır. Ceren ile ozan arasında 4 kişi varsa, ozan'ın numarasının  $x$  olduğunu dikkate alırsak, cerenin sıra numarası  $x+5$  olmalıdır. Ceren'in numarası  $x+5$  ise ve efe ile aralarında 4 kişi varsa, efenin numarası  $x+10$  olmalıdır. Ece'nin sıra numarası  $x+11$  ve efe'ninki  $x+10$  ise aralarındaki kişi sayısı 0'dır.

efe 11 ceren 12 aralarında kimse yok bu durumda. 12 kişi var ve ben parmak hesabı olmayanları da sanal nesnelere canlandırıp mantıksal nesnelere üzerinden çözdüm

#### Denklem Kurma

#### Akıl Yürütme

### Şekil 4.7. Sözel Teste Ait Sorulardan Örnekler

Şekil 4.7'de sözel test de ait soruların çözümünü yapan görme engelli öğrencilerin her ikisi de görme yetersizliğinden doğuştan itibaren etkilenmiş olup ekran okuyucu programı kullanmaktadır. Sözel testte yer alan sorular için yazılı olarak ifade ettikleri çözümlerde cebirsel ifadeler ile birlikte sürecin anlatıldığı denklem kurma gerçekleştirilmiştir. Diğer akıl yürütme kategorisinde soruda verilen her bir kişi için parmaklar kullanıldığı fakat yetersiz kaldığında ise zihninde sanal nesnelere ile canlandırarak somutlaştırıldığı görülmektedir.

#### 4.4.3. Geometrik Testlerin Yazılı ve Sözlü İletişim Süreçlerinin Değerlendirilmesi

Geometrik Test de yer alan sorular da görsele dayalı şekil ve grafik olmayıp, içerisinde geometrik kavramların yer aldığı sözel sorulardan oluşmaktadır. Görme engellilerin geometrik test sorularını cevap verme durumunu iki kategoride toplanmıştır. Bunlar; cebirsel ifade etme de formül ve kurallar kullanılarak cevap verilirken, dokunsal tanıma da ise görme engelli öğrencinin de dokunulan nesnenin haptik imgesine ait görsel ifadeler ile cevap verilmiştir. Bu bağlamda okuma-yazma ve dinleme-konuşma iletişim süreçlerine göre Tablo 4.13'de incelenmiştir.

**Tablo 4.13.**  
**Geometrik Testte Yer Alan Sorulara Ait Yazılı ve Sözlü İletişim Bulguları**

KATEGORİ	ALT KATEGORİ	Okuma -Yazma				Dinleme- Konuşma			
		DR	KD	YL	CS	DR	KD	YŞ	CS
<b>Cebirsel İfade Etme</b>	<b>Formül-Kural</b>	%62	0	%7	%31	%84	%7	%7	%2
<b>Dokunsal Tanıma</b>	<b>Haptik imge</b>	%19	0	%11	%70	%25	%3	%32	%40

Tablo 4.13'e göre geometrik testte her iki iletişim sürecinde cebirsel ifade etme kategorisinde formül-kural kullanarak soruları çözen görme engelli öğrencilerin çoğu yüksek bir performans gösterdikleri görülmektedir. Yazılı iletişim sürecinde dokunsal tanıma bağlı haptik imgelerini ortaya koyacak kelimelere çok az rastlanılmış ve seçenek olarak cevapsız bırakmaya yönelen öğrenci sayısı daha fazla olduğu görülmektedir. Sonuç olarak yazılı ve sözlü iletişim süreçleri farklı test türleri göz önüne alınarak farklı kategoriler altında değerlendirildiğinde en yüksek başarının sözel testte olduğu görülmüştür. Geometrik testte yer alan sorular, iki farklı kategori altında çözümleri Şekil 4. 8' de verilmiştir.

**1. Ayrıtları 20 cm 12 cm ve 8 cm olan dikdörtgenler prizması biçimindeki tahta blok, kesilerek eşit büyüklükteki küpler elde edilecektir. Bu koşullarda en az kaç tane küp elde edilir?**

**Yukarıda verdiği sayıların obeblerini bulursak ve yukarıdaki sayıları bulduğumuz obeb'e bölüp çıkan sayıları çarparsak sonuç 30**

*12 cm dikdörtgenini olsa 20 cm de boyu olsa 8 cm ne oluyor anlamadım. birde prizma benim bildiğim 3 tane dikdörtgenin ya da karenin üçgen biçiminde birleşiminde olur . 8 cm nin ne olduğunu bilsem belki çözebilirim.*

Cebirsel İfade

**Dokunsal Tanıma**

#### Şekil 4.8. Geometrik Test Yer Alan Sorulardan Örnekler

Şekil 4.8'de geometrik testte ait soruların çözümünü yapan görme engelli öğrencilerin her ikisi de görme yetersizliğinden doğuştan itibaren etkilenmiş olup ekran okuyucu programı kullanmaktadır. Geometrik testte yer alan soruların çözüm sürecinde önceden edinilen formül ve kurallar uygulanmakla birlikte işlemlerin zihin aritmetiği ile



yapılarak sonucun yazıldığı görülmektedir. Görme engelli öğrencinin dokunsal tanımaya bağlı oluşan haptik imgelerinde iki boyutlu dikdörtgen kavramının karşılığının olduğu ama üç boyutlu prizma kavramı ve özelliklerinin olmadığı anlaşılmaktadır. İki boyutlu geometrik şekillere dair var olan haptik imgeler kullanılarak üç boyutlu şekillerin tasarlanmasına çalışılmıştır. Sonuç olarak geometride muaf tutulan şekilli sorular ile birlikte şeklin kendisi ile de dokunmaya bağlı etkileşimler az olduğu söylenebilir.

#### **4.5. Online Görüşmeler**

Uzaktan eğitimde eş zamanlı ve eş zamansız iletişim ile yapılan görüşmeler online görüşme olarak çalışmada yer verilmiştir. Eş zamanlı iletişim ile matematiksel problemlerin görme engellilere, araştırmacı tarafından okunması ve ardından onların dinledikten sonra sözlü olarak ifade edilmesinde yarı yapılandırılmış görüşme kullanılmıştır.

##### **4.5.1. Yarı Yapılandırılmış Görüşmeler**

Bu araştırma da farklı matematiksel düşünme yapısına sahip (analitik, geometrik ve harmonik) ve cebir ve geometrik testlerindeki yazılı iletişim performanslarına (yüksek, orta ve düşük ) uygun amaçlı örnekleme yöntemi ile belirlenmiş 8 görme engelli öğrenci ile cebir ve geometrik testlerinden oluşan sorular üzerinden yarı yapılandırılmış görüşme yapılmıştır. Bu görüşmeler de yazılı iletişim sürecinde ekran okuyucu yazılımının seslendirme de kullandığı konuşma sentezleyici yerine insani ses kullanılmıştır. Görme engelli öğrencilerin cebir ve geometrik testlerinin cevabı için yazılı olarak ifade ettikleri her durumu sözlü olarak cevap verme süreci ve her iki süreçte de karşılaştığı zorluklar hakkındaki görüşler doğrudan alıntılar ile bu başlık altında yer verilmiştir. Görüşme bulguları; bütün-parça-bütün, problemin temsiline uygun denklemi kurabilme, dokunsal tanımaya bağlı haptik imge şeklinde kategoriler altında değerlendirilmiştir. Sözlü iletişim süreçleri kullanılarak elde edilen görüşme bulguları, ayrıca düşünme yapıları bağlamında nasıl değiştiği betimlenmiştir.

#### 4.5.2. Bütün- Parça –Bütün

Görme engelli öğrenciler, cebir ve geometri testinde özellikle çok fazla farklı parantez ve sembollerin kullanıldığı uzun ve karmaşık simgesel test sürecinde, araştırmacı ifadeyi bütün olarak okuduktan sonra görme engelli öğrenci tarafından parçalara ayrılması istenmektedir. Matematiksel iletişim türlerinden biri olan sözel iletişim de parçalara ayrılarak bütüne ulaşıldığı bir süreç takip edilmektedir. Araştırmacı tarafından cebirsel ifadenin lineer gösteriminde yer alan her bir parantez ve sembolünün karşılığının sözel göstergelerini ve yön kavramları(sağ ve sol vb.) kullanılarak açıklamalı bir şekilde okunmaktadır. Analitik düşünme yapısına sahip ve doğuştan itibaren görme engelli öğrenci olan Ö<sub>9</sub>, araştırmacının okuduğu cebirsel ifadeyi dinlemekte ve çözümünü bilişim teknolojileri aracılığıyla konuşarak ifade etmiştir. Ö<sub>9</sub> görme engelli öğrenci cebirsel çözüm sürecinde ifadeyi parçalarına ayırarak her bir adımı ve çözümlerinin tekrar edilmesini istemektedir. Sözel iletişim sürecinde görme engellinin ifadeleri zihninde tutma ve işlemleri karıştırma ile ilgili zorluk yaşadığı görülmüştür. Bu sebeple Ö<sub>9</sub> öğrencisi kabartma yazı ile dokunarak daha rahat okuyabileceğini ifade etmesine rağmen parçalara ayırarak bütüne ulaşmıştır.

**Araştırmacı:** “5 çarpı aç parantez x üzeri 3 artı 2 çarpı x üzeri 2 eksi 3 kapa parantez eksi 6 aç parantez 3 çarpı x üzeri 3 eksi 2 çarpı x “ işleminin sonucunu bulunuz? .(^=üzeri anlamında kullanılmaktadır)

**Ö<sub>9</sub>:** Bu şekilde sizi dinleyerek biraz zor oluyor.

**Araştırmacı:** Neden?

**Ö<sub>9</sub>:** Ben bunları genelde kabartma yazı ile okuduğumda daha rahat oluyor. Bana ilk parçasını okur musunuz?

**Araştırmacı:** Sağdan sola okuyorum ilk kısım, “5 çarpı aç parantez x üzeri 3 artı 2 çarpı x üzeri 2 eksi 3 kapa parantez

**Ö<sub>9</sub>:** Evet şimdi parça parça yapmaya çalışacağım. İlk kısım da 5 i parantezin içine dağıtacağım, 5 x küp artı 10 x kare -15 diğer kısmı bu arada tekrar okur musunuz?

**Araştırmacı:** eksi 6 aç parantez 3 çarpı x üzeri 3 eksi 2 çarpı x

**Ö<sub>9</sub>:** -6'yi dağıtacağım parantez içine -18 x küp oldu ve +2x var o zaman orası +12x oldu şimdi toplu bir şekilde birinci kısım ve ikinci kısmı yapmaya çalışacağım. Siz bana birinci ve ikinci kısımda bulduklarımı söyler misiniz?

**Araştırmacı:** 5 x küp artı 10 x kare -15 ve -18 x küp ve +12x

**Ö<sub>9</sub>:** *15 x küp ve -18 x küp vardı buradan burası -3xküp olacak bir dakika diğeri 10x kare -15 +12x vardı.*

Farklı bir problem türü olan sözel testte geometrik düşünen Ö<sub>15</sub> görme engelli öğrenci de problemi çözme sürecinde adım adım ilerleyerek bütünden parçaya ulaşmıştır. Ö<sub>15</sub> öğrenci cebirsel çözüm yaklaşımı kullanmadan tersten giderek çözdüğü soruda akıl yürütme ağırlıklı olarak kullanılmıştır. Soruyu cebirsel çözüm yaklaşımından çok kesirli ifadelerin şekil üzerinde karşılığı olan bütün-parça görsel gösterimini göz önünde bulundurarak anlatmıştır.

**Ö<sub>15</sub>:** *hocam ben bunu ters den giderek yapmışım 27 yolcusu var toplamda birinci durağa geldiğinde 9 yolcusunu bırakıyor geriye 18 yolcusu kalıyor 2.durapa geldiğinde 6 yolcusunu bırakıyor 12 yolcusu kalıyor 3.durağa geldiğinde de 4 yolcusunu bırakıyor 8 yolcusu kalıyor. Yani 8 2 birim 3 e tamamlayan kaç tane 4, 12 oldu, 2 birimi 3 e tamamlayan 18 oldu 18 için 2 birimi 3 e tamamlayan 27 oldu.*

#### 4.5.3. Problemin Temsiline Uygun Denklem Kurabilme

Görme engelli öğrenciler sözel test de yer alan soruları ekran okuyucu programı aracılığıyla okumada sıkıntı yaşamadıkları gibi görüşmelerde de araştırmacı tarafından okunan soruların çözüm süreçlerini ifade etmede zorluk yaşanmamıştır. Görme engelli öğrenciler yazılı olarak cevapsız ya da sadece cevabını yazdıkları soruları sözlü olarak anlattıkların da problemin temsiline uygun denklemi kuramadıklarını belirtmişlerdir. Bunun için de mantıksal çıkarımlarla bilinçli deneme yanılma yöntemi kullandıkları görülmüştür. Analitik düşünen Ö<sub>1</sub> görme engelli öğrenci, araştırmacı tarafından okunan soruyu dinledikten sonra cebirsel çözüm yaklaşımını kullanmaya çalışmıştır. Fakat problemin temsili olan denklemi kurma aşamasında eşitlikleri yazamamıştır.

**Ö<sub>1</sub>:** *Paraların hepsi 50 kuruş olsa idi ne olur diye düşünüyorum. Daha sonra hepsi 25 kuruş olsa idi ne olur diye düşünüyorum daha sonra 50 kuruşlara x desek 25 kuruşlara y dersek. Onu eşitleyecek bir tane denklem bulamıyorum.*

Harmonik düşünme yapısına sahip olan Ö<sub>3</sub> görme engelli öğrenci problemi çözüm tercihi olarak deneme yanılma yöntemini kullanmıştır. Çözüm sürecinde problemi kontrol etme aşamasını göz önünde bulundurmıştır. Sonuç olarak harmonik düşünen Ö<sub>3</sub>, cebirsel çözüm yaklaşımını tercih etmemiştir.

**Ö<sub>3</sub>:** *Soruyu düşündüğündü söyledi. Ben 4 tanesini 50 kuruş buldum. Denklem kuramadım ama tek tek değer verdim. İlk önce denemeye 5 den başladım sonra 4 3 2 1 diye değer 50 kuruşlara*

*değer verdim. 5 tane 50 kuruş değerini verdim ve işlemi o şekilde kontrol ettim. Deneyerek yaptım ve 50 kuruşlardan 4 tane buldum.*

Geometrik düşünen Ö<sub>15</sub> görme engelli öğrenci cebirsel çözüm yaklaşımını kullanmadan soruyu zihninde canlandırarak fakat deneme yanılma da yapmadığını belirterek nasıl çözüm yapabileceğini gördüğünü ifade etmiştir.

*Ö<sub>15</sub>: 50 kuruşlar ve 25 kuruşluklar çıkmış toplam 10 TL edecek 25 kuruluklardan 32 tane olacak 8 lira eder geriye kalan 4 tane 50 kuruş da 2 T eder. Denklem kurmadan ben bunu zihnimde canlandırıyorum yaparken farklı yöntem izliyorum bazı şeyleri görebiliyorum fark edebiliyorum oradan gidiyorum ama deneme yanılma değil de mantık yakalamaya çalışıyorum mesela 7 den bir şey çıkmaz çünkü 50 kuruşları oturtamazsın bu şekilde devam ederek çözüyorum.*

#### 4.5.4. Dokunsal Tanıma Bağı Haptik İmge

Görme engelli öğrenciler geometrik şekilleri tanıma da dokunma duyusunu kullanmaktadır. Görme engelli öğrenciler merkezi sınavlarda şekilli sorulardan muaf tutuldukları için şekil içermeyen geometrik sorular sorulmuştur. Elektronik ortamda yazılı olarak ifade edilen çözüm sürecinde genelde sorular cevapsız bırakılmış olmasına rağmen, sözlü iletişimde daha detaylı olarak anlatılmıştır. Geometrik kavramlar, görme engelli öğrenciler için soyut ve genel bir yapıyı temsil ederken dokunsal tanıma ve sözlü açıklamalar ile yapılan sesli betimlemeler aracılığıyla zihinlerinde haptik imge haline dönüşebilmektedir. Harmonik düşünen görme engelli öğrenci olan Ö<sub>6</sub>, işitmeye dayalı öğrendiği yöntemi kullanmak istemesine rağmen hatırlamadığını ifade etmiştir. Çözüm sürecinde görsel olarak istenilen şekli bazı benzetmeleri kullanarak betimlemeye çalışmasına rağmen verilen uzunlukları şekil üzerinde karşılığı olan kenarlara yerleştirememiştir. Sonuç olarak zihninde önceden var olan dokunmaya bağlı oluşan haptik imgeler ile karşılaştırmalar yapılma sürecinde bazı karışıklıklar yaşandığı görülmektedir. Harmonik düşünen Ö<sub>6</sub> görme engelli öğrenci cebirsel çözüm yaklaşımı ile görsel çözüm yaklaşımı arasında geçişleri sağlayamamıştır.

**Araştırmacı:** *Bir çocuk öğle vakti, güneş tam tepede iken uçurtma uçurtmaktadır. Uçurtma çocuğun elinden 10 m uzaklıkta ve yerden 8 m yükseklikte bulunmaktadır. Uçurtmanın gölgesi ile çocuk arasındaki mesafe kaç metredir?*

**Ö<sub>6</sub>:** *Kulağımda sanki gölge hesaplamanın bir yöntemi vardı gibi ama bilmiyorum 8 metre yükseklik 10 metre uzaklık ise gölgeyi hesaplamayı bilmiyorum, gölge eğer ki çocuk ve uçurtmanın mesafesi arasında kalıyorsa ama normal de yatay olarak gider rüzgâr varsa uçurtma çapraz bir şekilde yukarı dikey doğrultuda gidiyor 8 metre dikey yukarıdan aşağı o dikeyi 8 metrelik dikey şekilde yamuk gibi bir şey çıkıyor yukarıdan aşağıya çeken düz bir çizgi olması gerekiyor eşit olarak kesiyorsa 5 metredir. Bu şekilde canlandırıyorum formülü var ama matematiksel çözüme çeviremiyorum.*

**Araştırmacı:** Oluşan herhangi bir şekil var mı?

**Ö<sub>6</sub>:** Aslında bir kaydırak var tamam yerdeki ucu çocuk kayağın tepe noktası uçurtmanın kaydırığın tepe noktasına kadar olan yükseklik 8 metre dir dik olarak doğrultuda gölge kaydırığı yukarıdan aşağı düz bir şekilde kesmiş oluyor kaydırığın bittiği nokta da çocuk var çocukla oradaki gölgeyi birleştirdiğimde iki bacaklı gibi bir şey var çizginin biri kısa diğeri uzun v harfine benzer bir şey çıktı. Bunun kuralını bilmeden hesaplayamam ama hocam ama sağdan soldan gölgenin hesaplanmasında nelerin dikate alınması gerektiğini bulamadım kulağımda gölge hesaplama bir yöntemi varmış gibi geldi onun için yapamıyorum.

Analitik düşünen görme engelli öğrenci Ö<sub>12</sub> cebirsel çözüm yaklaşım çözümünü tercih etmiştir. Çözüm sürecinde canlandırılan şekil sayılar arasındaki ilişkiye bağlı ortaya çıkmıştır.

**Ö<sub>12</sub>:**Orda bir üçgen oluşuyor diye canlandırdım 3 4 5 sanki 6 8 10 gibi düşündüm O yüzden 6 diye düşümdüm. Ben bundan emin değilim ama. Burada sayılar bana bu şekli çizdirdi.

Ö<sub>6</sub> görme engelli öğrenci sahip olduğu harmonik düşünme yapısının özelliklerini aşağıdaki soruda göstermiştir. Harmonik düşünen öğrenci simgesel testte yer alan oran orantı sorusundaki değerlerin konumunu braille alfabesindeki g harfinin yazımındaki noktalar (1;2;4;5) ile ilişkilendirerek görsel yaklaşım sergilemiştir. Sonrasında görsel olarak yerleştirilen soruların buldukları konumlar dikkate alınarak yapılan çaprazlama sonucunda cevaba ulaşmasında cebirsel çözüm yaklaşımını kullanmıştır. Simgesel testte yer alan sorunun yapısı cebirsel çözüm yaklaşımı gerektirmesine rağmen, harmonik düşünme yapısı problem çözüm sürecini etkileyerek hem görsel hem de cebirsel yaklaşım kullanılmıştır.

**Ö<sub>6</sub>:** Oran Orantı sorusu ile ilgili aklıma şöyle bir şey geliyor bizim Braille alfabesindeki g harfine benziyor. g harfinin noktaları 1, 2, 4, 5 şimdi sağ üst köşede bir değer yani 4, sağ alt köşede bir değer yani 5 ve tam karşıda sol üst köşede bir değer 1 ve sol alt köşede yani 2 buralara oran orantıda ki sayıları yerleştirdiğimde karşılıklı eşittir ve çaprazlama çarpıyorduk. Oran orantının görselliği gibi düşündüm. Bunları çaprazlama çarpalım o zaman çarpıyorum sol üst köşe ile sağ alt köşeyi çarparsak  $5x+20$  oluyor. Sol alt köşe ile sağ alt köşeyi çarparsak  $4x+12$  olmuş olur.  $4x+12=5x+20$  olmuş olur.  $+12$ ,  $20$ 'nin yanına eksi 12 olarak gider  $20-12$ , 8 kalır  $4x$  in yanına da  $5x$  i atıyorum  $-5x$  olur burada da  $1x$  kalır denklem şu hale geliyor  $1x$  eşittir 8 çarpım durumunda 1 sol tarafa bölü olarak attığım zaman  $x$  i 8 bulmuş oluyorum

Geometrik düşünen görme engelli öğrenci Ö<sub>15</sub> önceden kendisine bu tür soruların çözümünün anlatılması üzerine şekil üzerinde cebirsel çözümü rahatlıkla uygulamıştır. Analitik ve harmonik düşünenlere göre sadece geometrik düşünen Ö<sub>15</sub> görme engelli öğrencisi sorunun çözüm sürecinde uygulanacak bağıntıyı ifade edebilmiştir.

**Ö<sub>15</sub>:** Hocam ben burada Pisagor uyguladım 10 uzunluk hipotenüstür yerden yüksekliği 8 o zaman 6 olması lazım 8 in karesi 6 nun karesi toplamı 10 un karesi eder. Uçak sorularından görmüştüm, direk onu hatırladım. Ondan daha kolay yaptım.

Ö<sub>1</sub> ve Ö<sub>13</sub> görme engelli öğrencilerin her ikisi de analitik düşünme yapısına sahiptir. Ö<sub>1</sub> görme engelli öğrencinin çözüm sürecinde analitik düşünmenin etkili olması sonucunda cebirsel çözüm yaklaşımı olan simetri formülü kullanmıştır. Ö<sub>13</sub> görme engelli öğrencisi braille tablet ve kalem kullanarak koordinat sistemine ait uygun şekli aşama aşama anlatarak çizmiştir. Ayrıca koordinat sisteminde noktaları yerleştirirken yön kavramlarını kullanmış ve kendi vücudu üzerinden de simetri kavramını betimlemiştir. Çözüm sürecinde simetri formülünün hatırlanarak sürecin tamamlandığı görülmüştür.

**Ö<sub>13</sub>:** Hocam ben koordinat sistemini kabartma çizerek göstermeye çalışayım. Nasıl çizildiğine anlatıyorum kabartma olarak tablet ve kalemimi kullanarak tık tık şekilde ses çıkıyor ama. Şimdi şeyi ilk önce dikey bir şekilde çizeceğiz. 15. kutuyu ortadaki en baştan satırda eşit sayıda etrafta kutu kalacak. 1,2, 3, diyerek aşağı doğru çizeceğiz bitene kadar. Tablet 27 satır biz yine ortadaki sütuna geleceğiz, etrafta aşağıda ve yukarıda eşit sayıda kutu kalacak oradan sağdan sola doğru (1, 4) şeklinde çizgi çizeceğiz. Bunlar basacağımız tablet de şimdi (3, 1) 3 birim sağa yatayda 1 birim yukarı gittim (-2, 4) de 2 birim sola 4 birim yukarı çıktım işaretledim. Şimdi simetri için y ekseninde aşağı gitsek bu durumu şöyle söyleyebiliriz mesela sizin sol kolunuz benim sağ kolum gibi simetri (3, 1) o zaman (3,-1) olur sadece y'yi değiştireceğiz x benim bakanım yansıyan da y olmuş olacak. (-2, 4) ise (-2, -4) olmuş olur

**Ö<sub>1</sub>:** x teki 3 noktası ile y deki 1 noktasındaki noktaları birleştiriyorum. Simetri benzeridir O zaman x eksenine ele alıyorum. (3,1) demiştik ya o zaman x eksenine göre y değiştirmemiz gerekiyor. (3, -1) olur diğeri için (-2, -4) olur.

## BÖLÜM V: TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu bölümde, çalışmada elde edilen bulgular ilgili alan yazın göz önüne alınarak değerlendirilmiş ve araştırmanın alt problemleri dikkate alınarak ortaya çıkan sonuçlar tartışılmıştır. Ayrıca elde edilen bulgular ışığında çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

### 5.1. Matematiksel Düşünme Yapılarından Elden Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma

Görme engelli öğrencilerin analitik, geometrik veya harmonik düşünme stillerinden hangisine sahip olduğunu ölçmek için Matematiksel Süreç Aracı (MSA) kullanılmıştır. MSA testi sonucuna göre, görme engelli öğrencilerin yaklaşık üçte ikisi analitik düşünme yapısına sahip iken diğer üçte birini oluşturan geometrik ve harmonik düşünme yapısına sahip öğrencilerden sadece biri, geometrik düşünme yapısına sahiptir. Matematiksel düşünme yapıları bir tercih olmasına rağmen öğretmenlerin kaynaştırma yoluyla eğitim alan görme engelli öğrencileri, matematik derslerinde cebirsel ağırlıklı konulardan ve matematiksel tanımlardan sorumlu tuttuklarından analitik düşünen öğrenci sayısı yüksek olduğu söylenebilir. Görme yetersizliğinden etkilenen görme engelli öğrenciler görsel kitaplardan yararlanamadıklarından, okullarında daha çok sözlü anlatım yöntemi benimsenmektedir (Tuncer, 1994). Bu sebeple, görme engelli öğrencilerin matematiksel düşünme yapılarındaki farklılığın koklama, tatma, işitme, dokunma duyusu ve arta kalan görme gücünün ne kadar ve nasıl kullanıldığından etkilendiği sonucuna varılabilir.

Görme engellilerin matematiksel düşünme yapılarını belirlemek için literatürde yapılan bir çalışmaya rastlanmamakla birlikte görenler için yapılmış çalışmalarda çoğunluğun harmonik düşünme yapısına sahip olduğu belirtilmiştir (Taşova, 2011; Deniz, 2013). Görme engelli öğrencilerin çoğunluğunun analitik düşünmeye sahip olduğundan, cebirsel işlemlerin kullanıldığı sözel-mantıksal bileşenleri, görsel resimsel bileşenlere göre daha fazla tercih ettikleri tespit edilmiştir. Görsel düşünme yapısına sahip olan görme engelli öğrencilerin çok az olması, ÖSYM tarafından yapılan merkezi sınavlarda görme engellilerin görsel verilerin yer aldığı ve karmaşık ifade içeren sorulardan muaf

tutulması ile açıklanabilir. Ayrıca, doğuştan itibaren görme yetersizliğinden etkilenmiş görme engelli öğrencinin geometrik düşünme yapısına sahip iken, az gören öğrencinin harmonik düşünme yapısına sahip olmasının da öğrenme yaşantılarındaki farklılıktan kaynakladığı söylenebilir.

## **5.2. Farklı Problem Türlerindeki Performansa Ait Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Görme engelli öğrencilerin bilişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde matematikte problemleri çözüm performanslarını belirlemek için farklı problem türleri sorulmuştur. Bunlar, simgesel test ve sözel test olan cebir türleri ile geometrik testi kapsamaktadır. Cebir ve geometrik testlerden simgesel test 5 soru, sözel test 4 soru ve geometrik test 5 sorudan oluşmaktadır. Sorular görme engellinin ekran okuyucu programı ve çeşitli ekran büyütme programları ile okunabilir olacak şekilde erişilebilir matematiksel elektronik metin üzerinden sunulmuştur. Çalışmadan elde edilen bulguların sonuçları simgesel, sözel ve geometrik test performans başarı yüzdeleri üzerinden değerlendirilecektir.

Erişilebilir matematiksel elektronik metin şeklindeki simgesel testte her bir soru için performanslar incelendiğinde oran-orantılı (işlemler) soru olan 3. ve 4. sorularda, diğer sorulara göre başarılı olan görme engelli öğrenci sayısı daha fazladır. Oran-orantılı soruların elektronik ortamda doğrusal yazımı sürecinde sadece parantez ve bölü işareti yerine eğik çizgi kullanılmıştır. Bu durum, görme engelli öğrencinin ekran okuyucu aracılığıyla okuma sürecinde oluşabilecek belirsizlik ve karmaşıklığı azaltarak çözüm süreci yazma aşamalarını kolaylaştırmıştır. Bu sebeple matematiksel işaretlerin yerine klavye üzerindeki kısayol tuşları kullanılarak elde edilen ikiden fazla farklı noktalama işareti ve diğer işaretlerin bulunduğu sorularda başarı oldukça düşüktür. Simgesel testte özellikle denklem (işlemler) sorularda sayıları ve bilinmeyeni sağa ve sola hareket ettirme, üslü sayılarda işlem yapma, işleme nereden ve nasıl başlanacağı sürecinde zorluk yaşanmıştır. Görme engelli öğrenciler için simgesel testte ne kadar ayrıntı varsa onların çözüm sürecinin yazımında her adımı ekran okuyucu ile kontrol etmesi o kadar zaman almaktadır. Dolayısıyla soruların çözümünün değerlendirilmesinde yer alan kategorilerden “cevapsız” seçeneği oldukça yüksek bir orana sahiptir.



Sözel testte yer alan her bir soru, günlük hayat problemlerinden oluşmaktadır. Sözel testte, her bir soruda görme engelli öğrenciler oldukça yüksek bir başarıya sahiptir. Simgesel teste göre sözel testte performansın yüksek olmasında, sorularda karmaşık ve uzun matematiksel gösterimlerin bulunmaması etkili olmuştur. Sorulardan aritmetik ortalama ile ilişkili 2. soru, neredeyse tüm görme engelli öğrenciler tarafından cevaplanmıştır. Görme engelli öğrencilerin sözel testte yer alan günlük hayat problemleri ile gerçek hayatta karşılaşması, problemlerdeki performansın yüksek olmasını etkilemiştir.

Geometrik testte yer alan her bir sorunun performansları incelendiğinde çoğunun ortalamasının altında kaldığı ortaya çıkmıştır. Toplam 5 sorudan sadece 1 soru ortalamasının üstünde yer almaktadır. Üçgende açı konusuyla ilgili olan soruda geometrik şekil düşünülmesine gerek kalmadan, özellik bilinerek cebirsel çözüm yaklaşımı ile rahatlıkla çözülmesi, performansın yüksek olmasını etkilemiştir. Geometrik test, şekilli soruları içermemesine rağmen soruda verilenler şekil çizimini gerektirebilir. Bu durumda, görme engelli öğrencinin aynı anda hem şekli zihninde tasarlaması hem de şeklin bilinen özelliklerini yerleştirip bir bütün olarak şekli algılaması, oldukça zor olabilmektedir. Geometrik soruların ilk 4'ünde toplam cevapsız ve yanlış seçeneklerin oranının oldukça yüksek olmasında bu durum etkili olmuştur. Sonuç olarak görme engelli öğrencilerin geometrik test performansı, simgesel ve sözel teste göre oldukça düşüktür. Farklı tür testler, performans başarıları bakımından değerlendirildiğinde sıralama sözel test, simgesel test ve geometrik test şeklindedir.

### **5.3. Sözlü ve Yazılı İletişim Süreçlerinden Elde Edilen Bulgulara İlişkin Sonuç ve Tartışma**

Bu araştırmanın alt problemlerinden biri, görme engelli öğrencilerin matematiksel problemleri çözüm sürecinde kullandıkları yazılı iletişim ile sözlü iletişim arasındaki ilişkinin nasıl olduğunu belirlemektir. Yazılı iletişim ile matematiksel problemleri çözüm süreçleri, okuma-yazma süreçleri bağlamında değerlendirilirken, sözlü iletişimde ise dinleme-konuşma bağlamında değerlendirilmiştir. Problem çözüm yaklaşımlarına göre yazılı ve sözlü iletişim süreçleri ve performansları karşılaştırılmıştır. Okuma-yazma iletişim sürecinde matematiksel elektronik metnin seslendirilmesi, metinden okuma [TTS] teknolojisine sahip ekran okuyucu yazılım programı denilen makine sesi

ile gerçekleştirilmiştir. Dinleme-konuşma iletişim sürecinde ise problemlerin araştırmacı tarafından seslendirilmesi sebebiyle, makine sesi yerine insani ses ile etkileşim gerçekleştirilmiştir. Yani sözlü iletişimde görme engelli öğrenci soruyla iletişime geçmek için önce araştırmacıyı anlamak zorundadır. Bir bakıma araştırmacı sorunun kendisi olmuştur. Örneğin  $5/x+2$  matematiksel ifadesi makine sesi ile “5 bölü x artı 2” şeklinde okunurken insani ses bu ifadeyi “kesir başlangıcı 5 bölü x artı 2 kesir sonu” göstergeleri ile okuyarak oluşabilecek anlam belirsizliklerinin önüne geçmiştir. Bu bağlamda görme engelli öğrenciler için matematiksel problemler erişilebilir matematiksel elektronik metin (E-MEM) şeklinde hazırlanmıştır. Yazılı iletişim sürecinde elektronik metin üzerinde matematiksel problemlerin çözümleri sürecinde yapılan yazım hataları, sonucu etkilememiştir. Yazılı ve sözlü iletişim süreçlerinin değerlendirilmesini, daha detaylı olarak görebilmek için matematiksel problemler, cebir (simgesel ve sözel) ve geometrik problemler olarak incelenmiştir.

Cebir türlerinden biri olan simgesel testte her bir soru için gerçekleştirilen sözlü iletişim performansının, yazılı iletişim performansına göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedenlerinden birinin, yazılı iletişimde uzun ve karmaşık matematiksel ifadelerin seslendirilmesine bağlı çözüm sürecinde işaret hatalarının yapılması olduğu düşünülebilir. Diğer bir neden ise doğrusal gösterim için kullanılan noktalama işaretlerinin fazla olması ve bunların matematiksel anlam karşılığında, belirsizliklerin yaşanmasıdır. Tek bir matematiksel ifadeyi oluşturan işaretlerin, sesli olarak sunum sürecinde duraksamalar ile birlikte nasıl gruplandığına yani parantezlerin neyi kapsadığına bağlı olarak farklı şekillerde yorumlanabileceği belirtilmiştir (Frances Mary ve Siu, 2015). Bu durum harfli ifadelerde işlem sorusu olan 5. soruda “cevapsız” seçeneğinin oranının fazla olması açısından gözlemlenebilir. 3. ve 4. oran orantılı (işlemlerli) sorularda yazılı iletişim performansının ortalamasının üzerinde olmasında, farklı noktalama işaretlerine fazla yer verilmemesinin etkili olduğu düşünülebilir. Denklem çözümüne ilişkin yazılı iletişim ve sözlü iletişim arasında toplam doğru ve kısmî doğru oranlar bakımından büyük bir farklılık gözlenmiştir. Denklem çözümünde terim ekleme ve terim çıkarmada bilinmeyenleri bir tarafa, sayıları bir tarafa toplama sürecinde güçlük yaşanmıştır. Bu güçlüğü giderilmesinde sözlü iletişimde her çözülen aşamanın bir sonraki aşamaya geçişten önce araştırmacı tarafından tekrar edilmesi ve sağ-sol yön kavramlarının kullanımı ile yönlendirmelerin yapılması etkili olabilir. Her iki iletişim

sürecinde de cevapsız olarak bırakılan sorular için görme engelli öğrencilerin sorulara ilişkin bilgi eksikliğinin olduğu ifade edilebilir. Problemlerin çözüm sürecinin her bir aşamasını klavye kısayol tuşları ile yazılıp ekran okuyucu ile kontrol edilmesi zaman aldığından yazılı iletişimde zihin aritmetiği kullanım performansı daha yüksektir.

Sözel testte yer alan soruların çözümünde kullanılan yazılı iletişim ile sözlü iletişim performansı arasında belirgin bir fark yoktur. Sözel testte yer alan soruların iletişim süreçleri denklem kurma ve akıl yürütme bakımında karşılaştırılmıştır. Sözel testte cevapsız ve yanlış seçenekleri oranının diğer testlere göre düşük olmasında, yazılı iletişimde okuma süreci ve sözlü iletişimde dinleme sürecinin görme engelli öğrenciler için erişilebilir ve anlaşılabilir olmasının etkili olduğu düşünülebilir. Sözel testte akıl yürütmeye bağlı yapılan deneme yanılma ve zihinsel canlandırma çözüm yaklaşımları, her iki iletişim sürecinde de yüksek bir başarıya sahiptir. İletişim süreçlerinden bağımsız olarak sözel testteki yüksek performansın, görme engelli öğrencilerin kaynaştırma yoluyla eğitim aldıkları okullarda sıklıkla bu tür problemlerle karşılaşmaları sonucu elde edildiği düşünülebilir.

Geometrik testte şekilli sorular hariç problemlerin yer alması sebebiyle yazılı ve sözlü iletişimde okuma ve dinleme süreçlerinde zorluk yaşanmamıştır. Geometrik testte problem çözme yaklaşımında baskın olarak formül ve kural kullanılmıştır. Formül ve kural kullanımıyla her iki iletişim sürecinde performans, ortalamanın üzerindedir. Dokunsal tanımaya bağlı oluşan haptik imgeler ile problemlerin çözümünde sözlü iletişim sürecinde yazılı iletişim sürecine göre daha başarılı oldukları görülmüştür. Geometrik testte şekilli sorular hariç olmasına rağmen problemde verilenler şekil çizmesini gerektirebilir. Bu sebeple yazılı iletişimde soruların çoğu cevapsız olarak bırakılmıştır. Sözlü iletişime geçildiğinde yanlış seçeneklerin oranının arttığı gözlemlenmiştir. Bunun nedeni dokunsal tanımaya bağlı haptik imgelerin oluşumu için gerekli olan bilgi eksikleri veya yanlışlıkları olması ile birlikte şekil üzerinde yeterli uygulamaların yapılmadığı düşünülebilir. Sözlü iletişim çözüm sürecinde, şekil üzerinden cebirsel çözüme geçişte zorluk yaşandığı görülmüştür. Tersine cebirsel bir temsil yardımıyla şeklin nasıl olabileceği konusunda doğru tahminler verilmiştir. Görme engelli öğrenciler, ulusal sınavlarda karmaşık ve şekilli sorulardan muaf tutulduğundan kaynaştırma öğrenciye sahip öğretmenler de buna bağlı olarak müfredatta yer alan geometrik kavramların sadece kural ve formüllerinden öğrencileri sorumlu tutmuşlardır.

Sözlü iletişim sürecinde simetri sorusuna ilişkin çözümde görme engelli öğrencinin dokunma, sözlü açıklamalar ve kendi vücudu üzerinde bu durumu örneklendirmesi, haptik imgenin bir bütün olarak oluşmasında etkili olmuştur. Görme yetersizliği olan çocuklar nesnelere belleklerinde saklamada haptik imge kullanmakta olup bu imgeye ilişkin bilgiler dokunma, hissetme ve bedeninin hareketleri birleşimine dayanmaktadır (Özyürek, 1998; Ataman, 2003). Sonuç olarak yazılı ve sözlü iletişim süreçleri farklı matematiksel problem türlerine göre farklılık göstermiş olup, bu farklılığın en çok simgesel testte ve geometrik testte sözlü iletişim yönünde yüksek olduğu görülmüştür.

#### **5.4. Düşünme Yapılarına Göre Matematiksel Problem Çözüm Performanslarından Elde Edilen Bulgulara İlişkin ve Sonuç ve Tartışma**

Bu çalışmada görme engelli öğrencilerin matematiksel düşünme yapılarının matematiksel problem çözüm süreci ve performansını nasıl etkilediği incelenmiştir. Görme engelli öğrencilerin çoğunluğunun analitik düşünme yapısına sahip olduğu görülmüştür. Düşünme yapılarına göre cebir ve geometrik testlerin genel performans ortalamaları incelendiğinde analitik ve geometrik düşünenlerin performansı ortalamanın üzerindedir. Analitik düşünen görme engelli öğrencilerin problemlerin çözümünde yanlış yapma oranı, diğerlerine göre çok daha düşüktür. Bunda, problem çözüm sürecinde görme engellilerin cebirsel çözüme olan güveninin fazla olmasının etkili olduğu düşünülebilir. Çünkü görme engelli öğrenciler, üniversiteye geçiş sisteminde uygulanan sınavlara, daha çok ortaöğretim matematik öğretim programının matematiksel kavram ve cebir uygulamalarına yönelik yapılan test çalışmaları ile hazırlanırlar. Bu hazırlanma yöntemi, kısa sürede sonuca ulaşma amacı ile sürecin önemini azaltmaktadır. Sonucun öneminin artmasından dolayı görme engelli öğrencilerin çoğu formüle dayalı olmak üzere cebirsel işlemleri tercih etmesi, kaçınılmaz bir durum olabilir. Ayrıca matematiksel problemi anlamada yaşanan zorluklar, farklı düşünme yapılarına sahip görme engelli öğrencilerin problemi cevapsız olarak bırakma oranını yükseltmiş olabilir.

Simgesel testte en yüksek performans sırasıyla analitik, harmonik ve geometriktir. Analitik düşünenler, problem çözüm sürecinde işlem becerisini diğerlerine göre daha iyi kullanmıştır. Geometrik düşünen görme engelli öğrencinin simgesel testte performansının düşük olmasının, soruların yapısından kaynaklandığı söylenebilir.

Harmonik düşünen görme engelli öğrenci oran orantılı işlemde her bir değeri Braille alfabesindeki “g” harfinin yazıldığı noktalara (1, 2, 4, 5) yerleştirerek görsel temsilinden cebirsel çözüme ulaşmıştır. Sözel testte her düşünme yapısına sahip görme engelli öğrencilerin performansları arasında belirgin bir fark yoktur. Bunun nedeni, soruların gerçek hayat problemlerini içermesi sebebiyle sözel-mantıksal akıl yürütmelerin ve zihinsel canlandırmaların daha kolay yapılabilmesi olarak ifade edilebilir. Analitik düşünenlerin yüksek performansa sahip olduğu simgesel ve sözel testte, genelde problemlerin çözümünde sözel açıklamalar ile birlikte sembolik gösterimlerin kullanıldığı cebirsel çözümler tercih edilmiştir.

Cebir testlerinde analitik ve harmonik düşünme yapısına sahip görme engelli öğrencilerin daha başarılı olmaları, bu öğrencilerin sözel-mantıksal yeteneklerinin güçlü olması (Krutetskii, 1976) nedeni ile açıklanırken geometri testlerinde de geometrik düşünme yapısına sahip görme engelli öğrencilerin daha başarılı olmaları beklenebilir. Geometrik testte matematiksel problemlerin çözüm sürecinde en yüksek performansın, geometrik düşünme yapısına sahip görme engelli öğrencilere ait olduğu görülmüştür. Bu durumu, görenlerle ilgili yapılan alan yazında matematiksel düşünme yapılarının katılımcıların performansları üzerinde etkili olduğunun ifade edilmesi, desteklemektedir (Sevimli, 2013; Deniz, 2016). Geometrik testte analitik düşünen görme engelli öğrencilerin çoğu soruların çözümünde formül ve kural kullanarak cebirsel bir çözüm tercih etmiş olup, diğerleri soruyu boş bırakmıştır. Geometrik testte bahsedilen cismin şeklini dokunsal tanımaya bağlı oluşan haptik imge karşılığında düşünüp verilenleri üzerine yerleştirme sürecinde yaşanan zorluk, soruların cevapsız bırakılma oranında artışa sebep olmuştur. Geometrik testte harmonik düşünme yapısına sahip öğrenciler, soruda bahsedilen şekil ile ilgili günlük hayattan örnekler üzerinden sözlü açıklamalar ile birlikte betimleme yaparak soruyu çözmeyi denedikleri gözlemlenmiştir. Fakat okullarda görme engelli öğrencilerin geometri müfredatında şekilli sorulardan muaf tutulması sonucu sadece şekilli konulara ait özellikler ezberletilerek şekil üzerinde dokunma yoluyla uygulama yapılmaması geometrik testte performansı olumsuz yönde etkilemiştir. Bu sebeple görsel temsili üzerinde karşılığı bulunamayan veriler sebebiyle cebirsel temsili olan çözüme geçişte güçlük yaşadıkları düşünülebilir.

## 5.5. Öneriler

Çalışma sonucunda Braille ve konuşma/ses kanallarını kullanarak matematiğin taranması ve düzenlenmesi için yapılan görsel olmayan erişilebilirlik ile birlikte görme engelli öğrenci ile aynı anda gören akranlarının ve öğretmenlerinin de takip ettiği, matematik okuma ve yazmaya olanak tanıyan elektronik çalışma alanlarının geliştirilmesinin son derece önemli olduğu görülmüştür. Bilişim teknolojileri aracılığıyla uzaktan eğitim sürecinde E-MEM üzerinden uygulanan çalışmada gösterilen yazılı iletişim performansının, sözlü iletişim performansına bazı test soruları hariç hemen hemen yakın olduğu sonucuna varılmıştır. Bu durumda öğretmenler kaynaştırma yoluyla eğitim alan görme engelli öğrencilere matematikte özellikle şekilli soruların olmadığı konular ile ilgili elektronik ortamda ödev verip sonuçlarını kontrol edebilir. Görme engelli öğrencinin de bilişim teknolojilerini kullanarak sorular üzerinde birine bağlı olmadan okuma sürecinde kontrolü sağlaması, çözümlerini yazması ve düzenlemesi matematikte okul başarısını olumlu yönde etkiler. Görme engelli öğrencilere ortaöğretimde bilişim teknolojileri dersi verilerek, metinden okuma [TTS] teknolojisine sahip ekran okuyucu hâkimiyetinin sağlanması ve yazılı iletişimde yapılan matematiksel hataları en aza indirmesi mümkün hale gelebilir.

Ülkemizde görme engelli öğrencilere matematik ve grafikleri okuma, yazma ve düzenleme gibi işlemler ile birlikte aynı anda Braille ekranda dokunsal okuma veya kabartma çıktıya izin veren matematik yazılımları bulunmamaktadır. Bu durumda görme engelliler için matematik alanında erişilebilir yazılımların yapılması amacıyla Milli Eğitim Bakanlığının da desteği ile üniversite bünyesinde yer alan özel eğitim, matematik eğitimi ve mühendislik fakülteleri arasında ortaklaşa yapılan disiplinler arası çalışma, son derece gerekli ve önemlidir. Böyle bir çalışma ile görme engelli öğrencilerin merkezi sınavlarda veya okul sınavlarında okuyucu ve işaretleyiciye ihtiyaç duymadan bilgisayar ortamında matematik soruları üzerinde okuma, yazma, düzenleme gibi işlemleri yapabilmesi sayesinde okuyucu mağduriyeti yaşanmasının önüne geçilebilir. Merkezi sınavlarda okuyucu ve işaretleyici olacak her öğretmene hizmet içi eğitim kapsamında görme engelliler için matematik okuma, yazma ve sesli betimlemeler konusunda eğitimler düzenlenmelidir. Çalışmada son derece basit bir şekilde erişilebilirliğin sağlanması için doğrusal gösterim ile matematiksel işaretler

yerine özel karakterler yazılması ve sözlü iletişimde sözlü göstergelerin kullanımı, her iki iletişim ile soruların çözümü sürecinde olumlu etki oluşturmuştur.

Geometrik testte hem yazılı hem de sözlü iletişim sürecinde kural ve formüllerden faydalanarak cebirsel bir çözüm yapılmasına rağmen dokunmaya bağlı haptik imge kullanımında yetersizliğin olduğu görülmüştür. Bu nedenle haptik imgelerin oluşturulması için öğretmenlerin işitme, dokunma, hissetme ve bedensel hareketler ile birlikte sözlü açıklama ve betimlemeleri yapabileceği sınıf içi uygulamalar geliştirmesi gerekir. Görme engelliler ile yapılacak her türlü uygulamada onlardan süreçte yaşadıkları tecrübeleri ve hissettiklerini anlatmaları sağlanarak haptik imgede oluşabilecek yanlışların anında düzeltilmesi sağlanmış olur. Çalışmada matematiksel düşünme yapılarının görme engelli öğrencilerin problem çözüm süreci ve performansı üzerinde etkili olduğu görülmüştür. Bu bağlamda bireysel farklılık olarak görme engelli öğrencilerin farklı düşünme yapılarına sahip olduğu ve farklı problem çözme yaklaşımları sergiledikleri dikkate alınarak matematik öğretiminde görme yetersizliğine göre eğitim ortamlarının düzenlemesine ihtiyaç duyulmaktadır.

## KAYNAKLAR

- Acar, E., Artan, İ., Bayhan, P., Belgin, E., Çetin, Z., Doğan, Ö., & Yücel, E. (2011). *Özel Gereksinimli Çocuklar Ve Özel Eğitim*. N. Baykoç (Ed.).
- Alajarmeh, N., & Pontelli, E. (2012). *A Non-Visual Electronic Workspace For Learning Algebra* (Pp. 158-165). Springer Berlin Heidelberg.
- Afb (2014). 16 Mart 2014 Tarihinde American Foundation For The Blind Web Sitesinden Erişildi:  
[Http://Www.Afb.Org/Section.Asp?SectionId=4&TopicId=31](http://www.afb.org/Section.Asp?SectionId=4&TopicId=31).
- Alkan, H., Ve Bukova-Güzel, E. (2005) Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3). 221-236.
- Amato, S., & Rosenblum, L. P. (2004). Preparation İn And Use Of The Nemeth Braille Code For Mathematics By Teachers Of Students With Visual İmpairments. *Journal Of Visual İmpairment & Blindness (JVIB)*, 98(08).
- Anderson, T. (2003). Modes Of İnteraction İn Distance Education: Recent Developments And Research Questions. *Handbook Of Distance Education*, 129-144.
- Anderson- Inman, L. Y. N. N. E., & Horney, M. A. (2007). Supported Etext: Assistive Technology Through Text Transformations. *Reading Research Quarterly*, 42(1), 153-160.
- Archambault, D., & Fitzpatrick, D. (2008). Impact Of ICT On The Teaching Of Maths To VIP (Visually İmpaired People). In *5th Jemworkshop (Joining Educational Mathematics, Econtentplus Thematic Network)*.
- Archambault, D., Stöger, B., Batui, M., Fahrenguber, C., & Miesenberger, K. (2007). Mathematical Working Environments For The Blind: What İs Needed Now? *Interaction Et Usages Des Modalités Non Visuelles, Accessibilité Des Contenus Complexes*, 36.



- Arı, S. (2015). Görme Engelli Bir Öğrenenin Uzaktan Öğrenme Serüveni: Öz Deneyimsel Bir Anlatı. Akademik Bilişim Konferansı Bildirileri 4-6 Şubat 2015 Anadolu Üniversitesi
- Ataman, A. (2003). Özel Gereksinimi Olan Çocuklar Ve Özel Eğitim. A. Ataman (Editör), *Özel Eğitime Giriş*. Ankara: Gündüz Eğitim Ve Yayıncılık.
- Amato, S., Hong, S., & Rosenblum, L. P. (2013). The Abacus: Instruction By Teachers Of Students With Visual İmpairments. *Journal Of Visual İmpairment & Blindness (Online)*, 107(4), 262.
- Aytaç, V. (2002). *İnternet Destekli Uzaktan Eğitim Ve Öğretim Teknolojisi*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Aydın, A. (2011). Görme Engelli Üniversite Öğrencilerinin Bilgiye Erişim Sorunları. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Ankara.
- Arrigo, M. (2005). E-Learning Accessibility For Blind Students. *Recent Research Developments İn Learning Technologies*.
- Baki, A., & Çakıroğlu, Ü. (2010). Learning Objects İn High School Mathematics Classrooms: Implementation And Evaluation. *Computers & Education*, 55(4), 1459-1469
- Bayram, G. İ. (2014). *Exploring The Academic And Social Challenges Of Visually İmpaired Students İn Learning High School Mathematics* (Doctoral Dissertation, Bilkent University Ankara).
- Bayir, Ş., Keser, H., & Numanoğlu, G. (2010). General review on computer literacy of visually handicapped individuals in Turkey. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 9, 1475-1480.
- Beal, C., & Shaw, E. (2008, March). Working Memory And Math Problem Solving By Blind Middle And High School Students: Implications For Universal Access. In *Society For Information Technology & Teacher Education International Conference* (Vol. 2008, No. 1, Pp. 5011-5016).

- Beal, C. R., & Shaw, E. (2009). An Online Math Problem Solving System For Middle School Students Who Are Blind. *Journal Of Online Learning And Teaching*, 5(4), 630-638.
- Beal Cr, Rosenblum Lp, Smith Dw (2011) A Pilot Study Of A Self-Voicing Computer Program For Prealgebra Math Problems. *J Vis Impair Blind* 105: 157
- Beal, C. R., & Rosenblum, L. P. (2015). Use Of An Accessible Ipad App And Supplemental Graphics To Build Mathematics Skills: Feasibility Study Results. *Journal Of Visual Impairment & Blindness*, 109(5), 383-394.
- Bitter, M. (2013). Braille In Mathematics Education
- Birkey, R.C. Ve Rodman, J.J. (1995). Adult Learning Styles And Preference For Technology Programs. National University Research Institute.
- Bogdan, R.C. And Biklen, S.K. (1998). *Qualitative Research In Education: An Introduction Totheory And Methods* (Third Edition). Needham Heights, Ma: Allyn & Bacon.
- Bouck, E. C., & Meyer, N. K. (2012). Etext, Mathematics, And Students With Visual Impairments: What Teachers Need To Know. *Teaching Exceptional Children*, 45(2), 42.
- Bouck, E. C., Meyer, N. K., Joshi, G. S., & Schleppenbach, D. (2013). Accessing Algebra Via Mathspeak™: Understanding The Potential And Pitfalls For Students With Visual Impairments. *Journal Of Special Education Technology*, 28(1), 49-63.
- Bouck, E. C., & Weng, P. L. (2014). Hearing Math: Algebra Supported Etext For Students With Visual Impairments. *Assistive Technology*, 26(3), 131-139.
- Brawand, A., & Johnson, N. (2016). Effective Methods For Delivering Mathematics Instruction To Students With Visual Impairments.
- Brzostek-Pawłowska, J., & Mikułowski, D. (2012, September). Research On Improving Communication Between The Blind And The Sighted In The Area Of Mathematics, And Related Requirements. In *Computer Science And*

- Information Systems (Fedcsis), 2012 Federated Conference On* (Pp. 1065-1069). Ieee.
- Bülbül, M. Ş., Garip, B., Cansu, Ü. & Demirtaş, D., (2012). Mathematics Instructional Materials Designed For Blinds: Needle Page. *İlköğretim-Online Dergisi*, Issn: 1305-3515,
- Bülbül, M. Ş. & Eryılmaz, A. (2012). *Görme Engelli Öğrenciler İçin Fizik Ders Araçları*. Murat Kitabevi: Ankara.
- Bukova-Güzel, E. (2008). Yapılandırıcılık Ve Matematiksel Düşünme Süreçleri. *Education Sciences*, 3(4), 678-688.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş. & Demirel, F. (2012). *Bilimsel Araştırma Yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi
- Cattaneo, Z., & Vecchi, T. (2011). *Blind Vision*. Mit Press.
- Cahill, H. (1996). Blind And Partially Sighted Students' Access To Mathematics And Computer Technology İn Ireland And Belgium. *Journal Of Visual Impairment & Blindness*, 90(2), 105-14.
- Cavkaytar, A., & Diken, İ. H. (2012). *Özel Eğitim 1: Özel Eğitim Ve Özel Eğitim Gerektirenler*. Ankara: Vize
- Cox, P. R., & Dykes, M. K. (2001). Effective Classroom Adaptations For Students With Visual İmpairments. *Teach*
- Cowan, H. (2011). *Knowledge And Understanding Of Function Held By Students With Visual İmpairments*. Unpublished Doctoral Thesis, The Ohio State University, Usa.
- Cohen, L., Manion, L., And Morrisson, K. (2000). *Research Methods İn Education* (5th Ed.). London: Routlengefalmer
- Çepni, S. (2010). *Araştırma Ve Proje Çalışmalarına Giriş* (5. Baskı). Trabzon
- Çalıkoğlu Bali, G. (2002a). *Matematik Öğretiminde Dil*. Ankara: Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi.
- Çalıkoğlu Bali, G. (2002b). Matematik Öğretiminde Dil Ölçeği. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* (23), 57-61.

- Delice, A. Ve Sevimli, E. (2011). İntegral Kavramının Öğretiminde Konu Sıralamasının Kavram İmgeleri Bağlamında İncelenmesi; Belirli Ve Belirsiz İntegraller. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, Sayı 30, Ss. 51-62.
- Dick, T., & Kubiak, E. (1997). Issues And Aids For Teaching Mathematics To The Blind. *The Mathematics Teacher*, 90(5), 344-349.
- Durna, G. (2012) *Kaynaştırma Eğitiminin Görme Engelli Öğrenciler Üzerindeki Etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fatih Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Sosyoloji Anabilim Dalı
- D'andrea, F. M., & Siu, Y. T. (2015). Students With Visual İmpairments: Considerations And Effective Practices For Technology Use. In *Efficacy Of Assistive Technology Interventions* (Pp. 111-138). Emerald Group Publishing Limited
- Doğan, M., & Güner, P. (2012). İlköğretim Matematik Öğretmen Adaylarının Matematik Dilini Anlama Ve Kullanma Becerilerinin İncelenmesi. X. Ufbmek Sempozyumu. Niğde.
- Doruk, B. K. (2012). İletişim Becerisinin Gelişimi İçin Etkili Bir Araç: Matematiksel Modelleme Etkinlikleri. *Matder Matematik Eğitimi Dergisi*, 1(1), 1-12.
- Dönmez, O., & Önal, A. (2006). Uzaktan Öğrenimde Eszamanlı Veya Eszamanlı Olmayan İletişim. İnet-Tr'06 - X1. "Türkiye'de İnternet" (S. 143-149). Ankara: Tobb Ekonomi Ve Teknoloji Üniversitesi
- Depountis, V. (2012). *Technologies That Facilitate The Study Of Advanced Mathematics By Students Who Are Blind: Teachers' Perspectives* (Doctoral Dissertation, Texas Tech University).
- Edwards, A. D., Stevens, R. D., & Pitt, I. J. (1995). Non-Visual Representation Of Mathematical İnformation. *York, University Of York*
- Ege, P. (2006). Farklı Engel Gruplarının İletişim Özellikleri Ve Öğretmenlere Öneriler. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 7(2), 1-23.

- Eğitimde Görme Engelliler Derneği (Eged). (2014). Anadolu Üniversitesi Açıköğretim Uygulamaları Ve Görme Engelli Öğrenciler Başlıklı Rapor 25 Kasım 2016 Tarihinde Eğitimde Görme Engelliler Derneği Web Sitesinden Erişildi: [Http://Www.Eged.Org/Node/153](http://www.eged.org/node/153)
- Evans, S., & Douglas, G. (2008). E-Learning And Blindness: A Comparative Study Of The Quality Of An E-Learning Experience. *Journal Of Visual Impairment & Blindness*, 102(2), 77.
- Elsheikh, R. M., & Najdi, S. D. (2013). Math Keyboard Symbols And Its Effect In Improving Communication In Math Virtual Classes. *International Journal Of Information And Education Technology*, 3(6), 638.,
- Eskinazi, S. (2011). Görme Engellilere Yönelik Bilgisayar Eğitimi Veren Bir Web Sitesi Uygulaması. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Beykent Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Freire, A. P., Linhalis, F., Bianchini, S. L., Fortes, R. P., & Maria Da Graça, C. P. (2010). Revealing The Whiteboard To Blind Students: An Inclusive Approach To Provide Mediation In Synchronous E-Learning Activities. *Computers & Education*, 54(4), 866-876.
- Freedom Scientific. (2013). Jaws For Windows Screen Reading Software. Retrieved From [Http://Www.Freedomscientific.Com/Products/Fs/ Jaws-Product-Page.Asp](http://www.freedomscientific.com/products/fs/jaws-product-page.asp)
- Fichten, C. S., Ferraro, V., Asuncion, J. V., Chwojka, C., Barile, M., Nguyen, M. N., ... & Wolforth, J. (2009). Disabilities And E-Learning Problems And Solutions: An Exploratory Study. *Journal Of Educational Technology & Society*, 12(4), 241.
- Figueiras, L., & Arcavi, A. (2014). A Touch Of Mathematics: Coming To Our Senses By Observing The Visually Impaired. *Zdm*, 46(1), 123-133.
- Figueiras, L., & Arcavi, A. (2015). Learning To See: The Viewpoint Of The Blind. In *Selected Regular Lectures From The 12th International Congress On Mathematical Education* (Pp. 175-186). Springer International Publishing.

- Galindo-Morales, E. (1994). *Visualization In The Calculus Class: Relationship Between Cognitive Style, Gender, And Use Of Technology*. Unpublished Phd Dissertation, The Ohio State University.
- Günaydın, O. (2011). Geometri Ve Cebir Problemleri Çözüm Süreçlerinin Görselleme Ve Göstergebilim Bağlamında İncelenmesi. İstanbul: Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Gibson, W. E., & Darron, C. (1999). Teaching Statistics To A Student Who Is Blind. *Teaching Of Psychology*, 26(2), 130-131.
- Gillan, D., Barraza, P., Karshmer, A., & Pazuchanics, S. (2004). Cognitive Analysis Of Equation Reading: Application To The Development Of The Math Genie. *Computers Helping People With Special Needs*, 628-628
- Gutiérrez, A. (1996). "Visualization In 3-Dimensional Geometry: In Search Of A Framework," In L. Puig And A. Gutierrez (Eds.) *Proceedings Of The 20th Conference Of The International Group For The Psychology Of Mathematics Education* (Vol. 1, Pp. 3-19). Valencia: Universidad De Valencia.
- Hamilton, R. J., & Bowers, B. J. (2006). Internet Recruitment And E-Mail Interviews In Qualitative Studies. *Qualitative Health Research*, 16(6), 821-835.
- Healy, L. (2015). Hands That See, Hands That Speak: Investigating Relationships Between Sensory Activity, Forms Of Communicating And Mathematical Cognition. In *Selected Regular Lectures From The 12th International Congress On Mathematical Education* (Pp. 289-308). Springer International Publishing.
- Hooley, T., Wellens, J., & Marriott, J. (2011). *What Is Online Research?: Using The Internet For Social Science Research*. A&C Black.
- Horzum, T. (2013) Görme Engelli Öğrencilerin Bazı Matematiksel Kavramlardaki Kavram İmajları Ve Temsilleri. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Jayant, C. (2006). A Survey Of Math Accessibility For Blind Persons And An Investigation On Text/ Math Separation. Seattle: University Of Washington

- Jackson, A. (2002). The World Of Blind Mathematicians. *Notices Of The Ams*, 49(10), 1246- 1251. [Online]: Retrieved On 16-October-2011, At Url: [Www.Ams.Org/Notices/200210/Comm-Morin.Pdf](http://www.Ams.Org/Notices/200210/Comm-Morin.Pdf).
- Janghorban, R., Roudsari, R. L., & Taghipour, A. (2014). Skype Interviewing: The New Generation Of Online Synchronous Interview In Qualitative Research. *International Journal Of Qualitative Studies On Health And Well-Being*, 9(1), 24152.
- Johnstone, C., Thurlow, M., Altman, J., Timmons, J., & Kato, K. (2009). Assistive Technology Approaches For Large-Scale Assessment: Perceptions Of Teachers Of Students With Visual Impairments. *Exceptionality*, 17(2), 66-75.
- Ifla. (2005b). *Libraries For The Blind In The Information Age: Guidelines For The Development*. 20 Şubat 2016 Tarihinde Ifla Web Sitesinden Erişildi: [Http://Archive.Ifla.Org/V11/S31/Pub/Profrep86.Pdf](http://Archive.Ifla.Org/V11/S31/Pub/Profrep86.Pdf)
- Kapperman, G., Heinze, T., And Sticken, J. (1997). *Strategies For Developing Mathematics Skills In Students Who Use Braille*. Sycamore, Il: Research And Development Institute
- Kapperman, G., Sticken, J., & Smith, T. J. (2011). The Effectiveness Of The Nemeth Code Tutorial For The Brailnote. *Insight: Research & Practice In Visual Impairment & Blindness*, 4(1).
- Karshmer, A. (2007). Access To Mathematics By Blind Students: A Global Problem.
- Karshmer, A. I., & Bledsoe, C. (2002). *Access To Mathematics By Blind Students*. Icchp '02 Proceedings Of The 8th International Conference On Computers Helping People With Special
- Karshmer, A., Gupta, G., & Pontelli, E. (2007, February). Mathematics And Accessibility: A Survey. In *Proc. 9th International Conference On Computers Helping People With Special Needs* (Vol. 3118, Pp. 664-669).Needs. Springer, Verlag Berlin Heidelberg London: Uk. Retrieved From [Http://Www.Catea.Gatech.Edu/Scitrain/Kb/Fulltext\\_Articles/Access2mathbyblindstudents.Pdf](http://Www.Catea.Gatech.Edu/Scitrain/Kb/Fulltext_Articles/Access2mathbyblindstudents.Pdf).

- Kaygısız, E. G., Keskin, İ., & Oğuz, N. (2011). Görme Ve İşitme Engellilerin Üniversite İnternet Sayfalarına Erişebilirliği (Yedi Üniversite İnternet Sayfası Üzerinde Bir Değerlendirme).
- Karakoç, T. (2016). *Görme Yetersizliği Olan Öğrencilerin Araştırmaya Dayalı Öğrenme Yaklaşımı Modellerinden Rehberli Keşfetme Modelinin Deneysel İşlem Becerilerine, Akademik Başarılarına Ve Fen Bilimleri Dersine Yönelik Tutumlarına Etkisi*. (Yayınlanmamış Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- Kavcar, C. (1998). Türkçe Eğitimi Ve Sorunları. *Dil Dergisi* , 65.
- Kanjlia, S., Lane, C., Feigenson, L., & Bedny, M. (2016). Absence Of Visual Experience Modifies The Neural Basis Of Numerical Thinking. *Proceedings Of The National Academy Of Sciences*, 113(40), 11172-11177.
- Klingenberg, O. G. (2007). Geometry: Educational Implications For Children With Visual İmpairment. *Philosophy Of Mathematics Education Journal*, 20(15), 15.
- Klingenberg, O. G. (2012). Conceptual Understanding Of Shape And Space By Braille-Reading Norwegian Students İn Elementary School. *Journal Of Visual İmpairment & Blindness*, 106(8), 453
- King-Sears, M. E. (2001). Institutionalizing Peer-Mediated Instruction And Interventions İn Schools: Beyond" Train And Hope". *Remedial And Special Education*, 22(2), 89-101.
- Kreuzer, D. T. (2007). *An Analysis Of Writing Practices İn 4th-And 5th-Grade Students With Visual İmpairments*. California: University Of California
- Kohanová, I. (2006). *Teaching Mathematics To Non-Sighted Students: With Specialization İn Solid Geometry* (Doctoral Dissertation, Doctoral Thesis. Comenius University, Bratislava).
- Koustriava, E., & Papadopoulos, K. (2014). Attitudes Of İndividuals With Visual İmpairments Towards Distance Education. *Universal Access İn The İnformation Society*, 13(4), 439-447.



- Krutetskii, V. A. (1976). *The Psychology Of Mathematical Abilities In School Children*. Chicago, Il: Universty Of Chicago Press.
- Lakatos, S., & Marks, L. E. (1999). Haptic Form Perception: Relative Saliense Of Local And Global Features. *Perception & Psychophysics*, 61(5), 895-908.
- Landau, S., Russell, M., Gourgey, K., Erin, J. N., & Cowan, J. (2003). Use Of The Talking Tactile Tablet In Mathematics Testing. *Journal Of Visual Impairment And Blindness*, 97(2), 85-96.
- Leporini, B., & Buzzi, M. (2007). Learning By E-Learning: Breaking Down Barriers And Creating Opportunities For The Visually-Impaired. *Universal Access In Human-Computer Interaction. Applications And Services*, 687-696.
- Lipeikienė, J. (2009). Development Of A Mathematical Communication Curriculum. *Informacijos Mokslai/Information Sciences*, 50.
- Maćkowski, M., Brzoza, P., Żabka, M., & Spinczyk, D. (2017). Multimedia Platform For Mathematics' Interactive Learning Accessible To Blind People. *Multimedia Tools And Applications*, 1-18.
- Maguvhe, M. (2015). Teaching Science And Mathematics To Students With Visual Impairments: Reflections Of A Visually Impaired Technician. *African Journal Of Disability*, 4(1), 1-6.
- Mani, M., Plerchvaivanich, A., Ramesh, G., & Campell, L., (2005). Mathematics Made Easy For Children With Visual Impairment
- Marson, S. M., Harrington, C. F., & Walls, A. (2013). Teaching Introductory Statistics To Blind Students. *Teaching Statistics*, 35(1), 21-25.
- Mathematics Etext Research Center (Metrc). (2012). How Can Mathematical Text Be Made Accessible To Students With Print Disabilities? 24 Eylül 2016 Tarihinde Web Sitesinden Erişildi: <https://Metrc.Uoregon.Edu/>
- Mason, H., & Mccall, S. (Eds.). (2013). *Visual Impairment: Access To Education For Children And Young People*. Routledge.
- M.E.B. (1991). Braille Kabartma Yazı Kılavuzu. Milli Eğitim Basımevi, 279 S, İstanbul

- M.E.B. (2002). Görme Engelliler İlköğretim Okulları Matematik Dersi Öğretim Programı. Milli Eğitim Basımevi, 380 S, Ankara.
- M.E.B. Talim Ve Terbiye Kurulu Başkanlığı (2013). *İlköğretim Kurumları (İlkokullar Ve Ortaokullar) Fen Bilimleri Dersi (3, 4, 5, 6, 7 Ve 8. Sınıflar) Öğretim Programı*. Ankara: Meb Yayinevi.
- M.E.B. (2008). *Görme Engelli Bireyler Destek Eğitim Programı*.
- M.E.B.(2006).Özel Eğitim Hizmetleri Yönetmeliği. Çevrimiçi [Http://www.Meb.Gov.Tr](http://www.meb.gov.tr). Adresinden 25 Eylül 2016 Tarihinde Erişilmiştir
- M.E.B. (2005a). Meb, Uzaktan Eğitim, Meb Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü, (2006).
- M.E.B. Strateji Geliştirme Başkanlığı. (2017) *Milli Eğitim İstatistikleri 2016-2017*. Ankara.
- M.E.B. Korler Okulu Öğretim Program (1990). Milli Eğitim Basımevi, Ankara
- Mcdermott-Wells, P. M. (2015). Math In The Dark: Tools For Expressing Mathematical Content By Visually Impaired Students.
- Mccallister, C. J., & Kennedy, R. L. (2001). Teaching Basic Statistics To A Student Who Is Blind
- Mulloy, A. M., Gevarter, C., Hopkins, M., Sutherland, K. S., & Ramdoss, S. T. (2014). Assistive Technology For Students With Visual Impairments And Blindness. In *Assistive Technologies For People With Diverse Abilities* (Pp. 113-156). Springer New York.
- Muwanguzi, S., & Lin, L. (2010). Wrestling With Online Learning Technologies: Blind Students' Struggle To Achieve Academic Success. *International Journal Of Distance Education Technologies (Ijdet)*, 8(2), 43-57.
- Namahoe, K. (2014). Khan Academy Unveils New Math Resources For Common Core. The Journal.
- Nazemi, A., Fernando, C., Murray, I., & Mcmeekin, D. A. (2017). Access To All Components Of Scanned Mathematical Documents By Vision-Impaired Students. *Assistive Technology*, 1-7.

- Nsw (2013). Matematik Ve Dil. Avusturalya Nsw Eyaleti Eğitim Bakanlığı Yayını (Çeviri). Beyaz Nokta Gelişim Vakfı: Syllabus
- Nemeth, A. (1972). *The Nemeth Braille Code For Mathematics And Science Notation*. American Printing House For The Blind.
- Odabaş, H. (2004). İnternet Tabanlı Uzaktan Öğrenim Modelinin Bilgi Hizmetlerine Yönelik Yüksek Öğretim Programlarında Kullanımı.
- Osterhaus, S. (2004). Math Technology, Retrieved October 15, 2010 From [Http://Www.Tsbvi.Edu/Technology-Math/2320-Susans-Math-Technology-Cornersecondary-Mathematics-Education-The-Years-Of-Growth-And-Challenge](http://www.tsbvi.edu/technology-math/2320-susans-math-technology-cornersecondary-mathematics-education-the-years-of-growth-and-challenge)
- Özyürek, M. (1998). Görme Engelliler. S. Eripek (Ed.), *Özel Eğitim İçinde* (S. 126-152). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Açık Öğretim Fakültesi
- Özhan-Turhan, A. (2011). *12.Sınıf Öğrencilerinin Analitik Geometrideki Temsil Geçişlerinin Krutetskii Düşünme Yapıları Bağlamında İncelenmesi: Doğruların Birbirine Göre Durumları*. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Öztürk, E. K. (2011). Fiziksel Engelliler İçin Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Modeli Önerisi.
- Ölçme, Seçme Ve Yerleştirme Merkezi. (2013) *2012 Yükseköğretim Programları Ve Kontenjanları Kılavuzu*. Ankara: Ösym
- Pidgeon, M. K. (2012). Students With Visual Impairments And Math: Impact Of Practice On Achievement And Attitude
- Power, C., & Ju'rgensen, H. (2010). Accessible Presentation Of Information For People With Visual Disabilities. Universal Access In The Information Society, 9, 97–119. Retrieved From [Http://Dx.Doi.Org/10.1007/S10209-009-0164-1](http://dx.doi.org/10.1007/S10209-009-0164-1)

- Paulsen, M. F. (1995). An Overview Of Cmc And The Online Classroom İn Distance Education. *Computer Mediated Communication And The Online Classroom*, 3, 31-57.
- Pezeshki, P., Alamolhodaie, H., & Radmehr, F. (2011). A Predictive Model For Mathematical Performance Of Blind And Seeing Students. *Educational Research*, 2.
- Presmeg, N. C. (1985). The Role Of Visually Mediated Processes İn High School Mathematics: A Classroom Investigation. Unpublished Ph.D. Dissertation, Cambridge University, England.
- Pfeiffer, J. P., & Pinquart, M. (2013). Computer Use Of Adolescents With And Without Visual İmpairment. *Technology And Disability*, 25(2), 99-106.
- Polat, N. T. (2009). Çeviribilim Ve Dilbilim Bağlamında Türkiye’de Sesli Betimlemenin Yeri Ve Önemi. *Dilbilim Araştırmaları Dergisi*, (1).
- Royal National Institute Of Blind People (2011). *Teaching Maths To Pupils With Vision İmpairment*. [Online Rapor] Retrieved From [Http://Www.Pathstoliteracy.Org/Mathliteracy/Content/Resources/Teachingmaths-Pupils-Vision-İmpairment](http://www.pathstoliteracy.org/mathliteracy/content/resources/teachingmaths-pupils-vision-impairment)
- Rule, A. C., Stefanich, G. P., Boody, R. M., & Peiffer, B. (2011). Impact Of Adaptive Materials On Teachers And Their Students With Visual İmpairments İn Secondary Science And Mathematics Classes. *International Journal Of Science Education*, 33(6), 865-887
- Subaşıoğlu, F. (2000). Engellilerin İnternet’e Erişimi Üzerine. *Türk Kütüphaneciliği*, 14(2), 188-204
- Şenel, S. (2015). Görme Engelli Öğrencilerin Üniversite Giriş Sınavı Deneyimleri. *Hacettepe University Graduate School Of Educational Sciences The Journal Of Educational Research*, 1(1).
- Spindler, R. (2006). Teaching Mathematics To A Student Who İs Blind. *Teaching Mathematicsand Its Applications*, 25(3), 120-126.

- Schweikhardt, W. (2000). Requirements On A Mathematical Notation For The Blind. *Computers Helping Peoples With Special Needs Icchp*, 663-670.
- Simalolo, M.,(2006). Challenges And Teaching And Learning Mathematics By Visually Impaired Pupils. (Master Of Education) .Zambia University
- Simonson, M., Smaldino, S., Albright, M., & Zvacek, S. (2012). *Teaching And Learning At A Distance: Foundations Of Distance Education* (5. Baskı). Boston: Allyn & Bacon.
- Stevens, R. D., Edwards, A. D., & Harling, P. A. (1997). Access To Mathematics For Visually Disabled Students Through Multimodal İnteraction. *Human-Computer Interaction*, 12(1-2), 47-92.
- Sevimli, E. (2013). Bilgisayar Cebiri Sistemi Destekli Öğretimin Farklı Düşünme Yapısındaki Öğrencilerin İntegral Konusundaki Temsil Dönüşüm Süreçlerine Etkisi. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Soiffer, N. (2015, May). Browser-İndependent Accessible Math. In *Proceedings Of The 12th Web For All Conference* (P. 28). Acm.
- Sür, B. (2015). MatematiKsel NesneleriN Yazılı Ve Sözlü MatematiKsel İLetişime Yansımalarının 9.Sınıf Üçgenler Konusu BağLamında İNcelenmesi. Unpublished Masters' Thesis. Marmara Üniversitesi, İstanbul
- Stanley, P. (2008). Assessing The Mathematics Related Communication Requirements Of The Blind İn Education And Career. Paper Presented At The 11th International Conference On Computers Helping People With Special Needs (Icchp 2008), Linz, Austria.
- Stöger, B., & Miesenberger, K. (2015). Accessing And Dealing With Mathematics As A Blind Individual: State Of The Art And Challenges. *Enabling Access For Persons With Visual Impairment*, 199.
- Stone E. And Davey, T. (2011).Computer-Adaptive Testing For Students With Disabilities: A Review Of The Literature. Research Report. Educational Testing Service, Princeton, New Jersey.

- Smith, D. W., & Kelly, S. (2014). A Research Agenda For Assistive Technology Used By Students With Visual Impairments.
- Sullivan, J. R. (2012). Skype: An Appropriate Method Of Data Collection For Qualitative Interviews?. *The Hilltop Review*, 6(1), 10.
- Tanyeri, U. Ve Tüfekçi, A. (2010). Bir Yükseköğretim Uzaktan Eğitim Programının Görme Engellilerin Kullanımı Açısından Değerlendirilmesi: Güeep Örneği. International Conference On New Trends İn Education And Their Implications Konferansında Sunulan Bildiri, Akdeniz Üniversitesi, Antalya
- Taşova, H. İ. (2011). Matematik Öğretmen Adaylarının Modelleme Etkinlikleri Ve Performansı Sürecinde Düşünme Ve Görselleme Becerilerinin İncelenmesi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi, İstanbul
- Tanti, M. (2006). Teaching Mathematics To A Blind Student: A Case Study. Unpublished Master İn Education Dissertation, University Of Exeter, Uk
- Göker, H., & Tekedere, H. (2016). Engellilere Yönelik E-Öğrenme Ortamları Konusunda Yapılan Lisansüstü Tez Çalışmalarının İçerik Analizi. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 1(3), 945-970.
- Tekin, M., Özmutlu, Ş. & Erhan, E. (2009). Özel Yetenek Sınavlarına Katılan Öğrencilerin Karar Verme Ve Düşünme Stilllerinin İncelenmesi. Atatürk Üniversitesi Beden Eğitimi Ve Spor Bilimleri Dergisi. 11(3).
- Trief, E., Decker, L. M., & Ryan, D. J. (2004). Student Satisfaction: A Distance Learning Model For Training Teachers Of Students With Visual Impairments İn New York State. Research Report. *Journal Of Visual Impairment And Blindness*, 98(6), 367-372.
- Tindal, G. (2002). Accommodating Mathematics Testing Using A Videotaped, Read-Aloud Administration. Technical Guidelines For Performance Assessment.
- Tindell, M. (2006). Technology And Life Skills: A Beginner's Guide To Access Technology For Blind Students, Part Two. *Future Reflections*, 25.
- Toplumsal Haklar Ve Araştırmalar Derneği (2015). *Mevzuattan Uygulamaya Engelli Hakları İzleme Raporu 2014 Rapor Özeti: "Erişilebilirlik, Eğitim, Çalışma"*

*Hayatı Ve Sağlık Verileri -Analizler”* (1. Baskı). Ankara: Toplumsal Haklar Ve Araştırmalar Derneği. [Http://Www.Engellihaklariizleme.Org](http://Www.Engellihaklariizleme.Org) Adresinden Alınmıştır

- Tuncer, T. (1994). *Görme Engelli Öğrencilere Basamak Değeri Ve Eldeli Toplama Öğretiminde Basamaklı Öğretim Yöntemiyle Sunulan Bireyselleştirilmiş Öğretim Materyalinin Etkililiği*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Tuncer, T. (2013). Görme Yetersizliği Olan Çocuklar. S. Vuran (Ed.), *Özel Eğitim İçinde* (S.289-321). Ankara: Maya
- Tuncer, A. T. (2009). Şemaya Dayalı Sözlü Matematik Problemi Çözme Stratejisinin Görme Yetersizliği Olan Öğrencilerin Sözlü Problem Çözme Performanslarına Etkisi. *Eğitim Ve Bilim*, 34(153).
- Türnüklü, A. (2000). Eğitimbilim Araştırmalarında Etkin Olarak Kullanılabilecek Nitel Biraraştırma Tekniği: Görüşme. *Kuram Ve Uygulamada Eğitim Yönetimi Dergisi*, 6(4), 543-559.
- Uğurel, I., & Moralı, S. (2010). Bi R Ortaöğretim Matematik Dersindeki İspat Yapma Etkinliğine Yönelik Sınıf İçi Tartışma Sürecine Öğrenci Söylemleri Çerçevesinde Yakından Bakıs. *Buca Eğitim Fakültesi Dergisi* , 135-154
- Ünlü, P., Pehlivan, D., & Tarhan, H. (2010). Ortaöğretim Kurumlarında Öğrenim Gören Görme Engelli Öğrencilerin Fizik Dersi Hakkındaki Düşünceleri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 30(1)
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2006). *Sosyal Bilimlerde Nitel Araştırma Yöntemleri* (6. Baskı). Ankara: Seçkin. Platon'un (1990)
- Yin, R. (2003). *Case Study Research: Design And Methods*, 2nd Ed. Thousand Oaks, Ca:
- Yorgancı, S. (2015). Web Tabanlı Uzaktan Eğitim Yönteminin Öğrencilerin Matematik Başarılarına Etkileri. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 23(3), 1401-1420.
- Yurtay, N., Yurtay, Y., & Adak, M. F. (2015). An Education Portal For Visually Impaired. *Procedia-Social And Behavioral Sciences*, 171, 1097-1105.

Zhou, L., Griffin-Shirley, N., Kelley, P., Banda, D. R., Lan, W. Y., Parker, A. T., & Smith, D. W. (2012). The Relationship Between Computer And Internet Use And Performance On Standardized Tests By Secondary School Students With Visual Impairments. *Journal Of Visual Impairment & Blindness*, 106(10), 609

World Health Organization (Who). (2006). *International Statistical Classification Of Diseases And Related Health Problems: Tenth Revision [Icd-10]*. World Health Organization





## EKLER

### EK 1: Matematiksel Süreç Aracı

#### Matematiksel Süreç Aracı- 1. Bölüm

Adı Soyadı: \_\_\_\_\_

#### **BÖLÜM-A**

**A-1:** Ahmet ve Mehmet bir gün kütüphaneye gitmişlerdir. Bu ziyaret sonrasında Ahmet kütüphaneye düzenli olarak, iki günde bir her öğlen giderken, Mehmet de her üç günde bir kütüphaneye yine öğlenleri gitmektedir. Kütüphane her gün açıksa, Ahmet ve Mehmet tekrar kaç gün sonra birlikte kütüphaneye giderler?

**A-2:** Bir evde 8 masa vardır. Bu masaların bir kısmı 4 ayaklı, bir kısmı ise 3 ayaklıdır. Evdeki masaların toplam 27 ayağı varsa, kaç masa 4 ayaklıdır?

**A-3:** Düz bir sopa eşit olmayan iki parçaya bölünmüştür. İkinci parçanın boyu ilk parçanın boyunun yarısı olduğuna göre, ilk parçanın uzunluğunun sopenin tamamının uzunluğuna oranı kaçtır?

**A-4:** Dört futbol takımının katıldığı bir turnuvada her takım diğeriyle bir defa karşılaşacaksa, turnuvada toplam kaç maç yapılır?

**A-5:** Bir adam 25 metre uzunluğundaki düz bir patikanın iki ucuna birer ağaç dikmiştir. Sonra ağaç diktiği bir uçtan başlayarak 5 er metre aralıklarla ağaçlar dikerse toplamda patikaya kaç ağaç dikmiş olur?

**A-6:** Kilerde bulunan patateslerin üçte biri tükenmiştir. Geriye 80 kg patates kaldığına göre kilerde başlangıçta kaç kg patates vardır?

#### **Bölüm-B**

**B-1:** Bir atletizm yarış parkuru eşit olmayan üç bölüme ayrılıyor. Parkurun tüm uzunluğu 450 metre. Birinci ve ikinci bölümlerin uzunlukları toplamı 350metre, ikinci

ve üçüncü bölümlerin uzunlukları toplamı 250 metredir. Buna göre her bir bölüm ne kadar uzunluktadır?

**B-2:** Bir balon bulunduğu yerden 200 metre yüksekliğe çıkıyor ve 100 metre doğuya hareket ettikten sonra 100 metre alçalıyor. Daha sonra 50 metre daha doğuya hareket ediyor ve son olarak dümdüz yere iniyor. Bu balon başlangıç noktasına ne kadar uzaklıktadır?

**B-3:** Bir anne kızının yaşının yedi katı yaşındadır. Anne ile kızının yaşları farkı 24 olduğuna göre, annenin ve kızının yaşı nedir?

**B-4:** Bir atletizm yarışmasında Enes, Mustafa'nın 10 m önündedir. Yusuf, Burak'ın 4 m önünde ve Burak, Mustafa'nın 3 m önündedir. Buna göre Enes, Yusuf'un kaç metre önündedir?

**B-5:** En başta 1kilogram şekerin fiyatı 1kilogram tuzun fiyatının 3 katıdır. Daha sonra, tuzun 1 kilogramının fiyatı önceki fiyatının yarısı kadar artırılırken şekerin fiyatı değiştirilmiyor. Tuzun kilogramının şu an ki fiyatı 30 Kuruş olduğuna göre şekerin kilogramı ne kadardır?

**B-6:** İki ağaçta aynı sayıda serçe bulunmaktadır. Birinci ağaçtan kalkan 2 serçe ikinci ağaca konmuştur. Buna göre ikinci ağaçtaki serçe sayısı birinci ağaçtakinden kaç fazladır?

**B-7:** Bir kerestecide, her biri 16m uzunlukta olan kütükler 2metre uzunluğunda eşit boylarda testerele yardımcıyla kesilmektedir. Eğer her bir kesme işlemi 2 dakika sürüyorsa uzun kütükleri 8 eşit parçaya ayırmak ne kadar sürer?

**B-8:** Tamamı gazyağı ile dolu olan bir cam şişe, toplam 8kilogram ağırlığındadır. Gazyağının yarısı döküldükten sonra, cam şişenin ağırlığı içindekiyle birlikte 4,5 (dört buçuk) kilogramdır. Buna göre cam şişenin ağırlığı nedir?

**B-9:** Yolculuğunun yarısını tamamladıktan sonra uykuya dalan bir yolcu, uyandığında uyurken ki aldığı yolun yarısı kadar daha yol gitmesi gerektiğini görüyor. Buna göre yolculuğunun ne kadarlık kısmını uyuyarak geçirmiştir?

**B-10:** Terazinin bir kefesine bir tam dilim peynir, diğer kefesine de 3 tane çeyrek dilim peynir ve  $\frac{3}{4}$  (3bölü4) kilogram ağırlık konursa terazinin kefelere dengede kalmaktadır. Buna göre bir tam dilim peynirin ağırlığı nedir?

**B-11:** Biri diğerinin iki katı kadar süt bulunduran süt tanklarının ikisinden de 20 litre süt dökülüyor. Son durumda, tanklarda kalan süt miktarı biri diğerinin 3 katı olacak şekildedir. Buna göre ilk başta, tanklardaki süt miktarı ne kadardı?

**B-12:** 10 tane eriğin ağırlığı, 3 kayısı ve 1 mangonun ağırlığı kadardır. 6 erik ve 1 kayısı, 1 mangonun ağırlığına eşittir. Buna göre kaç tane erik 1 mangoyu terazide dengede tutar?



## EK 2: Matematiksel Süreç Aracı- 2. Bölüm

### Cevap Kâğıdı

Adı-Soyadı: \_\_\_\_\_

#### ÇÖZÜM

	1	2	3	4	5	6	Hiçbiri
A-1							
A-2							
A-3							
A-4							
A-5							
A-6							

#### ÇÖZÜM

	1	2	3	4	5	6	Hiçbiri
B-1							
B-2							
B-3							
B-4							
B-5							
B-6							
B-7							
B-8							
B-9							
B-10							
B-11							
B-12							

## Matematiksel Süreç Aracı 2. Bölüm

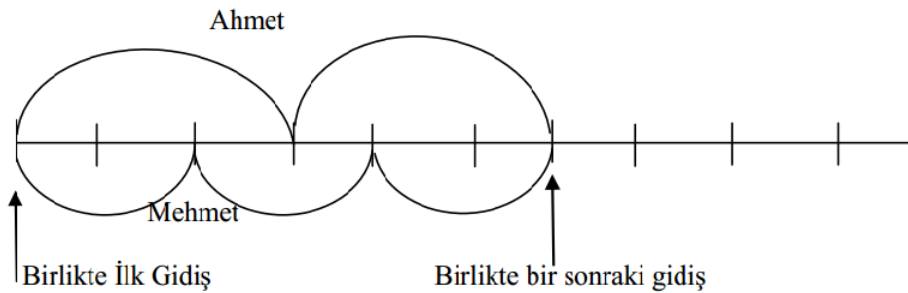
- Bu ankette sizden matematiksel süreç aracı 1. Bölüm de yer alan problemlere nasıl yanıt verdiğinizi düşünmeniz istenmektedir. Her problemin üç veya daha fazla çözümü vardır.
- Problemi ilk çözüştünüzde kullandığınız yolla aynı veya çok benzer olanı aşağıda verilen çözüm yöntemleri arasından seçerek cevap kâğıdına işaretleyiniz. Problemi tamamlayıp tamamlamamış olmanız veya yanıtınızın doğru olup olmaması önemli değildir.
- Çözüm yolunuz verilen seçeneklerden ikisine benziyorsa bu iki çözüm yollarını da işaretleyebilirsiniz.
- Problemlerden herhangi biri için verilen çözüm yollarından hiçbiri sizin çözüm yolunuzla aynı veya çok benzer değilse “Hiçbiri” şıkkını işaretleyiniz.

## ÇÖZÜMLER

### BÖLÜM – A

#### A-1.

**A-1. Çözüm 1:** Problemi, kütüphaneye ilk gittikleri günü ve daha sonraki günleri gösteren aşağıdaki gibi bir diyagram çizerek çözdüm.



Şekil Betimlemesi Diyagram uzun bir çizginin 10 dikey çizgiye bölünmesinden oluşuyor. Mehmet'in gidiş günleri diyagramın alt kısmında, 1. Dikey çizgiden

başlayarak 3., 5. ve 7. çizgiye giden oklarla işaretlenmiş. Ahmet'in gidiş günleri ise, diyagramın üst kısmında, Mehmet'in de gidişi olan 1. çizgiden başlayarak 4. ve 7. Çizgiye giden bir yol olarak işaretlenmiş.

**A-1. Çözüm2:** Yukarıdaki çözüm metodunun aynısını kullandım. Fakat diyagramı kâğıda çizmeden sadece zihnimde canlandırarak sonucu 6 olarak buldum.

**A-1. Çözüm3:** Problemi örnekleyerek buldum. Birlikte kütüphaneye ilk pazartesi günü gittiklerini kabul ettim. Sonra Ahmet'in hangi günler gittiğini buldum; Çarşamba, Cuma, Pazar, Salı ..., Mehmet'in de hangi günler gittiğini buldum; Perşembe, Pazar, Çarşamba... Böylece ikisinin tekrar pazar günü beraber gideceğini tespit ettim. İlk ziyaret olan pazartesiden sonra 6. gün pazar olduğu için cevabı 6 gün olarak buldum

**A-1. Çözüm4:** Ahmet'in ilk günden sonraki 3. gün 5.gün 7. gün tekrar kütüphaneye gideceğini, Mehmet'in ise ilk günden sonraki 4. gün 7. gün 10.gün tekrar kütüphaneye gideceğini düşündüm. İkisi de 7. günde kütüphaneye gideceğine göre ilk günden 6 gün sonra tekrar beraber kütüphaneye gideceklerini buldum.

---

## A-2.

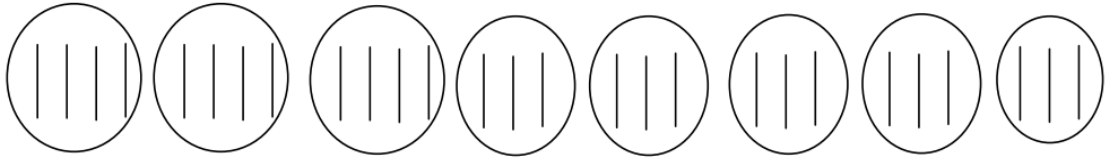
**A-2. Çözüm 1:** Soruyu deneme yanılma yöntemiyle çözdüm.

4 ayaklı masa sayısı	3 ayaklı masa sayısı	Evdeki 8 masanın toplam ayak sayısı
1	7	25(yanlış)
2	6	26(yanlış)
3	5	27(Doğru)

3 tane 4 ayaklı masa ve 5 tane 3 ayaklı masa olduğunu bul

**A-2. Çözüm 2:** Problemi değişken kullanarak çözdüm.  $x$  tane 4 ayaklı masa var dedim, böylece 3 ayaklı  $8-x$  tane masa vardır. Toplam ayak sayısı 27 olduğuna göre  $4x+3(8-x) = 27$  eşitliği oluşur ve buradan  $x=3$  bulunur.  $x$ , dört ayaklı masa sayısı olduğu için dört ayaklı masa sayısı 3, üç ayaklı masa sayısı 5 olarak bulunur.

**A-2. Çözüm 3:**



**Şekil Betimlemesi:** Her birinin içine 4 çizgi çizilmiş 8 adet çember.

Ayakları çizgiler halinde çizdim. Soldan 4'erli sağdan 3'erli gruplara ayırarak denedim. 4 ayaklı 3 masa ve 3 ayaklı 5 masa olduğu buldum.

**A-2. Çözüm 4:** Bu problemi masaları çizerek çözdüm: Önce 3 ayaklı 8 adet masa çizdim. 8 adet 3 ayaklı sandalyenin toplam ayak sayısı 24 oldu sonra toplam ayak sayısını 27'e tamamlamak için 3 ayaklı masalara sırasıyla 1'er ayak ekledim. Böylece dört ayaklı 3 masa ve üç ayaklı 5 masa olduğunu buldum.

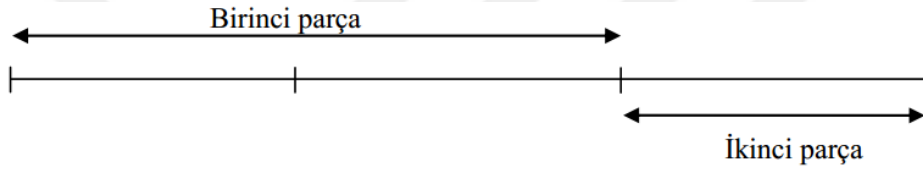
**A-2. Çözüm 5:** Bu soruyu sorgulayarak çözdüm. Toplam 27 ayak olduğuna göre tüm masalar 3 ayaklı olsalardı toplam 9 masa olmalıydı. 8 masa olduğuna göre, 1 masanın üç ayağını, diğer 3 ayaklı 3 masaya dağıtmak gerekti. Böylece 3 tane 4 ayaklı 5 tane 3 ayaklı masa olduğunu bulmuş oldum.

**A-2. Çözüm 6:** Önce 1'den 8'e kadar masa sayılarını yazdım. Altlarına her birinin 4 ayağı varmış gibi 4 yazdım ancak bu şekilde toplam 32 masa ayağı çıktı. Bu sayı fazla olduğu için toplam ayak sayısı 27 oluncaya kadar her bir masadan 1 ayak sayısını eksilttim, böylece 5 tane 3 ayaklı 3 tane 4 ayaklı masa olduğunu buldum.

Masa sayısı	1	2	3	4	5	6	7	8	
Ayak sayısı	4	4	4	4	4	4	4	4	toplam 32
Ayak sayısı	4	4	4	3	3	3	3	3	toplam 27

### A-3.

#### A-3. Cözüm 1:



**Sekil Betimlemesi:** Bir çizgi, başı ve sonu dahil çizilen 4 dikey çizgiyle 3 eşit parçaya bölünmüş. Parçalardan ikisini kapsayan bölüme “1. Parça”, tekini kapsayan bölüme “ikinci parça” denilmiş. Şekilde ilk parçanın ikinci parçanın  $2/3$  olduğunu buldum.

**A-3. Cözüm 2:** Çözüm 1’deki yöntemi kâğıda çizmeden zihnimde canlandırarak, sonucu buldum.

**A-3. Cözüm 3:** Herhangi bir şekil çizmeden ve zihnimde canlandırmadan ilk kısmın ikinci kısmın 2 katı olduğundan hareketle sopayı 3 eşit parça olarak düşündüm. İlk kısım 2 parça toplam sopa da 3 parça olduğu için  $2/3$ ’ü buldum.

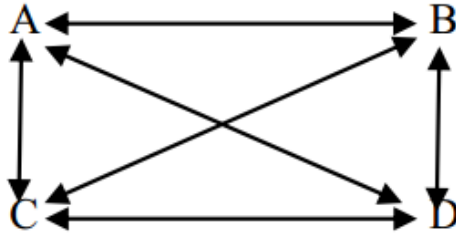
**A-3. Cözüm 4:** Soruyu rakam vererek çözdüm. İlk parçanın uzunluğunu 50 metre olarak düşündüm. İkinci parçanın uzunluğu ilk parçanın yarısı olduğu için 25 metre olur. Böylece sopenin uzunluğunu 75 metre olarak buldum. İlk parçanın toplam sopaya oranını da  $(50/75)$ ’ten  $2/3$ olarak buldum.



**A-4.**

**A-4. Cözüm 1:** Bu soruyu düşünerek çözdüm. 4 takım olduğuna göre ve bu 4 takım da diğer 3 takımla maç yapacağına göre  $4 \times 3$  toplam 12 maç yaparlar. Ancak böyle olunca maçlar iki kere sayıldığı için ikiye bölüp  $12/2$ 'den 6 maç oynanacağını buldum.

**A-4. Cözüm 2:** Bu soruyu listeleyerek çözdüm. Takımlara A, B, C ve D dedim. Sonra her bir takımın eşleşeceği takımlarla yapacağı maçları listeledim. AB, AC, AD, BC, BD, CD bu sayede 6 maç olduğunu buldum.

**A-4. Cözüm 3:**

**Sekil Betimlemesi:** Bir dörtgenin köşelerine ABCD harfleri vermiş. Harflerin arasına A'dan B'ye, B'den D'ye, D'den C'ye ve C'den A'ya, yani dikdörtgenin çevresini dolaşan oklar çizilmiş. Ayrıca A'dan D'ye ve B'den C'ye yani köşegenlere de oklar çizilmiş. Her bir doğru bir maçı ifade ettiği için toplam 6 maç olduğunu buldum.

**A-4. Cözüm 4:** Soruyu Çözüm 3'teki gibi çözdüm, ancak şekli kâğıda çizmedim zihnimde canlandırdım.

**A-4. Cözüm 5:** Problemi düşünerek çözdüm. 4 takım varsa her bir seferde 2 maç oynanabilir. Her takım diğer 3'ü ile oynayacağına göre toplam 3 sefer maç yapılacak. Her sefer de 2 maç yapılıyor maçı yapılıyorsa  $3 \times 2 = 6$  maç yapılacağını buldum.

**A-4. Cözüm 6:** Takımları ve aralarındaki maçları temsil eden bir tablo çizdim ve 6 maç oynanacağını buldum.

	1	2	3	4
1		+	+	+
2			+	+
3				+
4				

---

### A-5.

**A-5. Cözüm 1:** 5 metrede 1 ağaç dikilecekse ve patika toplam 25 metre ise patika 5 eşit parçaya bölünür. Böylece her bir parçaya 1 ağaç geleceği düşünülürse toplam 5 ağaç bulunur. Ancak son parçanın iki ucuna da bir ağaç geleceği için  $5+1$  toplam 6 ağaç bulunur.

**A-5. Cözüm 2:** Zihnimde patikayı canlandırdım ve sırayla 5'er metrelik aralıklarla ağaçların zihnimde dikildiğini canlandırarak toplam 6 sayısına ulaştım.

**A-5. Cözüm 3:** Soruyu patika ve ağaçları temsilen bir diyagram çizerek çözdüm ve 6 sayısına ulaştım.



Şekil Betimlemesi: Bir yatay çizgiye 6 adet dikey çizgi çizilmiş.

---

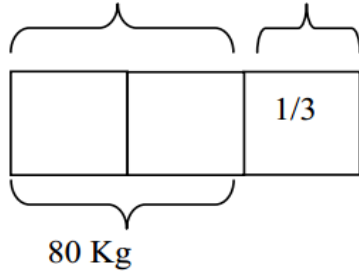
### A-6.

**A-6. Cözüm 1:** Patateslerin 3'te 1'i tükendiğine göre 3'te 2'si geri kalmıştır. Bu durumda kilerdeki patates tükenen patatesin 2 katıdır. Kilerde 80 kg patates kaldığına göre tükenen patates 40 kg'dır. Başlangıçta kilerde  $80+40 = 120$  kg patates olduğunu buldum.

**A-6. Cözüm 2:** Soruyu değişken kullanarak çözdüm. Başlangıçta kilerdeki toplam patates  $x$  ise, Tüklenen patates  $x/3$ , kilerde kalan patates  $2x/3$  olur.  $2x/3=80$  ise  $x=120$  kg olarak bulunur.

**A-6. Cözüm 3:** Soruyu aşağıdaki gibi şekil çizerek buldum.

Kalan Miktar      Kullanılan miktar



**Şekil Betimlemesi:** Şekilde dikdörtgen 3 eşit parçaya ayrılmıştır. Bu parçalardan ikisinin altında 80 kilogram geriye kalan 1 parçanın içinde  $1/3$  yazılmaktadır. Şekilde toplam patates miktarını 120 kg olarak buldum.

**A-6. Cözüm 4:** Çözüm 3'teki gibi ancak şekli kâğıda çizmeden zihnimde canlandırarak sonucu buldum.

## BÖLÜM – B

### B-1.

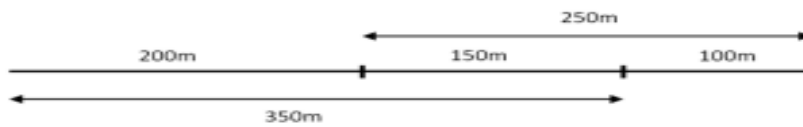
**B-1. Cözüm 1:** Bu problemi yarış pistini hayal ederek çözdüm ve her bir bölümün uzunluğunu hesapladım

Üçüncü bölümün uzunluğu=  $450-350=100$  metre

Birinci bölümün uzunluğu=  $450-250=200$  metre

Ve böylece ikinci bölümün uzunluğu=150 metre

**B-1. Cözüm 2:** Yarış pistini temsilen bir diyagram çizdim ve her bir bölümün uzunluğunu böyle hesapladım.



**Sekil Betimlemesi:** Altında 350 metre yazan çizginin, ilk bölümün uzunluğu 200 metre, ikinci bölümün uzunluğu 150 metre ve üçüncü bölümün uzunluğu 100 metredir.

**B-1. Cözüm 3:** Bu problemi çözmek için, verilenlerden yola çıkarak (cebirsal veya cebirsal olmayan) bir sonuca ulaştım ve herhangi bir resim hayal edip çizmedim.

Parkurun tüm uzunluğu 450 metre,  $x+y+z=450$ 'dir.

Birinci ve ikinci bölümlerin uzunlukları toplamı 350 metredir,  $x+y=350$

Sonuç: Üçüncü bölümün uzunluğu=  $450-350=100$  metre,  $z=100$  metre

İkinci ve üçüncü bölümlerin uzunlukları toplamı 250 metre,  $y+z=250$

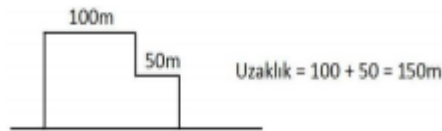
Sonuç: Birinci bölümün uzunluğu  $450-250= 200$  metredir,  $x=200$  metre

Böylece ikici bölümün uzunluğu  $450-250-100=150$  metre olur,  $y=150$  metre

## B-2.

**B-2. Cözüm 1:** Balon tarafından alınan yolu hayal ederek başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafeyi hesapladım. Mesafenin  $100+150$  metre olacağını buldu

**B-2 Cözüm 2:** Balon tarafından alınan yolu temsilen bir diyagram çizdim ve başlangıç ve bitiş noktaları arasındaki mesafeyi buldum.



**Sekil Betimlemesi:** İki merdiven basamağından oluşmaktadır. İlk basamak üzerinde 50 metre ikinci basamak üzerinde 100 metre yazılmaktadır. Uzaklık  $100+50=150$

**B-2. Cözüm 3:** Bu soruyu çözmek için, çözüm için önemli olan bilgilere dikkat ettim (balonun aldığı yolu hayal etmeden). Böylelikle başlangıç ve varış noktaları arasındaki mesafe  $100+50 = 150$  metredir.

**B-3.**

**B-3. Cözüm 1:** Bu soruyu deneme yanılma yoluyla çözdüm.

Kızın yaşı 2 için annenin yaşı 26 hayır olmadı.

Kızın yaşı 3 için annenin yaşı 27 hayır olmadı.

Kızın yaşı 4 için annenin yaşı 28 evet oldu.

Böylece, anne 28, kızı 4 yaşındadır.

**B-3. Cözüm 2:** Bu soruyu, sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm. Mesela kızın yaşı  $x$  olsun. Buradan anne  $7x$  yaşındadır. Yaşlarının farkı  $6x$  yıldır. Bundan dolayı  $6x=24$  ve  $x=6$  olur. Böylece kız 4 yaşındadır ve anne 28 yaşındadır.

**B-3. Cözüm 3:** Bu soruyu, yaşları temsil eden diyagram çizerek çözdüm.



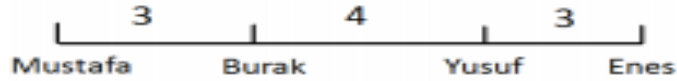
**Şekil Betimlemesi:** Diyagramdan, yaşları arasındaki fark 6 parçadır. Bu fark 24 yıla eşittir. Bundan dolayı her bir parça 4 yılı temsil etmektedir, böylece kız 4 yaşında ve anne 28 yaşındadır.

**B-3. Cözüm 4:** Çözüm 3 teki gibi bir diyagram hayal ettim ve 6 parçanın 24 yılı temsil ettiği sonucuna ulaştım, dolayısıyla bir parça 4 yılı temsil eder. Böylece, kızın yaşı 4, annenin yaşı 28 dir.

**B-4.**

**B-4. Cözüm 1:** Dört kişi hayal ederek, Enes ve Yusuf'un arasındaki mesafeyi hesapladım. Enes Yusuf'un 3 metre önündedir.

**B-4. Cözüm 2:** Dört kişiyi temsil eden bir diyagram çizerek, Enes ve Yusuf arasındaki mesafeyi hesapladım.



**Şekil Betimlemesi:** 3 bölmeden oluşan çizgi de en soldaki bölme de sırasıyla Mustafa Burak yazılarak aralarındaki bölmenin içinde 3, Burak'ın sağında yazılan Yusuf ile araları 4 ve son olarak Yusuf 'un sağında yazılan Enes ile araları 3 ile gösterilmiştir.

Enes, Yusuf'un 3m önündedir.

**B-4. Cözüm 3:** Bu problemi, sadece soruda geçen cümlelerden yola çıkarak çözdüm:

Yusuf, Burak'ın 4metre önünde ve Burak, Mustafa'nın 3metre önündedir.

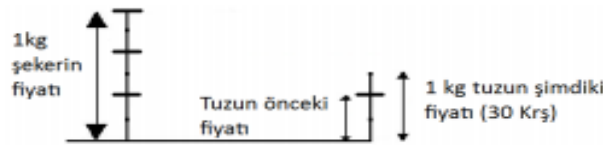
Sonuç: Yusuf Mustafa'nın 7 metre önündedir.

Enes Mustafa'nın 10 metre önündedir.

Sonuç: Enes, Yusuf'un 3m önündedir.

## B-5.

**B-5. Cözüm 1:** Bu problemi, şekerin ve tuzun fiyatlarını temsil eden bir diyagram çizerek çözdüm.



**Şekil Betimlemesi:** Dikey doğrultuda iki uzunluktan soldaki üç parçaya bölünmüş ve çizginin solunda 1 kilogram şekerin fiyatı yazılmaktadır. Sağdaki dikey doğrultu soldaki 3 parçanın 1 parçasına karşılık tuzun önceki fiyatını ve üstündeki bir parçanın yarısı ile birlikte ise 1 kilogram tuzun şimdiki fiyatı (30 kuruş) gösterilmiştir.

Tuzun fiyatı artırıldıktan sonra 1 kilogram şekerin fiyatı 1 kilogram tuzun fiyatının iki katıdır (şu an 30 Kuruş). Böylece 1 kilogram şekerin fiyatı 60 Kuruştur.

**B-5. Cözüm 2:** Birinci çözümdeki yöntemi kullanarak çözdüm, fakat diyagramı “zihnimde” canlandırdım (Kâğıt üzerine çizmedim).

**B-5. Cözüm 3:** Soruyu muhakeme ederek çözdüm. 1 kilogram tuz şu an 30 kuruş. Bu, bir önceki fiyatının 1 tam  $\frac{1}{2}$  ( $1\frac{1}{2}$ ) katı olduğuna göre bir önceki kilogram fiyatı 20 Kuruştur. Böylelikle şekerin kilogram fiyatı  $3 \times 20$  dir, yani 60 kuruştur.

**B-5. Cözüm 4:** Soruyu, sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm. Örneğin, tuzun bir önceki kg fiyatının  $x$  kuruş olduğunu farz edersek, şekerin kilogram fiyatı  $3x$  kuruştur. Artıktan sonra tuzun kilogram fiyatı 1 tam  $\frac{1}{2}$  ( $1\frac{1}{2}$ )  $x$  kuruştur. Şekerin kilogram fiyatı şu anki tuz fiyatının iki katı olduğuna göre şekerin kilogram fiyatı 60 kuruştur.

## B-6.

**B-6. Cözüm 1:** Soruyu muhakeme yoluyla çözdüm. İki serçe birinci ağaçtan uçup ikinci ağaca konduklarında, birinci ağaçtaki serçe sayısı öncekine göre 2 tane azalırken, ikinci ağaçta öncekine göre 2 tane artmıştır. Böylelikle ikinci ağaçta birinci ağaca göre 4 tane daha fazla serçe vardır.

**B-6. Cözüm 2:** Bir diyagram çizdim.



**Şekil Betimlemesi:** Ağaçtaki tüm kuşları temsilen bir çizgi çizilmiş ve hareketli kuşları göstermek için de orta noktasından eşit uzaklıkta sağa ve sola ikişer dikey çizgi çizilmiş. İlk durumda birinci ve ikinci ağaçtaki kuş sayıları eşit. 2 kuş uçuktan sonra, birinci ağacı temsilen daha kısa bir çizgi, iki kuş ikinci ağaca konduğu için ikinci ağacı temsil eden çizgiye de iki birim eklenerek uzatılmış. Böylece ortadaki kuşları temsil eden dikey çizgilerin hepsi ikinci ağaca dahil edilmiş. İkinci ağaçta birinci ağaca göre 4 tane daha fazla serçe vardır.

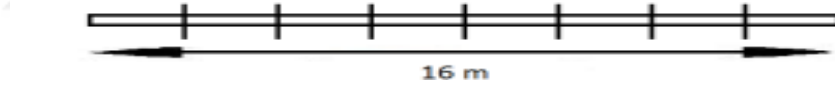
**B-6. Cözüm 3:** İkinci çözümdeki yöntemi kullandım, fakat diyagramı “zihnimde” canlandırdım (kâğıt üstüne çizmedim).

**B-6. Cözüm 4:** Bu soruyu bir örnek kullanarak çözdüm. Örneğin; her iki ağaçta 8 tane serçe olsun. 2 tane serçe birinci ağaçtan ikinci ağaca uçtukten sonra, birinci ağaçta 6 tane, ikinci ağaçta 10 tane serçe vardır. Buradan; ikinci ağaçta birinciye göre 4 tane daha fazla serçe vardır.

**B-6. Cözüm 5:** Bu soruyu semboller kullanarak çözdüm. En başında, her iki ağaçta bulunan serçe sayısına  $x$  diyelim. 2 tane serçe birinci ağaçtan ikinci ağaca uçtukten sonra; birinci ağaçta  $x-2$ , ikinci ağaçta  $x+2$  tane serçe bulunur. Serçe sayıları arasındaki fark  $= (x+2) - (x-2) = 4$

## B-7.

**B-7. Cözüm 1:** Soruyu çözmek için, kısa parçalara kesilecek uzun kütüğü temsilen bir diyagram çizdim.



**Şekil Betimlemesi:** 16 metre uzunluğundaki çizgi, 8 eşit parçaya bölünmüş

**B-7. Cözüm 2:** Birinci çözümle aynı yöntemi kullandım, fakat diyagramı kafamda canlandırdım.

**B-7. Cözüm 3:** Soruyu muhakeme yoluyla çözdüm. Eğer uzun kütükler 16 metrede uzun olsaydı, 8 tane kısa kütük elde etmek için 8 kesme işlemi gerekirdi. Fakat son kesme işlemi gereksizdir, yani 7 kesme işlemi yeterlidir. Geçen süre  $= 7 * 2 = 14$  dakikadır.

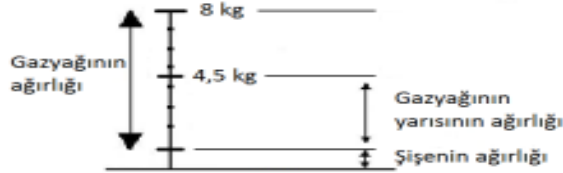
## B-8.

**B-8. Cözüm 1:** Bu soruyu sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm. Örneğin; şişenin ağırlığının  $x$  kilogram olduğunu varsayalım. Buradan gaz yağının ağırlığı  $(8-x)$  kilogramdır. Yani gaz yağının yarısının ağırlığı  $1/2 * (8-x)$  kilogramdır.



Buradan  $x+1/2.(8-x) = 4(1/2)$  (dört tam bir bölü iki),  $x=1$ 'dir. Böylelikle şişenin ağırlığı 1 kilogramdır.

**B-8. Çözüm 2:** Sırasıyla ağırlıkları temsil eden bir diyagram çizdim.



**Şekil Betimlemesi:** Dikey doğrultuda çizilen doğru üzerinde çizilen eşit aralıklı 8 parça gazyağının ve çam şişenin ağırlığını göstermekte ve 4. ve 5. noktalar arası 4,5 kilogram olarak işaretlenmiş ve sağındaki doğrudaki 1 parça şişenin ağırlığını üzerindeki parçada solundaki 4,5 kilogram hizasına kadar çizilmiştir.

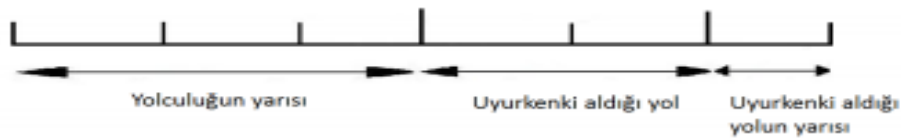
Diyagramdan yarım gaz yağının ağırlığı =  $8 - 4,5 = 3,5$ . Böylece gaz yağının ağırlığı 7 kilogramdır. Ve şişenin ağırlığı 1 kilogramdır. (Ya da doğrudan: şişenin ağırlığı =  $4,5 - 3,5 = 1$  kilogramdır.)

**B-8.Çözüm3:** İkinci çözümdeki gibi, fakat diyagramı zihnimde “canlandırdım”.

**B-8. Çözüm 4:** İkinci çözümdeki gibi, fakat herhangi bir diyagram veya benzetme kullanmadan

## B-9.

**B-9. Çözüm 1:** Yolculuğun tamamını temsilen bir diyagram çizdim.



**Şekil Betimlemesi:** Uçları kapalı çizgi 6 parçaya bölünmüş. İlk üç parça yolculuğun yarısı, sonraki iki parça uyurken aldığı yol, sondaki tek parça ise uyurken aldığı yolun yarısı olarak işaretlenmiş.

Diyagramdan: yolculuğu tamamı 6 parçadan oluşursa, iki parçalık kısmında uyumuştur, yani yolculuğun  $1/3$  (birbölü3 i kadarında uyumuştur).

**B-9. Cözüm 2:** Birinci çözümdeki gibi, fakat diyagramı zihnimde canlandırdım.

**B-9. Cözüm 3:** Bu soruyu sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm, örneğin; uyuyarak geçirdiği mesafeye  $x$  birim diyelim. Uyandıığında kalan mesafe  $(1/2) x$  birim olacaktır. Buradan  $(x+(1/2) x)$  birim yolculuğun yarısını oluşturmaktadır. Yani yolculuğun tamamı  $2*(x+(1/2) x) = 3x$  birimdir. Böylelikle, yolculuğun  $1/3$  (bir bölü üç) ü kadarında uyumuştur.

### B-10.

**B-10. Cözüm 1:** Bu soruyu nesnelere temsil eden diyagram çizerek çözdüm.

$$\begin{array}{|c|c|c|c|} \hline & & & \\ \hline \end{array} = \begin{array}{|c|c|c|} \hline & & \\ \hline \end{array} + \begin{array}{|c|} \hline 3/4 \text{ kg} \\ \hline \end{array}$$

**Sekil Betimlemesi:** Yanyana 4 dikdörtgen eşittir 3 dikdörtten artı  $3/4$  kilogramlık bir kare olarak çizilmiş.

Her iki kefedenden de 3 çeyrek dilim peynir çıkartılırsa, bir çeyrek dilim peynir  $3/4$  (üçbölü dört) kilogram ile dengede kalıyor. Buradan bir tam peynirin ağırlığı  $4*(3/4)$  kilogram yani 3 kilogramdır.

**B-10. Cözüm 2:** Birinci çözümdeki gibi, fakat diyagramı zihnimde “canlandırdım”.

**B-10. Cözüm 3:** Bu soruyu, sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm, örneğin; bir tam dilim peynirin ağırlığına  $x$  kilogram diyelim. Buradan  $x=(3/4)x+3/4$ , dolayısıyla  $x=3$  dür. Böylece, bir tam dilin peynirin ağırlığı 3 kilogramdır.

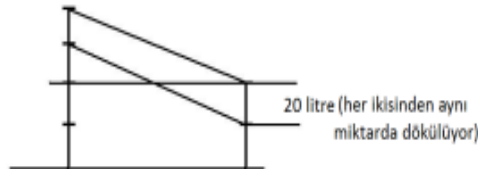
**B-10. Cözüm 4:**  $1/4$  peynirin ağırlığı  $3/4$  kilogramdır. Buradan bir tam dilim peynir 3 kilogramdır (herhangi bir diyagram veya benzetme kullanmadan)

### B-11.

**B-11. Cözüm 1:** Bu soruyu sembol ve eşitlik kullanarak çözdüm, örneğin; ilk başta tanklarda bulunan süt miktarlarına  $x$  litre ve  $2x$  litre diyelim. Daha sonra,  $3*(x-20) = 2x-20$ , böylece  $x=40$  bulunur.

Buradan, en baştaki süt miktarları 40 litre ve 80 litredir.

**B-11 Cözüm 2:** Sütlerin miktarını temsilen bir diyagram çizdim.



**Şeklin Betimlemesi:** Dikey doğrultuda çizilen doğru, yatay doğrultuda küçük çizgilerle bölünerek eşit aralıklı 4 parça oluşturulmuştur. En üstteki yatay çizgi hizasından başlatılan doğru eğik şekilde 2.yatay çizgi hizasına kadar çizilerek gelmiştir. Diğer eğik çizgi ise 3.yatay çizgi hizasından başlayarak 1. yatay çizgisi hizasına kadar çizilerek gelmiştir. Ulaştıkları noktalar arası 20 litre her ikisinden aynı miktarda dökülüyor) ifadesi yer almaktadır.

Diyagramdan, her bir tanktan süt boşaltıldıktan sonra biri diğerinden 3 katı kadar daha fazla süt bulundurması için, ikinci tankta 20 litre süt kalması gerekmektedir. Böylece, en başta 40 litre ve 80 litre süt bulunmaktadır.

**B-11.Cözüm3:** ikinci çözümdeki gibi, fakat diyagramı zihnimde “canlandırımdı”

## B-12.

**B-12. Cözüm 1:** Sembol ve eşitlik kullandım, örneğin; bir eriğin ağırlığı  $x$  birim ve bir kayısının ağırlığı  $y$  birim olsun. Buradan bir mango  $(6x+y)$  birimdir Böylece,  $10x=3y+(6x+y)$ , yani  $x=y$ dir. Buradan, mangonun ağırlığı  $6x+x$ , yani  $7x$  birimdir. Böylece, 7 erik 1 mangoyu terazide dengede tutar.

**B-12. Cözüm 2:** Bu problemi, ağırlıkları temsil eden bir diyagram çizerek çözdüm.



**Şekil Betimlemesi:** Denge halinde bulunan terazinin sol kefesine 10 erik, diğer sağ kefesine ise 3 kayısı 1 mango yazılmıştır. Hemen altında bulunan diğer denge halindeki terazi ise sol kefedeki 10 erik, sağ kefesinde ise  $3+1$  kayısı, 6 erik yazılmıştır.

Terazinin her kefesinden 6 erik alırsak, 4 erik ile 4 kayısı dengede kalır. Yani 1 erik 1 kayısıyla eşit ağırlıktadır. 1 mango, 6 erik ve 1 kayısı ile dengelenmektedir. Buradan 7 erik 1 mangoyu dengede tutabilir.

**B-12. Cözüm 3:** İkinci çözümdeki gibi, fakat diyagramı kafamda canlandırdım.

**B-12. Cözüm 4:** Bu soruyu muhakeme yoluyla çözdüm (Herhangi bir resim hayal etmeden). 1 mango, 6 erik ve 1 kayısı ile dengede kalabilmektedir, buradan 3 kayısı + 6 erik + 1 kayısı ile 10 erik dengede kalabilmektedir. Yani 4 erik, 4 kayısı dengelenmektedir. Böylece 1 mango, 7 erik ile dengelenmektedir.

### EK 3: Cebir ve Geometri Testi

Adı Soyadı:

#### Simgesel Test

1.  $7 - [-3 + (5 - (-2)) + 4 * (-2)]$  işleminin sonucu kaçtır? (\*=Çarpma işlemi anlamında kullanılmaktadır.)
2.  $5 - \{3 - [2 - (3 - x)]\} = -4$  ise x kaçtır?
3.  $\frac{5}{x+3} = \frac{4}{x+4}$  ise x kaçtır?
4.  $\frac{x}{4} = \frac{y}{5} = \frac{z}{2}$  ve  $3y + 4x - 6z = 95$  ise  $x + y - z$  kaçtır?
5.  $5(x^3 + 2x^2 - 3) - 6(3x^3 - 2x)$  işleminin sonucunu bulunuz (^=üzeri anlamında kullanılmaktadır).

#### Sözel Test

1. Kerem kumbarasında biriktirdiği 36 tane demir parayı bütünlemek için mahallesindeki bakkal Hüseyin Amca'ya gidiyor. Hüseyin Amca paraları bütünleyerek Kerem'e 10 TL veriyor. Kerem'in kumbarasından 50 kuruş ve 25 kuruşluk demir paralar çıktığına göre, paraların kaç tanesi 50 kuruşluktur?
2. Bir öğrencinin bir dersten başarılı olması için en az 72 ortalamaya ihtiyacı vardır. Aldığı 2 notun ortalaması 63 tür. Üçüncü sınavdan en az kaç almalıdır?
3. Bir otobüs her uğradığı duraktan yolcuların  $\frac{1}{3}$  ünü indiriyor. Üç durağa uğradıktan sonra 8 yolcusu kaldığına göre başlangıçta kaç yolcusu vardır?
4. Bir teknoloji mağazası açılışındaki kuyrukta Ece, Ozan'ın önündedir ve aralarında 10 kişi vardır. Aynı kuyrukta Efe de Ceren'in önündedir ve aralarında 4 kişi vardır. Bu kuyrukta Ceren, Ozanın önünde ise ve Ozan ile aralarında 4 kişi var ise Ece ile Efe'nin arasında kaç kişi vardır?

#### Geometrik Test

1. Ayrıtları 20 cm 12 cm ve 8 cm olan dikdörtgenler prizması biçimindeki tahta blok, kesilerek eşit büyüklükteki küpler elde edilecektir. Bu koşullarda en az kaç tane küp elde edilir

2. Bir hayvanat bahçesinde inşaatında hayvanların hareketlerini izlemek üzere belli yerlere kameralar konulacaktır. İnşaat planını bir koordinat düzlemi olarak düşünürsek, Maymunların kafesi  $M(3,1)$  noktasına, Aslanların kafesi ise  $A(-2, 4)$  noktasına inşa edilecektir. Kameralar maymunların ve aslanlarının buldukları noktaların  $x$  eksenine göre simetriği olan noktalara koyulacağına göre maymun ve aslanları izlemek için konulan kameraların koordinatları nedir?
3. . Beş öğrencinin aday olduğu sınıf başkanlığı seçiminde adayların aldıkları oy sayıları olan  $A, B, C, D, E$  arasında  $A=B=2C=3D=6E$  eşitliği veriliyor. Seçim sonucu dairesel grafikte gösterildiğinde  $C$  tane oy alan adaya ait daire diliminin merkez açısı kaç derece olur?
4. Bir çocuk öğle vakti, güneş tam tepede iken uçurtma uçurtmaktadır. Uçurtma çocuğun elinden  $10$  m uzaklıkta ve yerden  $8$  m yükseklikte bulunmaktadır. Uçurtmanın gölgesi ile çocuk arasındaki mesafe kaç metredir?
5. Düzlemde bir üçgenin iç açıları  $a, b, c$  dir.  $a$  açısı  $120$  derece ve  $b$  açısının ölçüsü,  $c$  açısının ölçüsünün  $2$  katı olduğuna göre,  $b$  açısının ölçüsü kaç derecedir?