



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Matematik Eğitimi Bilim Dalı

Doktora Tezi

**ÜSTÜN YETENEKLİ OLAN VE OLMAYAN 9. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN
UZAMSAL YETENEKLERİNİN GÖZ İZLEME YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ**

Berna YILDIZHAN KÖKTEN
ORCID: 0000-0001-7233-9992

Danışman
Prof. Dr. Erhan ERTEKİN
ORCID: 0000-0002-6466-8996

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından #211410001 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Konya – 2024

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim boyunca değerli bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐan, bana yol gÖsteren, rehberliğini esirgemeyen, meslek hayatım boyunca örnek alacağım sayın hocam ve kıymetli danışmanım Prof. Dr. Erhan ERTEKİN'e teşekkür eder, saygılarımı sunarım.

Tez çalışmam boyunca bana büyük bir anlayıŐla zaman ayıran, bilgi ve tecrübelerini benden esirgemeyen, rehberliklerini tüm süreçte hissettiğim sayın hocalarım Prof. Dr. Ahmet Naci ÇOKLAR, Doç. Dr. Tuğba HORZUM'a ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Ayrıca tez jürimde bulunan ve değerli görüşlerini benimle paylaŐan sayın hocalarım Prof. Dr. Ahmet ERDOğAN ve Doç. Dr. Ramazan AVCU'ya ilgi ve desteklerinden dolayı teşekkür eder, saygılarımı sunarım. Doktora sürecim boyunca bilgi ve deneyimlerini benimle paylaŐan Arş. Gör. Dr. Hilmi KARACA'ya da ayrıca teşekkür ederim.

Doktora sürecinde "TÜBİTAK 2211-A Genel Yurt İçi Doktora Burs Programı" kapsamında sađlamıŐ olduğu burs desteğinden dolayı TÜBİTAK'a teŐekkürlerimi sunarım. Ayrıca "Doktora Tez Projesi" kapsamında sađlamıŐ olduğu desteğinden dolayı Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri birimine teŐekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her döneminde, aldığım her kararda yanımda olan, desteklerini her daim hissettiğim, çocukları olmaktan onur ve gurur duyduğum canım annem Sevim YILDIZHAN ve canım babam Kenan YILDIZHAN'a sonsuz minnettarlık duyar ve en içten duygularıyla teşekkür ederim. Ayrıca her zaman yanımda olan ve desteklerini esirgemeyen canım ablam Kübra YILDIZHAN ve canım kardeŐim Umut YILDIZHAN'a teşekkür ederim. Son olarak bu süreçte ilgi, yardım ve desteğiyle her zaman yanımda olan can yoldaŐım, değerli eŐim İsmail Tahir KÖKTEN'e çok teşekkür ederim.

Berna YILDIZHAN KÖKTEN

Ekim 2024

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU	vi
BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	viii
ÖZET.....	x
ABSTRACT	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Problem Durumu	2
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.3. Araştırmanın Önemi	4
1.4. Varsayımlar	6
1.5. Sınırlılıklar.....	7
1.6. Tanımlar	7
2. ALAN YAZIN.....	9
2.1. Uzamsal Yetenek.....	9
2.1.1. Uzamsal yetenek bileşenleri.....	10
2.1.2. Uzamsal stratejiler.....	12
2.2. Göz İzleme Yöntemi	16
2.2.1. Göz izleme yönteminin tarihsel gelişimi.....	17
2.2.2. Göz izleme verileri	20
2.2.3. Göz izleme veri kalitesini etkileyen faktörler	28
2.2.4. Matematik eğitiminde göz izleme uygulamaları	29
2.3. Göz-Zihin Kuramı (Eye-Mind Hypotesis)	31
2.4. Bilişsel Yük Teorisi.....	32
2.5. Sesli Düşünme Yöntemi.....	34
2.6. Çoklu Ortam Öğrenme Teorisi.....	38
2.7. Göz İzleme Kullanılarak Yürütülmüş Uzamsal Yetenek Çalışmaları.....	40
3. YÖNTEM.....	51
3.1. Araştırmanın Modeli	51
3.2. Katılımcılar.....	52
3.2.1. Pilot uygulama.....	54
3.2.2. Asıl uygulama.....	55
3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri.....	56
3.3.1. Purdue uzamsal görselleştirme testi	56
3.3.2. Geriye dönük sesli düşünme.....	58

3.3.3. Göz izleme tekniği.....	59
3.4. Veri Toplama Süreci	62
3.4.1. Pilot uygulama.....	62
3.4.2. Asıl uygulama.....	64
3.5. Verilerin Analizi.....	67
3.5.1. Nicel verilerin analizi	67
3.5.2. Nitel verilerin analizi.....	69
3.6. Araştırmacının Rolü	72
3.7. Geçerlik ve Güvenirlik	73
3.7.1. Nicel verilerin güvenilirliği	73
3.7.2. Nicel verilerin geçerliği.....	73
3.7.3. Nitel verilerin geçerlik ve güvenilirliği	73
4. BULGULAR	79
4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	79
4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	81
4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular.....	82
4.3.1. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerindeki göz hareketleri.....	82
4.3.2. Öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerindeki göz hareketleri	100
4.3.3. Öğrencilerin uzamsal algı görevlerindeki göz hareketleri	119
4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular	134
4.4.1. Görev zorluk düzeyine göre görev tamamlama süresi	134
4.4.2. Üstün yeteneklilik durumuna göre görev tamamlama süresi	135
4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular	137
4.5.1. Uzamsal görselleştirme görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi	137
4.5.2. Zihinsel döndürme görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi.....	145
4.5.3. Uzamsal algı görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi	155
4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular	165
4.6.1. Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan stratejiler	165
4.6.2. Zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan stratejiler	171
4.6.3. Uzamsal algı görevlerinde kullanılan stratejiler.....	181
5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER	188
5.1. Tartışma ve Sonuç	188
5.1.1. Öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerine ilişkin tartışma ve sonuç.....	188
5.1.2. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki göz hareketlerine ilişkin tartışma ve sonuç.....	190
5.1.3. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama sürelerine ilişkin tartışma ve sonuç.....	195
5.1.4. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış sürelerine ilişkin tartışma ve sonuç	199
5.1.5. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinde kullandığı stratejilere ilişkin tartışma ve sonuç.....	203

5.2. Öneriler.....	217
5.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler.....	217
5.2.2. Uygulamaya yönelik öneriler	217
KAYNAKLAR.....	219
EKLER.....	242
Ek 1. Etik Kurul Kararı	242
Çalışma başlığı değişikliğinden dolayı alınan Etik Kurul Kararı.....	243
Ek 2. Araştırma İzin Belgesi	244
Ek 3. PUGT Kullanım İzni.....	245
Ek 4. Gönüllü Katılımcı Onay Formu	246
Ek 5. Deneme Oturumunda Yer Alan Görevler	247
Ek 6. Asıl Uygulamada Yer Alan Görevler ve İlgili Alanları	248
Ek 7. Uzamsal Yetenek Bileşenlerinde Kullanılan Stratejilere Ait Kodlama Örnekleri	251

TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU

Üstün Yetenekli Olan ve Olmayan 9. Sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerinin Göz İzleme Yöntemiyle İncelenmesi başlıklı tez çalışmamın toplam **235** sayfalık kısmına ilişkin, 10/10/2024 tarihinde tez danışmanım tarafından **Turnitin** adlı intihal tespit programından aşağıda belirtilen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan orijinallik raporuna göre, tezimin benzerlik oranı **%5** olarak belirlenmiştir.

Uygulanan filtrelemeler:

1. Tez çalışması orijinallik raporu sayfası hariç
2. Bilimsel etik beyannamesi sayfası hariç
3. Önsöz hariç
4. İçindekiler hariç
5. Simgeler ve kısaltmalar hariç
6. Kaynaklar hariç
7. Alıntılar dahil
8. 7 kelimedenden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç

Necmettin Erbakan Üniversitesi Tez Çalışması Orijinallik Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve tez çalışmamın, bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranının (%30) altında olduğunu ve intihal içermediğini; aksinin tespit edileceği muhtemel durumda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

10/10/2024

Berna YILDIZHAN KÖKTEN

Prof. Dr. Erhan ERTEKİN

BİLİMSEL ETİK BEYANNAMESİ

Bu tezin tamamının kendi çalışmam olduğunu, planlanmasından yazımına kadar tüm aşamalarında bilimsel etiğe ve akademik kurallara özenle riayet edildiğini, tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez hazırlama kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel kurallara uygun olarak atıf yapıldığını ve bu kaynakların kaynaklar listesine eklendiğini beyan ederim.

10/10/2024

Berna YILDIZHAN KÖKTEN

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

p : Anlamlılık düzeyi

\bar{x} : Aritmetik ortalama

ε : Epsilon

η_p^2 : Kısmi eta kare

χ^2 : Ki kare değeri

Λ : Lamda

df : Serbestlik derecesi

t : t değeri

z : z puanı

t_{UA} : Uzamsal algı görevinin tamamlanma süresi

t_{UG} : Uzamsal görselleştirme görevinin tamamlanma süresi

t_{ZD} : Zihinsel döndürme görevinin tamamlanma süresi

Y : Görevi yanlış yanıtlayan sayısı

X_{DS} : Görevi doğru yanıtlayanların harcadığı ortalama süre (saniye)

X_{YS} : Görevi yanlış yanıtlayanların harcadığı ortalama süre (saniye)

X_A : Açılımlar bölümüne ait görevlere ait ortalama değerler

X_{AD} : Açılımlar bölümüne verilen doğru cevap sayısının ortalaması

X_{AY} : Açılımlar bölümüne verilen yanlış cevap sayısının ortalaması

X_{ADS} : Açılımlar bölümündeki görevleri doğru yanıtlayanların harcadığı ortalama süre (saniye)

X_{AYS} : Açılımlar bölümündeki görevleri yanlış yanıtlayanların harcadığı ortalama süre (saniye)

Kısaltmalar

BİLSEM: Bilim ve Sanat Merkezi

BYT: Bilişsel Yük Teorisi

ÇG: Çeldirici Görsel

D: Görevi doğru yanıtlayan sayısı

DG: Doğru Görsel

Hz: Hertz

LGS: Liselere Geçiş Sınavı

MEB: Millî Eğitim Bakanlığı

ÖGö: Örnek Görsel-Öncesi

ÖGş: Örnek Görsel-Sonrası

PUGT: Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi

RAM: Rehberlik ve Araştırma Merkezi

RN: Referans Noktası

SG: Soru Görseli

sn: Saniye

SS: Standart sapma

ÜY: Üstün Yetenekli

ÜYO: Üstün Yetenekli Olmayan

ÖZET

Necmettin Erbakan Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü
Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı
Matematik Eğitimi Bilim Dalı
Doktora Tezi

ÜSTÜN YETENEKLİ OLAN VE OLMAYAN 9. SINIF ÖĞRENCİLERİNİN UZAMSAL YETENEKLERİNİN GÖZ İZLEME YÖNTEMİYLE İNCELENMESİ

Berna YILDIZHAN KÖKTEN

Üstün yetenekli (ÜY) öğrenciler üstün yetenekli olmayan (ÜYO) öğrencilere kıyasla yüksek düzeyde görsel ve uzamsal yeteneğe sahiptir. Bu durumun sebebini belirleyebilmek, düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin uzamsal yeteneğini geliştirebilmek için önem arz etmektedir. Bunun için ÜY öğrenciler ile ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini gerçekleştirirken zihinlerinde gerçekleşen bilişsel sürecini incelemeye ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple, mevcut çalışmada öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki bilişsel sürecinin incelenmesi amaçlanmıştır. Öğrencilerin bilişsel sürecine ışık tutan yöntemlerden biri göz izleme yöntemidir. Dolayısıyla, mevcut çalışma göz izleme yöntemi üzerine inşa edilmiştir. Göz izleme verileri Gazepoint GP3 (60 Hz) göz izleme cihazı ile toplanmış ve Gazepoint Analysis Professional Edition programı ile analiz edilmiştir. Ancak göz izleme yönteminin tek başına bir yöntem olarak kullanılması bazı sınırlılıklara sebep olduğu için göz izleme yöntemi ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi ile birlikte kullanılmıştır. Mevcut çalışma, 9. sınıf öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. Katılımcı grubu 17'si ÜY ve 37'si ÜYO olmak üzere toplam 54 öğrenciden oluşmaktadır. Bu öğrencilerin 28'i kız ve 26'sı erkektir. Her bir öğrenci ile deney ortamında bireysel çalışma gerçekleştirilmiştir. Öğrencilerin uzamsal yetenekleri uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı olmak üzere üç farklı bileşende ele alınmıştır. Bu bileşenlerin değerlendirilebilmesi için Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) kullanılmıştır. Bu testte her bileşenden 12'şer olmak üzere toplam 36 görev yer almaktadır. Bu görevlerden her bileşen için basit, orta ve zor olmak üzere üçer adet görev seçilmiştir. Seçilen bu görevlerdeki öğrenci göz hareketleri göz izleme yöntemi ile incelenmiştir. Bu aşamada, öğrencilerin görevleri nasıl gerçekleştirdiğini geriye dönük ve sözlü olarak açıklaması istenmiştir. Öğrencilerin görev tamamlama sürecini hatırlayabilmesi için kendi göz hareketi videoları ipucu olarak izletilmiştir. Göz izleme çalışmaları tamamlandıktan sonra öğrencilerin toplam uzamsal yetenek puanını hesaplayabilmek için öğrencilerden PUGT'de kalan görevleri kâğıt üzerinde gerçekleştirmeleri istenmiştir. Araştırma sonucunda, öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı bileşenlerini kapsayan uzamsal yetenek puanları, görev tamamlama süreleri, görev üzerinde ilgilendikleri alanlar, görev çözümünde gerçekleşen göz hareketlerinin ısı haritaları, görev çözüm süreçleri ve görev çözümünde kullandıkları stratejilere yönelik bulgular elde edilmiştir. Elde edilen bulgular her bir uzamsal yetenek bileşeni için ayrı ayrı tartışılmıştır. Öğretmenler ve araştırmacılar için öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Göz izleme, Sesli düşünme, Uzamsal yetenek, Üstün yetenekli öğrenciler, 9. sınıf öğrencileri.

ABSTRACT

Necmettin Erbakan University, Graduate School of Educational Sciences
Department of Mathematics and Sciences Education
Mathematics Education Program
Doctoral Thesis

AN EXAMINATION OF 9TH GRADE GIFTED AND NONGIFTED STUDENTS' SPATIAL ABILITIES THROUGH EYE TRACKING METHODOLOGY

Berna YILDIZHAN KÖKTEN

Gifted students have higher levels of visual and spatial ability compared to nongifted students. Identifying the underlying reason for this difference is important to improve the ability of individuals with low spatial ability. For this purpose, it is necessary to examine the cognitive process of gifted and nongifted students while performing spatial ability tasks. For this reason, the current study aimed to examine students' cognitive processes in spatial ability tasks. One of the methods that shed light on the students' cognitive processes is the eye-tracking method. Therefore, the current study was built on the eye-tracking method. Eye-tracking data were collected with Gazepoint GP3 (60 Hz) eye tracker device and analyzed with Gazepoint Analysis Professional Edition program. However, since using eye-tracking method as a stand-alone method has some limitations, eye-tracking method was used together with the cued retrospective thinking aloud method. The current study was conducted with 9th grade students. The participant group consists of a total of 54 students, including 17 gifted and 37 nongifted students. Of these students, 28 were girls and 26 were boys. An individual study was conducted with each student in the experimental environment. Students' spatial abilities were examined in three different components: spatial visualization, mental rotation, and spatial perception. Purdue Spatial Visualization Test (PSVT) was used to assess these components. This test includes a total of 36 tasks, including 12 tasks from each of the components. Among these tasks, three were selected for each component as simple, medium, and difficult. Student eye movements in these selected tasks were analyzed with the eye-tracking method. At this stage, students were asked to verbally and retrospectively explain how they performed the tasks. In order for the students to remember the task completion process, videos of their own eye movements were shown as a clue. After the eye-tracking studies were completed, the students were asked to perform the remaining tasks in the PSVT on paper to calculate the students' total spatial ability score. As a result of the study, findings were obtained regarding students' spatial ability scores, task completion times, areas of interest on the task, heat maps of eye movements during task solving, task solving processes, and strategies used in task solving. The findings were discussed separately for each spatial ability component. Suggestions for teachers and researchers are presented.

Keywords: Eye tracking, Gifted students, Spatial ability, Thinking aloud, 9th grade students.

BÖLÜM 1

1. GİRİŞ

Uzamsal yetenek, bireyden bireye büyük farklılıklar gösterebilir. Bazı bireyler ilk defa gittiği yolu yıllar sonra gittiğinde tekrar hatırlarken bazı bireyler ise yanlış hatırlayabilir veya hiç hatırlamayabilir. Benzer şekilde bazı bireyler gittiği bir yolun tersini de çok rahat bir şekilde gidebilirken bazıları dönüş yolunda yolu şaşırabilir ve kaybolabilir. Bunların hepsi uzamsal yetenek becerisi ile ilgilidir. Uzamsal yetenek, günlük yaşamda ihtiyaç duyduğumuz temel beceriler arasında yer alır. Bu beceri yol tarif etmek, ev dekorasyonu yapmak, harita okumak, araç kullanmak gibi birçok günlük yaşam aktivitesinde karşımıza çıkmaktadır. Bunun yanı sıra uzamsal yetenek becerisi profesyonel disiplinlerde de sıklıkla karşımıza çıkmaktadır. Örneğin; bir mühendisin yapı inşa etmesi, bir mimarın üç boyutlu modelleme ve tasarım yapması, bir astronomun gökyüzü haritasını oluşturması uzamsal yetenek becerisi gerektirmektedir.

Günlük ve profesyonel yaşamımız için önemli bir yere sahip olan bu becerinin geliştirilmesi önemlidir. Ancak yeteneklerin geliştirilebilmesi için öncelikli olarak anlaşılabilmesi gerekir. Yeteneği anlamada bireyler arası farklılıkların incelenmesi ve karşılaştırılması etkili bir yoldur. İlgili yeteneğe sahip olan ve olmayan bireylerin davranışları veya zihinsel süreçleri gibi özellikler incelenerek yetenek hakkında detaylı bilgi sahibi olmak mümkündür. Böylece yeteneği geliştirmek de mümkün hale gelmektedir.

Üstün yetenekli (ÜY) bireylerin aynı zamanda üstün uzamsal yeteneğe sahip bireyler olduğu ile ilgili alan yazın mevcuttur (Lewis vd., 1986; Özyaprak, 2012; Park, 2012; Van Garderen, 2006). Dolayısıyla uzamsal yetenek becerisinin anlaşılabilmesi ve geliştirilebilmesi için ÜY ve üstün yetenekli olmayan (ÜYO) bireylerin uzamsal görevler karşısında sergilediği bilişsel sürecin incelenmesi önem arz etmektedir. Bilişsel sürece ışık tutmamızı sağlayan yöntemlerden birisi de göz izleme yöntemidir (Biedert vd., 2009; Just & Carpenter, 1976; Rayner, 1998; Sennersten, 2008; Wade & Tatler, 2005; Wang vd., 2014a). Bu yöntem, göz hareketlerinin bireyin bilişsel sürecini yansıttığı hipotezini temel almaktadır. Dolayısıyla, bireyin görev esnasında sergilediği göz hareketlerinin incelenmesi araştırmacılara bireyin görevi nasıl çözdüğü, hangi noktalara odaklandığı, dikkat süresi vs. gibi bilgiler sağlamaktadır. Bu kapsamda mevcut çalışmada, 9. Sınıfa devam eden ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinin çözümündeki göz hareketleri incelenmiş ve karşılaştırılmıştır. Bunun yanı sıra öğrencilerin görev çözümünde kullandığı stratejiler belirlenerek karşılaştırılmıştır.

1.1. Problem Durumu

Uzamsal yetenek, bireylerin hayatı boyunca ihtiyaç duyduğu bir beceridir. Dolayısıyla bireylere bu becerinin kazandırılması önemli görülmektedir. Bu kapsamda okul öğretim programlarında uzamsal yetenek kazanımları yer almakta ve öğrencilerin bu kazanımlara ulaşması beklenmektedir (MEB, 2018). Ancak uzamsal yeteneğin geliştirilebilmesi için öncelikle öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini nasıl çözdüklerini ve bu görevlerde nasıl bir strateji izlediklerini anlamak gereklidir. Alan yazında ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri incelenmiş ancak genellikle yetenek puanları üzerinden karşılaştırmalar yapılmıştır (Chan, 2007; Gohm vd., 1998; Hindal, 2014; Yoon & Mann, 2017). Dolayısıyla ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yeteneğini bütüncül şekilde ele alarak öğrencilerin bilişsel sürecine ışık tutan ve bu süreçleri karşılaştıran çalışmalara ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Göz izleme yöntemi öğrencilerin zihnindeki bilişsel süreç hakkında bilgi elde etmemizi sağlayan bir yöntemdir (Biedert vd., 2009; Sennersten, 2008). Bu yöntem öğrencinin baktığı noktaları anlık olarak kaydedebildiği için bilişsel süreci anlık olarak yansıtılmaktadır (Rayner, 1998). Dolayısıyla ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yeteneklerini göz izleme yöntemi kullanarak incelemenin bilişsel süreci aydınlatmak için kullanılabilir etkili bir yöntem olduğunu söylemek mümkündür. Ancak göz izleme yönteminden elde edilen verileri yorumlayabilmek için bir bağlama ihtiyaç duyulmaktadır. Bunun için göz izleme verilerinin katılımcıların deneyimleri hakkında ek bilgi sağlayan diğer yöntem ve verilerle birleştirilerek kullanılması önerilmektedir (Tobii Technology, 2009). Öğrencilerin deneyimleri hakkında fikir sahibi olabilmenin etkili bir yolu öğrenci görüşmeleridir. Bu sebeple göz izleme çalışmaları genel olarak sesli düşünme protokolü ile desteklenmektedir (Elbabour vd., 2017; Boren & Ramey, 2000; Elling vd., 2011; Lewis, 1982; Molich & Dumas, 2008; Olmsted-Hawala vd., 2010). Öğrencilerle görevi nasıl çözdükleri hakkında görüşülmesi araştırmacılara göz hareketlerini yorumlayabilmek için değerli veriler sağlamaktadır.

ÜY öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki bilişsel sürecine yönelik alan yazın boşluğunu doldurabilmek amacıyla mevcut tez çalışması gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinin çözümündeki göz hareketlerini göz izleme yöntemiyle incelemek ve görevlerde kullanılan stratejileri karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda mevcut çalışmanın temel problemi “9. sınıfa devam eden ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama süreci ve görevleri gerçekleştirirken

kullandıkları stratejiler farklılaşmakta mıdır?” olarak belirlenmiştir. Bu problem kapsamında aşağıdaki alt problemler detaylı olarak incelenmiştir.

1. ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri ne düzeydedir?
2. ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?
3. ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı görevlerinde göz hareketleri farklılaşmakta mıdır?
4. ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı görevlerini tamamlama süreleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?
5. ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı görevleri üzerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süreleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?
6. ÜY ve ÜYO öğrenciler uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı görevlerinde hangi uzamsal stratejileri kullanmaktadır?

1.2. Araştırmanın Amacı

İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren içinde bulunduğu çevreyi gözlemleyerek bilgi elde etmiş ve bu bilgiler doğrultusunda gelişim göstermiştir. Çevremiz en, boy ve derinlik algılarının hepsini içerisinde barındıran 3 boyutlu bir uzaydan oluşmaktadır. Dolayısıyla bu uzayı doğru bir şekilde anlayabilen bireyler günlük yaşam aktivitelerine daha kolay bir şekilde devam edebilmektedir. Çevremizdeki şekil ve cisimler arasındaki ilişkiyi fark edebilme, bir cismin farklı yönden görünümünü hayal edebilme ve bir cismin açık halinin nasıl olabileceğini veya tersini hayal edebilme becerisi uzamsal yetenek olarak ifade edilebilir (Khine, 2017; McGrew, 2005; Tartre, 1990). Lohman (1993) uzamsal yeteneği bir bireyin sahip olduğu yeteneklerin en temeli ve en önemlisi olarak görmektedir. Dolayısıyla bireylerde bu yeteneğin gelişiminin sağlanması önemlidir.

Yetenek gelişimi için atılması gereken ilk adım o yeteneği anlamaktır. Dolayısıyla uzamsal yetenek gelişiminin sağlanabilmesi için öncelikle uzamsal yeteneğin anlaşılması bir gerekliliktir. Uzamsal yetenek görevlerinde başarılı olan ve olmayan bireylerin bu görevleri nasıl tamamladıkları, görev esnasında nasıl bir bilişsel süreç izledikleri, dikkatlerini nereye ve ne kadar süre odakladıkları gibi bilgiler uzamsal yeteneği anlamamıza yardımcı olacak bilgilerdir. Bireylerin görev esnasındaki davranışlarının karşılaştırmalı olarak incelenmesi bize neyi yapmamız ya da yapmamamız gerektiği konusunda bilgi sağlamaktadır. Bu doğrultuda mevcut çalışmanın temel amacı bireyler arası karşılaştırma yaparak uzamsal yetenek hakkında

bilgi sahibi olmaktır. Daha özel olarak mevcut araştırmada, ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlarken gerçekleştirdikleri göz hareketlerini incelemek ve görevlerde kullandıkları stratejileri karşılaştırmak amaçlanmıştır.

1.3. Araştırmanın Önemi

Uzamsal yetenek sembolik ve dilsel olmayan bilgileri temsil etme, dönüştürme, oluşturma ve hatırlama becerisidir (Linn & Petersen, 1985). Benzer Şekilde, Lohman (1993) da uzamsal yeteneği iyi yapılandırılmış görsel imgeleri oluşturma, saklama, hatırlama ve dönüştürme yeteneği olarak tanımlar. Uzamsal yetenek, günlük hayatta basitten karmaşığa birçok etkinlikte karşımıza çıkmaktadır. Birine yol tarif etmek, harita okumak, üç boyutlu eşyaları kullanmak, trafikte araç kullanmak, mimari tasarımlar yapmak gibi faaliyetlerin tümü uzamsal yetenek gerektirmektedir. Dolayısıyla; mimari, astronomi, biyokimya, biyoloji, haritacılık, kimya, mühendislik, jeoloji, matematik, müzik ve fizik gibi daha birçok bilgi alanı uzamsal yeteneği içerir. Uzamsal yetenek olmadan bu alanlarda başarının sınırlı olacağı öngörülmektedir (Hartman & Bertoline, 2005).

Uzamsal yetenek kavramı, üstün yetenekliliğin bir parçası olarak düşünölmektedir (Gardner, 1983). Millî Eğitim Bakanlığı [MEB] (2017), ÜY öğrencilerin ayrıntıları bulma, analiz etme, parçaları uyumlu bir Şekilde sentezleme ve yeniden düzenleme gibi yeteneklere sahip olduğunu ifade etmektedir. ÜY öğrencilerin sahip olduğu bu beceriler uzamsal yeteneğin görsel imgeleri oluşturma ve dönüştürme becerisi ile örtüşmektedir. Ayrıca öğrencilerin ayrıntıları bulabilmesi için görsel bilgiyi hafızada saklaması ve hatırlaması gerekmektedir. Dolayısıyla ÜY öğrencilerin sahip olduğu ayrıntıları bulma becerisinin de görsel imgeleri hatırlama ve hafızada saklama becerisiyle ilişki içerisinde olduğu söylenebilir. Dolayısıyla, ÜY öğrencilerin üstün uzamsal yeteneğe sahip olduğunu söylemek mümkündür.

ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla yüksek düzeyde görsel ve uzamsal yeteneğe sahiptir (Clark, 1988). Marland (1972) üstün zekâlılığın özellikleri konusunda yayımladığı ilk resmi dokümanda üstün zekâlı öğrencilerin uzamsal becerileri kullanma konusunda akranlarına kıyasla çok daha başarılı olduğunu ifade etmiştir. Yapılan bazı çalışmalar da (örneğin; Bayazit & Harput, 2021; Lewis vd., 1986; Özyaprak, 2012; Park, 2012; Silverman, 1993; Van Garderen, 2006) ÜY öğrencilerin uzamsal yetenek testlerinde akranlarına göre daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Alan yazında ÜY öğrenciler ile yapılan çalışmalar mevcut durumu ortaya koymak üzerine planlanmıştır. İlgili çalışmalar ÜY öğrencilerin mevcut uzamsal yeteneklerinin ne düzeyde olduğunu tespit etmek ve ÜYO öğrenciler ile kıyaslamak amacıyla yürütülmüştür. Ancak bireylerde uzamsal yetenek gelişimini sağlayabilmek için ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri hakkında daha detaylı bilgiye sahip olmamız gerekmektedir. Mevcut araştırma bu konuyu daha derin bir perspektiften ele almaktadır. Bu araştırma ile bireylerin uzamsal yeteneğe sahip olup olmadığını tespit etmenin ötesinde uzamsal yetenek görevlerini gerçekleştirirken zihinlerinde gerçekleşen bilişsel sürece ışık tutulmaktadır.

Bir davranışı sergilerken ya da bilgiyi kullanırken zihnimizde gerçekleşen işlemler ‘bilişsel süreç’ olarak isimlendirilmektedir. Bilişsel süreçler; bilginin duyuşsal kayıttan kısa süreli belleğe aktarılması (dikkat ve algı), bilginin kısa süreli bellekte saklanması (sürekli tekrar ve gruplama), bilginin kısa süreli bellekten uzun süreli belleğe aktarılması (tekrar, kodlama, örgütleme ve bellek destekleyici ipuçları), bilginin uzun süreli bellekten geri getirilmesi (hatırlama) ve unutma olarak sınıflandırılabilir (Çuhadaroğlu, 2020). Uzamsal yetenek görevlerinde ÜY ve ÜYO bireylerin bilişsel sürecini anlamak düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin yeteneklerini nasıl geliştirebileceğimiz konusunda fikir üretebilmemize olanak tanıyabilir. Dolayısıyla öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki bilişsel sürecinin incelenmesi önemli görülmektedir.

Bilişsel süreci anlamamıza yardımcı olacak günümüz teknolojileri arasında *göz izleme (eye-tracking) teknolojisi* yer almaktadır. Bu teknoloji sayesinde bireylerin algısı, bilişi ve davranışı hakkında fikir sahibi olunmaktadır (Was vd., 2017). Göz izleme yöntemi, ele alınan çeşitli görevlerdeki bilişsel süreci anlık olarak yansıtmaktadır (Just & Carpenter, 1976; Rayner, 1998). Göz izleme sayesinde elde edilen veriler araştırmacılara katılımcıların algıları, dikkatleri, hafızaları veya akıl yürütme yeteneklerinin altında yatan süreçler hakkında bilgiler sunmaktadır (Maurage vd., 2021). Örneğin, bir öğrencinin göz sabitlenmeleri ile öğrencinin verilen uyarıyı işlemek için ihtiyaç duyduğu süre ve dikkat hakkında fikir sahibi olunabilir (Eckstein vd., 2017). Ayrıca, öğrencilerin sakkadik (sıçramalı) göz hareketlerinin doğruluğu ve gecikmesi ile bilişsel kontrol kapasitesi hakkında (Munoz & Everling, 2004) ve sakkad (sıçrama) sayısı ile muhakeme yeteneği hakkında (Thibaut & French, 2016) bilgi elde edilebilir.

Daha önce bahsedildiği üzere ÜY öğrencilerin yaşlarına kıyasla üstün uzamsal yeteneğe sahip olduğunu ortaya koyan birçok çalışma bulunmaktadır (örneğin Lewis vd., 1986; Özyaprak, 2012; Park, 2012; Van Garderen, 2006). Ancak hem ulusal hem de uluslararası alan

yazında ÜY öğrencilerde bahsi geçen yeteneğin zihinsel süreç açısından göz izleme yoluyla incelendiği yeterli çalışmanın bulunmaması dikkat çekmektedir. Bilişsel sürecin incelenmesinde göz izleme yönteminin kullanılması bazı avantajlara sahiptir. Örneğin, bilişsel sürecin incelenmesinde yalnızca sonuca yani görevin tamamlanıp tamamlanmamasına odaklanan standart ölçümlerin kullanılması tepki süresi ve doğruluk gibi dezavantajları beraberinde getirmektedir. Göz izleme yöntemi, araştırmacılara anlık olarak veri sağladığından bilişsel sürecin bir ölçüsü olarak göz hareketi verileri kullanıldığında bu dezavantajların da önüne geçilmektedir (Spivey vd., 2009). Bilişsel sürecin ortaya konulmasında göz-izleme yönteminin kullanılması daha hassas veriler elde edilmesine olanak tanır. Dolayısıyla öğrencilerin bilişsel süreci hakkında daha sağlam kanıtlar elde edilir. Mevcut çalışma hem ÜY hem de ÜYO öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin altında yatan bilişsel süreci göz izleme yöntemi ile ele aldığından önemli görülmektedir.

Mevcut çalışmada göz izleme verileri ile sınırlı kalmayarak bireylerin geriye dönük sesli düşünceleri sayesinde görev esnasında kullandığı uzamsal stratejiler de ortaya konulmuştur. Bu aşamada birey görevi cevapladıktan sonra görevi nasıl tamamladığını adım adım açıklamaktadır. Bu bilgi sayesinde göz hareketlerinden elde edilen bilişsel sürece ilişkin bilgiler daha doğru şekilde açıklanıp yorumlanabilmektedir. Dolayısıyla, sesli düşünme sonucunda elden edilen bilgiler göz izleme verilerinden elde edilen bilgileri daha güçlü hale getirmektedir. Mevcut çalışma, göz izleme verilerini geriye dönük sesli düşünme verileri ile desteklediğinden ayrıca önemli hale gelmektedir.

Son olarak, çalışmadan elde edilen bulgular uzamsal yeteneğin nasıl geliştirilebileceği konusunda önemli bilgiler (odaklanılan parçalar, görevlerin hangi sıra ile çözüldüğü, kullanılan stratejiler gibi) elde etmemizi sağlamaktadır. Bilişsel sürecin ve kullanılan stratejilerin ortaya konulması ile gelecek araştırmalarda düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin yeteneklerinin gelişimi için yol haritası belirlemek mümkün hale gelebilir. Dolayısıyla, mevcut çalışma alan yazında yer alan boşlukları dolduracağından ve konuya derin bir bakış açısı getireceğinden dolayı önemli görülmektedir.

1.4. Varsayımlar

Araştırma kapsamında öğrencilerin uygulanan ölçme araçlarına verdikleri yanıtlarla gerçek duygu ve düşüncelerini yansıttıkları varsayılmaktadır. Bunun yanı sıra uygulama yapılan ÜY öğrencilerin doğru tanındığı varsayılmaktadır. ÜYO öğrencilerin ise üstün yetenekliliğin tanınmasında gözden kaçmadığı varsayılmaktadır.

1.5. Sınırlılıklar

Araştırmacının tanı koyma yetkinliğinin olmaması sebebiyle ÜY katılımcılar Bilim ve Sanat Merkezinde (BİLSEM) öğrenim gören öğrenciler arasından seçilmiştir. Çalışmanın ÜYO katılımcıları ise Anadolu Liselerinden (AL) seçilmiştir. Dolayısıyla, araştırmacının katılımcıları BİLSEM ve AL okullarında öğrenim gören 9. sınıf öğrencileri ile sınırlıdır. Kullanılan yöntem gereğince katılımcı sayısının düşük tutulması gerektiğinden araştırmada Konya ilinde yer alan merkez ilçeler (Karatay, Meram, Selçuklu) ile sınırlı kalınmıştır. Çalışmada her bir ilçeden birer okul ile sınırlı kalınmıştır. Dolayısıyla üç AL ve üç BİLSEM olmak üzere toplam altı okulda uygulama gerçekleştirilmiştir.

Üstün yeteneklilik tanınması yapılırken öğrenciler yetenek puanlarına göre farklı gruplarda yer alabilir. Ancak öğrencilerin aldığı tanı tektir. Bu gruplarda yer alan bütün öğrenciler üstün yetenekli (ÜY) olarak ifade edilir. Çalışmanın niteliği açısından öğrencilerin üstün yeteneklilik düzeyinin bilinmesi araştırmacıya avantaj sağlayabilir. Ancak, öğrencilerin aldığı puanlar gizlilik esasına dayalı olarak veliler de dâhil olmak üzere hiçbir şahıs, kurum veya kuruluş ile paylaşılmamaktadır. Bu sebeple, çalışma kapsamına dâhil edilen ÜY öğrencilerin yetenek puanları bilinmemektedir. Bu durum araştırma açısından sınırlılık teşkil etmektedir.

Göz izleme yöntemi deneysel bir uygulamaya sahiptir. Göz izleme cihazına erişimin sınırlı olması sebebiyle bireysel uygulama yapılması gerekmektedir. Ayrıca bu yöntem, araştırmacılara fazlaca görsel ve sayısal veri sağlamaktadır. Veri fazlalığı ise araştırmacıları analiz aşamasında çıkmaza sokmaktadır. Bu sebepler katılımcı sayısını sınırlandırmıştır.

1.6. Tanımlar

Görev: Öğrencilerden yapmaları istenen şeydir (Mason & Johnston-Wilder, 2006). Bu çalışmada görev kavramı öğrencilerin çözmesi istenen uzamsal yetenek sorularını temsil etmektedir.

Göz İzleme: İnsan algısı, bilişi ve davranışı üzerine deneysel çalışmalar yürütme bağlamında veri toplamak için kullanılan bir tekniktir (Was vd., 2017).

Uzamsal Algı: Verilen dikkat dağıtıcı bilgilere rağmen bireyin kendi bedeninin yönelimine göre mekânsal ilişkileri belirlemesidir (Linn & Peterson, 1985). Mevcut çalışmada bu kavram PUGT'nin Görünüm alt bölümünden alınan puan olarak kullanılmaktadır.

Uzamsal Görselleştirme: Hayali üç boyutlu uzayda bir nesneyi manipüle etme ve yeni bir bakış açısından nesnenin bir temsilini oluşturma yeteneğidir (Strong & Smith, 2001). Mevcut çalışmada bu kavram PUGT'nin Açılımlar alt bölümünden alınan puan olarak kullanılmaktadır.

Uzamsal Strateji: Bireylerin uzamsal görevleri yerine getirirken kullandığı stratejilerdir (Glück & Fitting, 2003). Mevcut çalışmada bu kavram, öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlamak için kullandığı yöntemleri ifade etmektedir.

Uzamsal Yetenek: Çevremizdeki Şekil ve cisimler arasındaki ilişkiyi fark edebilme, bir cismin farklı yönden görünümünü hayal edebilme ve bir cismin açık halinin nasıl olabileceğini veya tersini hayal edebilme becerisidir (Khine, 2017; McGrew, 2005; Tartre, 1990). Mevcut çalışmada bu kavram PUGT'den alınan toplam puan olarak kullanılmaktadır.

Üstün Yetenekli ğrenci: Zekâ, yaratıcılık, sanat, spor, liderlik kapasitesi ve özel akademik alanlardan birinde veya birkaçında, yaşıtlarına oranla yüksek düzeyde performans gösteren kişilerdir (Colangelo & Davis, 2003). Mevcut çalışmada bu kavram MEB tarafından üstün yetenekli tanısı almış ve BİLSEM'de öğrenim gören öğrencileri ifade etmektedir.

Üstün Yetenekli Olmayan ğrenci: Mevcut çalışmada bu kavram üstün yetenekli tanısı olmayan ve AL'da öğrenim gören öğrencileri ifade etmektedir

Zihinsel Döndürme: Uzayda dönen iki boyutlu ya da üç boyutlu bir cismin zihinsel görüntüsünü oluşturma yeteneğidir (Hoyek vd., 2009) Mevcut çalışmada bu kavram PUGT'nin Döndürme alt bölümünden alınan puan olarak kullanılmaktadır.

BÖLÜM 2

2. ALAN YAZIN

Mevcut araştırmanın teorik yapısını oluşturan altı temel yapı bulunmaktadır. Bunlar; uzamsal yetenek, göz izleme yöntemi, göz-zihin kuramı, bilişsel yük teorisi, sesli düşünme yöntemi ve çoklu ortam öğrenme teorisidir. Bu bölümde, bahsi geçen kavramların her biri ayrı başlıklar altında açıklanmıştır. Bölüm sonunda ise göz izleme yöntemi kullanılarak yürütülmüş uzamsal yetenek çalışmalarına yer verilmiştir.

2.1. Uzamsal Yetenek

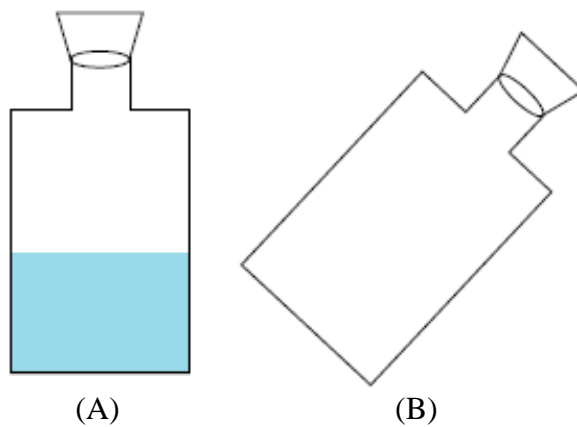
Alan yazın incelendiğinde, uzamsal yetenek kavramı yerine görsel-uzamsal yetenek, görsel-uzamsal beceri, uzamsal kavrama yeteneği, uzamsal görselleştirme veya üç boyutlu görselleştirme gibi çeşitli kavramlar kullanıldığı görülmektedir (Cantürk-Günhan vd. 2009; Demirel, 2023; Khine, 2016; Sevimli, 2009; Turğut, 2007; Turgut vd., 2009). Oxford'un 2024 yılında yayımlanmış olduğu sözlükte uzamsal (spatial) kavramı, 'uzay ve uzayın içindeki şeylerin konum, boyut, şekil vb. özellikleri ile ilgili' şeklinde açıklanmaktadır (Uzamsal, 2024). 'Uzamsal yetenek' kavramı ise araştırmacılar tarafından farklı dönemlerde farklı şekillerde tanımlanmıştır.

Linn ve Petersen'a (1985) göre uzamsal yetenek dilbilimsel olmayan sembolik bilgileri temsil etme, dönüştürme, üretme ve hatırlama becerisini ifade etmektedir. Benzer şekilde Lohman da (1993) uzamsal yeteneğin iyi yapılandırılmış görsel resimleri üretme, zihinde tutma, geri çağırma ve dönüştürme yeteneği olarak tanımlanabileceğini söylemektedir. Tartre (1990), uzamsal yeteneği zihinsel beceriler bütünü olarak tanımlamaktadır. Bu zihinsel beceriler, görsel olarak ilişkileri anlama, manipüle etme, yeniden düzenleme veya yorumlamayı içermektedir. Khine (2017), görsel imgeleri doğru bir şekilde algılama, zihinsel temsiller oluşturma, görsel bilgiyi hayal etme ve nesnelere arasındaki uzamsal ilişkileri anlama ve manipüle etme yeteneğini uzamsal yetenek olarak ifade etmektedir. Cattell-Horn-Carroll (CHC) teorisine göre ise görsel-uzamsal yetenek, genel zekâyı oluşturan faktörlerden sadece biridir. Görsel-uzamsal yetenekler alanı görsel görüntülerin üretilmesi, depolanması, geri alınması ve dönüştürülmesinde (örneğin, şekillerin zihinsel olarak uzayda tersine çevrilmesi veya döndürülmesi) yer alan farklı süreçleri vurgulayan çeşitli yeteneklerden oluşan bir toplamı temsil etmektedir (McGrew, 2005).

2.1.1. Uzamsal yetenek bileşenleri

Uzamsal yetenek ile ilgili yapılan tanımların çeşitliliği dolayısıyla ilgili yeteneğin içerdiği bileşenler de çeşitlilik göstermektedir. Yıllar içerisinde uzamsal yeteneğin bileşenleri ile ilgili çeşitli sınıflandırmalar yapılmıştır (Carroll, 1993; Ekstrom vd., 1979; Linn & Petersen, 1985). Ekstrom ve diğerlerine göre (1979) uzamsal yeteneğin dört bileşeni bulunmaktadır. Bunlar; şekil akıcılığı, görsel bellek, kapanma hızı ve uzamsal yönelimdir (Aktaran Guttman vd., 1990). Carroll (1993), uzamsal yeteneğin bileşenleri ile ilgili araştırmaları beş faktörden oluşan uyumlu bir model ile bir araya getirmiştir. Bu faktörler; uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişkiler, kapanma hızı, kapatma esnekliği, algı hızı ve görsel imgelemdir. Linn ve Petersen (1985) ise psikometrik perspektif kullanılarak yapılan kategorizasyonlardan yola çıkarak uzamsal yeteneği üç temel kategoride tanımlamıştır: uzamsal algı, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme. Mevcut çalışma kapsamında Linn ve Petersen'in (1985) sınıflandırması referans alınmıştır. Dolayısıyla, bu bölümde yalnızca bu sınıflandırma detaylı olarak açıklanmıştır.

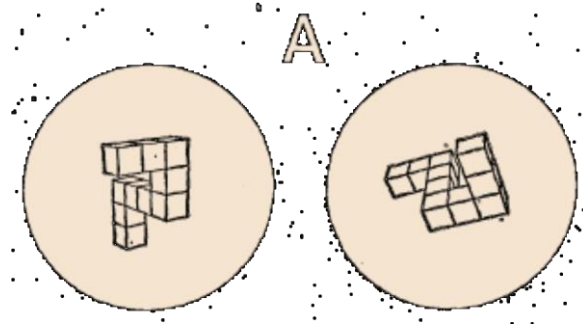
Uzamsal algı, verilen dikkat dağıtıcı bilgilere rağmen bireyin kendi bedeninin yönelimine göre uzamsal ilişkileri belirlemesidir. Uzamsal algının ölçüldüğü testlere 'Su Seviyesi Testi' örnek olarak gösterilebilir. Bu görevde genellikle öğrencilerin eğimli bir şişede yatay bir çizgi çizmesi veya tanımlaması istenmektedir (Linn & Petersen, 1985). Şekil 2.1'de su seviyesi örneği yer almaktadır. Bu örnekte A durumundaki içi su dolu şişenin B durumuna geldiğinde şişenin içerisindeki suyun nasıl olduğunun çizilmesi istenmektedir.



Şekil 2.1. "Su Seviyesi Testi" örneği (Halpern, 2012; s. 130).

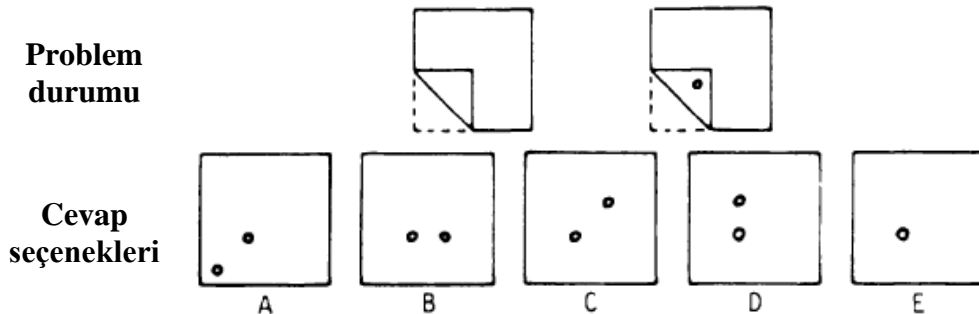
Zihinsel döndürme, ilk defa Shepard ve Metzler (1971) tarafından bilişsel bir süreç olarak ortaya atılmıştır. Hoyek vd. (2009), zihinsel döndürmeyi uzayda dönen iki boyutlu ya da üç boyutlu bir cismin zihinsel görüntüsünü oluşturma yeteneği olarak tanımlamaktadır. Zihinsel

döndürme görevlerine Shepard ve Metzler'in (1971) kullandığı görev örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2.2). Bu görevde bireye farklı pozisyonlarda duran iki görüntü verilmektedir. Öğrenciden bu iki görüntüde yer alan cisimlerin aynı olup olmadığını belirlemesi istenmektedir.



Şekil 2.2. Zihinsel döndürme görevi örneği (Shepard & Metzler, 1971; s. 702).

Uzamsal görselleştirme ise uzamsal olarak verilen bilgilerin karmaşık ve çok adımlı manipülasyonlarını içeren uzamsal yetenek görevleriyle ilişkili olarak kullanılan bir tanımlamadır. Bu görevler bazen uzamsal algı ve zihinsel döndürme için gerekli süreçleri de içerebilir. Fakat bu süreçleri içermek zorunda değildir. Uzamsal görselleştirme görevlerinin arasında en sık kullanılanları; Blok Tasarımı (Block Design), Kâğıt Katlama Testi (Paper Folding Test), Gizli Figürler Testi (Hidden Figure Test), Guilford-Zimmerman Uzamsal Görselleştirme, Diferansiyel Yetenek Testinin (Differential Ability Test) Uzamsal İlişkiler Alt Testi şeklinde sıralanabilir. Şekil 2.3'te kâğıt katlama görevi için bir örnek yer almaktadır. Bu görevde kâğıt, problem durumundaki gibi katlanır ve katlanan bölgeye işaret konulur. Katılımcılardan katlanan bölgenin açılması sonucu kâğıtta meydana gelen şeklin cevaplar arasından bulunması istenmektedir.



Şekil 2.3. Kâğıt katlama görevi örneği (Linn & Peterson, 1985; s. 1485).

Öğrencilerde uzamsal yeteneğin geliştirilebilmesi için etkili çözüm stratejilerinin belirlenmesi önemlidir (Strasser vd., 2010). Bu sebeple, bir sonraki bölümde uzamsal stratejilerden bahsedilecektir.

2.1.2. Uzamsal stratejiler

Uzamsal yetenek görevlerinin çözümünde kullanılan stratejiler bireysel farklılık göstermektedir (Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Halpern, 2012; Just & Carpenter, 1985; Lohman & Kyllonen, 1983). Bu farklılıkların nasıl ortaya çıktığı büyük ölçüde belirsiz olmakla birlikte tercihlerdeki veya bilişsel stillerdeki farklılıklardan kaynaklanabileceği gibi görev türü ile ilgili deneyimlerdeki bireysel farklılıklardan da kaynaklanabilir (Glück vd., 2002). Farklı stratejiler farklı çözüm algoritmaları içerir. Dolayısıyla, bilişsel bileşenler her strateji için farklı olabilir (Burin vd., 2000). Lohman ve Kyllonen (1983) ve Glück (1999) çözüm stratejisi seçiminde hem bireyin hem de görevin bir işlevi olduğu sonucuna varmıştır. Yani farklı bireyler aynı görevde farklı stratejiler kullanabilir ve bireyler görevin değişmesi ile stratejilerini değiştirebilir.

Esneklik, kişinin bir probleme yönelik bakış açısını veya yaklaşımını değiştirmesi ve cevaplar, uyarıcıların özellikleri, stratejiler veya problemler arasında esnek bir şekilde geçiş yapması anlamına gelir (Liu vd., 2018). Stratejik esneklik görevin özelliklerine, bireysel faktörlere ve çevresel etkilere göre birden fazla strateji kullanabilme ve stratejiler arasında esnek bir şekilde geçiş yapabilme becerisidir (Low & Chew, 2019). Elia vd. (2009) stratejik esnekliği görev içi ve görevler arası esneklik olmak üzere iki bileşende ele almaktadır. Görev içi esneklik belirli bir görevi çözerken stratejiler arasında geçiş yapma becerisi iken görevler arası esneklik ise her bir problem için farklı stratejiler uygulayabilme becerisidir. Stratejik esneklik birden çok strateji bilinmesini gerektirmektedir (Star & Rittle-Johnson, 2008). Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore (1991) problem çözümünde ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğunu tespit etmiştir.

Alan yazında uzamsal yetenek ile ilgili yürütülen çalışmalar neticesinde cinsiyet ve strateji kullanımı arasında anlamlı ilişki bulunmadığı belirlenmiştir (Burin vd., 2000). Ancak kadınların erkeklere göre daha etkisiz, düzensiz, verimsiz ve somut yöntemlere başvurdukları ve problemlerden daha çabuk vazgeçtikleri tespit edilmiştir (Allen, 1974; Allen & Hogeland, 1978).

Uzamsal yetenek ile ilgili yürütülen bazı çalışmalar bireyin uzamsal yetenek profilinin çözüm stratejisi seçiminde önemli rol oynadığını ifade eder (Cochran & Wheatley, 1989; Kyllonen vd., 1984a; Kyllonen vd., 1984b; Lohman & Kyllonen, 1983; Wendt & Risberg, 1994). Bu çalışmalarda yüksek yeteneğe sahip bireylerin gerçek “uzamsal” süreçleri kullanırken diğerlerinin ise sorunları daha analitik şekilde çözmeye çalıştıkları öne sürülmüştür. Yani, yüksek uzamsal yeteneğe sahip bireylerin bütüncül/sözsüz strateji kullandıkları, düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerin ise analitik/sözlü strateji kullandıkları ifade edilmiştir. Aksine Burin vd. ise (2000) yürüttüğü çalışmada strateji seçiminin spesifik olarak uzamsal görselleştirme yeteneği ile ilişkili olmadığını bulmuştur. Benzer şekilde Tapley ve Bryden (1977) zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan strateji ile zihinsel döndürme performansı arasında ilişki bulamamıştır. Strateji seçimi bireysel olarak değişebileceği gibi görevin doğasına veya karmaşıklığına göre de değişebilir. Dolayısıyla, uzamsal yetenekteki başarı tek bir stratejinin kullanımı ile ilişkilendirilemez. Uzamsal yetenek görevlerinde yüksek düzeyde performans, belirli bir strateji kullanmak yerine birden fazla strateji seçimi ile mümkündür. Birey strateji havuzundan uygun stratejiyi seçmeli, olası durumları değerlendirerek strateji değişiklikleri yapabilmeli ve stratejilerini görevin ihtiyaçlarına göre uyarlamalıdır (Cochran & Wheatley, 1989; Dünser, 2005; Fitting, 2002; Lohman & Kyllonen, 1983; Pantziara vd., 2009). Fitting (2002) düşük performans gösteren bireylerin yanlış strateji kullanmadıklarını ancak bazı durumlarda hiç strateji kullanmadıklarını ifade eder.

Uzamsal yetenek görevleri için genel olarak iki temel stratejinin olduğu bilinmektedir. Bunlar bütüncül (holistic) ve analitik (analytic) strateji olarak isimlendirilir. Bu stratejilerin temeli Barratt (1953) tarafından ortaya atılmıştır. Barratt (1953) “*bütüncül yaklaşım*” ile “*parça yaklaşımı*” arasında ayırım yapan ilk kişidir. Sonraki yıllarda yapılan çalışmalarda bütüncül ve analitik stratejiden bahsedilmiştir (Cooper, 1976). Tapley ve Bryden (1977) bireylerin çözüm stratejilerini “*görsel-bütüncül*” veya “*sözel-analitik*” olarak kategorize etmiştir. Lohman ve Kyllonen de (1983) *görsel-uzamsal* stratejinin yanı sıra bireylerin nesnelere *sözel-analitik* temelde analiz ettiği uzamsal olmayan bir stratejinin olduğunu öne sürmüştür.

Bütüncül ve analitik stratejiler birbirini dışlayan kategoriler olarak görülmemektedir. Daha ziyade, ara stratejilerin oluşumuna izin veren bir sürekliliğin kutuplarıdır (Glück & Fitting, 2003). Sürekliliğin bir ucunda bütüncül strateji yer alırken diğer ucunda analitik strateji yer almaktadır. Bütüncül stratejiler, uzamsal bilgiyi "uzaysal bir şekilde" temsil etmeyi ve manipüle etmeyi, yani zihinsel temsilde yer alan öğeler arasındaki uzamsal ilişkiler hakkında

sahip olunan bilgileri korumayı ve kullanmayı içerir. Bütüncül stratejiler sıklıkla görselleştirmeyi içerir, ancak aynı zamanda bir ortamda gezinirken bir referans noktasının yönü hissini sürdürmek gibi uzamsal ilişkileri temsil etmenin başka yollarını da içerir (Just & Carpenter, 1985). Dolayısıyla, Shepard ve Metzler (1971) bu stratejiyi “gerçek” zihinsel döndürme olarak tanımlamaktadır. Kısaca bütüncül yaklaşım, uyaran görselinin bütün olarak hayali dönüşünü ifade eder. Analitik stratejiler ise, uzamsal bilgiyi temelde uzamsal olmayan (liste benzeri) bir formata indirgeyerek temsil eder ve manipüle eder. Örneğin, bir rota bir yer işaretleri listesi olarak temsil edilebilir ve bir küp üzerinde yer alan örüntüler arasındaki uzamsal ilişkiler, örüntü çiftleri arasındaki ilişkilerin bir listesi olarak temsil edilebilir (Just & Carpenter, 1985). Analitik stratejiler bazen sözel stratejiler olarak adlandırılır, ancak sözelleştirmeyi gerektirmezler (Glück & Fitting, 2003). Açıklanan diğer stratejiler bu stratejiler arasındaki süreklilik içerisinde sınıflandırılabilir. Bu sınıflandırma içerisinde bir nesnenin parçalarının zihinsel olarak döndürülmesi gibi ara stratejiler olabilir (Just & Carpenter, 1985; Mumaw vd., 1984).

Uyarıcının karmaşıklık düzeyine göre kullanılan stratejiler farklılık göstermektedir. Analitik stratejide bireyin odağı nesnenin bütünü yerine nesnenin parçaları üzerinde olduğu için uzamsal bilginin karmaşıklığı azaltılmış olur. Dolayısıyla analitik stratejilerin kullanımı, uyarıcı karmaşıklığı ile pozitif olarak ilişkilidir (Glück & Fitting, 2003). Barratt (1953) ve Myers (1957) görev zorluğunun artmasıyla birlikte analitik strateji kullanımının ve strateji değişkenliğinin arttığını keşfetmiştir. Cochran ve Wheatley de (1989) bütüncül stratejilerin kullanımının kolay maddelerdeki performansla ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Lohman ve Kyllonen de (1983) bu bilgiyi destekler nitelikte bazı bireylerin kolay görevlerde bütüncül strateji kullanırken daha zor görevlerde analitik stratejilere geçtiğini öne sürmüştür. Uyaran karmaşıklığının orta seviyelerinde ise, bazı bireyler analitik stratejiler kullanırken diğerleri bütüncül stratejiler kullanır (Bethell-Fox & Shepard, 1988; Juhel, 1991). Sonuç olarak, alan yazın uzamsal görevlerde madde zorluğu ile analitik stratejilerin kullanımı arasında pozitif bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Alan yazın incelendiğinde bahsi geçen temel stratejilerin dışında farklı stratejilerin de tanımlandığı görülmektedir. Örneğin Allen (1974) ve Allen ve Hogeland (1978) problemi çözmeye yardımcı olması için parmak, kalem veya başka bir nesneyi kullanma gibi göreve özgü somut stratejiler tanımlamıştır. Freedman ve Rovegno (1981) ise zihinsel döndürme problemlerinde kelimelerle düşünme ve blok sayma gibi stratejiler tanımlamıştır.

Schultz (1991) üç genel stratejik yaklaşım ortaya koymuştur. Bunlar, nesneyi hareket ettirme, kendini hareket ettirme ve temel özelliktir. Nesneyi hareket ettirme stratejisi, bireyin nesneyi hayali olarak zihninde hareket ettirmesidir. Kendini hareket ettirme stratejisi, bireyin kendisini nesnenin etrafında hayali olarak hareket ettirmesidir. Son olarak temel özellik stratejisi ise nesnenin temel özelliklerinin tanımlanması ve ardından bu özelliğin varlığının, yokluğunun veya değişikliğinin not edilmesidir. Stratejiler incelendiğinde nesneyi hareket ettirme ve kendini hareket ettirme stratejisinin bütüncül strateji olduğu görülmektedir. Schultz (1991) tarafından ortaya konulan bu stratejiler Koriat ve Norman (1984) ve Just ve Carpenter (1985) tarafından özetlenen stratejiler ile paralellik göstermektedir. Nesneyi hareket ettirme stratejisi bir zihinsel döndürme stratejisi olarak, kendini hareket ettirme stratejisi perspektif değiştirme stratejisi olarak ve temel özellik stratejisi ise analitik bir strateji olarak tanımlanabilir.

Strasser vd. (2010) üç boyutlu bir uzamsal yetenek testinde kullanılan stratejileri tanımlamıştır. Bunlar kılavuz içerisinde yönlendirme, tanıdık bir nesneye dönüştürme, küp sayma, ardışık yapı oluşturma ve birikimli yapı oluşturma stratejisidir. Kılavuz içerisinde yönlendirme stratejisi, pozisyonları ezberlemek için karmaşık veya basit (bir yukarı üç geri gibi) koordinat sistemlerinin tanımını içerir. Tanıdık bir nesneye dönüştürme stratejisi tetris şekilleri, delikli daireler veya harfler (“T”, “L”) gibi tanıdık nesnelere benzerliklerin kullanılmasını içerir. Küp sayma stratejisi, dolu küpleri saymayı içerir. Ardışık yapı oluşturma stratejisi, şekillerin tek tek oluşturulmasını içerir. Son olarak birikimli yapı oluşturma stratejisi ise tüm şekli tek seferde oluşturmayı içerir.

Glück vd. (2002) çözüm stratejileri ile ilgili olarak iki tür strateji tanımlamaktadır. Bunların ilki görevin doğru anlaşılmasına dayalı ve genellikle doğru çözümlere götüren *uygun stratejiler*dir. Diğerleri ise görevleri yanlış anlamaya dayalı *uygun olmayan stratejiler*dir. Bu kapsamda okul öncesi dönem çocuklarının çözüm stratejileri incelendiğinde yedi farklı strateji tespit edilmiştir (Quaiser-Pohl vd., 2010): Bütüncül, analitik, en küçük açı tutarsızlığı, görüş hattı, her zaman birinci uyarıcı, her zaman üçüncü uyarıcı ve tahmin etme ya da stratejisiz olma. Bütüncül ve analitik strateji uygun strateji kategorisinde değerlendirilmiştir. Bütüncül gruptaki çocuklar tüm nesneyi hareket ettirirken analitik gruptaki çocuklar uyarıcıların bazı bölümlerine odaklanırlar. En küçük açı tutarsızlığı ve görüş hattı stratejileri ise yarı uygun strateji olarak belirlenmiştir. En küçük açı tutarsızlığı stratejisini kullanan çocuklar açı tutarsızlığı en küçük olan uyarıcıyı seçmiştir. Görüş hattı stratejisini kullanan çocuklar ise hedef uyarıcıyla aynı yöne

bakan uyararı seçmiştir. Her zaman birinci uyararı, her zaman üçüncü uyararı ve tahmin etme ya da stratejisiz olma stratejileri ise uygun olmayan strateji kategorisinde yer almaktadır. Bazı çocuklar her zaman birinci ya da üçüncü yanıtı seçmiştir. Bazı çocuklar ise tahminde bulunmuş ya da herhangi bir strateji kullanmadıklarını ifade etmiştir.

Alan yazında yer alan bütün stratejiler incelenmiş ve mevcut çalışmada Barratt (1953) tarafından temeli atılan strateji sınıflandırması referans alınmıştır. Literatürde birçok araştırmacı (Cooper, 1976; Lohman & Kyllonen, 1983; Tapley & Bryden, 1977) için temel teşkil eden bu sınıflandırma bütüncül ve analitik olarak ikiye ayrılmaktadır. Mevcut çalışmada öğrencilerin kullandığı stratejiler bu kapsamda sınıflandırılmıştır. Öğrencilerin kullandığı bütüncül ve analitik strateji miktarı belirlenmiştir. Bunun yanı sıra öğrencilerin bütüncül ve analitik stratejiler arasında yaptığı geçişler değerlendirilmiştir.

2.2. Göz İzleme Yöntemi

Gözler, herhangi bir anda baktığımız görüntünün zihinsel işleyişini yansıtır (Anderson vd., 2004). Göz hareketleri, gözlerin bilgi toplamasına ve zihnin bu bilgiye tepki vermesine yardımcı olur. Bu sebeple, insan davranışlarını anlamak için göz hareketleri önemli görülmektedir (Just & Carpenter, 1980; Tatler vd., 2014; Wade & Tatler, 2011). İnsanların göz hareketlerini takip ederek zihinsel süreçlerini ve yönelimlerini anlamaya çalışmak yüz yılı aşkın zamandır kullanılan bir yöntemdir (Wade & Tatler, 2005). Göz hareketi davranışları hakkında bilgi toplamak ve kaydetmek, bireyin bilişsel süreçlerini görselleştirme yoluyla doğrudan gözlemlene fırsatı sağlar (Wang vd., 2014a). Gözün hareketine ilişkin bilgileri kaydetme ve toplama yöntemi göz izleme (eye-tracking) olarak isimlendirilmektedir.

Göz izleme, bireyin herhangi bir anda nereye ne kadar süre ve ne sıklıkla baktığını ve gözün bir yönden diğerine hangi sıra ile hareket ettiğini tespit etmek ve değerlendirmek amacıyla geliştirilen bir yöntemdir (Duchowski, 2017; Hansen & Pece, 2005; Holmqvist vd., 2011; Majaranta & Bulling, 2014; Schall & Bergstrom, 2014; Sungkur vd., 2016; Young & Sheena, 1975). Dolayısıyla, bu yöntem ile insanların ekran veya nesne üzerinde dikkat ettiği alanlar, göz ardı ettiği öğeler ve rahatsız olduğu şeyler hakkında göz hareketi verileri elde edilmektedir (Russell, 2005; Underwood & Radach, 1998). Bu veriler bireyin ilgi alanlarını, görsel dikkatini ve gördüğü sahneye ilişkin algısını yorumlamaya yardımcı olmaktadır (Duchowski, 2017; Horsley, 2014; Wade & Tatler, 2011). Dolayısıyla göz izleme yöntemi, göz sabitlemeleri ile görsel dikkat arasındaki ilişkiden kaynaklanan bilişsel süreci ortaya çıkarmak için kullanılmaktadır (Sennersten, 2008). Bir başka ifadeyle göz izleme, insan algısı, bilişi ve

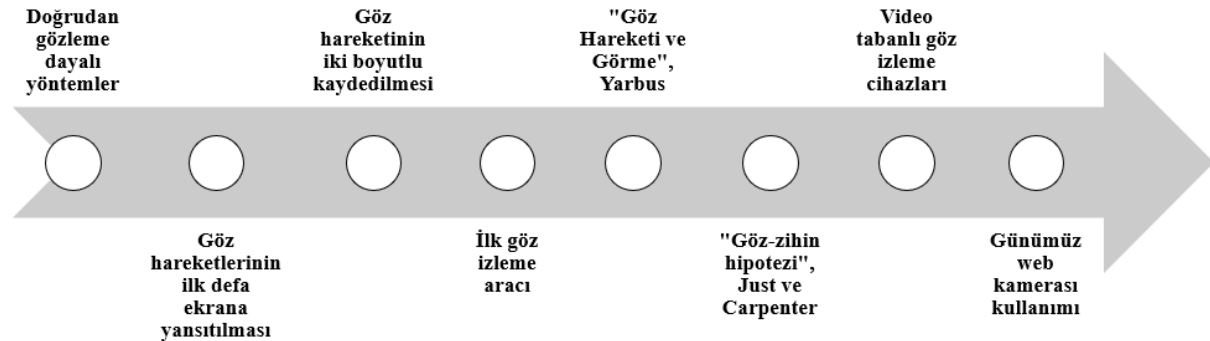
davranışı üzerine deneysel çalışmalar yürütme bağlamında veri toplamak için kullanılan bir yöntemdir (Abrahamson vd., 2017; Shayan vd., 2017). Göz hareketlerini gözlemleyerek ve yorumlayarak beyindeki bilişsel işlemler ve süreç hakkında bilgi elde edilmektedir (Biedert vd., 2009).

Göz izleme yönteminin kullanılması araştırmacılar için birçok avantaja sahiptir. Örneğin; göz izleme yöntemi, görevlerin farklı işlem sürelerine sahip aşamalara ayrıştırılmasına izin vermektedir (Just & Carpenter, 1976). Aynı zamanda günümüz teknolojisinde kullanılan göz izleme sistemleri, bireyin bilgisayar ekranında nereye baktığını otomatik olarak ve gerçek zamanda izlemektedir (Oyekoya & Stentiford, 2004). Bu özellikler araştırmacıya büyük avantaj sağlamakta ve görevin yürütülmesi sırasında katılımcı yorumuna maruz kalmadan bilişsel süreç hakkında fikir sahibi olmamıza fırsat tanımaktadır. Bunun yanı sıra, göz izleme verilerinin diğer veri türlerini desteklemesi yöntemin araştırmacılara sağladığı büyük bir fırsattır (Karn vd., 1999).

Göz izleme yönteminin tarihsel süreç içerisinde nasıl gelişim gösterdiği, göz izleme cihazları, elde edilen veri türleri gibi bilgiler alt başlıklarda açıklanmaktadır.

2.2.1. Göz izleme yönteminin tarihsel gelişimi

Göz hareketlerinin incelenmesi, yaklaşık 150 yıllık geçmişe sahiptir. Göz hareketlerini izleme ve kaydetme ihtiyacı bazı yöntemlerin geliştirilmesine yol açmıştır. İlk yıllarda kullanılan yöntemler doğrudan gözleme dayanmaktadır. Bu yöntemler zararlı ve kullanışsızdır. Ancak araştırmalar devam ettiği sürece kullanılan yöntemler iyileştirilmeye çalışılmış ve dezavantajları ortadan kaldırılmaya çalışılmıştır. Göz izleme yönteminin tarihsel süreç içerisinde nasıl gelişim gösterdiği genel hatlarıyla aşağıdaki şekilde verilmiştir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4. Göz izleme yöntemi tarih şeridi.

Fransız psikolog Javal'ın (1878) yürüttüğü çalışma göz hareketlerinin incelendiği ilk kaynak olarak değerlendirilebilir. Ancak araştırmacı çalışma içerisinde göz hareketlerini izleyebilmek için kornea ile fiziksel temas içeren bir yöntem kullandığı için uygulaması zararlı bir yöntemdir. Daha sonraki çalışmalarında (Javal, 1879) ise aynalar yardımı ile göz hareketlerini gözlemlemiştir. Göz kırpması sayısını ise göz kapağına bir mikrofon yerleştirerek hesaplamıştır. Korneanın çıkıntısının mikrofonla çarpması ile sakkadlar (sıçramalar) sayılmıştır. Sabitlemelerin yerinin tespiti için katılımcıların ardıl olarak konum bildirmeleri istenmiştir. Bu yöntem, göz hareketlerini sübjektif olarak kayıt altına almaktadır. Yöntem gözlemcinin doğruluğu ve hafızası ile sınırlıdır (Dodge, 1906). Dolayısıyla, ilerleyen dönemlerde göz hareketlerinin objektif olarak kaydedilmesi için yeni yöntemlere ihtiyaç duyulmuştur.

1890'lı yıllar itibari ile göz hareketlerinin kaydı kornea üzerinden yapılmaya çalışılmıştır. Örneğin Huey (1898) kayıt cihazını göz küresine takmadan kayıt elde edebilmek için aparat geliştirmiştir. Bu aparatta katılımcının kafasını sabitlemek için çerçeve bulunmaktadır. Aparat, selloidin kaplı cam kol ile korneayı kapatan bir kap ile bağlanan ve bir selloidin uçlu boru şeklindeki cam işaretçi aracılığıyla bir kimografin tütsülenmiş tamburuna yazan bir ışık kayıt düzenlemesinden oluşmaktadır. Ayrıca 1898 yılında göz hareketleri ilk defa ekrana aktarılmıştır. Orchansky göze bir bardak yerleştirerek bardağa bağladığı aynayla ışık demetlerinin yansıma prensibini kullanmıştır. Böylelikle göz hareketlerini ekrana yansıtmayı başarmıştır (Castellanos vd., 2000).

1900'lü yıllar itibari ile göz hareketlerini kaydetmek için kullanılan yöntemlerde müdahale azaltılmaya çalışılmıştır. Dodge ve Cline (1901) korneadan ışık yansımalarını kullanarak göz hareketlerini kayıt altına alan ilk hassas göz izleme tekniğini geliştirmiştir. Göz hareketlerinin yatay eksende takip edilmesini sağlayan bu yöntem, tarihteki ilk kesin göz hareketi tekniğidir. Dodge (1903) göz hareketlerini incelemek için fotografik yöntem kullanmıştır. Bu yöntem ile gözün yatay hareketleri fotoğraflanmıştır. Judd vd. (1905) ise göz hareketini iki boyutta kaydetmek için kinetoskopik fotoğrafçılık yöntemini kullanmıştır. Bu yöntemde göz hareketlerinin ölçümü için kornea üzerine yerleştirilen ve gözle birlikte hareket eden küçük bir parçacık kullanılmıştır.

1920'li yıllarda Chicago ve Stanford'daki laboratuvarlarda göz hareketlerinin kaydedilmesine yönelik gelişmeler yaşanmıştır. Bu sayede katılımcının kafasının pozisyonunu kaydetme imkânı oluşmuştur (Miles & Shen, 1925). Buna ek olarak ilk kez iki boyutlu göz hareketi kayıtları üretilmiştir (Gilliland, 1921).

Gelişen teknoloji tek bir gözden gelen yansıma ışınının bölünmesine, dikey ve yatay bileşenlerinin ölçülmesine ve bir film makarasına kaydedilen bir sabitlenme noktası biçiminde yeniden birleştirilmesine izin vermiştir. Bu yöntem, Buswell (1935) gibi araştırmacıların deneklerin ilk iki boyutlu tarama yollarından bazılarını üretme fırsatı sunmuştur. Bu sayede araştırmacı göz hareketlerini kayıt altına alabilen ilk kullanışlı göz izleme cihazını geliştirmiştir.

Göz hareketi verilerinin ilk gerçek zamanlı işlenmesi 1939 yılında gerçekleştirilmiştir. Jung tarafından göz hareketi ölçümlerini hem yatay hem dikey olarak kaydeden elektro-okülografi (EOG) yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde kayıt işlemi gözün çok yakınına yerleştirilen elektrotlar yardımıyla yapılmaktadır (Drews, 2010).

Yıllar içerisinde kullanılan yöntemler geliştirilmiş ve 1948 yılında göz izleme cihazı başa takılabilir bir forma dönüştürülmüştür. Hartridge ve Thomson (1948) tarafından icat edilen cihaz katılımcılara kafa serbestliği sağlamaktadır. Cihazın keşfi kafa hareketi üzerindeki kısıtlamalardan kurtarılması açısından göz izleme araştırmaları için büyük bir atılımdır. Sonraki yıllarda başa takılabilir göz izleme cihazı üzerinde çalışılmış ve daha az rahatsız edici cihazlar üretilmiştir (Mackworth & Thomas, 1962; Shackel, 1960).

Yarbus 1950 ve 1960'lı yıllarda odaklanma ve ilgi arasındaki ilişki üzerine önemli göz izleme çalışmaları yürütmüştür. Yarbus (1967) okuma ile ilgili gerçekleştirdiği çalışmalarının sonucunu "Eye Movement and Vision (Göz Hareketi ve Görme)" isimli kitapta toplamıştır. Araştırmalarının sonucunda, göz hareketlerinin katılımcıya sunulan resimde verilenlere bağlı olduğu kadar katılımcının ne beklediğine ve ne öğrenmek istediğine bağlı olduğunu tespit etmiştir. Dolayısıyla, göz hareketlerinden yola çıkarak zihinsel düşünme süreci hakkında bilgi elde edilebileceğini öne sürmüştür (Yarbus, 1967).

Hunziker (1970) yürüttüğü çalışmada problem çözme sürecinde göz hareketlerini incelemiştir. Bunun için cam plaka kullanmıştır. Katılımcı problemi cam plaka üzerinde çözmüştür. Cam plaka üzerine çözüm yapan katılımcının göz hareketleri plakanın arkasında yer alan kamera yardımıyla video kayıt altına alınmıştır.

Göz izleme cihazlarının gelişim göstermesi ve yaygınlaşmasıyla birlikte 1970'li yıllarda göz izleme ile ilgili çalışmalar hız kazanmıştır. Bu da *göz-zihin hipotezi* gibi teorilerin gelişimine yol açmıştır (Just & Carpenter, 1976). Bu teoriler temelinde daha sonraki yıllarda göz hareketleri ile akıl yürütme arasındaki ilişki (Just & Carpenter, 1984) ve bilişsel süreci

ortaya çıkaran göz hareketlerinin potansiyeli (Just & Carpenter, 1984; Rayner, 1998) ortaya konmuştur.

1970'lerde göz izleme cihazları daha kullanışlı, daha hassas ve baş hareketlerinden göz hareketlerini ayırt etme gücünün yüksek olduğu hale gelmiştir (Cornsweet & Crane, 1973). 1980'li yıllarda bilgisayarın ve göz izleme cihazlarının gelişim göstermesiyle birlikte göz takibinin gerçek zamanlı yapılmasının yolu açılmıştır. Bolt (1981) insan-bilgisayar etkileşimini sağlamak için video tabanlı göz izleyicileri kullanmıştır.

2000'li yılların başlamasıyla birlikte göz izleme cihazları daha ergonomik ve hızlı işlem yapabilme kapasitesine sahip olmuştur. Gelişen teknoloji ile günümüzde göz bebeği merkezli ve korneal yansıma metodu ile çalışan uzaktan göz izleme cihazları kullanılmaktadır. Modern göz izleyicilerin çoğu, hareket halindeyken gözün konumunu tespit etmek ve izlemek için kornea yansıması adı verilen bir yönteme güvenmektedir. Bu süreçte gözü aydınlatmak için bir ışık kaynağı kullanılır ve bu kaynak genellikle insanlar tarafından görülemeyen bir kızılötesi ışık saçar. Bu ışık ise, yüksek çözünürlüklü bir kamera tarafından algılanan bir yansımaya neden olur. Öğrencinin merkezi kullanılan yazılım tarafından belirlenir. Ardından, katılımcıya ekrandaki bir dizi noktaya bakması talimatının verildiği bir kalibrasyon gerçekleştirilir. Eğer kalibrasyon iyiye, katılımcının baktığı yer, öğrencinin göreceli pozisyonlarından ve kornea yansımasından yüksek derecede doğrulukla tahmin edilebilir demektir. Daha sonraki aşamada, göz ve uyarılarla ilgili katılımcının baktığı yeri belirlemek için gelişmiş görüntü işleme algoritmaları kullanılır (Carter & Luke, 2020; Schall & Bergstrom, 2014).

Kornea yansıması yöntemine dayalı olarak geliştirilen modern göz izleyicilerin çoğu video tabanlıdır. Bunlar hem kafaya hem de masaya monte edilerek kullanılabilir (Carter & Luke, 2020). Video tabanlı göz izleyiciler, deneklere hareket özgürlüğü sağlamakta ve araştırmacılara uyarı üzerindeki göz hareketlerinin tahsisini çok hassas bir şekilde analiz etme imkânı sağlamaktadır (Van Gog & Jarodzka, 2013). Video tabanlı göz izleyicilerin sağladığı bu avantajlardan dolayı mevcut çalışmada video tabanlı göz izleyici tercih edilmiştir.

2.2.2. Göz izleme verileri

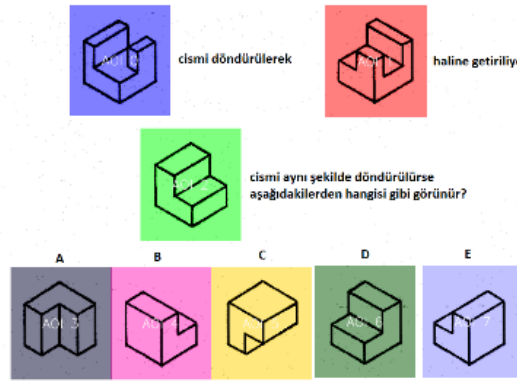
Göz hareketlerinin analizinde temel olarak iki farklı yol izlenmektedir (Andrienko vd., 2012). İlk yol daha önceden belirlenen ilgi alanlarından elde edilen verilerin analizi iken ikinci yol bakış hareketlerinin analizidir. Bu bölümde öncelikle uyarı ve ilgi alanı kavramları

tanımlanmış ve gözün hareketleri açıklanmıştır. Daha sonra göz hareketlerinden elde edilebilecek nicel ve nitel veri türlerinden sık kullanılanlar tanımlanmıştır.

İlgi alanı (Area of interest)

Göz izleme araştırmalarında katılımcılara ekranda yazı, resim, Şekil, video vb. birçok farklı materyal gösterilebilir. Bu materyallere uyarın denilir. Uyarınların nasıl ve hangi sıra ile sunulacağına dikkat edilmelidir. Çünkü uyarınların sunum Şekli çalışmadan elde edilecek sonuçları önemli ölçüde etkilemektedir (Bojko, 2013). Örneğın, okumanın soldan sağı doğru gerçekteği diller için ekranda verilen uyarını soldan sağı doğru tarama eğilimi bulunmaktadır. Bu sebeple, ekranda gösterilen görsel uyarınlar karşılıklı olarak dengeli bir Şekilde sunulmalıdır (Conklin & Pellicer- Sánchez, 2016).

Göz izleme araştırmalarında bazen uyarının bütünü için göz hareketlerini incelemek ve yorumlamak zordur. Göz hareketi verilerini yorumlamayı kolaylaştırmak için araştırmacılar uyarına bağılı olarak görsel ortamı bir veya daha fazla alan olarak tanımlayabilir. Göz izleme için önemli bir yere sahip olan bu alanlar ilgi alanı (area of interest) olarak isimlendirilmektedir. İlgi alanları, araştırmacının uyarın üzerinde veri toplamayı amaçladığı bölgeleri tanımlamaktadır. Bu alanlar uyarın üzerindeki sabitlenmeleri tespit etmek ve tarama yolu ile geçişleri belirlemek için kullanılabilir (Goldberg & Helfman, 2010; Holmqvist vd., 2011). Şekil 2.5'te ilgi alanı örneğı verilmiştir. Bu görsel, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir.



Şekil 2.5. İlgi alanı.

Analiz programlarının bazılarında ilgi alanları otomatik oluşturulabilirken araştırmacıların kendi ilgi alanlarını çizmeleri de mümkündür. Araştırmacıların ilgi alanını kendisinin çizmesi genellikle daha karmaşık uyarınlar için kullanılır (Orquin vd., 2016). İlgi

alanları belirlenirken oluşturulacak ilgi alanları ile karşıt durumların aynı olmasına (örneğin bütün ilgi alanlarının etrafındaki beyaz alanların eşit miktarda olmasına) dikkat edilmesi gerekir (Conklin & Pellicer-Sanchez, 2016).

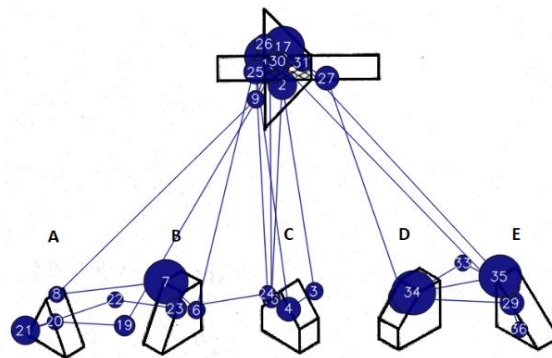
Göz izleme araştırmaları sonucunda anlamlı sonuçlar elde edebilmek için bu ilgi alanının neyi temsil ettiğini belirlemek kritik öneme sahiptir (Hessels vd., 2016; Holmqvist vd., 2011; Jacob & Karn 2003). Eğer bağlam göz önünde bulundurulmadan daha geniş ilgi alanları oluşturulursa görsel hedef hakkında daha büyük sayıda sabitlenme gerçekleşebilir. Böylece bireyin ilk sabitlenmesi daha hızlı olacaktır (Goldberg & Helfman, 2011).

Göz hareketleri

Göz izleme yönteminde veri elde edilmesini sağlayan temel kaynak göz hareketleridir. Alan yazında iki önemli göz hareketi tanımlanmıştır: sabitlenme/odaklanma (fixation) ve sıçrama (saccade) (Salvucci & Goldberg, 2000; Winke vd., 2013).

a) Sabitlenme/Odaklanma

Sabitlenme, genel olarak gözün bir alanda sabit, hareketsiz olduğu durumları ifade etmektedir (Salvucci & Goldberg, 2000; Schall & Bergstorm, 2014; Sharif & Maletic, 2010). Duchowski'ye (2017) göre sabitlenmeler, sabit bir ilgi nesnesi üzerinde retinayı stabilize eden göz hareketleridir. Göz hareketinin sabitlenme olarak tanımlanabilmesi için bakışın bir noktada minimum 100-600 ms (Jacob & Karn, 2003) süre ile sabit kalması gerektiği ifade edilmektedir. Şekil 2.6'da sabitlenme örneği verilmiştir. Bu görsel, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir. Görselde yer alan daireler sabitlenmeleri gösterirken dairelerin içerisinde yer alan sayılar ise sabitlenme sırasını ifade etmektedir.



Şekil 2.6. Sabitlenme hareketi.

Sabitlenmenin gözlerin hareketsiz kaldığı süre olduğu konusundaki genel kabule rağmen, böyle bir tanım tam olarak doğru değildir. Çünkü gözlerin sürekli titremesinden (nistagmus) dolayı gözler aslında hiçbir zaman gerçek anlamda hareketsiz kalmaz. Bu doğrultuda bir sahneye bakarken, bir metin okurken veya bir nesne ararken gözün bir noktada nispeten hareketsiz kaldığı durumlar sabitlenme olarak tanımlanmaktadır (Rayner, 1998). Bu hareketler aslında titreme, sapma ve mikro sıçramalar gibi minyatür göz hareketleri olarak nitelendirilmektedir (Duchowski, 2017).

Sabitlenme verisi bireyin nereye, ne kadar süreyle baktığı yani dikkatini nereye yönlendirdiği hakkında bilgi elde edilmesini sağlamaktadır (Rayner, 1998). Bu veriden elde edilen sabitlenme süresi ve sabitlenme sayısı değerleri görüntülenen uyarıcıya gösterilen dikkati ölçmek için kullanılabilir (Glaholt & Reingold, 2011; Kerr-Gaffney vd., 2019; Wang vd., 2014b). Sabitlenme süresi ve sabitlenme sayısı, bilişsel süreci değerlendirmek için en sık kullanılan göz izleme verileridir (Just & Carpenter, 1976).

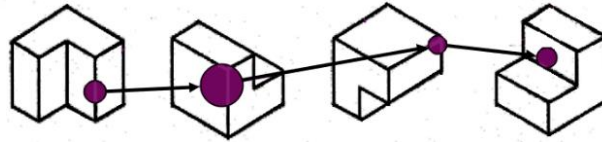
Sabitlenme, beynin gözlerden gelen girdileri işlemeye hazır olduğunu gösteren önemli bir harektir (Matos, 2010). Yeni ve anlamlı bilgiler yalnızca sabitlenmeler sırasında kodlanır. Sıçramalar esnasında görme bastırıldığı için yeni bilgi kaydedilmez (Rayner vd., 2006; Staub & Rayner, 2007). Belirli bir uyarana bakarken gözün sabitlendiği nokta, o sırada hangi verinin işlendiğini belirtir (Just & Carpenter, 1980).

Göz hareketleri incelenirken elde edilen sabitlenme verileri bağlam çerçevesinde farklı şekillerde yorumlanabilir. Sabitlenme süresi bireyin ilgilendiği görevi anlamının kolaylığı veya zorluğu ile ilgilidir (Rayner, 1998). Örneğin okuyucular, tanımlanması daha zor ve önemli olan sözcüklerle veya sözdizimsel olarak karmaşık cümlelerle karşılaştığında, sabitlenme süresi uzar ve sıklığı artar (Dussias, 2010; Rayner vd., 2006). Just ve Carpenter (1980) da işleme yükünün fazla olduğu yani karmaşık olan noktalarda bireyin daha uzun sabitlenmeler yaptığını ifade eder. Uzun süreli sabitlenmeler uyarı okumanın zorlaştığını, artan bilişsel dikkati, zihinsel hesaplama yapıldığını veya uyarının belirli bir bölümünün ilginç bulunduğunu gösterebilir (Andrá vd., 2015; Hartmann vd., 2015; Jacob & Karn, 2003; Ooms, 2012; Ooms vd., 2015). Bu da bilişsel yükte bir artışa neden olabilir (Duchowski, 2017). Ayrıca insanlar görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına sabitlenmelerini yoğunlaştırır (Henderson & Ferreira, 2004).

Göz izleme çalışmalarında sabitlenme ile ilgili birçok veri elde edilebilir. Bunlardan bazıları sabitlenme sayısı, ilgi alanı sabitlenme sayısı, tekrarlı sabitlenme sayısı, ilk sabitlenme zamanı ve sabitlenme süresidir.

b) Sıçrama

Gözlerimiz sayfa boyunca sürekli hareket etmez (Reichle vd., 1998). Bunun aksine, küçük adımlarla hareket eder. Bu küçük adımlara sıçrama denilir (Dehaene, 2009). Sıçrama genel olarak, sabitlenmeler arasındaki ani geçişleri (10-80 milisaniye (ms)) ifade etmektedir (Salvucci & Goldberg, 2000). İnsan vücudunun gerçekleştirebileceği en hızlı hareketlerden biridir. Sıçramalar bireyin baktığı bütün bir sahneyi birleştirmesine yardım etmek için gözün bir sabitlenmeden diğerine yaptığı hızlı hareketler olarak tanımlanabilir (Schall & Bergstrom, 2014). Sıçrama hareketi esnasında çevreden yeni bir bilgi algılanamaz (Rayner, 1998). Tekrarlı yapılan sıçramalar ve geri dönüşler uyarının tanımlanmasında yaşanan güçlük, sahnenin zorluk ve karmaşıklığı hakkında fikir verebilir (Matos, 2010; Rayner, 1998). Şekil 2.7'de sıçrama hareketi örneği verilmiştir. Bu görsel, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir. Görselde yer alan daireleri (sabitlenmeleri) birbirine bağlayan çizgiler sıçramaları göstermektedir.



Şekil 2.7. Sıçrama hareketi.

Sıçramalar her zaman bir sabitlenmeden yeni sabitlenmeye doğru gerçekleşmez. Tam tersi de olabilir. Bireyin önceden sabitlenilen bilgiye tekrar sabitlenmesi hareketine gerileme veya geriye sıçrama hareketi denilir (Duffy, 1992; Reichle vd., 1998). Ancak deneysel olarak geriye sıçrama hareketini kontrol etmek zor olduğu için bu hareket iyi anlaşılmamaktadır (Rayner, 2009). Bu hareketleri anlayıp deneysel bir sonuç çıkarmanın zor olması sebebiyle geriye sıçrama hareketini incelemek ileri doğru yapılan sıçramaları incelemekten daha zordur (Rayner, 1998). Bir uyarandaki daha uzun geriye sıçrama hareketleri bireyin uyarı anlamadaki başarısızlığını yansıtmaktadır (Conklin & Pellicer- Sánchez, 2016).

Göz hareketlerinden elde edilen veriler

Göz izleme verileri bireylerin ilgi alanlarını, görsel dikkatlerini ve gördükleri sahneye ilişkin algılarını yorumlamaya yardımcı olmaktadır (Duchowski, 2017; Horsley, 2014; Wade & Tatler, 2011). Göz izleme cihazları aracılığıyla gözün sabitleme ve sıçrama hareketlerinden çeşitli ölçümler elde edilebilir. Lai vd. (2013) göz izleme ölçümlerini iki boyutlu bir çerçeve ile özetlemiştir (Tablo 2.1).

Tablo 2.1. Göz izleme ölçümleri için iki boyutlu bir çerçeve (Lai vd., 2013, s. 93).

	Sabitlenme	Sıçrama	Karışım (Sabitlenme+Sıçrama)
Zamansal Ölçüm	Toplam sabitleme süresi, Bakış süresi, Ortalama sabitleme süresi, İlk sabitleme süresi, İlk sabitlemeye kadar geçen süre, Tekrar ziyaret edilen sabitleme süresinin toplam sabitleme süresine oranı	Sıçrama süresi	Toplam okuma süresi, İlk geçiş süresi, Yeniden okuma süresi
Uzamsal Ölçüm	Sabitlenme pozisyonu, Sabitlenme sırası	Sıçrama uzunluğu	Tarama yolu deseni
Sayım Ölçümü	Sabitlenme sayısı, Ortalama sabitleme sayısı, Tekrar ziyaret edilen sabitleme sayısı, Sabitlenme olasılığı sayısı	Sıçrama sayısı, Dönüş sıçraması sayısı	

Zamansal ölçüm, göz hareketinin zaman boyutunda ölçülmesidir (Lai vd., 2013). Uyarının bütünü veya belirli bir ilgi alanı üzerinde bireyin harcadığı süre ölçülür. Zamansal ölçümler, bilişsel işleme ile ilgili "ne zaman" ve "ne kadar" sorularına cevap verebilir (Liversedge vd., 1998). Gözün sabitleme hareketinden elde edilebilecek zamansal ölçümler; toplam sabitleme süresi, bakış süresi, ortalama sabitleme süresi, ilk sabitleme süresi, ilk sabitlemeye kadar geçen süre, tekrar ziyaret edilen sabitleme süresinin toplam sabitleme süresine oranı vb. olarak ifade edilebilir. Sıçrama hareketinin zamansal ölçümü ile sıçrama süresine ilişkin veri elde edilebilir. Sabitleme ve sıçrama hareketinin birlikte yer aldığı karışım hareketinin zamansal ölçümü sonucunda toplam okuma süresi, ilk geçiş süresi, yeniden okuma süresi gibi veriler elde edilebilir.

Uzamsal ölçüm, göz hareketinin uzam boyutunda ölçülmesidir. Göz hareketlerinin konum, mesafe, yön, diziliş, sabitleme ve sıçramalar arasındaki düzen ve ilişkisine ilişkin bilgi verir (Lai vd., 2013). Zamansal ölçümler, bilişsel işleme ile ilgili "nerede" ve "nasıl" sorularına cevap verebilir (Liversedge & Findlay, 2000). Sayım ölçümü ise göz hareketlerinin sayısı ve sıklığının ölçülmesidir. Bu ölçümler genel olarak görsel materyallerin önemini ortaya çıkarmak için kullanılır (Lai vd., 2013).

Göz hareketlerinin incelenmesi sonucunda elde edilen bazı veriler ölçüm türlerine göre sınıflandırılarak açıklanmıştır.

a. Zamansal Ölçümler

Göz izleme cihazı aracılığıyla gözün sabitlenme ve sıçrama hareketlerine yönelik zamansal ölçümler gerçekleştirilebilir.

i. İlk sabitlenme zamanı (Time to first fixation): Bir uyarın üzerinde bireyin ilk dikkatini çeken unsuru tespit etmek önemlidir. Deneydeki uyarının başlangıcından ilk sabitlenmeye kadar harcanan zaman *ilk sabitlenme zamanıdır* (Lai vd., 2013). Bir uyarın veya ilgi alanı üzerinde ilk sabitlenme zamanının daha kısa olması uyarının veya ilgi alanının daha dikkat çekici özelliklere sahip olduğu anlamına gelmektedir (Byrne vd., 1999).

ii. Sabitlenme süresi (Fixation duration): Göz izleme cihazı yardımı ile bireyin bir noktada ne kadar süre sabitlendiği ölçülebilir. Bireyin belirli bir noktada odaklandığı süre *sabitlenme süresi* olarak isimlendirilir. Özel olarak ilk sabitlenen noktada harcanan zaman *ilk sabitlenme süresi* olarak ifade edilir. Sabitlenmelerde harcanan toplam zaman ise *toplam sabitlenme süresidir*. Uyarının bütününde veya belirli bir ilgi alanında gerçekleşen sabitlenme sürelerinin ortalaması *ortalama sabitlenme süresidir* (Borys & Plechawska-Wójcik, 2017; Lai vd., 2013). Sabitlenme süresinin uzun olması o uyarının veya ilgi alanının okuyucu tarafından işlenmesinde bilgi bulma veya anlamada zorluk yaşandığını veya nesnenin daha ilgi çekici olduğunu gösterir (Cowen vd., 2002; Goldberg vd., 2002; Just & Carpenter, 1976; Kotval & Goldberg, 1998).

iii. İlk geçiş zamanı (First pass time): Belirli bir ilgi alanına ilk giriş ve çıkış arasında geçen toplam süredir (Borys & Plechawska-Wójcik, 2017; Lai vd., 2013).

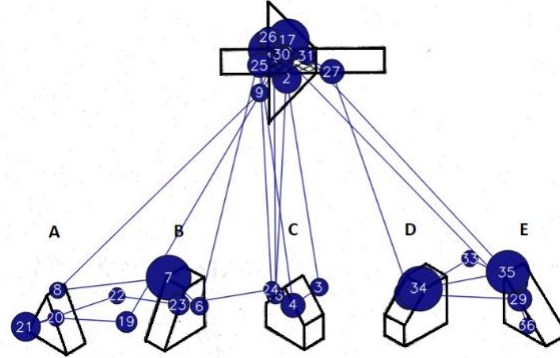
iv. Bakış süresi (Gaze duration): Uyarının bütününde veya belirli bir ilgi alanı içinde sabitlenmenin başladığı andan itibaren son sabitlenmeye kadar geçen toplam sabitlenme süresidir (Borys & Plechawska-Wójcik, 2017; Lai vd., 2013).

v. Sıçrama süresi (Saccade duration): Uyarının bütününde veya belirli bir ilgi alanında gerçekleştirilen sıçramaların toplam süresidir (Lai vd., 2013).

b. Uzamsal Ölçümler

i. Tarama yolu (Scan path): Tarama yolu teorisi ilk defa Noton ve Stark (1971) tarafından ortaya atılmış ve tekrarlayan sabitlenme ve sıçramalar dizisi olarak tanımlanmıştır. Tarama yolu verisi çizgiler ile birbirine bağlanan bir dizi bağlı düğüm içeren tek bir görsel olarak temsil edilir (Goldberg & Helfman, 2010). Tarama yoluna ait örnek görsel Şekil 2.8'de verilmiştir. Bu

görsel, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir. Görseldeki daireler sabitlenmeleri göstermektedir. Dairelerin çapı genellikle sabitlenme süresi ile orantılıdır. Daireleri birbirine bağlayan çizgiler ise sıçramaları göstermektedir.



Şekil 2.8. Tarama yolu.

Birey uyarana ilk baktığında uyarana tarar ve bir tarama yolu oluşturur. Birey aynı uyarana tekrar maruz bırakıldığında, ilk birkaç göz hareketi uyarının ilk görüntülenmesi esnasında oluşturulan tarama yolunu takip etme eğiliminde olur. Bu durum, uyarana tanımayı da kolaylaştırmaktadır (Josephson & Holmes, 2002; Noton & Stark, 1971; Salvucci & Goldberg, 2000).

- ii. Sabitlenme sırası: Sabitlenmelerin hangi sıra ile gerçekleştiğini ifade etmektedir.
- iii. Sıçrama uzunluğu: Ardışık iki sabitlenme arasındaki mesafe sıçrama uzunluğu olarak tanımlanır (Lai vd., 2013).

c. Sayım Ölçümleri

- i. Sabitlenme sayısı: Göz izleme cihazı, bireyin uyarıcı üzerinde yaptığı sabitlenmeleri araştırmacıya sayısal olarak sunar. Sabitlenme hareketi ile ilgili elde edilen ve en sık kullanılan verilerden biri *sabitlenme sayısı*dır. Bu veri belirli bir ilgi alanı veya uyarının tümünde yapılan tüm sabitlenmelerin sayısını ifade eder (Borys & Plechawska-Wójcik, 2017; Lai vd., 2013). Uyarının tümünden veya belirli bir ilgi alanında elde edilen sabitlenmelerin ortalaması ilgili bölgede gerçekleşen *ortalama sabitlenme sayısını* vermektedir (Lai vd., 2013). Belirli alanlara yapılan sabitlenme sayıları bireyin o alanlara verdiği önemi gösterir (Poole vd., 2005). Sabitlenme sayısı, bireyin işlemesi gereken bileşenlerin sayısı ile ilgilidir, ancak gerekli işlemenin derinliğiyle ilgili değildir. Eğer göz izleme sonucunda bir bireyden elde edilen sabitlenme sayısı çok fazla ve uyarının geneline yayılmışsa bu durum okuyucunun uyarana

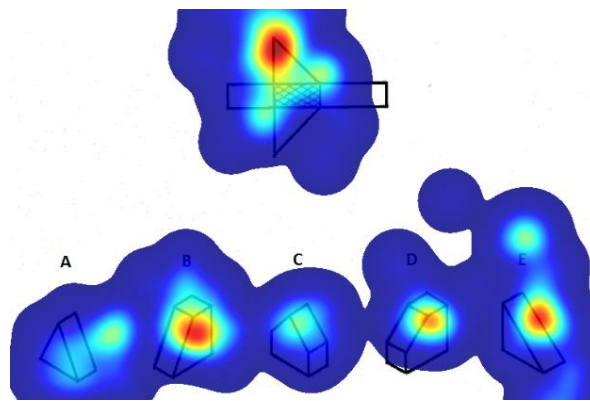
yorumlamakta zorlandığı, kafasının karıştığı ve daha az verimli arama gerçekleştirildiği şeklinde yorumlanabilir (Goldberg & Kotval, 1999).

ii. Sıçrama sayısı: Her bir ilgi alanı için oluşan sıçrama sayıları ise *sıçrama sayısı* verisini oluşturmaktadır (Lai vd., 2013). Sıçrama sayısının fazla olması bireyin o bölgede daha fazla arama gerçekleştirdiğini gösterir (Goldberg & Kotval, 1999).

Isı haritaları (heat maps)

Göz izleme araştırmaları sonucunda zamansal ve sayım ölçümleri sonucunda *ısı haritaları* adı verilen görsel çıktılar elde edilebilir. Isı haritaları, aynı anda birçok katılımcı için görsel dikkatin odağını etkili bir şekilde ortaya çıkarabilecek görselleştirmedir (Peruzzini vd., 2020). Tarama yollarının aksine, ısı haritaları, zamansal bilgilerden ödün verirken birden fazla izleyiciden gelen sabitlemeleri birleştirerek toplu bakışın bir tasvirini sağlar (Duchowski vd., 2012).

Isı haritaları genel olarak, bireylerin ekran üzerinde bireysel veya ortak olarak yoğunlaştıkları bölgelere ait odaklanma süresi, odaklanma sayısı ve bakış sürelerini gösteren haritadır. Bu haritada kırmızı, turuncu, sarı, mavi ve yeşil renkler kullanılmaktadır. Odaklanmanın en yoğun olduğu bölgeler kırmızı ile gösterilirken en az odaklanılan bölgeler mavi ile gösterilmektedir. Isı haritaları sayesinde bireyin veya grubun göz hareketlerinin yoğunlaştığı/yoğunlaşmadığı bölgeler kolaylıkla görülebilir. Isı haritasına ait örnek görsel Şekil 2.9'da verilmiştir. Bu görsel, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir.



Şekil 2.9. Isı haritası.

2.2.3. Göz izleme veri kalitesini etkileyen faktörler

Göz izleme veri kalitesi genel olarak *doğruluk* ve *hassasiyet* açısından ele alınmaktadır. Doğruluk, bilinen bir hedef pozisyon ile göz izleyici tarafından bildirilen bakış pozisyonu

arasındaki sistematik kayma olarak tanımlanmaktadır (Hessels vd., 2015). Hassasiyet ise bir ölçümü güvenilir şekilde yeniden üretme yeteneği olarak tanımlanmaktadır (Nyström vd., 2013). Dolayısıyla yüksek kalitede göz izleme verisi elde etmek, yapılan çalışmanın doğruluğu ve tekrar edilebilirliği açısından önemli görülmektedir. Göz izleme verilerinin kalitesini genel olarak üç faktörün etkilediği söylenebilir. Bunlar; katılımcı özellikleri, ekipman özellikleri ve çevresel özelliklerdir.

Göz izleme verilerinin kalitesini etkileyebilecek katılımcı özellikleri gözlükler ve kontakt lensler (Blignaut & Wium, 2014; Carter & Luke, 2020; Nyström vd., 2013), astigmat (Hornof & Halverson, 2002), düşük göz kapakları veya kısık gözler (Blignaut & Wium, 2014), göz rengi (Hessels vd., 2015; Holmqvist vd., 2012), rimel kullanımı ve koyu kirpikler (Carter & Luke, 2020), etnik köken, bakış açısı, başın duruşu (Holmqvist vd., 2012) ve yaş (Wass vd., 2014) olarak listelenebilir.

Düşük kamera çözünürlüğü, göz bebeği ve parıltı merkezlerinin yanlış veya dengesiz tanımlanması, sabitleme tanımlama algoritması ve ilgili parametre ayarları, kalibrasyon prosedürü ve diğer donanım ve yazılımlar ile ilgili ekipman özellikleri de veri kalitesini etkileyebilmektedir (Blignaut & Wium, 2014). Bu özellikler ile ilgili yaşanacak herhangi bir sorun kaliteli veri elde etmeyi olumsuz yönde etkileyebilir.

Optimum göz izleme verileri elde edebilmek için en uygun çalışma ortamının nasıl olması gerektiği konusunda net bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak ışık koşulları ve uyarının göz izleme çalışmasını etkileyebileceği söylenebilir. Bir ölçümün doğruluğunu sağlayabilmek için deneğe verilen uyarılar (test materyali vs.) yeterli büyüklükte olmalı ve yeterince büyük bir kenar boşluğu ile çevrelenmelidir (Hessels vd., 2015). Aksi takdirde elde edilecek göz izleme verilerinin kalitesi olumsuz etkilenebilir.

2.2.4. Matematik eğitiminde göz izleme uygulamaları

Günümüzde geçmişte olduğundan daha ucuz, daha hızlı, daha doğru, daha hareketli ve kullanımı daha kolay göz izleme cihazlarının bulunması nedeniyle son zamanlarda göz izleme araştırmalarında artış gözlenmektedir (Duchowski, 2017). Bu yöntem savunma sanayi, sürücü/pilot davranışları, uçuş simülasyonu, silah kullanımı gibi askeri uygulamalar (örneğin Ferrari vd., 2018; Van De Merwe vd., 2012), pazarlama/reklamcılık (örneğin Wedel & Pieters, 2008), web tasarımı, kullanılabilirlik (Djamasbi vd., 2007), sanal gerçeklik uygulamaları (örneğin Clay vd., 2019), psikoloji (örneğin Rahal & Fiedler, 2019), spor araştırmaları gibi

birçok farklı uygulama alanı bulmaktadır. Bunların yanı sıra bu yöntem eğitim bilimleri araştırmalarında da sıklıkla kullanılmaktadır (Chen vd., 2010; Lai vd., 2013).

Strohmaier vd. (2020) matematik eğitiminde yürütölmüş göz izleme çalışmalarını incelemiştir. Matematik eğitiminde göz izlemeyi kullanan ilk çalışmalar, matematiksel metinlerin veya sözlü problemlerin okunmasına odaklanmıştır (Terry, 1921). Strohmaier ve diğerlerinin (2020) incelemesi sonucunda, göz izleme yöntemi kullanılarak yürütölen matematik eğitimi konularında 2006 yılı ile kayda değer yayın üretildiği ortaya konulmuştur. 2014 yılı itibari ile ise matematik eğitimi çalışmalarında bu yöntem popölerliğini artırmıştır. Alan yazında göz izleme yöntemi kullanılarak yürütölen matematik eğitimi araştırmaları sırasıyla “Sayılar ve Aritmetik”, “Geometri, Şekil ve Form”, “Okuma ve Sözlü Problem Çözme”, “Akıl Yürütme ve İspat”, “Matematiksel Temsillerin Kullanımı”, “Öğrenme Güçlükleri”, “Bilgisayar Destekli Öğrenme”, Matematiksel Problem Çözme”, “İstatistik”, “Duygusal Değişkenler” alanlarında yapılmıştır. Yürütölen çalışmaların büyük çoğunluğu sayılar ve aritmetiği içermektedir. Araştırmacılar sayılar ve aritmetik alanında yürütölen çalışmaları yedi farklı kategoride gruplandırmıştır. Bunlar (i) sayma dâhil olmak üzere tek basamaklı sayıların, sayı sözcüklerinin ve sembolik olmayan sayıların algılanmasını, zihinsel temsilini ve temel işlemlerini araştıran çalışmalar, (ii) katılımcıların çok basamaklı sayıları nasıl temsil ettiğini ve işlediğini inceleyen çalışmalar, (iii) sayıların ve büyüklüğün zihinsel temsili ve matematiksel işlemler bağlamında uzamsal-sayısal ilişkileri araştıran çalışmalar, (iv) bir sayı doğrusu tahmin görevinde performansı ve stratejik süreçleri analiz eden çalışmalar, (v) temel aritmetik işlemler sırasındaki bilişsel süreçleri inceleyen çalışmalar, (vi) bebeklerde göz takibi kullanarak sayı algısı ve sayı büyüklüğünün geliştirilmesine odaklanan çalışmalar ve (vii) rasyonel sayıların ve orantılılığın işlenmesini içeren çalışmalardır.

Geometrik düşünme ve görsel algı arasında bulunan ilişki sebebiyle geometrik nesnelerin algılanması ve işlenmesinde göz izleme yönteminin kullanılması uygun bir yöntem haline gelmiştir. Geometri, Şekil ve Form kategorisi altında yer alan bu çalışmalar geometrik ispatları, zihinsel döndürme görevlerini analiz etmeyi, geometrik nesnelerin inşasını, nesnelerin kartezyen düzlemde algılanmasını, dinamik problemlerde geometrik hesaplamaları ve vektör alanlarının ve geometrik Şekillerin işlenmesini içerir (Strohmaier vd., 2020).

Strohmaier ve diğerlerine göre (2020) matematik eğitiminde göz izleme çalışmaları genel olarak yüksek öğretimden katılımcılar ile gerçekleştirilmektedir. Bu katılımcıları ilkokul veya ortaokuldan katılımcılar takip etmektedir. Yapılan bu inceleme matematik eğitiminde göz

izleme yönteminin ÜY öğrencilerde çalışılmadığına işaret etmektedir. Mevcut çalışma ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yeteneklerini incelediğinden ve karşılaştırdığından alan yazındaki bu boşluğa katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Dolayısıyla bu çalışma yeni bir katılımcı grubu üzerinde deney gerçekleştirdiğinden dolayı önem arz etmektedir.

2.3. Göz-Zihin Kuramı (Eye-Mind Hypotesis)

Göz hareketleri, insanın düşünce süreçlerini yansıtmakta (Yarbus, 1967) ve beyin tarafından en sık gerçekleştirilen karar sürecini temsil etmektedir (Einhäuser & König, 2010). Göz hareketlerinin zihinsel işlemlere karşılık geldiği varsayılır (Obersteiner & Tumpek, 2016). Bu hareketler altta yatan bilişsel süreç hakkında birçok şey ortaya koyabilir (Just & Carpenter, 1976, 1984; Rayner, 1995, 1998). Göz hareketleri ile bilişsel süreç arasında güçlü bir ilişki olduğunu varsayan kuram *göz-zihin kuramıdır* (Just & Carpenter, 1980, 1984). Bu kuram ilk defa Just ve Carpenter (1976) tarafından ortaya atılmıştır.

Göz-zihin kuramına göre, gözler zihne açılan pencerelerdir (Salvucci, 2000; Wang vd., 2001). Karmaşık bir görevde gözlerin ne zaman ve nereye hareket ettiği görev sırasındaki bilişsel sürecin en önemli etkenidir (Just & Carpenter, 1980; Rayner vd., 2012). Göz-zihin kuramı sayesinde bir insanın nereye baktığı, bakarken nereye odaklandığı veya hangi sıklıkla baktığı verileri değerlendirilerek kişinin düşünsel ve bilişsel süreci hakkında çıkarımlarda bulunmak mümkün hale gelmektedir. Özetle, göz-zihin kuramı göz hareketlerinin nedenini tanımlamaktadır (Russel, 2005).

İnsan zihninde bilişsel süreç üç aşamada gerçekleşir. Süreç, ilgili bilgilerin (kelime, sembol veya görüntü) kısa süreli (çalışan) belleğe iletilmek üzere *seçilmesi* ile başlar. Bu aşamada birey ilgili bilgilere dikkat eder. Kısa süreli bellekte bilişsel bir yapı oluşturabilmek için seçilen bilgilerin *organize edilmesi* gereklidir. Bu işlem bilgiler arasında ilişkiler kurularak gerçekleşir. Bilgilerin organize edilmesi sonucu oluşan bilişsel yapıların birbirleri ve uzun süreli bellekten gelen ön bilgilerle *entegre edilmesi* ise bilişsel sürecin son aşamasıdır (Mayer, 2014, 2021).



Şekil 2.10. Bilişsel süreç aşamaları.

Bahsedilen bilişsel süreçler, göz izleme ölçümleri ile doğrudan ilişkilidir. İlk sabitleme zamanı, ilk beş sabitleme, sabitleme süresinin oranı, sabitleme sayısının oranı ve ilk geçiş

süresi gibi ölçümler bilişsel sürecin “*seçmek*” basamağı ile ilgilidir. Toplam sabitlenme sayısı, toplam sabitlenme süresi, bekleme süresi, ortalama sabitlenme süresi, sabitlenme pozisyonu, göz bebeği boyutu ve göz kırpma hızı gibi ölçümler bilişsel sürecin “*organize etmek*” basamağı ile ilgilidir. Geçiş sayısı, sakkad (sıçrama) sayısı ve tarama yolları gibi ölçümler ise bilişsel sürecin “organize etmek” basamağı ile ilgilidir (Coşkun & Çağıltay, 2022).

Göz izleme yöntemi, göz-zihin kuramını temel almaktadır. Dolayısıyla mevcut çalışma bu kuram üzerine temellendirilmiştir. Mevcut çalışmada katılımcıların nereye ne kadar süre baktıkları incelenerek görev esnasındaki bilişsel süreçlerine ışık tutulmak istenmiştir.

2.4. Bilişsel Yük Teorisi

Bilişsel yük teorisi (BYT), kısa süreli belleğin kapasitesinin sınırlı olması varsayımını temel almaktadır (Paas vd., 2003). Bilişsel yük, belirli bir görevi yerine getirmenin öğrenenin bilişsel sistemine getirdiği yükü temsil eden çok boyutlu bir yapı olarak tanımlanabilir (Paas vd., 2003; Paas & Van Merriënboer, 1994). Bilişsel yük, belirli bir görevi tamamlamak için gereken zihinsel çaba veya kaynak miktarını ifade etmektedir (Chandler & Sweller, 1991; Sweller, 1988). Janssen vd. (2010) BYT'nin öğrenenin bilişsel yapısına dayanan teorik bir çerçeve olduğunu ve karmaşık bilişsel görevler için öğrenme ortamlarının ancak öğrenenlerin uzun süreli belleğindeki değişiklikleri kolaylaştıracak şekilde tasarlandığında etkili ve verimli olabileceğini vurgulamıştır. Van Gerven ve diğerlerine göre (2002) BYT, mevcut bilişsel işlem kapasitesini etkin bir şekilde kullanan ve öğrenenin edindiği bilgi ve becerileri yeni durumlarda kullanma yeteneğini harekete geçiren eğitim materyalleri geliştirmeyi amaçlamaktadır. Van Gog ve diğerlerine göre (2004) BYT, anlamlı bir öğrenme başlamadan önce aynı anda işlenmesi gereken etkileşimli bilgi unsurlarının sayısı nedeniyle öğrencilerin bunabileceği karmaşık bilişsel görevlerin öğrenilmesiyle ilgilidir.

Yapılan bütün tanımlardan da anlaşılacağı üzere, BYT'nin kilit noktası uzun süreli ve kısa süreli bellek arasındaki ilişki ve öğretim materyallerinin bu bilişsel sistemle nasıl etkileşime girdiğidir (Verhoeven vd., 2009). Kısa süreli bellek, birçok bilginin aynı anda ve birbiriyle ilişkili olarak akılda tutulmasını sağlayan bir sistemdir (Pickering vd., 2006). Uzun süreli bellek ise daha kalıcı bilgi ve beceriler için kullanılan bir depodur. Bellekte o anda kullanılmayan ancak anlamak için ihtiyaç duyulan her şeyi içerir (Kirschner, 2002). Uzun süreli ve kısa süreli bellek sistemi birlikte çalışır. Öğrenme kısa süreli bellekte gerçekleşirken, yeni bilgi ve beceriler uzun süreli bellekte depolanır. Öğrenci alanda uzmanlık kazandıkça, uzun süreli bellekteki bilgi deposu genişler (Clark vd., 2005).

Bellek kapasitesi, belirli bir durumda hatırlanabilecek maksimum parça sayısıdır (Cowan, 2001). Miller (1956)'e göre, insan beyninde bir seferde sadece 7 ± 2 öge işlenebilirken Cowan (2001)'a göre 4 ± 2 öge işlenebilmektedir. Kısa süreli bellek kapasitesi belirli görevler için bireysel farklılıklar göstermektedir (Kalyuga, 2009). Belirli bir alandaki uzmanların şemaları zaten olduğu ve otomatik hale geldiği için uzmanlar bu tür sınırlamalara maruz kalmazlar. Kısa süreli bellek sınırları sorunu sadece yeni bilgilerle uğraşan acemiler için geçerlidir (Sweller, 2003, 2004). Acemi öğrencilerin şemaları henüz otomatikleşmediği için görevi bilinçli olarak ve de daha fazla kısa süreli bellek kapasitesi kullanarak çözmeye çalışmaktadır (Cooper & Sweller, 1987). Dolayısıyla bireylerin kısa süreli bellek kapasiteleri arasındaki farklılıkta ön bilgi çok önemli bir faktördür (Slavin, 1991). Belirli bir görev hakkında ön bilgi veya tecrübesi olan bireyler daha az bilişsel yüke sahip olmakta, daha hızlı ve sistematik çalışmaktadır (Chen vd., 2023; Lee vd., 2019). Paas vd. (1994) de hem ön bilgi, yaş, tutum, duygu gelişim düzeyi gibi öğrenci özelliklerinin hem de zorluk/kolaylık, basitlik/karmaşıklık, özgünlük, zaman baskısı gibi görevin özelliklerinin bilişsel yükü etkilediğini ifade etmektedir. Bu sebeple bireylerin kısa süreli bellek kapasitelerini daha verimli kullanmak için bilinçli olarak strateji kullanmaları öğretilir (Slavin, 1991).

Bireyin çok yönlü ortamlarda kendilerine sunulan seçenekler karşısında bunalması veya kafalarının karışması aşırı bilişsel yükleme olarak ifade edilmektedir (Murray, 2001). Büyük miktarlarda bilginin karmaşık bir yapıda sunulması, öğrencilerin bu ortamlarda aşırı bilişsel yüklenmesine ve görevlerin yerine getirilmesinde güçlükler neden olabilmektedir (Demirbilek, 2004). Aşırı bilişsel yükleme öğrencilerin tek seferde çok fazla bilgi yağmuruna tutulması sonucunda ortaya çıkmaktadır (Clark, 1995; Kirsh, 2000). Ortamdaki bilgi yoğunluğu ve farklı seçenekler arasında aşırı bilişsel yüklenen öğrenciler, bu durumda nerede olduklarını, nereden geldiklerini ve nereye gideceklerini bilememekte yani kaybolmaktadırlar (Ramsey, 1996; Dias & Sousa, 1997). Bu tür ortamlarda aşırı bilişsel yüklenen, buna bağlı olarak da kaybolan öğrencilerin performansları düşmekte ve istedikleri bilgilere ulaşmada daha fazla zaman ve çaba harcamaları gerekmektedir (McDonald & Stevenson, 1996; Paas vd., 2003). Dolayısıyla belirli bir görev üzerindeki bilişsel yük ilgili görevin tamamlanma süresini doğrusal olarak etkilemektedir (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006).

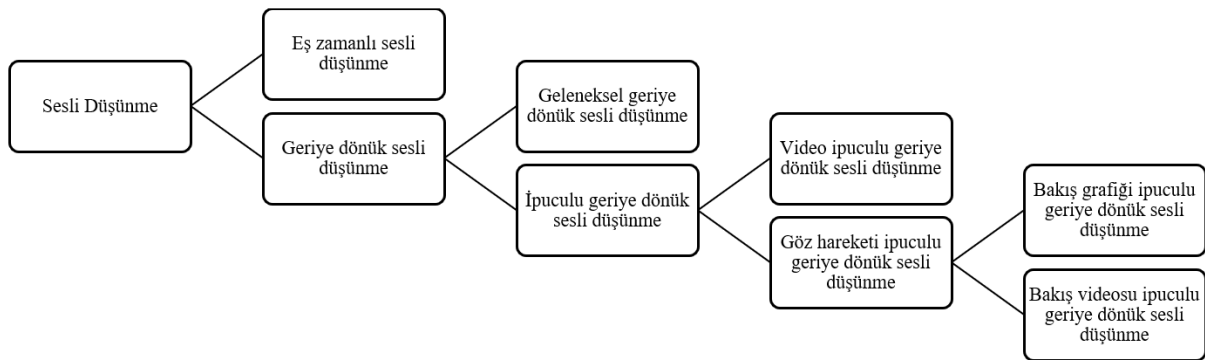
Teoriye göre bilişsel yük, öğrenci özelliklerinden ve görevin özelliklerinden etkilenmektedir (Paas vd., 1994). Ön bilgi, yaş, tutum, duygu gelişim düzeyi gibi durumlar bilişsel yükü etkileyen öğrenci özelliklerinden bazılarıdır. Zorluk/kolaylık,

basitlik/karmaşıklık, özgünlük, zaman baskısı gibi durumlar ise bilişsel yükü etkileyen görev özelliklerinden bazılarıdır.

2.5. Sesli Düşünme Yöntemi

Göz izleme, katılımcının bir nesnenin konumuna bakarken göz hareketlerini kaydetme işlemidir (Elbabour vd., 2017). Bu yöntem ile sabitleme zamanı, geçiş süresi, bekleme süresi, geçiş sayısı, sakkad sayısı vs. gibi birçok veri elde edilmektedir (Coşkun & Çağiltay, 2022). Göz izleme verileri araştırmacıya bir bağlam sağlamamaktadır. Verilere bağlam sağlamadan göz hareketlerinin yorumlanması her zaman doğru sonuçlanmayabilir. Örneğin, katılımcının bir noktada uzun süre sabitlemesi katılımcının o alanı ilginç bulduğu şeklinde yorumlanabilir, ancak aynı zamanda o alanı yorumlamakta zorlandığı anlamına da gelebilir. Bu sebeple, göz izleme verileri katılımcıların deneyimleri hakkında ek bilgi sağlayan diğer yöntem ve verilerle birleştirilerek kullanılmalıdır (Tobii Technology, 2009). Göz izleme çalışmaları genel olarak sesli düşünme protokolü ile desteklenmektedir (Boren & Ramey, 2000; Elbabour vd., 2017; Elling vd., 2011; Lewis, 1982; Molich & Dumas, 2008; Olmsted-Hawala vd., 2010).

Sesli düşünme yönteminin teorik çerçevesi Ericsson ve Simon (1996) tarafından geliştirilmiştir. Yöntemin altında yatan temel düşünce, sözlü anlatımların katılımcıların düşünce süreçlerinin doğru bir temsilini sağlamasıdır. Sesli düşünme yöntemine genel bir bakış sunan şekil aşağıda verilmiştir (Şekil 2.11).



Şekil 2.11. Sesli düşünme yöntemine genel bakış.

Göz izleme çalışmalarında geleneksel olarak iki tür sesli düşünme yöntemi kullanılmaktadır. Bunlar eş zamanlı ve geriye dönük sesli düşünmedir. Eş zamanlı sesli düşünme protokolü, katılımcının görevi yerine getirirken ne düşündüğünü ne beklediğini, nasıl karar verdiğini vb. sürekli sözel olarak ifade etmesini gerektirir (Hyrskykari vd., 2008). Görevi tamamlarken katılımcının kendisini sözel olarak ifade etmesi zahmetli bir süreçtir. Bu durum

eşzamanlı koşuldaki çift bilişsel iş yükü ile açıklanır (Elling vd., 2011). Katılımcı iki işi aynı anda yapmak zorunda kaldığından katılımcının görevi tamamlaması zorlaşır. Bu durum, katılımcının davranışının gidişatını etkileyebilir ve hatta bazı görevlerde performansı artırabilir (Rhenius & Deffner, 1990; Russo vd., 1989). Katılımcı aynı anda hem görevi tamamlamaya hem de sözel açıklamalar yapmaya odaklandığından dolayı, eşzamanlı sesli düşünme protokolü görev süresini de uzatır (Nielsen vd., 2002; Van Someren vd., 1994).

Eş zamanlı sesli düşünme protokolünde karşılaşılan iki şeyi aynı anda yapma probleminin önüne geçmek için geriye dönük sesli düşünme yöntemi kullanılmaktadır (Hyrskykari vd., 2008). Geriye dönük sesli düşünme yönteminde katılımcı önce görevi sessiz bir şekilde tamamlar. Görevi tamamladıktan sonra geriye dönük olarak görev ile ilgili sesli düşünme gerçekleştirir (Hyrskykari vd., 2008). Taylor ve Dionne (2000) eş zamanlı sesli düşünme protokolünün ağırlıklı olarak eylemler ve bunların sonuçları hakkında bilgi içerdiğini, geriye dönük sesli düşünme protokolünün ise daha fazla “problem çözme sürecini kontrol eden stratejilere referanslar” ve “belirli bir yanıtı ortaya çıkaran koşullar gibi bilgiler” içerdiğini ifade eder. Bir göz izleme cihazı ile kullanılabilir en başarılı sesli düşünme yöntemi, geriye dönük sesli düşünme yöntemidir (Tobii Technology, 2009).

Sesli düşünme yöntemlerinin geçerliğini etkileyen iki faktör bulunmaktadır: tepkisellik ve doğruluk (Russo vd., 1989). Eğer sesli düşünme birincil süreci yani görevin tamamlanması esnasında düşünülenleri değiştiriyorsa yöntem tepkiseldir (Russo vd., 1989). Tepkisellik katılımcıların görev performansı üzerinde olumsuz etkiye sahip olabilir (van den Haak vd., 2003). Eş zamanlı sesli düşünme yöntemi geriye dönük sesli düşünme yöntemine göre tepkiselliğe daha fazla yatkındır (Russo vd., 1989).

Geçerliği etkileyen bir diğer faktör ise doğruluktur. Eğer kullanılan yöntem görev esnasında düşünülenleri doğru bir şekilde yansıtmıyorsa yöntem doğru değildir (Russo vd., 1989). Katılımcı görevi tamamladıktan sonra bilgilerin bir kısmını kısa süreli bellekte tutar (Ericsson & Simon, 1996). Geriye dönük sesli düşünme protokolünde katılımcı görevi yerine getirirken düşündüğü her şeyi hatırlamayabilir. Bu da düşüncelerinin daha az, eksik veya yeniden yapılandırılmış yani uydurma olarak ifade edilmesine yol açabilir (Elling vd., 2011; Guan vd., 2006; Russo vd., 1989). Ayrıca sözlü anlatımlar, katılımcıların testi tamamlarken fiilen uyguladıkları yargılardan daha rasyonel yargılar veya stratejiler içerebilir. Katılımcı eylemlerini daha sistematik, rasyonel, organize, düşünceli veya tutarlı gösterecek şekilde

açıklayabilir (Kuusela & Paul, 2000). Bu durum, geriye dönük düşünme protokolünün doğru olmadığını göstermektedir (Russo vd., 1989).

Geriye dönük sesli düşünme yönteminde karşılaşılan doğruluk probleminin önüne geçmek ve katılımcının hafızasına yardımcı olmak için ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi önerilmiştir. İpuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminde, katılımcılara problem çözme süreçlerindeki gözlemlerin veya ara ürünlerin bir kaydına dayanarak geriye dönük olarak sesli düşünceleri talimatı verilir ve bu sürece ilişkin anıları hatırlatılır (Van Gog vd., 2005). Destekleyici bir video kullanmak veya diğer bellek ipuçlarını kullanmak uzun süreli bellekte yer alan bilgilerin çağrılmasına yardımcı olmaktadır (Hyrskykari vd., 2008). Bu durum, düşüncelerin unutulma ve/veya uydurulmasını azalttığı için daha iyi sonuçlara yol açmaktadır (Van Someren vd., 1994). İpuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemleri video ipuculu, bakış grafiği ipuculu, bakış videosu ipuculu olarak çeşitlendirilebilir. Tobii Teknoloji tarafından yapılan bir çalışmada farklı geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinin sonuçları karşılaştırılmıştır (Tobii Technology, 2009). Çalışma sonuçlarından elde edilen bilgiler Şekil 2.12’de sunulmaktadır.

İpucusuz/Geleneksel Geriye Dönük Sesli Düşünme

- İpuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinin herhangi birinden önemli ölçüde daha az veri (yorum ve kelime) üretti.

Video İpuculu Geriye Dönük Sesli Düşünme

- Katılımcıları '*manipülatif*' ve '*görsel*' yorumlar üretmeye teşvik etti.
- Katılımcıları '*düzen*' ve '*navigasyon*' ile ilgili kullanılabilirlik sorunları hakkında yorum yapmaya teşvik etti.
- Göz hareketi kaynaklı geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinden daha az veri (yorum ve kelime) üretti.

Bakış Grafiği İpuculu Geriye Dönük Sesli Düşünme

- Katılımcıları '*görsel*' ve '*bilişsel*' yorumlar üretmeye teşvik etti.
- Katılımcıları '*terminoloji*' ve '*anlama*' ile ilgili kullanılabilirlik sorunları hakkında yorum yapmaya teşvik etti.
- En iyi performans gösteren ikinci geriye dönük sesli düşünme yöntemi; ikinci en yüksek sayıda kelime ve yorum üretti.

Bakış Videosu İpuculu Geriye Dönük Sesli Düşünme

- Katılımcıları '*görsel*', '*bilişsel*' ve '*manipülatif*' yorumlar üretmeye teşvik etti.
- Katılımcıları '*düzen*' ve '*veri girişi*' ile ilgili kullanılabilirlik sorunları hakkında yorum yapmaya teşvik etti.
- En iyi performans gösteren geriye dönük sesli düşünme yöntemi; en fazla sayıda kelime ve yorum üretti.

Şekil 2.12. Geriye dönük sesli düşünme çeşitleri ve uygulama sonuçları (Tobii Technology, 2009, s. 6).

Geriye dönük sesli düşünme yönteminde karşılaşılan düşüncelerin doğru şekilde hatırlanamama problemi (doğruluk problemi) göz izleme ve sesli düşünme kombinasyonunun birlikte kullanılması ile çözülmektedir (Elling vd., 2011). Şekil 2.12 incelendiğinde, geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinde ipucu olarak göz hareketlerinin kullanılmasının katılımcıların daha fazla sayıda kelime ve yorum üretmesine olanak tanıdığı görülmektedir. Birçok çalışma da geriye dönük sesli düşünme yöntemine göz ipuçlarının eklenmesinin faydalı olduğunu, daha bilgilendirici ve fazla sözcük içeren sözel veriler sağladığını savunmaktadır (Ball vd., 2006; Eger vd., 2007; Hyrskykari vd., 2008; Olsen vd., 2010; Russo, 1979). Göz izleme ipuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminde, katılımcılara kendi bakışları tekrar video olarak izletilerek gerçek davranış gösterilmektedir. Dolayısıyla kullanılan yöntem uydurma sözel ifadeleri azaltmaktadır. Bu nedenle göz izleme araştırmalarında kullanılan geçerli ve güvenilir bir yöntemdir (Guan vd., 2006).

Bakış videosu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi katılımcının görev oturumu sırasındaki adımları ve düşünceleri hatırlamasına yardımcı olmaktadır (Hansen, 1991). Ball vd. (2006) ve Eger vd. (2007) de geriye dönük sesli düşünmede bakış videosunu ipucu olarak kullanmanın bellekteki bilginin hatırlanmasında fayda sağladığını ve görev ile ilgili daha fazla bilgi elde etmemize olanak sağladığını ifade eder. Bakış videosu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminde karşılaşılabilecek sorunlardan birisi katılımcıların göz hareketlerini ilk kez görmesidir. Daha önce göz hareketlerini hiç görmeyen katılımcılar geriye dönük sesli düşünme esnasında göz hareketlerini gördüğünde dikkatleri dağılabilir (Elling vd., 2011). Yaşanan dikkat dağınıklığı ise sözelleştirme yani açıklama yapma performanslarını etkileyebilir (Elbabour vd., 2017). Dolayısıyla, bakış videosu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminde katılımcıların hem sesli düşünme protokolüne hem de göz izleme verilerine aşina olmaları önemlidir. Bu sebeple, sesli düşünme protokolüne ve göz izleme verilerine aşina olan katılımcılarla çalışmak ya da katılımcıları bakış videolu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi konusunda eğitmek faydalı olabilir (Elbabour vd., 2017; Elling vd., 2011). Ayrıca, göz hareketlerinin yeniden oynatılma hızını yavaşlatmak veya kullanıcıların yeniden oynatma sırasında duraklamasına izin vermek de çözüm olabilir (Hyrskykari vd., 2008).

2.6. Çoklu Ortam Öğrenme Teorisi

Çoklu ortam öğrenme teorisi, bireyin kelimeler ve grafiklerden oluşan çoklu ortam öğretim mesajlarından nasıl öğrendiğini açıklayan bilişsel bir teoridir (Mayer, 2021, 2024). Mayer (2024) anlamlı öğrenmenin nasıl işlediğini anlayabilmek için bu teoriden yararlanmaktadır. Bir çoklu ortam öğretim mesajı, öğrencinin bilişsel sistemine gözleri ve kulakları aracılığıyla girer. Sözlü kelimeler işitsel duyuşal hafızada ve basılı kelimeler ile grafikler ise görsel duyuşal hafızada kısa bir süre tutulur. Bu görüntüler silikleştikçe, öğrenci materyalin bir kısmına dikkatini verebilir ve bu materyal daha ileri işlemler için kısa süreli belleğe aktarılır. Kısa süreli bellekte, öğrenci görsel materyali görsel bir modelde ve sözel materyali sözel bir modelde organize edebilir. İlgili görsel ve sözel temsilleri birbirleriyle ve uzun süreli bellekteki ilgili bilgilerle bütünleştirebilir. Sonuç, uzun süreli bellekte depolanan ve yeni durumlara uygulanabilen anlamlı bilgidir (Mayer, 2024). Özetle anlamlı öğrenme, öğrenci uygun bilişsel işlemlerle (bilgilerin seçilmesi, organize edilmesi ve entegre edilmesi) meşgul olduğunda gerçekleşir (Mayer, 2022). Bu bilişsel süreçler daha önce göz hareketi ölçümleri ile ilişkilendirilmiştir (bkz sayfa 33). Dolayısıyla göz hareketi ölçümlerini etkileyebilecek potansiyel faktörlerden biri çoklu ortam öğrenme ilkeleridir (Alemdag & Cagiltay, 2018).

Çoklu ortam öğrenme teorisinin temel ilkelerinden biri, kısa süreli belleğin kapasitesinin sınırlı olmasıdır. Ancak öğrenme sırasında bu sınırlı bilişsel kapasite üzerinde dışsal işleme, temel işleme ve üretken işleme olmak üzere üç tür yük bulunmaktadır. Dışsal işleme, öğretim hedefini desteklemeyen bilişsel işlemdir. Dışsal işlemin miktarı, bir derste gereksiz sözel veya görsel bilgilerin sunulması gibi zayıf öğretim tasarımının derecesine bağlıdır. Temel işleme, sunulan materyali kısa süreli bellekte zihinsel olarak temsil etmeye yönelik bilişsel işlemdir. Temel işlemin miktarı, hızlı tempolu bir derste birbiriyle ilişkili birçok kavramın sunulması gibi, öğrenen için materyalin doğasında var olan karmaşıklığa bağlıdır. Üretken işleme ise, gelen bilgiyi anlamlandırmayı amaçlayan bilişsel işlemdir. Üretken işlemin miktarı, öğrencinin dersi anlamak için çaba sarf etme motivasyon düzeyine bağlıdır. Bilişsel kapasite üzerindeki bu yükler gereksiz işlemeyi en aza indirmek, temel işlemeyi yönetmek ve üretken işlemeyi teşvik etmek üzere üç öğretim hedefine yol açar (Mayer, 2024). Çoklu ortam öğrenme teorisini, bu öğretim hedefleri doğrultusunda 15 temel ilke ortaya koymaktadır. Bunlar, tutarlılık (coherence), dikkat çekme (signaling), gereksizlik (redundancy), uzamsal yakınlık (spatial contiguity), zamansal yakınlık (temporal contiguity), bölümlere ayırma (segmenting), ön eğitim (pre-training), biçim (modality), çoklu ortam (multimedia), kişiselleştirme (personalization), ses (voice), resim (image), somutlaştırma (embodiment), sürükleyicilik (immersion) ve üretken etkinlik (generative activity) şeklindedir (Mayer, 2021, 2024).

Tutarlılık, dikkat çekme, gereksizlik, uzamsal yakınlık ve zamansal yakınlık ilkeleri konu dışı bilişsel işlemi azaltma ilkeleridir. Tutarlılık ilkesine göre, konu ile ilgisi olmayan materyallerin öğretim tasarımına dâhil edilmemesi daha iyi öğrenme sağlar. Dikkat çekme ilkesine göre, dikkat edilmesi istenen materyali vurgulayan ipuçları kullanmak daha iyi öğrenme sağlar. Gereksizlik ilkesine göre, öğretim tasarımında resim, metin ve sesin aynı anda bulunması yerine yalnızca resim ve sesin bulunması daha iyi öğrenme sağlar. Uzamsal yakınlık ilkesine göre, birbiri ile ilişkili olan metin ve görsellerin fiziksel olarak birbirine yakın olması daha iyi öğrenme sağlar. Zamansal yakınlık ilkesine göre ise, birbiri ile ilişkili olan metin ve görsellerin zamansal olarak birbirine yakın olması (eş zamanlı sunulması) daha iyi öğrenme sağlar (Mayer, 2021; 2024).

Bölümlere ayırma, ön eğitim ve biçim ilkeleri temel bilişsel işlemeyi verimli kullanma ilkeleridir. Bölümlere ayırma ilkesine göre, bilginin bütün bir akış olarak sunumu yerine bireyin hızına göre bölümler halinde sunulması daha iyi öğrenme sağlar. Ön eğitim ilkesine göre, konu

ile ilgili kavram, tanım ve terimler gibi temel bilgilerin bilinmesi daha derinlemesine öğrenme sağlar. Biçim ilkesine göre ise, görsel ve metinlerin bulunduğu öğretime kıyasla görsel ve sözel ifadelerin bulunduğu öğretim daha derinlemesine öğrenme sağlar (Mayer, 2021; 2024).

Son olarak çoklu ortam, kişiselleştirme, ses, resim, somutlaştırma, sürükleyicilik ve üretken etkinlik ilkeleri üretken işlemeye teşvik etme ilkeleridir. Çoklu ortam ilkesine göre, sözel materyallerden ziyade sözel ve görsel materyallerin birlikte sunulması daha iyi öğrenme sağlar. Kişiselleştirme ilkesine göre, resmi bir üsluptan ziyade konuşma diline yakın bir üslubun kullanılması daha iyi öğrenme sağlar. Ses ilkesine göre, anlatımın mekanik bir ses yerine insan sesiyle yapılması daha iyi öğrenme sağlar. Resim ilkesine göre, konuşmacının görüntüsünün ekrana eklenmesi (konuşan bir kafa videosu) her zaman daha iyi öğrenme sağlamayabilir. Somutlaştırma ilkesine göre, ekrandaki eğitmenin yüksek somutlaştırma sergilemesi çoklu ortam sunumlarında daha derinlemesine öğrenme sağlar. Sürükleyicilik ilkesine göre, üç boyutlu sürükleyici sanal gerçeklik her zaman iki boyutlu masaüstü sunumundan daha iyi öğrenme sağlamayabilir. Üretken etkinlik ilkesine göre ise, bireyin öğrenme esnasında üretici öğrenme faaliyetleri gerçekleştirirken yönlendirilmesi daha iyi öğrenme sağlar (Mayer, 2021; 2024).

Mevcut çalışma belirli bir görev esnasında öğrencilerin nereye ne kadar süre odaklandıklarını belirlemeyi amaçlamaktadır. Bu sebeple öğrencilerin dikkatini etkileyen faktörlerin ortadan kaldırılması gerekmektedir. Dolayısıyla mevcut çalışmada göz izleme deneyinde kullanılan görevler çoklu ortam öğrenme teorisine uygun olarak düzenlenmiştir. Görevlerde kullanılan çoklu ortam öğrenme ilkeleri sayfa 58’de detaylı açıklanmıştır. Yapılan bu düzenleme sayesinde öğrencilerin dikkatini çeken bölgeler daha güvenilir olarak tespit edilebilmiştir.

2.7.Göz İzleme Kullanılarak Yürütülmüş Uzamsal Yetenek Çalışmaları

Uzamsal yetenek çalışmalarında göz izleme yönteminin kullanılması yaklaşık 50 yıllık geçmişe sahiptir. Bu alandaki ilk çalışma 1976 yılına ait olmakla birlikte günümüzde hala uzamsal yetenek çalışmalarında göz izleme teknolojisinden yararlanılmaktadır. Bu bölümde göz izleme teknolojisi kullanılarak yapılan uzamsal yetenek çalışmaları kronolojik olarak sunulmuştur.

Just ve Carpenter (1976) yürüttükleri çalışmada, zihinsel döndürme, cümle doğrulama ve nicel karşılaştırma gibi bir dizi basit bilişsel görev sırasında göz sabitlenmelerinin yerinin,

süresinin ve sırasının bilişsel süreçlerle yakından ilişkili olduğunu tespit etmeyi amaçlamıştır. Yürütülen araştırma sonucunda, bilişsel işlemede (1) *Arama (Search)*, (2) *Dönüşüm ve Karşılaştırma (Transformation and Comparison)* ve (3) *Doğrulama (Confirmation)* olarak isimlendirilen üç aşama olduğu ortaya konulmuştur. Arama aşamasında, yüzeysel olarak birbirine karşılık gelen iki figürün parçaları için bir arama yapılmaktadır. Bu aşamanın işlevi, iki figürün potansiyel olarak birbirine dönüştürülebilecek bölümlerini seçmektir. Bir sonraki aşama olan dönüşüm ve karşılaştırma aşamasında, karşılıklı gelen iki bölüm birbirine döndürülmektedir. Dönüşümün her adımı bir dönüş karşılık gelebilir ve dönüşüm sonucunda parça yeni bir yönde temsil edilmiş olur. Dönüşümün her adımından sonra iki yönün artık uyumlu olup olmadığını belirlemek için bir karşılaştırma yapılır. Dönüşüm ve karşılaştırma süreci, iki parçayı yeterince uyumlu hale getirebilmek için yeterli sayıda dönüşüm yapıldıkça kadar devam eder. Son aşama olan doğrulama aşamasında ise, iki parçayı uyumlu hale getiren dönüşümün iki şeklin diğer bölümlerini de uyumlu hale getirip getirmediği kontrol edilmektedir. Bunların yanı sıra, araştırmada elde edilen bir diğer sonuç, zihinsel döndürme görevinde katılımcıların sistematik olarak figürler arasında gidiş gelişler yapması ile ilgilidir. Figürler arasındaki bu geçişlerin ortalama sayısının açılal eşitsizlikle yani iki figürü uyumlu hale getirmek için gereken fiziksel dönüş miktarı (0° , 20° , 40° , 60° , ..., 160° , 180°) ile birlikte arttığı tespit edilmiştir.

Just ve Carpenter (1985) bireylerin küp karşılaştırma görevini nasıl tamamladıklarını ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip bireyleri düşük uzamsal yeteneğe sahip bireylerden ayıran süreçlerin ne olduğunu incelemiştir. Araştırma sonucunda katılımcılar uzamsal dönüşüm içeren uzamsal görevlerde dört temel strateji kullandıklarını bildirmiştir. Bunlar; standart eksenler etrafında zihinsel döndürme, görev tarafından tanımlanan eksenler etrafında zihinsel döndürme, yönlendirme içermeyen tanımlamaların karşılaştırılması ve perspektif değişimidir. Bu çalışma ile araştırmacılar küp karşılaştırma testi için üç temel süreçten oluşan bir model önermiştir. Bu süreçlerden ilki “Arama”dır. Bu süreç, iki küp üzerinde eşleşen bir çift harf bulmayı içermektedir. Sonraki süreç ise “Döndürme ve Karşılaştırma”dır. Bu süreçte harfin yönü bir miktar döndürülür ve sonra iki yönün yeterince benzer olup olmadıkları karşılaştırılır. Benzer değilse, başka bir döndürme-karşılaştırma yinelemesi yürütülür. Modelin son aşaması “Doğrulama”dır. Bu süreçte, kalan harflerin her biri aynı dönüşümlere tabi tutulduktan sonra, muadillerinin konumu ve yönüyle uyduğu belirlenir. Bunlara ek olarak araştırma sonucunda, daha karmaşık yörüngelere sahip problemlerin çözülmesinin genellikle daha basit problemlerden daha fazla zaman aldığı belirlenmiştir. Düşük uzamsal katılımcıların görevlere

yanıt vermesi yüksek uzamsal katılımcılardan çok daha fazla zaman almıştır. Özellikle daha uzun yörüngelere sahip görevlerde düşük uzamsal katılımcıların yanıt vermesi daha uzun sürmüştür. Döndürme içermeyen özdeşlik koşulunda iki grup arasında neredeyse hiçbir fark bulunmamıştır. En zor yörünge türünde düşük uzamsal katılımcıların yanıt vermesi yüksek uzamsal katılımcıların iki katından fazla zaman almıştır.

Matarić ve Pomplun (1998), görsel algı ile motor kontrol sistemleri arasındaki etkileşimi araştırmıştır. Araştırma kapsamında göz izleme cihazına bağlı katılımcılardan bir bilgisayar ekranı aracılığıyla sunulan parmak, el ve kol hareketlerini izlemeleri ve bu hareketleri taklit etmeleri istenmiştir. Göz izleme cihazından elde edilen bulgular doğrultusunda, katılımcıların hem izleme hem de taklit aşamasında el hareketlerine odaklanma eğiliminde oldukları görülmüştür. İzletilen davranış bütün bir kolun hareket etmesini gerektirse de katılımcılar el ve elin uç noktalarına odaklanmıştır.

Irwin ve Brockmole (2000), sıçramalı göz hareketleri (figürler arasında sistematik olarak gidiş gelişler yani geçişler yapma) sırasında zihinsel döndürmenin baskılanıp baskılanmadığını incelemiştir. Araştırma sürecinde katılımcılar (üniversite öğrencileri); görseller arasında kısa ve uzun geçişler yaparken ya da hiç geçiş yapmazken bir karakterin normal mi yoksa aynaya göre tersi mi olduğuna karar vermektedir. Çalışma sonucunda, görseller arasında yapılan kısa ve uzun geçişlerdeki tepki süresinin hiç geçiş olmayan koşullardan daha uzun olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, görseller arasında kısa bir geçiş yerine uzun bir geçiş yapıldığında tepki süresi daha uzun olmuştur. Ancak bu durum yalnızca karakterlerin yönleri değiştiğinde geçerli olmuştur. Bu sonuçlar, görseller arası geçişler (sıçramalı göz hareketleri) sırasında zihinsel döndürmenin baskılandığını göstermiştir.

Kozhevnikov vd. (2007), uzamsal görselleştirmenin (bir nesnenin iki boyutlu hareketini tahmin etmeyi, bir referans çerçevesinden diğerine çevirmeyi veya kinematik grafikleri yorumlamayı içeren) kinematik problemlerini çözme ilişkisini incelemek için üç çalışma yapmıştır. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme becerileri Kâğıt Katlama (Paper Folding), Form Panosu (Form Board), Küp Karşılaştırma (Cube Comparison) ve Kart Döndürme (Card Rotation) testleri ile değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin birkaç hareket parametresini hesaba katma ve başarılı bir şekilde entegre etme, kinematik grafikleri bir nesnenin hareketinin soyut temsilleri olarak yorumlama ve bir uzamsal problem temsili başka bir koordineli, karşılık gelen temsilde yeniden düzenleme olasılıklarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Buna karşılık, düşük uzamsal yeteneğe sahip

öğrencilerin bir seferde tek bir hareket parametresini dikkate alma, grafikleri resim benzeri temsiller olarak yorumlama ve aynı problemin birden çok, koordinasyonsuz temsilini tutma olasılıkları daha yüksek olmuştur. Yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin çoğunun yukarı ve sağa göz hareketlerinin yanı sıra diskin hareket edeceği çapraz yönde göz hareketleri yapması, aslında iki hareket bileşenini entegre etmenin sonuçlarını görselleştirdiklerini göstermiştir. Buna karşılık, düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilerin çoğu yatay hareket bileşeni yönünde göz hareketleri yapmamıştır. Yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler, düşük uzamsal yeteneğe sahip öğrencilere göre grafiğin eksenlerini incelemek için daha fazla zaman harcamış ve yüksek uzamsal yeteneğe sahip öğrenciler hem konum değişikliğini hem de zaman boyutlarını bütünleştirebilmiştir.

Alexander ve Son (2007), zihinsel döndürme görevinin yerine getirilmesi sırasında kadın ve erkeklerde göz hareketlerinin incelendiği ilk raporu hazırlamıştır. 36 lisans öğrencisi ile yürütülen çalışmada Vandenberg ve Kuse Zihinsel Döndürme Testi kullanılmıştır. Kadın ve erkekler arasında çeldirici olarak adlandırılan bölgede kalma süresinin farklılık göstermediği ancak doğru alternatif olarak adlandırılan bölgede kalma süresinin kadınlara kıyasla erkeklerde daha fazla olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra, doğru alternatiflere yönelik gerçekleştirilen sabitleme sayısında cinsiyet farklılığı görülmezken çeldiriciler üzerinde gerçekleştirilen sabitleme sayısının erkeklere kıyasla kadınlarda daha fazla olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak, zihinsel rotasyon görevi sırasında işleme bileşenlerinin hem cinsiyete hem de hormonal faktörlere duyarlı olduğu sonucu ortaya konmuştur.

Baran vd. (2007), yetişkinlerin bilgisayar ekranında tangram tabanlı geometri problemlerini nasıl çözdüklerini incelemiştir. Araştırma kapsamında katılımcılardan farklı zorluk seviyesinde iki figürü (kuş ve karga) tamamlamaları istenmiştir. Görev süresince katılımcıların ilk sabitleme süresi, sabitleme sayısı, ortalama sabitleme süresi, geçiş sayısı ve görev tamamlama süresi kaydedilmiş ve her bir problemle ilgili davranış kalıpları belirlenmeye çalışılmıştır. Görevin zorluk düzeyi arttıkça sabitleme sayısı, görev tamamlama süresi ve geçiş sayısı da artış göstermiştir. Katılımcılar genel olarak tangram parçalarının olduğu bölgeye odaklanmaktan ziyade problem durumunun olduğu bölgeye odaklanmıştır. Karmaşıklık düzeyi arttıkça problem durumunun olduğu bölgeye odaklanma sayısı artmıştır. Katılımcılar farklı zorluk seviyesindeki problemleri çözerken tümdengelim veya tümevarım gibi farklı stratejiler üretmiştir. Genel olarak, katılımcılar belirsiz olan nesnelere odaklanmaktan ziyade büyük ve fark edilebilir nesnelere odaklanma eğilimi göstermiştir.

Khooshabeh ve Hegarty (2010), zihinsel döndürme sırasında üç boyutlu şekillerin zihinsel temsillerinin formatını araştırmıştır. Reaksiyon süresi, sözlü protokol analizi ve göz izleme gibi çeşitli yöntemler kullanarak zihinsel döndürme sırasında renk gibi görsel bilgilerin ne ölçüde temsil edildiği test edilmiştir. Araştırmada katılımcıların döndürmesi gereken üç boyutlu şekillere farklı görsel ipuçları (renkler) eklenmiştir. Sonuçlar, iyi döndürme yeteneğine sahip bireylerin zihinsel döndürme sırasında rengi temsil etmediğini ve tüm şekilleri döndürmediğini göstermiştir. Bunun aksine, zayıf döndürme yeteneğine sahip bireyler rengi temsil etmiş ve parça parça stratejiler kullanarak şeklin tek tek parçalarını döndürmüştür. Bu çalışma, farklı bilgi işleme stratejilerinin zihinsel döndürme performansındaki bireysel farklılıkların bir nedeni olabileceğini göstererek bilişsel şekil işleme hakkındaki teorilere katkıda bulunmaktadır.

Türkmen (2013) yürüttüğü çalışmada geometrik nesnelerin görsel olarak incelenmesini, manipüle edilmesini ve düzenlenmesini gerektiren görevler sırasında ortaya çıkan sinir sistemi (nöral) ve görme (oküler) ile ilgili modelleri aynı anda incelemeyi amaçlamıştır. Araştırmacı özellikle, katılımcıların verilen belirli parçalarla görsel-uzamsal muhakeme yapmalarını gerektiren tangram görevleri ile ilgilenmiştir. Bu görevlerin yanı sıra araştırmada blok kopyalama ve zihinsel döndürme görevleri gibi uzamsal görevler de kullanılmıştır. 20 yetişkin ile yürütülen çalışmada, katılımcıların görsel-uzamsal problemlerin çözümü sırasında modele uzaklık, modele benzerlik ve modelin konumu gibi bilgileri referans aldığı görülmüştür. Ayrıca, farklı görsel-uzamsal görevler için farklı işler bellek yükleri ve odaklanma modelleri ortaya çıkmıştır.

Chen ve Yang (2014), 20 lisans öğrencisi ile yürüttükleri çalışmada uzamsal problem çözüme sırasındaki bilişsel aktiviteleri ve uzamsal yetenek ile fen kavramını öğrenme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Öğrencilerin uzamsal yetenekleri, Purdue Uzamsal Döndürme Testi kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu testte yer alan maddeler ‘dönme açısı’ ve ‘düzlem görünmezliği (plane invisibility)’ olarak isimlendirilen iki problem türünden oluşmaktadır. Döndürülmüş nesnelerin düzlem görünmezlik seviyesi, ilk konumda görünen düzlem sayısı incelenerek elde edilmiştir. Çalışma neticesinde, farklı uzamsal yetenek performansına sahip öğrencilerin farklı problem çözüme stratejileri kullandığı tespit edilmiştir. Yüksek uzamsal performansa sahip grup ile düşük uzamsal yeteneğe sahip grup arasındaki belirgin farklılıklardan biri yeniden inceleme stratejisinin kullanılmasıdır. Nesnelerin dönme açıları ve düzlem görünmezlik seviyeleri, uzamsal problem çözüme süreçleri ve performansları üzerinde

önemli etkiler yaratmıştır. Ayrıca, kavram performansının uzamsal yetenek performansı ile ilişkili olmadığı, uzamsal bellek ve problem çözme stratejileri ile ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Wang vd. (2014a), 11-12 yaşlarındaki acemi ve uzman öğrencilerin uzamsal yeteneklerini göz izleme cihazı ile incelemiştir. Acemi öğrenciler uzman öğrencilere kıyasla soru görseli ve cevap seçenekleri arasında daha sık gidip gelmiştir. Acemilerin çoğu hareket ettirilen veya döndürülen uzamsal modelleri orijinal şekil ile karşılaştıramamıştır. Acemilerin yanlış cevapları için göz hareketleri incelendiğinde, öğrencilerin zihinlerinde nesnelere görsel olarak manipüle edemedikleri, döndüremedikleri, ters çeviremedikleri veya çeviremedikleri görülmüştür. Bu nedenle, öğrenciler ilgili problem çözme ipuçlarını belirleyememiş ve daha sonra katı ve düzlemsel genişleyen şekil soruları için yanlış cevaplar seçmişlerdir. Uzmanlar ise başlangıçta bakışlarını nesneye yoğunlaştırmış ve kısa bir sabitleme süresinin ardından diğer seçenekleri fazla düşünmeden doğru cevabı seçebilmişlerdir. Acemi öğrencilerin göz hareketleri düzensiz ve kaotik görünmektedir. Bu öğrenciler nesnelere arasında etkisiz bir şekilde arama yapmıştır. Bu durum acemi öğrencilerin sınırlı kısa süreli bellek kapasitesi ile ilişkilendirilmiştir. Uzman katılımcılar ise konumları belirlemek için referans noktalarını kullanarak ve yakınlık odağı ve mesafe ayarlaması ile zihinsel döndürme davranışı üreterek gözlerinin önündeki uyarıcı nesneyi hızlı bir şekilde döndürebilmiş ve hareket ettirebilmiştir (Linn & Petersen, 1985; Lohman, 1988). Araştırma sonucunda üstün uzamsal yeteneğin temel faktörleri belirlenerek bir uzamsal yetenek öğretim stratejisi geliştirilmiştir.

Krichevets vd. (2014) üç farklı yeterlilik düzeyine (uzman, orta, zayıf) sahip bireylerin bir dizi görevi yerine getirirken özel resimleri algılamalarındaki farkı analiz etmiştir. Uzman grubundaki bireyler matematik bölümlerinden mezunlar, orta gruptaki bireyler matematik dışı uzmanlık alanlarında birinci sınıf öğrencileri ve zayıf gruptaki bireyler kartezyen koordinatları üzerinde çalışan 9-11. sınıf öğrencilerinden oluşmaktadır. Veriler, uzmanların görevleri daha hızlı ve daha az saplantıyla gerçekleştirdiklerini ve ayrıca algısal eylemlerini organize etmede ek bilgileri esnek bir şekilde kullanabildiklerini göstermiştir.

Lin ve Lin (2014a), çeşitli konfigürasyon kavrama seviyelerine sahip geometri problemleri çözüldüğünde algılanan bilişsel yükün farklı olup olmadığını ve geometri problemlerini anlamada göz hareketlerinin bilişsel yük kaynakları gösterip göstermediğini araştırmıştır. Sonuç olarak, kolay ve orta seviye konfigürasyonlara göre zor konfigürasyonları okumak için daha fazla dikkat ve zaman (ısı haritaları, bakış süresi ve sabitleme sayıları ile

gösterilir) verildiği tespit edilmiştir. Ek olarak, başarılı çözücülerin örüntü tanıma ve görsel entegrasyonda çok hızlı olması nedeniyle, sabitlenmelerinin değerli bilgileri açıkça göstermediği ortaya konmuştur.

Lin ve Lin (2014b), başarılı ve başarısız problem çözücülerin göz hareketi ölçümlerinde farklılıkların belirgin olup olmadığını, algılanan zorluk ile göz hareketi ölçümleri arasındaki ilişkiyi ve problem çözerken çeşitli ilgi alanlarındaki göz hareketlerinin farklılık gösterip göstermediğini araştırmıştır. Çalışma sayısı değişkeni, algılanan zorluğu temsil eden ölçü olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak, başarısız çözücüler problem alanında daha fazla sabitlenme sayısı, çalışma sayısı ve daha uzun kalma süresine sahip olma eğilimindeyken, başarılı çözücüler hesaplama alanına daha fazla odaklanma eğilimindedir. Ayrıca, diyagram alanındaki sabitlenme sayıları, bakış süresi ve çalışma sayılarının algılanan zorlukla pozitif ilişkili olduğu tespit edilmiştir. Bu durum da benzer üçgenleri anlamanın çeviri veya zihinsel döndürme gerektirebileceğini düşündürmektedir. Üç göz hareketi ölçüsünün (yani, sabitlenme sayıları, bekleme süresi ve çalışma sayıları), başarılı çözücülerini başarısız olanlardan ayırdıkları ve algılanan güçlkle bağıntılı oldukları göz önüne alındığında, bu göz hareketlerinin problem çözmeyi incelemede kullanımının uygun olduğu savunulmaktadır.

Roach vd. (2015), yürüttükleri araştırmada yüksek zihinsel döndürme yeteneğine sahip bireylerin, düşük zihinsel döndürme yeteneğine sahip bireylere göre daha az göz sabitlenmesi göstereceğini, daha kısa ortalama sabitlenme süreleri yürüteceğini ve daha kısa tepki süreleri göstereceğini varsaymıştır. Araştırma kapsamında kullanılan test, katılımcıların üç boyutlu şekil çiftlerini görüntülemesini ve çiftin aynı mı yoksa iki farklı yapı mı olduğunu belirlemesini gerektirmektedir. Sonuç olarak yanıt süresi, ortalama sabitlenme süreleri veya sabitlenme sayısı ile zihinsel döndürme yeteneği arasında anlamlı bir ilişki olmadığı ortaya konulmuştur. Ek olarak, problem çözme sırasında farklı zihinsel döndürme yeteneğine sahip bireylerin blok görüntülerin farklı özelliklerine dikkat ettiği ortaya konulmuştur. Bu durum, göze çarpan özelliklere yönelik göz hareketlerinin zihinsel döndürme yeteneğindeki farklılıklara katkıda bulunabileceğini düşündürmektedir.

Nazareth (2015), yetişkin zihinsel rotasyonunu etkileyen bilişsel ve deneysel faktörleri incelemek için yetişkin üniversite öğrencileri ile üç ayrı çalışma yürütmüştür. Birinci çalışmada, zihinsel döndürme sırasında seçilen bilişsel strateji türlerini araştırmıştır. Bu çalışmada göz hareketleri bilişsel stratejinin bir göstergesi olarak kullanılmıştır. İkinci çalışmada, zihinsel döndürme performansında erken uzamsal etkinlik deneyiminin rolünü

incelemiştir. Son olarak üçüncü çalışmada ise, zihinsel döndürme performansını artırmak için optimum bir bilişsel stratejinin seçiminde ve stratejik esneklikte erken uzamsal etkinlik deneyiminin gelişimsel rolünü incelemiştir. Birinci çalışma sonucunda, tüm uyarın türleri için tek bir optimum bilişsel stratejinin olmadığı görülmüştür. Uyaranda bulunan uzamsal ve uzamsal olmayan ipuçlarının miktarlarına ve türlerine bağılı olarak strateji seçiminde esneklik ihtiyacı doğmaktadır. İkinci çalışma sonucunda, erkek cinsiyet tipli -temas sporları gibi erkek cinsiyete göre belirlenmiş- uzamsal etkinliklerin katılımcı cinsiyeti ile zihinsel döndürme performansı arasındaki ilişkiye önemli ölçüde aracılık ettiği bulunmuştur. Son olarak üçüncü çalışma sonucunda, erkek cinsiyet tipli uzamsal etkinlik deneyimlerinin bilişsel strateji seçimi ile önemli ölçüde ilişkili olduğu ancak stratejik esneklik ile ilişkili olmadığı bulunmuştur.

Verdine vd. (2017), sosyoekonomik durumun (SES) çocukların şekil adlarını işlemlerini etkileyip etkilemediğini ve işlemedeki farklılıkların daha sonraki uzamsal becerilerin öngörüsü olup olmadığını araştırmıştır. Araştırma sonucunda, düşük SES çocuklarının, yüksek SES çocuklarına göre hedef şekilleri sabitlemek için daha uzun zaman harcadığı ve onlara daha az baktığı ortaya konulmuştur. 3 yaşında ölçülen bakış değişkenleri 5 yaşında ölçülen uzamsal becerileri öngörmüştür. Bu durum, şekil adlarının işlenmesindeki erken verimlilik, okul öncesi yıllarda uzamsal öğrenme için bir temel oluşturabileceğini göstermiştir.

Roach vd. (2017), uzamsal muhakeme testlerinde görsel dikkatin zaman sınırlaması ile nasıl farklılaştığını araştırmıştır. Araştırma sürecinde katılımcılar (lisansüstü öğrenciler), zihinsel döndürme yetenek puanlarına göre düşük ve yüksek olarak iki gruba ayrılmıştır. Bu gruplar da zaman sınırlaması olan ve olmayan olarak ikiye ayrılmıştır. Dört grubun zihinsel döndürme testleri sırasındaki göz hareketi verileri toplanmıştır. Katılımcıların göz hareketleri incelendiğinde, zaman sınırlaması olmayan grupların test sırasında görsel dikkati ayırdıkları yerler benzerlik göstermiştir. Fakat zaman sınırlaması olan grupların test sırasında görsel dikkati ayırdıkları yerler arasında önemli farklılıklar tespit edilmiştir. Zaman sınırlaması olduğunda yüksek zihinsel döndürme yeteneğine sahip grup görüntünün görsel değerlendirmesinde daha fazla esneklik sağlamıştır. Yani, bu grup test boyunca her soruda dikkatlerini her bir blok şeklinin farklı bölgelerine yöneltmiştir.

Roach vd. (2018) bir başka çalışmada, düşük zihinsel döndürme performansı gösteren bireylerde uzamsal yeteneğin görsel rehberlik yoluyla geliştirilip geliştirilemeyeceğini araştırmıştır. Yürütülen araştırmada, düşük performans gösteren lisansüstü öğrencilerin uzamsal yeteneklerini geliştirebilmek amacıyla katılımcılara görsel rehberlik protokolü

aracılığıyla hazırlanan bir eğitim verilmiştir. Bu protokol, yüksek performanslı bireylerin 'elektronik zihinsel döndürme testi'ni tamamlarken göz izleme yoluyla toplanan göz hareketi modellerine dayanmaktadır. Katılımcılara verilen eğitim sonucunda, rehberliğin puanlar üzerindeki etkisinin rehberliğin ne zaman uygulandığına bağlı olarak değiştiği görülmüştür. Rehberlik erken uygulandığında, katılımcıların puanları beklenenden önemli ölçüde daha yüksek çıkmıştır. Bu bulgu, düşük zihinsel döndürme yeteneğine sahip bireylere eğitimin erken aşamalarında "nereye" bakmaları konusunda rehberlik edilerek uzamsal muhakeme puanlarında iyileşmeler sağlanabileceğini göstermiştir.

Onlarca yıl süre içerisinde, araştırmacılar tarafından uzamsal problem çözme için optimum bilişsel stratejinin belirlenmesi üzerinde çalışılmış ve tartışılmıştır. Nazareth vd. (2019), alan yazındaki bu tartışmanın odağını stratejik esnekliğe kaydırmayı amaçlamıştır. Çalışma süresince, katılımcıların (lisans öğrencileri) zihinsel döndürme görevi esnasındaki göz hareketleri incelenmiştir. Göz izleme verileri değerlendirildiğinde, zihinsel döndürme sırasında iki farklı göz hareketi modeli bulunmuştur: sabitleyici (fixating) göz modeli ve değişen (switching) göz modeli. Sabitleyici göz modelinde, nesne içinde ve nesnelere arasında az sayıda sabitleme bulunurken değişen göz modelinde çok sayıda sabitleme bulunmaktadır. Sabitleyici göz modeli, tüm nesnenin yatay veya dikey bir eksen boyunca döndürülmesini içeren ve bu nedenle nesnelere içinde ve arasında daha az karşılaştırma gerektiren bütüncül stratejinin kullanımını yansıtmaktadır. Değişen göz modeli ise, bir nesnenin kurucu unsurlarına bölünmesini ve sonuç olarak nesnelere içinde ve arasında sık sık karşılaştırmalar yapılmasını gerektiren, parçalı bir stratejinin kullanımını yansıtmaktadır. Araştırmadan elde edilen bir diğer sonuç, değişen göz modelinin sabitleyici göz modeline kıyasla zihinsel döndürme performansı ile ilişkisinin daha fazla olduğudur. Ayrıca bulgular, bilişsel stratejiler arasında sıklıkla geçiş yapan katılımcıların zihinsel döndürme görevlerinde daha iyi performans gösterdiğini kanıtlamıştır. Yürütülen araştırma sayesinde stratejik esnekliğin strateji seçiminden daha önemli olduğu görülmüştür.

Malcı (2021), onuncu sınıfa devam eden lise öğrencilerinin geometri problemleri çözerken kullandıkları stratejileri ve göz hareketlerinde meydana gelen değişimleri incelemiştir. Sekiz öğrenci üzerinde gerçekleştirilen bu çalışmada, katılımcıların farklı problemlerde farklı stratejiler kullandıkları ve bu stratejilerin bütüncül ve analitik olarak kategorize edilebileceği belirlenmiştir. Bütüncül strateji altında hem mereolojik¹ yol hem de

¹ Mereoloji: Parça ve bütün arasındaki ilişkinin mantıksal özelliklerini inceleyen disiplin

görsel strateji incelenmiştir. Analitik strateji altında ise ön orantısal, nitel orantısal ve nicel orantısal stratejiler incelenmiştir. Uzamsal yetenek puanı yüksek olan katılımcılar, bütüncül bir strateji olarak çoğunlukla mereolojik yolu kullanmışlardır. Yüksek uzamsal yetenek puanlarına sahip katılımcılar üç farklı türde strateji kullanmışlardır. Mereolojik yolu kullanmayı tercih etmeyen katılımcılar genellikle daha düşük uzamsal yetenek testi puanları elde etmiş ve bunun yerine problem çözümlerinde görsel ve orantısal akıl yürütmeyi kullanmışlardır.

Bahçıvan (2022), üniversite öğrencilerinin zihinsel döndürme becerilerini ve cinsiyet ile farklı akademik programların farklı zorluk seviyelerindeki zihinsel döndürme testi performansları üzerindeki etkisini incelemiştir. Kolay seviye zihinsel döndürme testi performansı kadın katılımcılara kıyasla erkek katılımcılarda daha yüksek iken, zor seviye test için kadın katılımcıların test performansı erkek katılımcılara göre daha yüksektir. Farklı akademik geçmişlerdeki katılımcıların zihinsel döndürme test performansı değerlendirildiğinde, bilim grubu katılımcılarının test performansı beşerî bilimler grubu katılımcılarının test performansından daha yüksektir. Basit düzeydeki görevlerde erkek katılımcılar kadın katılımcılara göre daha yüksek başarı göstermişken zor düzeydeki görevlerde kadın katılımcılar erkek katılımcılara göre daha yüksek başarı göstermiştir. Ayrıca görevlerde erkek katılımcıların hedef uyaran alanındaki sabitleme sayısı ve ilk sabitlemeye kadar geçen süre kadın katılımcılara göre daha düşük bulunmuştur.

Yılmaz vd. (2023) Grup Gömülü Şekiller Testi'nin bilgisayar versiyonuna alan bağımlı ve alan bağımsız sınıf öğretmeni adaylarının verdikleri cevaplarda hangi bölgelere odaklandıklarını tespit etmeye ve bunları bireylerin bilişsel stillerine göre modellemeye çalışmıştır. Araştırma sonucunda, adayların kırılma-bükülme noktası fazla olan şekilleri bulmakta genel olarak zorlandıkları, alan bağımlı adayların doğru şekli bulmada alan bağımsız sınıf adaylara göre daha fazla zaman harcadıkları ve alan bağımsız adayların verilen süre içerisinde daha fazla doğru cevap verebildikleri tespit edilmiştir. Alan bağımlı adaylar doğru yaptıkları sorularda alan bağımsız adaylara göre daha fazla kez doğru cevap bölgesine giderek sabitleme yapmıştır. Alan bağımlı adayların alan bağımsız adaylara göre doğru yaptıkları sorularda aranacak şekil alanına ziyaret sayısı anlamlı düzeyde daha yüksek olmuştur. Alan bağımlı adayların yanlış yaptıkları sorularda aranacak şekil alanına ziyaret sayıları alan bağımsız adaylara göre anlamlı düzeyde daha fazla olmuştur. Alan bağımlı adayların yanlış yaptıkları sorularda alan bağımsız adaylara göre doğru cevap bölgesini anlamlı düzeyde daha fazla ziyaret etmiştir. Alan bağımlı adayların doğru yaptıkları sorularda aranacak şekil bölgesine ziyaret sürelerinin alan bağımsız adaylara göre anlamlı düzeyde daha yüksek

olmuştur. Alan bağımlı adayların doğru cevapladıkları sorularda doğru cevap bölgesine ziyaret süreleri alan bağımsız adaylara göre anlamlı düzeyde daha fazla olmuştur.

Matematik eğitiminde göz izleme yöntemi kullanılarak yapılmış uzamsal yetenek çalışmaları değerlendirildiğinde, katılımcı grubu olarak ÜY öğrencilerin tercih edilmediği görülmektedir. Strohmaier vd. (2020) de matematik eğitiminde göz izleme çalışmalarının genel olarak yüksek öğretimden öğrenciler ile gerçekleştirildiğini ve bu grubu ilkokul veya ortaokuldan öğrencilerin takip ettiğini ifade etmektedir. Mevcut tez çalışması ÜY ve ÜYO öğrenciler üzerinde çalıştığı için alan yazındaki boşluğun giderilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra alan yazında yapılan uzamsal yetenek çalışmalarının kapsamının sınırlı olduğu görülmektedir. Mevcut çalışma, kapsamı genişleterek uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı bileşenlerini birlikte ele almaktadır.

BÖLÜM 3

3. YÖNTEM

Mevcut araştırmada, 9. sınıfa devam eden ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlarken gerçekleşen göz hareketlerini incelemek ve görevlerde kullanılan stratejileri karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda araştırmanın genel tasarımı Tablo 3.1'deki gibidir.

Tablo 3.1. Araştırmanın genel tasarımı.

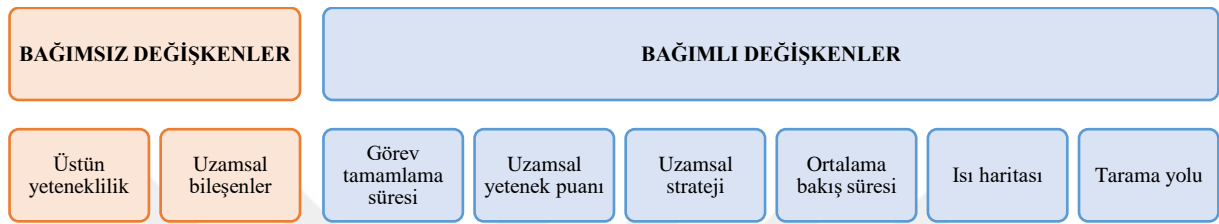
Araştırmanın Genel Tasarımı	
Hazırlık Aşaması	Uygulama yapılacak okulların belirlenmesi
	Birinci pilot uygulamanın yapılması
	Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (PUGT) madde zorluklarının tespiti
	PUGT güvenilirlik puanlarının hesaplanması
	Uzman görüşü alınması
	Göz izleme ile uygulanacak PUGT görevlerinin tespit edilmesi
	Deneme oturumunda verilecek görevlerin belirlenmesi
	Görevlerin göz izleme aracı için uygun hale getirilmesi
	İkinci pilot uygulamanın yapılması
	Pilot uygulama neticesinde asıl uygulamanın planlanması
	Okul idaresi ve öğrenciler ile görüşülüp gerekli izinlerin alınması
	Uygulama takviminin belirlenmesi
Uygulama Aşaması	Deney ortamının düzenlenmesi
	Göz izleme cihazının öğrencilere tanıtılması
	Göz izleme deneyinin uygulanması
	Uzamsal yetenek testinin kâğıt-kalem ile tamamlanması
Analiz Aşaması	Verilerin düzenlenmesi ve ayıklanması
	Sesli düşünme ses kayıtlarının transkript edilmesi
	Verilerin analiz edilmesi
	Verilerin yorumlanması

3.1. Araştırmanın Modeli

Mevcut çalışma göz izleme yöntemi üzerine inşa edilmiştir. Göz izleme, belirli bir zaman aralığında veya belirli bir görev süresince katılımcı göz hareketlerinin ve bakış noktalarının kaydedildiği ve incelendiği deneysel bir yöntemdir (Carter & Luke, 2020). 'Deneysel' ifadesi eğitim araştırmalarında kullanıldığı anlamda (yani deney ve kontrol grubunun bulunduğu ve bir müdahalenin uygulandığı) bir deneyi ifade etmemektedir. Göz izleme çalışmaları, bir laboratuvar ortamında gerçekleştirildiği için deneysel olarak nitelendirilmektedir. Göz izleme yönteminden hem nicel (sayısal) hem de nitel (görsel) veriler elde edilebilmektedir. Göz izleme tekniğinin tek başına kullanılması öğrencilerin uzamsal

görevleri tamamlama sürecini açıklamak için yeterli görülmediğinden mevcut çalışmada göz izleme yöntemi sesli düşünme yöntemiyle birlikte kullanılmıştır.

Çalışmanın bağımsız değişkenleri; üstün yeteneklilik (üstün yetenekli olma/olmama) ve uzamsal bileşenler (uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, uzamsal algı) olmak üzere iki türdür. Bağımlı değişkenler ise görev tamamlama süresi, uzamsal yetenek puanı, uzamsal stratejiler ve göz hareketlerinden elde edilen verilerden (ortalama bakış süreleri, ısı haritaları ve tarama yolu) oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Araştırmada kullanılan bağımlı ve bağımsız değişkenler.

Sabitlenme, belirli bir zaman aralığında uzamsal olarak birbirine yakın koordinatlara ait örnek gruplarıdır. Sıçrama ise zamansal olarak birbirine yakın ancak uzamsal olarak görece birbirinden uzak olan koordinatlara ait örnek gruplarıdır (Carter & Luke, 2020). Bahsedilen örnek kavramı katılımcının çok kısa zaman aralıklarında baktığı noktalara ait göz izleyicinin zaman-koordinat kayıtlarını ifade eder. Sabitlenme ve sıçrama verilerinden türetilen ortalama bakış süresi bağımlı değişken olarak kullanılmıştır.

Katılımcıların görevler üzerindeki göz hareketlerine ait görsel veriler (ısı haritaları, tarama yolları) ile katılımcıların görev üzerinde sergiledikleri göz hareketleri, bu hareketlerde benzerlik veya farklılıkların bulunup bulunmadığı ve hangi noktalara daha fazla veya daha az sabitlenme gerçekleştirdikleri incelenmiştir. Katılımcıların her görev sonunda gerçekleştirdiği ipuculu geriye dönük sesli düşünme verileriyle ise katılımcıların her bir görevde kullandığı strateji çeşitleri ve farklı zorluk seviyesindeki görevler ve uzamsal bileşenler arasında strateji farklılıklarının olup olmadığı incelenmiştir.

3.2. Katılımcılar

Araştırmanın katılımcıları belirlenirken olasılığa dayalı olmayan (amaçlı) örnekleme yöntemleri arasında yer alan ölçüt örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile önceden belirlenen bir dizi ölçüt doğrultusunda ölçütleri karşılayan bireyler örnekleme içerisine alınır (Büyüköztürk vd. 2017; Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırmacılar, çalışmanın amacına uygun

ölçütleri belirlemiş ve bu ölçütleri sağlayan kişileri araştırmaya dâhil etmiştir. Bu ölçütler öğrencilerin bilişsel olarak muhakeme etme becerisine sahip olması, bilişsel becerilerini engelleyecek tanı almamış olması (dikkat eksikliği, öğrenme güçlüğü vb.), gözlük kullanmaması, göz problemlerine sahip olmaması, uzamsal yetenek ile ilgili belirli kazanımlara sahip olması, ÜY öğrencilerin üstün yeteneklilik tanısı almış olması ve azami çeşitliliğin sağlanmasıdır.

Üstün yeteneklilik, motivasyon, ilgi alanları, iletişim becerileri, problem çözme becerileri, hafıza, içgörü, yaratıcılık, keşif ve sorgulama ve mizah gibi belirli niteliklerle karakterize edilen bir çocuğun davranışını gözlemleyerek değerlendirilebilir (Çiuladienè, 2012). ÜY öğrencilerin potansiyellerinin tam olarak anlaşılabilmesi için birden fazla tanılama aracının kullanılması daha güvenilir sonuçlar vermektedir (Moore, 1992). Üstün yeteneklilik tanısı ancak alanında uzman kişiler tarafından verilebilir. Araştırmacının bu konuda tanı koyma yetkinliği bulunmamaktadır. Ülkemizde ÜY tanısı alan öğrenciler resmi olarak BİLSEM’lerde eğitim görmektedir. Dolayısıyla, BİLSEM’de eğitim gören öğrencilerin ÜY oldukları Rehberlik ve Araştırma Merkezi (RAM) tarafından resmi olarak belgelendirilmiştir. Ayrıca bir test uygulamaya gerek duyulmamaktadır. Bu sebeple, çalışmanın üstün yeteneklilerden oluşan grubu daha önce ÜY tanısı almış BİLSEM öğrencileri arasından seçilmiştir.

Araştırma, öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlarken zihinlerinde gerçekleşen bilişsel sürece ışık tutmayı hedeflemektedir. Çalışmaya katılan öğrencilerin bilişsel olarak muhakeme etme becerisine sahip olması ve matematik okuryazarlığının yüksek olması araştırma kapsamında zengin veri elde etme imkânı sağlamaktadır. Anadolu ve Fen liselerindeki öğrenciler diğer lise türlerindeki öğrencilere kıyasla üstün matematik okuryazarlığına sahiptir (Berberoğlu, 2007). Dolayısıyla çalışma kapsamında, merkezi sınav (LGS) ile öğrenci alan Anadolu ve Fen liselerindeki öğrencilerle çalışılması kaliteli veri elde edilmesini sağlar. Ancak, mevcut çalışma deneysel olarak yürütüleceğinden dolayı çalışılacak okulların deney için uygun fiziksel ortama sahip olması gerekmektedir. Fen liselerinin okul yöneticileri ile görüşüldüğünde deney için yeterli uygun fiziksel ortamın sağlanamayacağı belirtilmiştir. Bu sebeple, ÜYO öğrencilerin seçileceği okul türü AL olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında seçilen Anadolu Liseleri başarı açısından %10²luk dilim² içerisinde yer almaktadır.

² 25 Temmuz 2022 tarihinde ilan edilen merkezi sınav ile öğrenci alan orta öğretim kurumları yerleştirme sonuçlarına göre hesaplanan yüzdelerdir.

Araştırma kapsamında çalışılacak sınıf düzeyine karar verilirken ilköğretim ve ortaöğretim matematik müfredatları incelenmiştir. Katılımcılar araştırma içerisinde uzamsal yetenek görevleriyle ilgileneceğinden öğrencilerin daha önce uzamsal yetenek ile ilgili kazanımları görmüş olmasının çalışma için daha uygun olacağı düşünülmüştür. MEB (2018) müfredatı incelendiğinde, uzamsal yetenek ile ilgili temel becerilerin ilköğretim düzeyinde verildiği görülmektedir. Ortaöğretim müfredatında ise bu temel becerilerin üzerinde bir geometri eğitimi verilmektedir. Bu sebeple, araştırma kapsamında ortaöğretim öğrencileri ile çalışılması uygun görülmüştür. Sınıf seviyesine karar verebilmek için BİLSEM’de görev yapan öğretmenler ile görüşülmüş ve üst sınıflarda (10, 11 ve 12. sınıf) eğitim gören öğrencilerin okula düzenli devam etmediği belirlenmiştir. Bu sebeple, çalışmanın 9. sınıfa devam eden BİLSEM ve AL öğrencileri ile yürütülmesi kararlaştırılmıştır.

Son olarak, uygulamanın yapıldığı okulların seçiminde azami çeşitliliğin sağlanması amaçlanmıştır. Azami çeşitliliğin sağlanabilmesi için farklı ilçelerde uygulama yapılması tercih edilmiştir. Bazı ilçelerde BİLSEM yer almadığı veya BİLSEM öğrencisi çok az olduğu için bu ilçeler kapsam dışında tutulmuş ve okulların tümü Konya ili merkez ilçelerden (Karatay, Meram, Selçuklu) seçilmiştir. Her ilçeden birer okulda uygulama gerçekleştirilmiştir.

Pilot ve asıl uygulamaların yapıldığı okullar ve öğrenci sayıları farklılık gösterdiği için bu uygulamalara yönelik katılımcı bilgileri ayrı başlıklar altında ele alınmıştır.

3.2.1. Pilot uygulama

Pilot 1: Araştırma kapsamında uygulanacak PUGT’nin güvenilirlik puanının hesaplanması ve madde zorluğunun tespiti için Pilot 1 uygulaması yapılmıştır. Bu kapsamda uygulama yapılan öğrenciler Konya’nın merkez ilçelerinde yer alan ve asıl uygulamaya dâhil edilmeyecek olan okullardan seçilmiştir. Bu okullar merkezi sınav ile öğrenci kabul eden iki AL’dir. Uygulamaya 251 öğrenci katılmıştır. Öğrencilerden ikisinin testteki bazı görevleri boş bıraktığı veya uydurma cevapladığı tespit edilmiştir. Bu sebeple, Pilot 1 çalışması kapsamında 249 öğrenciden veri elde edilmiştir.

Pilot 2: Pilot 1’in ardından asıl uygulamaya geçmeden önce göz izleme ve geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinin çalışıp çalışmadığını kontrol etmek amacı ile Pilot 2 yapılmıştır. Bu uygulama ile deney esnasında karşılaşılabilecek sorunlar gözlemlenmiş ve uygulamanın süresi ayarlanmıştır. Pilot 2 uygulaması BİLSEM1 kodlu okulda ve çalışma kapsamında belirtilen kriterleri sağlayan bir AL’de gerçekleştirilmiştir. Uygulama yapılan AL ile daha sonra

asıl uygulama gerçekleştirilmemiştir. BİLSEM1'e devam eden 9. sınıf öğrenci sayısının az olması sebebiyle yalnızca bir BİLSEM öğrencisi ile pilot çalışma gerçekleştirilmiş ve bu öğrenci asıl uygulamaya dahil edilmemiştir. Pilot 2 kapsamında 12 AL öğrencisi ve bir BİLSEM öğrencisi olmak üzere toplam 13 öğrenciden veri elde edilmiştir.

3.2.2. Asıl uygulama

Araştırmanın yapıldığı merkez ilçelerde birer BİLSEM bulunurken toplam yedi (1 Karatay; 2 Meram; 4 Selçuklu) AL bulunmaktadır. Dolayısıyla bahsi geçen üç BİLSEM doğrudan araştırma kapsamına alınmıştır. Karatay'da bir AL bulunduğundan bu lise çalışmaya doğrudan dâhil edilmiştir. Ancak Meram ve Selçuklu'da yer alan Anadolu liselerinden hangilerinde uygulama yapılacağı kararlaştırılırken küme (grup) örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde veri toplanacak elemanları tek tek seçmek yerine elemanların hali hazırda içerisinde bulunduğu grup seçilir. Bu sayede küme seçildiğinde içindeki elemanlar da otomatik olarak seçilmektedir (Büyüköztürk vd. 2017). Araştırma kapsamında asıl uygulamanın yapılacağı Anadolu liseleri bu okullar arasından kura ile seçilmiştir.

Araştırma kapsamında çok fazla kişiye uygulama yapmak uygun olmayacağından öğrenci seçimi yapılırken basit seçkisiz örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntemde her bir örnekleme birimine eşit seçilme olasılığı verilerek örneklem seçimi gerçekleştirilir. Bir birimin seçimi diğer birimin seçilmesini etkilememektedir (Büyüköztürk vd. 2017). Anadolu liselerindeki yöneticilerden gözlüksüz olan ve BİLSEM'e gitmeyen 9. sınıf öğrencilerinin listesi istenmiştir. BİLSEM'lerdeki yöneticilerden ise gözlüksüz öğrencilerin listesi istenmiştir. Bu listelerde yer alan öğrenci numaraları kâğıtlara yazılmış ve bir kutuya atılmıştır. Seçtiğimiz öğrencilerden bazılarının velilerinin çalışmaya izin vermeme ihtimaline karşılık bir okulda 15 öğrenciye uygulama yapılacaksa 20 öğrenci kura ile belirlenmiştir. Kura sonucunda çıkan öğrencilerle görüşülmüş ve velilerinden izin almak için izin belgeleri verilmiştir. Velilerinin izin verdiği öğrenciler çalışmaya dâhil edilmiştir (Ek 4). Çalışmaya katılan tüm öğrencilere çalışma anlatılmış ve istedikleri zaman çalışmadan ayrılacakları ifade edilmiştir. Dolayısıyla tüm öğrenciler çalışmaya gönüllü olarak katılmıştır.

Araştırma kapsamında toplam 63 öğrenciyle uygulama gerçekleştirilmiştir. Ancak uygulama yapılan 9 öğrencinin göz hareketlerinin güvenilir olmaması sebebiyle bu öğrenciler kapsam dışında tutulmuştur. Öğrencilerin göz hareketleri değerlendirilirken Karaca (2023) tarafından geliştirilen kontrol listesi kullanılmıştır. Sonuç olarak asıl uygulamaya dâhil edilen okulların özellikleri ve öğrenci sayıları Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2. Asıl uygulamanın yapıldığı okulların özellikleri ve öğrenci sayıları.

Okul Adı	Okul Türü	İlçe/İl	Erkek	Kız	Toplam Öğrenci Sayısı
BİLSEM-1	BİLSEM	Karatay/Konya	2	2	4
BİLSEM-2	BİLSEM	Meram/Konya	7	4	11
BİLSEM-3	BİLSEM	Selçuklu/Konya	2	0	2
AL-1	Anadolu Lisesi	Meram/Konya	3	5	8
AL-2	Anadolu Lisesi	Selçuklu/Konya	10	9	19
AL-3	Anadolu Lisesi	Karatay/Konya	2	8	10

Tüm okullar birlikte değerlendirildiğinde 17 BİLSEM ve 37 AL öğrencisi olmak üzere toplam 54 öğrenciye uygulama yapılmıştır (Tablo 3.3). Bu öğrencilerden 28'i (6 BİLSEM, 22 AL) kız ve 26'sı (11 BİLSEM, 15 AL) ise erkektir. Uygulama yapılan öğrencilerin cinsiyet dağılımının dengeli olması araştırma sonuçlarının cinsiyet faktöründen etkilenmesinin önüne geçmektedir. Dolayısıyla güvenilir sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır.

Tablo 3.3. Öğrencilerin cinsiyet dağılımı.

Okul Türü	Erkek	Kız	Toplam Öğrenci Sayısı
BİLSEM	11	6	17
AL	15	22	37
Toplam Öğrenci Sayısı	26	28	54

AL'daki öğrenciler AL1, AL2, AL3,.....,AL37 şeklinde kodlanırken BİLSEM'deki öğrenciler BİLSEM1, BİLSEM2, BİLSEM3,.....,BİLSEM17 şeklinde kodlanmıştır.

3.3. Veri Toplama Araç ve/veya Teknikleri

3.3.1. Purdue uzamsal görselleştirme testi

Mevcut çalışmada öğrencilerin uzamsal yeteneklerini belirlemek amacıyla PUGT kullanılmıştır. Guay (1976) tarafından geliştirilen test, “yüzey açılımı verilen cisimleri zihinde oluşturma”, “cisimleri zihinde döndürme” ve “cisimlerin farklı açılardan görünümünü zihinde canlandırma” becerilerini içeren üç bölümden oluşmaktadır (Bodner & Guay, 1997). Her bir bölüm 12 görevden oluşmaktadır. Her doğru cevap bir puandır ve ölçek sonucunda öğrenciler 0 ile 36 arasında puan alabilmektedir. Eryılmaz-Çevirgen (2012) öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı becerilerini değerlendirmek için PUGT'nin sırasıyla Açılımlar, Döndürme ve Görünümler bölümlerinin kullanılabileceğini ifade eder. Araştırmada uzamsal yeteneğin bileşenlerini ölçmek için PUGT'nin hangi bölümlerinin kullanıldığı Tablo 3.4'te verilmiştir.

Tablo 3.4. Uzamsal yeteneği belirlemek için kullanılan ölçme aracının bileşenleri.

Uzamsal Yetenek Bileşeni	PUGT'nin bölümleri
Uzamsal görselleştirme	Açılımlar (Developments)
Zihinsel döndürme/rotasyon	Döndürme (Rotations)
Uzamsal algı	Görünümler (Views)

Mevcut çalışmada PUGT'nin Uygan (2011) tarafından Türkçeye çevrilmiş versiyonu kullanılmıştır (EK 3). PUGT'nin çalışma kapsamında kullanılabilmesi için güvenilirlik çalışması yapılmıştır. Test AL'de (asıl uygulamada kullanılmayan) 9. sınıfta öğrenim gören toplam 249 öğrenciye uygulanmıştır. Testte yer alan görevlerin zorluk düzeyleri birbirinden farklıdır. Bu sebeple, testin güvenilirliği için KR-20 puanı hesaplanmıştır. Analiz sonucunda, testin KR-20 güvenilirlik puanı 0,77 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla, testin güvenilir bir ölçme aracı olduğu belirlenmiştir (DeVellis, 2012; Field, 2000; Karagöz, 2017; Morgan vd., 2004; Tabachnick & Fidell, 2007).

Öğrencilerin toplam uzamsal yetenek puanlarını hesaplayabilmek için PUGT'nin tamamı (36 görev) öğrencilere uygulanmıştır. Ancak görevlerin madde zorlukları dikkate alınarak her bölüm için 3'er görev (basit-orta-zor) seçilmiştir. Bu görevler öğrencilere göz izleme cihazı aracılığıyla uygulanmış ve bu sorulara yönelik göz izleme verileri toplanmıştır. Yani, her bölümden 3'er görev olmak üzere toplam 9 görev için göz izleme verisi toplanmıştır.

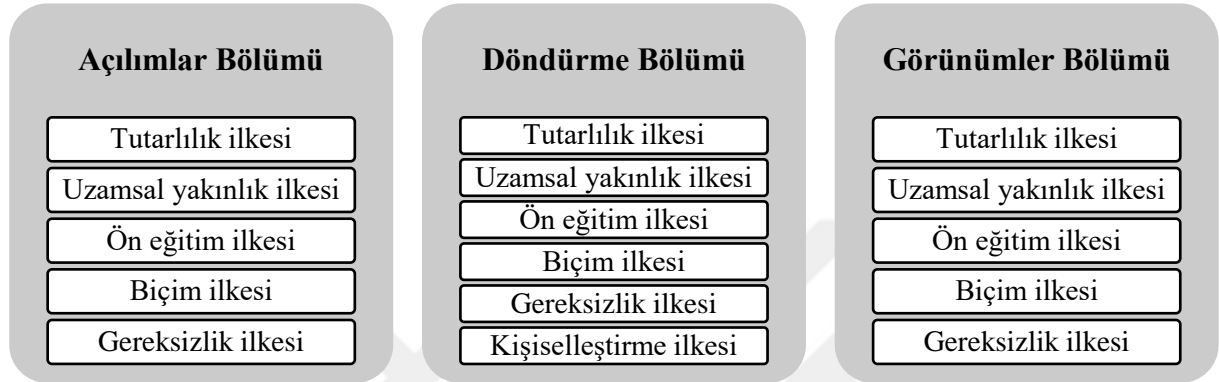
PUGT'de yer alan ilk bölüm "Açılımlar" bölümüdür. Bu bölümde açılımı verilen bir görselin katlandığında nasıl görüneceğine yönelik görevler yer almaktadır. Öğrenciye bir cismin açık hali sunulmakta ve öğrenciden bu cismin kapalı halini cevap seçenekleri arasından bulması istenmektedir. Bu bölüm uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme bileşeni için kullanılmaktadır. İlgili bölümden göz izleme uygulaması için seçilmiş olan basit, orta ve zor görevler Ek 6-Tablo 3.5'te verilmiştir.

PUGT'de yer alan ikinci bölüm "Döndürme" bölümüdür. Bu bölümde öncelikle bir cisim ve bu cismin belirli adımlarla döndürülmüş hali örnek olarak verilmektedir. Öğrenciden bu dönme kuralını belirlemesi ve verilen bir diğer cisme bu kuralı uygulaması beklenmektedir. Döndürme sonucunda cismin nasıl görüldüğü sorulmaktadır. Bu bölüm uzamsal yeteneğin zihinsel döndürme bileşeni için kullanılmaktadır. İlgili bölümden göz izleme uygulaması için seçilmiş olan basit, orta ve zor görevler Ek 6-Tablo 3.6'da verilmiştir.

PUGT'de yer alan son bölüm "Görünümler" bölümüdür. Bu bölümde cam fanus içerisine konulan bir cisim ve cam kutu üzerinde yer alan siyah bir nokta bulunmaktadır. Görevde cam fanusun üzerinde verilen siyah noktadan (referans noktası) cisme bakıldığında cismin nasıl görüneceği sorulmaktadır. Bu bölüm uzamsal yeteneğin uzamsal algı bileşeni için kullanılmaktadır. İlgili bölümden göz izleme uygulaması için seçilmiş olan basit, orta ve zor görevler Ek 6-Tablo 3.7'de verilmiştir.

Ek 6'da yer alan tablolarda görevler ve ilgi alanları³ birlikte gösterilmiştir. Ancak öğrencilere görevler ilgi alanları belirlenmeden önce uygulanmıştır. Göz izleme verilerinin analiz edilebilmesi için daha sonra ilgi alanları işaretlenmiş ve analiz gerçekleştirilmiştir.

Göz izleme deneyinin uyarılarını oluşturan bu görevler deney için kullanılabilir hale getirilmiştir. Bu aşamada Mayer'in (2021) çoklu ortam öğrenme teorisinde yer alan ilkelere dikkat edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.2. Görevlerin tasarımında dikkat edilen çoklu ortam öğrenme ilkeleri.

Bütün bölümler ortak olarak tutarlılık ilkesi, uzamsal yakınlık ilkesi, ön eğitim ilkesi, biçim ilkesi ve gereksizlik ilkesine uygun olarak tasarlanmıştır. Sadece döndürme bölümüne ait görevlerde sözel ifadeler yer aldığı için bu bölümde ayrıca kişiselleştirme ilkesine dikkat edilmiştir. Görevlerde konu dışı ve dikkat dağıtıcı unsurlar kullanılmayarak tutarlılık ilkesi sağlanmıştır. Metin ve görseller fiziksel olarak birbirine yakın konumlandırılarak uzamsal yakınlık ilkesi sağlanmıştır. Görevlerde kullanılan metinler soru yönergesi ile sınırlandırılarak ek metin kullanılmamıştır. Bu sayede, biçim ilkesi sağlanmıştır. Benzer anlama gelebilecek unsurlardan yalnızca bir tanesi kullanılarak gereksizlik ilkesi sağlanmıştır. Uygulama öncesinde öğrencilerin görev tarzlarını öğrenmesi için deneme oturumu gerçekleştirilmiştir. Bu sayede, ön eğitim ilkesi sağlanmıştır. Son olarak, döndürme bölümünde yer alan sözel ifadeler oluşturulurken konuşma diline yakın bir üslup kullanılarak kişiselleştirme sağlanmıştır.

3.3.2. Geriye dönük sesli düşünme

Araştırma kapsamında öğrenciler ile görüşme yapılabilmesi için ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi tercih edilmiştir. İpuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi göz

³ İlgi alanları hakkında detaylı bilgi sayfa 61-62'de yer almaktadır.

izleme çalışmalarında kullanılan diğer yöntemlere göre en fazla ve en derin sözel bilgi sağlayan yöntemdir (Tobii Technology, 2009).

İpuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminde öğrenciler uygulamayı tamamladıktan sonra öğrencinin görevi nasıl çözdüğünü hatırlamasını sağlayan bazı ipuçları verilir ve öğrencinin konuşması istenir (Van Gog vd., 2005). Çalışma kapsamında öğrencilere göz hareketlerinin video kaydı ipucu olarak sunulmuştur. Video önce öğrenciye normal hızında izletilmiş ve görevi nasıl çözdüğünü hatırlaması beklenmiştir. Daha sonra yavaş hızda video tekrar izletilerek öğrencinin açıklamalar yapması beklenmiştir. Öğrencinin açıklama yapmadığı ancak araştırmacının aklına gelen sorular var ise bu sorular öğrenciye yöneltilmiş ve odaklı görüş elde edilmiştir. Öğrencilere yöneltilen soru örnekleri şu şekildedir: Görevi çözmeye nereden başladın? Neden tekrar oraya dönüş yaptın? Şeklin bir parçasını mı yoksa bütünü mü döndürmeye çalıştın? Doğru cevabın o şık olduğuna nasıl karar verdin?

3.3.3. Göz izleme tekniği

Araştırma kapsamında, öğrencilerin göz hareketleri ile ilgili verileri toplayabilmek için göz izleme (eye-tracking) tekniği kullanılmıştır. Bu başlık altında çalışmada kullanılan göz izleme cihazı, kalibrasyon, araştırma ortamı, uyaran sunumu ve ilgi alanı konularından bahsedilmektedir.

Kullanılan göz izleme cihazı

Mevcut çalışmada öğrencilerin göz hareketlerini belirleyebilmek için Gazepoint GP3 göz izleme cihazı kullanılmıştır. Bu cihaz, 60Hz örnekleme frekansına 0,5°-1° görsel açı doğruluğuna, 25cm x 11cm (yatay x dikey) hareket esnekliğine ve 5-9 nokta kalibrasyonu desteğine sahiptir. Cihazın kalibrasyon sürecinde ve uyaranların sunumunda Gazepoint Analysis Professional Edition programı kullanılmıştır.

Uygulamada kullanılan monitörün ekran genişliği, renk kalitesi, parlaklık gibi özellikleri uygulama sürecini etkileyebilir. Bu sebeple, mevcut çalışmada 17,1 inç ekran genişliği, 1440x900 ekran çözünürlüğü ve 60Hz yenileme hızı bulunan sabit bir monitör kullanılmıştır.

Kalibrasyon

Katılımcının ekran üzerinde baktığı noktaların göz izleyici tarafından yüksek doğrulukta belirlenebilmesi için kalibrasyon yapılması gerekmektedir (Duchowski, 2017). Kalibrasyon işlemi, katılımcının ekranda baktığı noktalar ile göz izleyicinin algıladığı noktalar

arasında bir eşleşme yapılmasıdır. Mevcut çalışmada, öğrencilerin bakış noktalarını belirleyebilmek için Gazepoint Analysis Professional Edition programında bulunan 9 noktalı göz kalibrasyonu kullanılmıştır. Çalışma dört oturumda gerçekleştirildiği için her oturum başında kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Öncelikli olarak kalibrasyon işleminin neden ve nasıl yapıldığı hakkında katılımcı bilgilendirilmiştir. Bu işlemten sonra görev tamamlanana kadar fiziksel olarak hareket etmemesi gerektiği söylenmiştir. Bilgilendirmeden sonra katılımcının göz izleyici ve monitör ile arasındaki mesafe ayarlanmıştır. Katılımcının konumu sabitleştirildikten sonra Gazepoint Analysis Professional Edition uygulaması ile 9 noktalı kalibrasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon sonucunda katılımcının baktığı nokta ile göz izleyicinin algıladığı noktanın doğruluğunun kontrol edilebilmesi için 12 noktadan oluşan bir kontrol gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.3). Katılımcıdan + işaretine bakması istenerek bakılması istenen nokta ile göz izleyicinin algıladığı bakış noktası karşılaştırılmıştır. Katılımcının bakış noktasında kayma olduğu fark edildiği takdirde katılımcının pozisyonu değiştirilerek kalibrasyon işlemi yeniden yapılmıştır. Bu işlem katılımcının baktığı nokta ile göz izleyicinin algıladığı nokta örtüşene kadar tekrarlanmıştır.



Şekil 3.3. Kalibrasyon kontrol penceresi.

Araştırma Ortamı

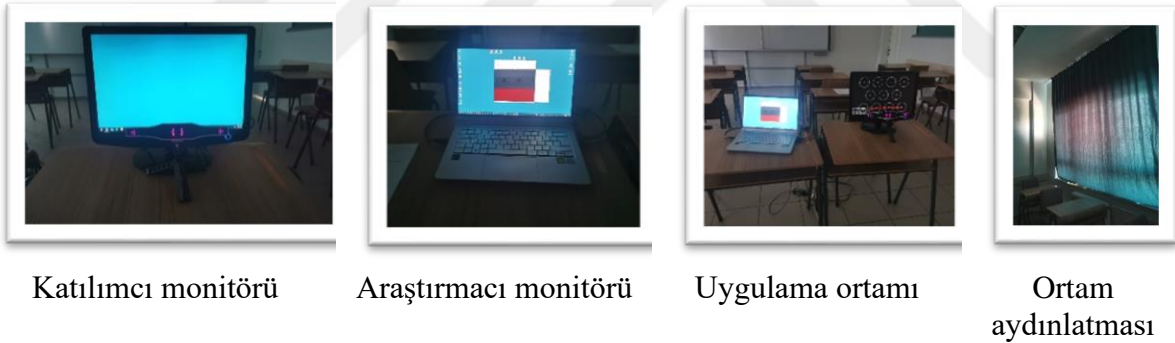
Göz izleme çalışmalarında veri kaybını önlemek ve sağlıklı veri elde edebilmek için laboratuvar ortamının özel olarak tasarlanması gerekir. Alan yazın ışığında, göz izleme oturumları esnasında laboratuvar ortamının taşınması gereken özellikler aşağıda verilmiştir (Duchowski, 2017; Płużyczka, 2018). Çalışma kapsamında, kullanılan ortam bu özellikleri sağlayacak şekilde düzenlenmiştir.

1. *Işıklandırma*: Aydınlık bir ortam göz izleyicinin göz yansımalarını algılamasını zorlaştırmaktadır. Dolayısıyla, ortamın loş bir aydınlatmaya sahip olması kaliteli veri

elde edilmesine olanak tanır. Uygulamanın yapıldığı ortam mümkün olduğunca loş hale getirilerek uygulama için optimize edilmiştir.

2. *Dikkat dağıtıcı faktörler:* Uygulama esnasında öğrencinin dikkatinin dağılması sağlıklı veri elde etmeyi olumsuz etkilemektedir. Ortamın gürültülü, dağınık veya aşırı eşya ile dolu olması öğrencilerin dikkatini dağıtabilir. Bu sebeple, araştırma ortamı için boş ve kullanılmayan bir sınıf/oda tercih edilmiştir. Koridorlarda oluşacak gürültü sebebi ile teneffüste uygulama yapılmamıştır.
3. *Katılımcının pozisyonu:* Deney süresince katılımcıların pozisyon değiştirmesine izin verilmeyeceği için koltuklarının yüksekliği ve bilgisayar ile katılımcı arasındaki mesafe düzenlenerek katılımcıların rahat bir pozisyonda oturmaları istenmiştir.
4. *Baş serbestliği:* Göz izleme çalışmalarında katılımcının göz hareketlerinin okunabilmesi için laboratuvar ortamında gerçekleştirilen çalışmalarda katılımcı kendisini doğal bir ortamda gibi hissetmelidir. Bu sebeple öğrencinin rahat hareket edebilmesi için baş ya da çene sabitleyici aparat kullanılmamıştır.

Uygulamanın gerçekleştirildiği araştırma ortamına ait görseller Şekil 3.4’te verilmiştir.



Şekil 3.4. Uygulama ortamı.

Görevler Üzerinde Oluşturulan İlgi Alanları

Katılımcıların göz hareketlerini detaylı olarak inceleyebilmek için görevler üzerinde ilgi alanları oluşturulmuştur. İlgi alanlarının oluşturulmasında katılımcıların görevdeki ısı haritası referans olarak alınmıştır. Eğer bağlam göz önünde bulundurulmadan daha geniş ilgi alanları oluşturulursa görsel hedef hakkında daha büyük sayıda sabitlenme gerçekleşebilir. Böylece o ilgi alanına bireyin ilk sabitlenmesi daha hızlı olabilir (Goldberg & Helfman, 2011). Bu sebeple her bir yetenek alanı için oluşturulan ilgi alanlarının eşit büyüklükte olmasına dikkat edilmiştir.

Uzamsal görselleştirme yeteneğini ölçen açılımlar bölümü görevleri üzerinde altı ilgi alanı oluşturulmuştur (EK 6-Tablo 3.5). Açık hali verilmiş olan soru görseli SG, doğru cevap

DG ve diğer cevap seçeneklerinde yer alan görseller ise sırasıyla ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ olarak etiketlenmiştir. Bütün ilgi alanları dikdörtgen bir alana sahiptir. Her bir görev için DG ve ÇG boyutları 0.180×0.310 olarak belirlenmiştir. Görev görsellerinin boyutları ise 0.370×0.500 olarak belirlenmiştir.

Zihinsel döndürme yeteneğini ölçen döndürme bölümü görevleri üzerinde sekiz ilgi alanı oluşturulmuştur (EK 6-Tablo 3.6). Görevde örnek olarak verilen görselin ilk hali ÖG₀ ve son hali ÖG_S olarak etiketlenmiştir. Soru görseli SG, doğru cevap DG ve diğer cevap seçeneklerinde yer alan görseller ise sırasıyla ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ olarak etiketlenmiştir. Bütün ilgi alanları dikdörtgen bir alana sahiptir. Her bir görev için ilgi alanlarının boyutları 0.175×0.290 olarak belirlenmiştir.

Uzamsal algı yeteneğini ölçen görünüm bölümü görevleri üzerinde yedi ilgi alanı oluşturulmuştur (EK 6-Tablo 3.6). Soru görseli SG, bakış noktası RN, doğru cevap DG ve diğer cevap seçeneklerinde yer alan görseller ise sırasıyla ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ olarak etiketlenmiştir. SG, DG ve ÇG ilgi alanları dikdörtgen bir alana sahiptir. RN ilgi alanı ise eliptik alana sahiptir. Her bir görev için SG, DG ve ÇG ilgi alanlarının boyutları 0.175×0.250 olarak belirlenmiştir. RN ilgi alanının boyutu ise 0.080×0.130 olarak belirlenmiştir.

İlgi alanları analiz aşamasında araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Katılımcılara uygulama esnasında görevler verildiğinde görevler üzerinde ilgi alanları işaretli değildir. Yani, katılımcı ilgi alanlarını hiç görmemiştir. Uygulama bittikten sonra araştırmacı bahsi geçen ilgi alanlarını görseller üzerinde oluşturmuş ve analize başlamıştır.

3.4. Veri Toplama Süreci

Verilerin toplanabilmesi için öncelikle gerekli Etik Kurul izni (EK 1) ve MEB uygulama izni (EK 2) alınmıştır.

3.4.1. Pilot uygulama

Araştırma kapsamında iki farklı pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Pilot çalışmaların birinde kullanılacak materyallerin güvenilirlikleri test edilirken diğerinde göz izleme ve geriye dönük sesli düşünme yöntemleri test edilmiştir.

Pilot 1

Araştırmaya başlamadan önce çalışma kapsamında uygulanacak PUGT'nin güvenilirlik incelemesi yapılmıştır. Daha sonra PUGT'nin madde zorlukları belirlenerek asıl uygulamada

göz izleme ile uygulanacak görevler tespit edilmiştir. Bu kapsamda Konya'nın merkez ilçelerinde yer alan Anadolu Liselerinden iki tanesi seçilmiş ve 9. sınıftaki öğrencilere uzamsal görselleştirme testinin tamamı uygulanmıştır. Bu liseler asıl uygulamada kullanılan okullardan farklıdır.

PUGT'ye ait veriler toplam 249 öğrenciden elde edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda güvenilirlik değerlendirmesi yapılmış ve testin her bölümü kendi arasında değerlendirilerek madde zorlukları tespit edilmiştir. Maddelerin zorluk puanlarına göre her bölümden basit, orta, zor olmak üzere altışar görev tespit edilmiştir. Belirlenen görevler için dört uzman görüşü alınmıştır. Bu uzmanlar uzun süre sahada aktif olarak çalışan ve geometrik bilgi düzeyi yüksek olan matematik öğretmenleridir. Uzman görüşleri sonucunda zorluk seviyeleri üzerinde en fazla uzlaşma sağlanan görevlerin çalışmada kullanılması kararlaştırılmıştır.

Pilot 2

Asıl uygulamaya geçilmeden önce deney ortamının test edilebilmesi için yeni bir pilot çalışma gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada, deney ortamı ve şartları test edilmiştir. Öğrencilerin yaşayabileceği problemler veya cihaz ile ilgili yaşanabilecek teknik sorunların tespit edilmesi amaçlanmıştır. Yürütülen pilot çalışmalar sayesinde araştırmacı deney ile ilgili tecrübe kazanmıştır. Bu tecrübe sayesinde asıl uygulama esnasında yaşanabilecek teknik sorunlar en aza indirilmiştir. Aynı zamanda, göz izleme ile uygulanacak uzamsal yetenek görevlerinden ve ipuculu geriye dönük sesli düşünme yönteminden sağlıklı veri elde edilip edilmediği incelenmiştir. Pilot uygulama esnasında öğrencilere sesli düşünme gerçekleştirmek için göz hareketi videoları ipucu olarak izletilmiştir. Öğrencilerin hatırlamalarını sağlamak amacıyla göz hareketleri önce normal hızda izletilmiştir. Sonra hemen ardından yavaş modda ($\times 0.3$) izletilmiş ve öğrencinin istediği yerde konuşması, açıklama yapması istenmiştir. Video kaydı ilk izletildiğinde araştırmacının kafasında oluşan sorular var ise yavaş modda izletildiğinde araştırmacı sormuş ve daha detaylı bilgi alınması sağlanmıştır.

Pilot uygulama esnasında görevler için verilecek maksimum süre de test edilmiştir. Öğrencilerin bazı görevleri tamamlamakta zorlandığı ve süre yetiştiremediği tespit edilmiştir. Bu sebeple cevapsız kalan görevlerin olmaması için asıl uygulamada her bir göreve 60 sn verilmeye karar verilmiştir.

Elde edilen veriler ışığında, asıl uygulamada kullanılmak üzere görevler üzerinde ilgi alanları tespit edilmiştir.

3.4.2. Asıl uygulama

Deneme oturumu

Göz izleme çalışmalarında karşılaşılan problemlerden birisi katılımcıların göz izleme yöntemine ve geriye dönük sesli düşünme yöntemine yabancı olmasıdır. Katılımcılar daha önce göz hareketlerini hiç görmediği için geriye dönük sesli düşünme esnasında dikkatleri dağılabilir (Elling vd., 2011). Bu da çalışma kapsamında elde edilen verilerin güvenilirliğini zedelemektedir. Bunu engellemek için sesli düşünme protokolüne ve göz izleme verilerine aşına olan katılımcılarla çalışmak ya da katılımcıların bakış videolu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi konusunda eğitilmesi tavsiye edilmektedir (Elbabour vd., 2017; Elling vd., 2011). Çalışma kapsamında, katılımcılardan güvenilir veriler elde edebilmek amacı ile katılımcıların göz izleme ve geriye dönük sesli düşünme tekniğini deneme fırsatı elde edeceği deneme oturumu düzenlenmiştir. Deneme oturumu, asıl uygulama oturumlarından hemen önce uygulanmıştır. Deneme oturumu tamamlandıktan sonra öğrenci dinlendirilip gerçek uygulama oturumlarına geçilmiştir (Şekil 3.5).

Deneme oturumunda, öğrencilerin asıl uygulama oturumlarında karşılaşıacağı görev tiplerini de deneyimlemesi önemli görülmektedir. Böylece, öğrenci asıl uygulama oturumlarında görevi gördüğünde görevin ondan ne istediğini anlamak ile vakit kaybetmek yerine doğrudan görevin çözümüne odaklanacaktır. Bu sayede veriler görevi anlamlandırmak için yapılan göz hareketlerinden arındırılarak verilerin güvenilirliği artırılmış olacaktır. PUGT’de her bölüm başında yönerge yer almaktadır. Bu yönergede ilgili bölüme ait iki adet örnek görev ve onların çözümü bulunmaktadır. Deneme oturumunda öğrencilere uygulanacak uzamsal yetenek görevleri bu yönerge içerisinde yer alan görevlerden seçilmiştir. Oturumda her bölüme ait birer görev yer almaktadır. Deneme oturumu asıl uygulamanın tanıtımı olacağından dolayı görevler deneme oturumunda da asıl uygulamada da aynı sıra ile sorulmuştur: Açılımlar, Döndürme, Görünümler. Deneme oturumunda kullanılan görevler EK 5’te verilmiştir. Eğer görevler art arda sunulursa bir görev için kaydedilen ilk göz hareketi önceki görevde kaydedilen son göz hareketi olacaktır. Dolayısı ile görevler üzerinde gerçekleşen ilk göz kayıtları güvenilir olmayacaktır. Bunu önlemek ve güvenilir göz kaydı elde etmek amacıyla her görev sonunda beyaz boş sayfa gösterilmiştir. Öğrenci görevin cevabını söylediğinde araştırmacı hemen görevi değiştirmiştir.

Öğrenci oturumu tamamladıktan sonra araştırmacı tarafından öğrencinin göz hareketlerinin video kaydı oluşturulmuştur. Öğrenciye geriye dönük sesli düşünmenin ne olduğu ve öğrenciden ne beklendiği açıklanmıştır. Daha sonra öğrenciye video kayıtları izletilerek geriye dönük sesli düşünmesi istenmiştir. Öğrencinin hatırlamasını kolaylaştırmak için önce video normal hızında izletilmiş ve öğrencinin görev tamamlama sürecini hatırlaması sağlanmıştır. Daha sonra video hızı yavaşlatılarak öğrenciye izletilmiştir. Öğrenci fare/klavye yardımı ile istediği yerde videoyu durdurmuş ve açıklama yapmıştır.

Deneme oturumu sonunda, öğrenciler uzamsal yetenek görevlerinde ve geriye dönük sesli düşünme sürecinde kendilerinden ne beklendiğini öğrenmiştir. Ayrıca göz izleme cihazını deneyimleyerek görev esnasında nasıl bir duruş sergilemeleri gerektiğini fark etmişlerdir.

Uygulama öncesi

Her bir okulda uygulamanın yapılabilmesi için uygun bir oda istenmiş ve uygulama gün ve saati için ortam (ışık, havalandırma, sıcaklık, gürültü vs.) düzenlenmiştir.

Uygulamalardan önce, öğrencilerin velilerinden çocuklarının çalışmaya katılmasına gönüllü olduklarını beyan eden izin alınmıştır (Ek 4).

Araştırmanın verileri ‘göz izleyici (eye-tracker)’ aracılığıyla toplanmıştır. Göz izleme laboratuvarı aynı anda sadece tek bir kişiden veri toplamaya izin verdiği için öğrenciler ile uygulama teker teker yapılmıştır. Bunu organize edebilmek için uygulama çizelgesi planlanmıştır. Katılımcıların müsaitlik durumuna göre her öğrenci için farklı saatlere randevu oluşturulmuştur. Bu uygulama pandemi şartlarında katılımcıların birbiri ile temasını da en aza indireceği için güvenli görülmüştür.

Göz izleyiciden sağlıklı veriler elde edebilmek için materyal çoklu ortam öğrenme teorisine uygun olarak düzenlenmiştir.

Uygulama esnası

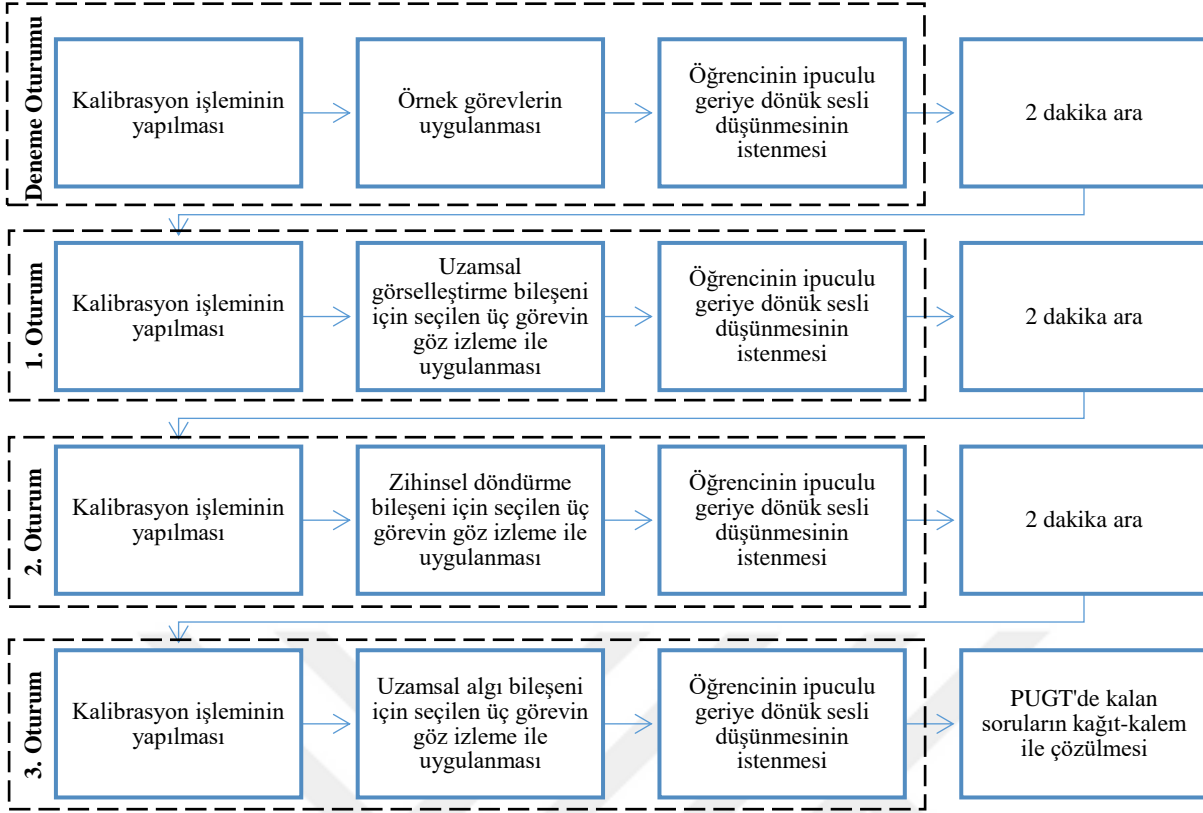
Mevcut çalışma kapsamında uygulama dört aşamada gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.5). İlk aşama olan deneme oturumu⁴ öğrencinin göz izleme ve sesli düşünme yöntemlerine aşinalık kazanması için yapılmaktadır. Bu oturumdan elde edilen veriler çalışmanın analizi kapsamına dahil edilmemiştir. Deneme oturumu gerçekleştirildikten sonra asıl uygulama oturumlarına geçilmiştir. 1. oturumda uzamsal görselleştirme, 2. oturumda zihinsel döndürme, 3. oturumda

⁴ Deneme oturumu bir sonraki bölümde (Bölüm 3.4.3) detaylı olarak açıklanmıştır.

uzamsal algı görevlerine yer verilmiştir. Her bir oturumda ilgili uzamsal yetenek alanında basit, orta ve zor olmak üzere üç görev sorulmuştur. Her oturum sonunda öğrencinin geriye dönük sesli düşünmesi istenmiş ve görüşmeler kayıt altına alınmıştır.

Göz izleme cihazının kalibrasyon işlemi ne kadar iyi yapılırsa katılımcının baktığı yer o kadar yüksek derecede doğrulukla tahmin edilebilir. Kalibrasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra öğrencinin fiziksel olarak hareket etmemesi gerekmektedir. Deneyimizde deneme oturumu ile birlikte dört oturum gerçekleştirildiği için öğrencilerin bu kadar uzun süre sabit kalmaları mümkün değildir. Carter ve Luke (2020) uzun süreli görevler gerçekleştirilirken süreç içerisinde birden fazla kalibrasyon işleminin gerçekleştirilmesinin verilerin doğruluğunu arttıracaklarını ifade etmektedir. Bu sebeple, her oturum sonunda ara verilmiş ve tekrar kalibrasyon işlemi yapılmıştır. Böylelikle, verilerin güvenilir bir şekilde elde edilmesi sağlanmıştır.

Uygulama esnasında öğrenciye bilgisayar ekranında PUGT görevleri basitten zora doğru sıra ile verilmiştir. Öğrencilerin görevler arası dikkatini toparlayabilmesi için her bir görevden sonra boş bir sayfa ekrana getirilmiştir. Böylece bir görev için kaydedilen ilk göz hareketinin önceki görevde kaydedilen son göz hareketi ile aynı olması önlenmiştir. Öğrencinin görevleri tamamlarken gerçekleşen göz hareketlerine yönelik veriler göz izleme cihazı yardımı ile toplanmıştır. Uygulama esnasında araştırmacı ikinci bir bilgisayar aracılığıyla uygulama sürecini takip etmiştir.



Şekil 3.5. Uygulama süreci.

Uygulama sonrası

Her bir öğrenci ile gerçekleştirilen uygulama sonrasında laboratuvar havalandırılmış ve ortam dezenfekte edilmiştir. Bu sayede araştırmaya katılan öğrencilerin bulaş riskini en aza indirmeye çalışılmıştır.

Uygulama sonucunda elde edilen veriler her öğrenci için ayrı dosya şeklinde kaydedilmiştir. Her uygulamanın ardından elde edilen verilerde bir eksiklik veya hata olup olmadığı kontrol edilmiştir. Verilerde bir eksiklik olmadığı tespit edildiğinde veriler analiz edilmeye başlanmıştır.

3.5. Verilerin Analizi

Araştırma kapsamında nicel ve nitel olmak üzere iki tür veri elde edilmiştir. Bu sebeple, verilerin çözümlenmesinde nicel ve nitel analiz yöntemleri birlikte kullanılmıştır.

3.5.1. Nicel verilerin analizi

İstatistiksel karşılaştırmaların yapılabilmesi için öncelikle verilerin normallik durumu incelenmiştir. Bunun için öncelikle Kolmogorov-Smirnov testi yapılmıştır. Ancak bu test sonucunda verilerin normal dağılmadığı görülmüştür. Araştırmalarda koşullar elverdiğince

öncelikle parametrik testlerin uygulanması istenen bir durumdur (Can, 2019). Bu sebeple mevcut çalışmada normallik testleri arasında yer alan basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılmıştır. Çalışma kapsamında çarpıklık ve basıklık katsayılarının (-2, +2) değer aralığında olduğu durumlarda verilerin normal dağılım gösterdiği varsayılmıştır (George & Mallery, 2016).

Öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasındaki farklılığı belirleyebilmek için uzamsal yetenek puanları hesaplanmıştır. Öncelikle yetenek puanlarına ilişkin ortalama, minimum, maksimum ve standart sapma değerlerini içeren betimsel analiz yapılmıştır. Daha sonra öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin farklılaşıp farklılaşmadığını tespit etmek için bağımsız gruplar t testi kullanılmıştır. Bu test yetenek puanlarının normal olduğu ve grupların varyansının homojen olduğu varsayımına dayanmaktadır (Can, 2019). Bu sebeple normallik testi (basıklık ve çarpıklık değerleri) yapılmış ve Levene testi ile grupların homojenlik varsayımı test edilmiştir.

Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek için ortalama görev tamamlama süreleri hesaplanmıştır. Katılımcıların görev tamamlama süreleri normal dağılım göstermediğinden dolayı sürelerin karşılaştırılmasında Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Bunlara ek olarak görevlerin zorluk düzeyine göre hangi uzamsal yetenek görevinin daha hızlı/yavaş tamamlandığını belirlemek için Friedman testi kullanılmıştır. Gruplar arası farklılığın belirlenebilmesi için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır. Her bir zorluk düzeyindeki görevler kendi arasında karşılaştırılmıştır. Örneğin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı görevlerinden basit olanları karşılaştırılmış ve hangi yetenek alanına ait görevin daha hızlı tamamlandığı tespit edilmiştir.

Öğrencilerin görevler üzerindeki göz hareketi verilerini karşılaştırabilmek için ilgi alanları oluşturulmuştur. Göz hareketi verilerine ait tüm karşılaştırmalar bu ilgi alanları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Uzamsal görselleştirme görevleri için ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄, DG ve SG ilgi alanlarına ait veriler; zihinsel döndürme görevleri için ÖG_ö, ÖG_s, SG, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄ ve DG ilgi alanlarına ait veriler; uzamsal algı görevleri için SG, RN, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄ ve DG ilgi alanlarına ait veriler elde edilmiştir. Bu ilgi alanlarına ait veriler görev zorluk düzeyi özelinde karşılaştırılarak ilgili görev hakkında sonuçlar elde edilmiştir.

Öğrencilerin ilgi alanlarına ait ortalama bakış süreleri arasındaki farklılığı belirlemek için ortalama bakış süreleri hesaplanmıştır. Her bir karşılaştırma öncesinde normallik testi

yapılmıştır. Normal dağılım gösteren verilerin karşılaştırılmasında tek faktörlü ANOVA testi kullanılmıştır. ANOVA testinin yapılabilmesi için ölçümlerin normal dağılımı ve varyansların homojenliği (küresellik) varsayımlarının sağlanması gerekmektedir (Pallant, 2020). Normallik kontrolü çarpıklık ve basıklık değerleri ile yapılmıştır. Varyansların homojenlik varsayımı ise Mauchly küresellik testi ile incelenmiştir. Homojenlik varsayımının sağlanmadığı durumlar için epsilon düzeltmesi yapılmıştır. Epsilon düzeltmelerinde $\epsilon > 0,75$ için Huynh-Feldt düzeltmesi, $\epsilon < 0,75$ için Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanılmıştır (Can, 2019). Homojenlik varsayımının sağlanmadığı durumlarda epsilon düzeltmesinin yanı sıra ortalamaların karşılaştırılması için Wilk's Λ değeri de hesaplanmıştır. Wilk's Λ değeri homojenlik varsayımı sağlanmadığında epsilon düzeltmesinin yanı sıra ortalamaların karşılaştırılması için kullanılan çok değişkenli bir karşılaştırma testidir (Can, 2019). Verilerin normal dağılım ve homojenlik varsayımları sağlandıktan sonra ANOVA testi yapılmıştır. Test sonucunda ortalamalar arasında fark olduğu tespit edildiğinde hangi ölçümler arasında farklılık olduğunun belirlenebilmesi için Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır. Bonferroni testi çalışmalarda yaygın olarak kullanılan ve düzeltme içeren bir çoklu karşılaştırma testidir (Can, 2019).

Normal dağılım göstermeyen verilerin karşılaştırılmasında tek faktörlü ANOVA testinin parametrik olmayan karşılığı olan Friedman testi kullanılmıştır. Friedman testi sonucunda ortalamalar arasında fark olduğu tespit edildiğinde hangi ölçümler arasında farklılık olduğunun belirlenebilmesi için ilişkili örneklerde parametrik olmayan iki ölçümün karşılaştırıldığı Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır (Can, 2019; Pallant, 2020).

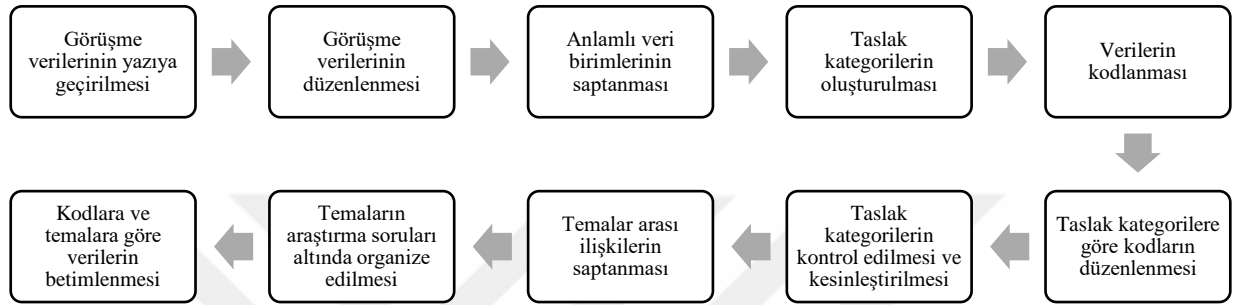
3.5.2. Nitel verilerin analizi

Araştırma sonucunda, iki farklı nitel veri elde edilmiştir. Bunlar, sesli düşünme kayıtları ve göz hareketi kayıtlarıdır.

Sesli düşünme verilerinin analizi

Sesli düşünme verilerinin analizine başlanmadan önce, görüşme sırasında çekilen video kayıtları ve alınan notlar her öğrenci için ayrı ayrı organize edilmiştir. Daha sonra, görüşme kayıtları kelimesi kelimesine bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Ardından video kayıtlar tekrar izlenerek bilgisayar ortamındaki yazılı görüşme nüshaları kontrol edilmiştir. Sonrasında yazılı görüşme nüshaları her bir görev için ayrılmış ve düzenlenmiştir. Her bir görev için katılımcı cevapları tek tek ve birkaç kez incelenmiştir.

Katılımcıların uzamsal yetenek görevlerinde kullandığı stratejiler içerik analizi yöntemiyle belirlenmiştir. Nitel içerik analizi, nitel verinin anlamının sistematik olarak betimlenmesi için kullanılan bir metottur (Schreier, 2012). Kısaca içerik analizinde amaç, toplanan verileri açıklayabilecek kavramlara ve ilişkilere ulaşmaktır (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Analiz temel olarak dört aşamada gerçekleştirilmektedir: (1) verilerin kodlanması, (2) temaların bulunması, (3) kodların ve temaların düzenlenmesi, (4) bulguların tanımlanması ve yorumlanması. (Yıldırım & Şimşek, 2018).



Şekil 3.6. Sesli düşünme verilerinin analiz süreci.

Sesli düşünme verilerinin analizinde öncelikle veriler parçalara ayrılarak detaylı olarak incelenmiştir. Daha sonra parçalar arası karşılaştırmalar yapılarak kodlamalar gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında gerçekleştirilen kodlama türü ‘açık kodlama’dır. Bu kodlamada veriler ayrı parçalara ayrılır, yakından incelenir ve benzerlik ve farklılıklar açısından karşılaştırılır. Doğası gereği kavramsal olarak benzer veya anlam bakımından ilişkili bulunan olaylar, nesnelere ve eylemler/etkileşimler “kategoriler” olarak adlandırılan daha soyut kavramlar altında gruplandırılır. Verilerin hem farklılıklar hem de benzerlikler açısından yakından incelenmesi, kategoriler arasında ince ayrımlar ve farklılaştırmalar yapılmasına olanak tanır (Strauss & Corbin, 1998).

Kategorilerin ve alt kategorilerin belirlenmesinin ardından kodlama güvenilirliği için ilk kodlamalar yapıldıktan altı ay sonra aynı görevler üzerinde tekrar kodlama yapılmıştır. Araştırmacı tarafında yapılan iki kodlama arasındaki tutarlılığı belirlemek için güvenilirlik yüzdesi (Miles & Huberman, 1994; Schreier, 2012) hesaplanmıştır. Uzamsal görselleştirme görevlerinde %90,4, zihinsel döndürme görevlerinde %95,7 ve uzamsal algı görevlerinde %84,6 oranında kodlamalar arası benzerlik olduğu belirlenmiştir. Buna ek olarak verilerin yaklaşık %10’u farklı bir araştırmacıya verilerek görevlerde kullanılan stratejileri kodlaması istenmiştir. Uzamsal görselleştirme kodlamalarında %89,3, zihinsel döndürme kodlamalarında %97,3 ve uzamsal algı kodlamalarında %85,7 benzerlik gerçekleşmiştir.

$$\text{Güvenirlilik yüzdesi} = \frac{\text{Görüş birliği sağlanan konu/terim sayısı}}{\text{Toplam görüş sayısı}} \times 100$$

Kullanılan stratejiler temel olarak analitik strateji ve bütüncül strateji kategorileri altında ele alınmıştır. Her bir uzamsal yetenek bileşeninde kullanılan stratejiler, stratejilerin açıklamaları ve stratejiye ait öğrenci görüşmelerinden elde edilen örnek ifadeler EK 7’de verilmiştir. Katılımcı bir görevi tamamlarken kullandığı stratejinin işe yaramadığını fark ettiğinde strateji değişikliği yapabilir. Dolayısıyla stratejiler arası geçiş yapabilir. Bu bağlamda, katılımcıların uzamsal yetenek görevlerinde stratejiler arası gerçekleştirdikleri geçişler de incelenmiştir. Strateji geçişleri temel olarak Analitik, Bütüncül, Bütüncül→Analitik ve Analitik→Bütüncül olarak dört başlık altında ele alınmıştır. “Analitik”, katılımcının bir görevi tamamlarken bütünüyle analitik stratejilerden faydalanmasını ifade eder. “Bütüncül”, katılımcının görevi tamamlarken bütünüyle bütüncül stratejiler kullanmasını ifade eder. “Bütüncül→Analitik” strateji, katılımcının görevi tamamlamak için öncelikle bütüncül stratejilerden yararlanması daha sonrasında ise analitik stratejiler kullanmasıdır. Son olarak “Analitik→Bütüncül” strateji ise, katılımcının görevi tamamlamak için öncelikle analitik stratejilerden yararlanması daha sonrasında ise bütüncül stratejiler kullanmasıdır.

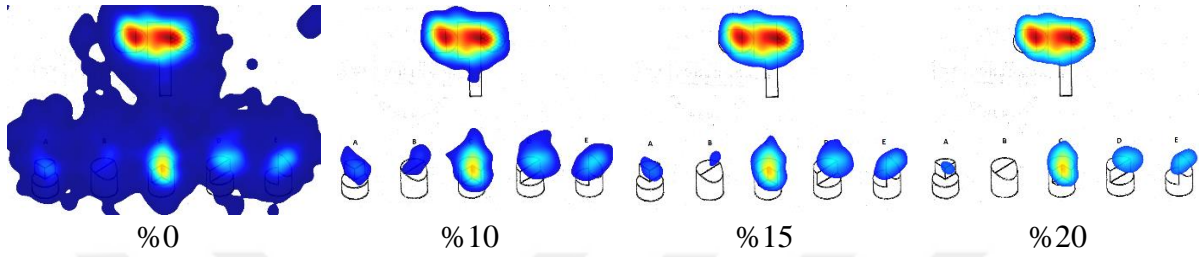
Göz hareketi verilerinin analizi

Katılımcıların uzamsal yetenek görevleri üzerindeki göz hareketlerinden iki tür görsel veri elde edilmiştir. Bunlar bakış yolları ve ısı haritalarıdır. Her bir katılımcı için elde edilen görüntüler kullanılarak ÜY ve ÜYO öğrenciler için eşlemeler (ısı haritası, bakış yolu grafiği) yapılmıştır (Bkz. Ek 7-8). İki katılımcı grubu için farklı görselleştirmeler kullanılmış ve her grubun göreve özgü durumları ortaya çıkarılmıştır.

Isı haritası ve bakış yolu görsellerinin açık olması ve kolay bir şekilde okunabilmesi için bazı görselleştirme ayarlarının yapılması gerekmektedir. Bu ayarlar büyüklük, şeffaflık ve aykırı değer filtresi (outlier filter) şeklindedir. Büyüklük ayarı, görsel üzerinde oluşan odak noktalarının büyüklüğünü ifade etmektedir. Şeffaflık ayarı, oluşturulacak olan görselin şeffaflığını belirlemektedir. Isı haritası ve bakış yolu görseli oluşumunda önemli bir ayar olan aykırı değer filtresi ayarı ise görselleştirme esnasında bazı uç değerlerin atılmasını sağlamaktadır.

Mevcut çalışmada ısı haritalarının oluşturulmasında kullanılan görselleştirme ayarları şu şekildedir: Büyüklük: %50; Şeffaflık: %80; Aykırı değer filtresi: %15. Isı haritası oluştururken aykırı değer filtresi ayarı için standart bir kullanım olmamakla birlikte 0 ile 100

arasında ayarlanabilmektedir. Aykırı değer filtresinin %0 olması ısı haritası oluştururken hiç veri atılmayacağı anlamına gelmektedir. Bu değer %15'in altında olduğunda atılan uç veri miktarı az olduğundan elde edilen ısı haritası karmaşık gözükmetedir. Değer %15'in üzerinde olduğunda ise önemli verilerin de atıldığı fark edilmiştir (Bkz. Şekil 3.7). Dolayısıyla mevcut çalışma için araştırmacılar tarafından uygun aykırı değer filtresi ayarı %15 olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Aykırı değer filtresi ayarına göre ısı haritasındaki değişim⁵.

Mevcut çalışmada bakış yolu görsellerinin oluşturulmasında kullanılan görselleştirme ayarları ise şu şekildedir: Büyüklük: %25; Şeffaflık: %80; Aykırı değer filtresi: %0,25 sn. Bakış yolu görseli oluştururken standart olarak kullanılan aykırı değer filtresi 0,25 sn.'dir. Bu sebeple mevcut çalışma kapsamında oluşturulan görsellerde bu ayar kullanılmıştır.

3.6. Araştırmacının Rolü

Araştırmacının mevcut çalışmada başlıca rolü uygulama sürecini ve ortamını tasarlayıp deneyin sorunsuz gerçekleşmesini sağlamaktır. Araştırmacı uygulamanın yapılacağı okul idaresi ve öğretmenler ile görüşüp okul yönetiminden gerekli izinleri almıştır. Daha sonra öğrenciler ile ön görüşme yaparak deney sürecini, deneyin ne kadar süreceğini vs. anlatmıştır. Veliler okul idaresi veya rehberlik merkezleri tarafından bilgilendirilmiştir. Bu görüşmeler sonucunda araştırmaya katılmaya gönüllü olan öğrencilerden araştırmacı imzalı veli izin belgelerini toplamıştır.

Araştırmacı deney ile ilgili aksaklıkları önceden tespit edebilmek için pilot çalışma gerçekleştirdi. Aynı zamanda kullanılan diğer materyallerin güvenilir bir şekilde kullanılabilmesi için güvenilirlik çalışması gerçekleştirdi. Pilot çalışma sonucunda asıl uygulamayı gerçekleştirdi. Uygulamada karışıklık yaşanmaması için uygulama takvimi belirledi ve uygulamayı bu takvime uygun olarak gerçekleştirdi. Araştırmacı, öğrencilere uzamsal yetenek testini uyguladı. Deney esnasında göz izleme verilerini kayıt altına aldı.

⁵ Görseller, mevcut tez kapsamında öğrencilere uygulanan deneme oturumundaki görevlerden elde edilmiştir.

Öğrencilerin geriye dönük sesli düşünebilmeleri için göz hareketlerini video olarak hazırladı ve öğrencilere sundu. Öğrencilerin konuşmalarını teşvik etmeye çalıştı.

Uygulama sonrasında araştırmacı kaydedilen verileri (katılımcı kodu, cinsiyeti, okulu vs.) düzenledi ve verilerin sağlıklı olup olmadığını kontrol etti. Öğrencilerin sesli düşüncelerine ait ses kayıtlarını transkript etti. Son olarak verileri analiz ederek elde ettiği bulguları yorumladı.

3.7. Geçerlik ve Güvenirlik

Geçerlik ve güvenirlik araştırmanın kuramsal çerçevesinin oluşturulması, verilerinin toplanması, analiz edilmesi ve yorumlanması ile bulgularının sunulması aşamalarının tümünü ilgilendirmektedir (Merriam, 2013). Mevcut çalışmada nicel ve nitel veriler birlikte kullanıldığından iki veri türü için de geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır.

3.7.1. Nicel verilerin güvenirliliği

Araştırma kapsamında, PUGT kullanılmıştır. Bu testin güvenilir veri sağladığını test etmek için araştırmaya başlamadan önce benzer örneklem grubuna uygulama yapılmış ve güvenirlik hesaplanmıştır (Pilot 1). Uygulama sonucunda testin KR-20 güvenirlik puanı 0,77 olarak hesaplanmıştır. Dolayısıyla testin çalışma kapsamında güvenilir veri sağladığı ortaya konulmuştur.

3.7.2. Nicel verilerin geçerliliği

Kapsam geçerliliği

Araştırma kapsamında, Linn ve Petersen (1985)'in uzamsal algı, zihinsel döndürme ve uzamsal görselleştirme bileşenleri referans alınmıştır. Uzamsal yetenek puanının hesaplanabilmesi için her bölüme ait 12'şer görev sorulmuştur. Katılımcıların ilgili bileşene ait göz hareketlerinin incelenebilmesi için ise her bileşenden farklı zorluk düzeylerine sahip birer görev olmak üzere toplam üç görev seçilmiştir. Belirtilen uzamsal yetenek bileşenleri dışında bileşen kullanılmaması ve bileşenlerde görev çeşitliliğinin fazla tutulması uzamsal yetenek görevlerinin kapsam geçerliliğine katkı sağlamaktadır.

3.7.3. Nitel verilerin geçerlik ve güvenirliliği

Nitel araştırmalarda geçerlik ve güvenirlik dört temel başlık altında değerlendirilmektedir: İç geçerlik (İnandırıcılık), Dış geçerlik (Aktarılabirlik), İç güvenirlik (Tutarlılık), Dış güvenirlik (Doğrulanabilirlik) (Lincoln & Guba, 1985).

İç geçerlik (İnandırıcılık)

İç geçerlik, araştırmadan elde edilen bulguların gerçek dünya ile uyum sağlayıp sağlamadığı ile ilgilidir (Merriam, 2013). Bu konuda araştırmacılardan genel olarak veri toplama süreci, verilerin analizi ve yorumlanmasında tutarlı olması ve bu tutarlılığı nasıl sağladığını açık bir şekilde ifade etmesi beklenmektedir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Mevcut çalışmanın inandırıcılığını artırmak amacıyla şunlar yapılmıştır:

a) Üçgenleme: Üçgenleme tekniği; bir tema, kod veya perspektifi aydınlatmak amacıyla farklı kaynaklardan destekleyici kanıtlar bulma işlemidir (Creswell, 2018). Üçgenleme çoklu yöntem kullanılması, çoklu veri kaynağından yararlanılması, araştırmacı üçgenlemesi veya çoklu kuramlardan yararlanılması şeklinde olabilir (Merriam, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2018). Mevcut çalışmada öğrencilerin kullandığı stratejileri aydınlatmak için göz izleme yönteminin yanı sıra bakış videosu ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi kullanılmıştır.

b) Uzman incelemesi ya da uzman gözden geçirmesi: Çalışmanın konusu ve yöntemi hakkında uzmanlığa sahip insanların araştırmayı inceleyerek değerlendirmesi çalışmanın inandırıcılığını artırmaktadır (Merriam, 2013; Yıldırım & Şimşek, 2018). Araştırma süresince alanında uzman Tez İzleme Komitesi (TİK) üyeleri ile iletişim halinde olunmuştur. Konu ve yöntem ile ilgili yapılması istenen değişiklikler veya öneriler değerlendirilmiş ve araştırmaya yön verilmiştir. Uygulama öncesi ve sonrası uzmanlar ile fikir alışverişi yapılmış analiz süreci değerlendirilmiştir. TİK üyelerinin yanı sıra göz izleme yöntemi ile matematik eğitimi alanında doktora tezini tamamlamış bir akademisyenden görüşler alınmıştır. Araştırma süresince uzmandan alınan yönlendirmeler doğrultusunda araştırma şekillendirilmiştir. Ayrıca, uygulamaya dâhil edilen görevlerin seçiminde madde zorluklarının yanı sıra alanında uzman matematik öğretmenlerinden görüş alınmıştır. Maddelerin zorluk düzeyleri ile ilgili uzmanların fikir birliği beyan ettiği görevler çalışmaya dahil edilmiştir.

c) Veri ayıklama: Göz izleme uygulamalarından sonra veriler Karaca (2023) tarafından hazırlanan Göz İzleme Verileri Kontrol Listesi'ne göre kontrol edilmiştir. Kontrol sonucunda veri kalitesi uygun olmayan öğrencilerin verileri analize dahil edilmemiştir. Buna ek olarak ısı haritası ve bakış yolu görsellerinin oluşturulabilmesi için aykırı değer filtresi kullanılmış ve veriler uç değerlerden arındırılmıştır.

d) Katılımcı teyidi: Geriye dönük sesli düşünme esnasında katılımcıların söylemek istedikleri ile araştırmacının anladıklarının tutarlı olması gerekir. Bu sebeple yapılan görüşmenin öğrenciler tarafından teyit edilmesi önemlidir. Mevcut çalışmada öğrencilerle

görüşme yapılırken katılımcının aktardığı ifadelerden araştırmacı anladıklarını tekrarlayarak katılımcının doğruluğunu teyit etmesini istemiştir. Örneğin:

.....

A: Tamam. Bütün olarak canlanmadı şıklardan genel olarak en yakını bulmaya çalıştın.

Ö: Evet

A: Tamam. O dikdörtgen parçaya odaklandın yani bu sefer.

Ö: Evet

A: Süper. O oval parça senin için belirleyici oldu ona göre seçtin şikkını direkt.

Ö: Evet

Dış geçerlik (Aktarılabirlik)

Dış geçerlik, bir araştırmadan elde edilen sonuçların benzer ortamlara ve durumlara ne derece uygulanabileceği ile ilgilidir (Yıldırım & Şimşek, 2018). Mevcut çalışmanın aktarılabirliğini artırmak amacıyla şunlar yapılmıştır:

a) Zengin ve yoğun tanımlama: Ortamın ve katılımcıların açık bir şekilde betimlenmesi ile araştırmanın hangi durumlar altında gerçekleştirildiği şeffaf bir şekilde ortaya konulmaktadır. Böylelikle çalışmadan elde edilen bulguların benzer koşulları sağlayan durumlarda da geçerli olabileceği düşünülebilmektedir (Creswell, 2018). Araştırma kapsamında uygulama yapılan öğrencilerin özellikleri katılımcılar bölümünde detaylı olarak betimlenmiştir. Benzer şekilde deney ortamının barındırdığı özellikler ve deneyde kullanılan araçlar açıklanmıştır. Şeffaflığı artırmak için deney ortamına ait fotoğraflar da eklenmiştir (Şekil 3.5). Ayrıca yapılan deneyin tekrar edilebilirliğini artırmak amacıyla deney süreci bir diyagram yardımı ile betimlenmiştir (Şekil 3.6).

b) Amaçlı örnekleme: Araştırma bulgularının aktarılabir olması için örneklem seçimine dikkat edilmelidir. Azami çeşitlilik ve tipik modelleme teknikleri kullanılarak yapılan örneklem seçimi çalışmanın aktarılabirliğini artıracaktır (Merriam, 2013). Mevcut çalışmada örneklem seçiminde amaçlı örnekleme yapılmış ve azami çeşitlilik sağlanmaya çalışılmıştır. Araştırmanın BİLSEM ve Anadolu Liselerinde yapılması amaçlı olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma konusu ÜY ve ÜYO öğrenciler olduğu için iki tip öğrenci seçimi yapılmalıdır. Ülkemizde ÜY tanısı almış öğrencilerin eğitim gördüğü kurum BİLSEM olduğu için ÜY öğrenciler BİLSEM'den seçilmiştir. Öğrencilerin muhakeme etme becerisine sahip olması ve matematik okuryazarlığının yüksek olması araştırma kapsamında zengin veri elde etme imkânı

sağlayacağından ÜYO öğrencilerin Anadolu liselerinden seçilmesine karar verilmiştir. Örnekleme maksimum çeşitlilik sağlayabilmek için Konya'nın merkez ilçesinde yer alan birer okulda uygulama yapılmıştır. Toplam üç BİLSEM ve üç AL'den veri toplanmıştır.

İç güvenilirlik (Tutarlılık)

İç güvenilirlik, yapılan bir araştırma bulgularının tekrar üretilip üretilmemesi ile ilgilidir (Merriam, 2013). Mevcut çalışmanın tutarlılığını artırmak amacıyla şunlar yapılmıştır:

a) Deneme oturumu: Göz izleme çalışmalarının güvenilirliğini etkileyen durumlardan birisi katılımcıların göz izleme ve geriye dönük sesli düşünme tekniği ile ilk defa karşılaşmasıdır. Göz izleme tekniğini bilmeyen acemi katılımcılar uygulama esnasında yonteme alışmaya çalışacağından güvenilir göz kaydı elde edilememektedir. Bunu önlemek ve verilerin güvenilirliğini artırmak için katılımcıların eğitilmesi önerilmektedir (Elbabour vd., 2017; Elling vd., 2011). Bu sebeple, çalışma kapsamında, öğrencilerin asıl uygulamada karşılaşacağı her şeyi önceden deneyimlemesi için deneme oturumu gerçekleştirilmiştir. Deneme oturumu sayesinde öğrenciler göz izleme cihazının nasıl çalıştığı, kalibrasyonun nasıl yapıldığı/bozulduğu, ekrana ne kadar mesafede durmaları gerektiği ve pozisyonları hakkında tecrübe sahibi olmuştur. Dolayısıyla, göz izleme cihazından elde edilen verilerin kalitesi ve güvenilirliği artırılmıştır. Ayrıca, öğrenciler geriye dönük sesli düşünme tekniğini deneyimleyerek araştırmacıların kendilerinden ne beklediğini, geriye dönük sesli düşünme sürecinin nasıl işlediğini ve hangi noktalarda nasıl açıklama yapmaları gerektiğini öğrenmiştir. Deneme oturumunda tecrübe kazanan öğrenciler asıl uygulamada daha sağlıklı, kaliteli ve güvenilir veri sağlamaktadır.

b) Görevlerden önce boş sayfa gösterilmesi: Bir görevin çözümü sırasında gerçekleştirilen davranış kalıbının belirlenmesinde merkezi rol ilk odak noktasıdır. Bu nokta öğrencilerin görevi çözmeye nereden başladığını göstermektedir. Bu sebeple, ilk odaklanma noktasının doğru belirlenmesi çalışmanın güvenilirliği için önem arz etmektedir. Eğer öğrencilere görevler art arda sorulursa bir görev için ilk odaklanma noktası önceki görevin son odaklanma noktası ile aynı olacaktır. Dolayısıyla ilk odak noktası önceki görevden etkilenecek ve güvenilir veri elde edilmeyecektir. Bunu önlemek ve ilk odaklanma noktasını doğru tespit edebilmek için çalışma kapsamında öğrenciye sorulan her görevden sonra bir adet boş beyaz sayfa öğrenciye gösterilmiştir. Bu sayede, öğrenci bir görevi tamamladıktan sonra boş sayfaya bakarak gözünü dinlendirmektedir. Dolayısıyla ilk göz hareketini etkileyecek faktör ortadan kaldırılmıştır.

c) Kalibrasyon: Göz izleme cihazından güvenilir veri elde etmek için kalibrasyonun iyi yapılması gerekmektedir. Uygulama esnasında öğrencilerin hareketi, esnemesi, hapşırması vs. gibi birçok nedenle kalibrasyon bozulabilmektedir. Uzun süreli görevlerde öğrencilerin dikkati saha çabuk dağılabildiği için bu tarz problemler daha sık yaşanmaktadır. Uzun süreli görevler gerçekleştirilirken süreç içerisinde birden fazla kalibrasyon işleminin gerçekleştirilmesi verilerin doğruluğunu artırmaktadır (Carter & Luke, 2020). Doğru ve güvenilir veriler elde edebilmek için çalışma kapsamında uygulama dört oturumda gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyon işlemi yapıldıktan sonra deneme oturumu gerçekleştirilmiştir. Bu esnada öğrenciler kalibrasyon sürecini de deneyimleme fırsatı bulmuştur. Deneme oturumu sonrasında tekrar kalibrasyon yapılarak açılımlar bölümünün uygulandığı oturum gerçekleştirilmiştir. Daha sonra tekrar kalibrasyon yapılarak döndürme bölümünün uygulandığı oturum gerçekleştirilmiştir. Daha sonra son olarak tekrar kalibrasyon işlemi yapılmış ve görünüm bölünüm uygulandığı oturum gerçekleştirilmiştir.

d) Fiziksel ortam: Işık, gürültü, katılımcının ekrana olan uzaklığı gibi birçok fiziksel faktör göz izleme cihazından elde edilen veri kalitesini etkilemektedir. Güvenilir veri elde edebilmek için ortamın göz izleme cihazı için özel olarak düzenlenmesi gerekir. Araştırma kapsamında, güvenilir göz kayıtları elde edebilmek için fiziksel ortam optimize edilmiştir.

e) İpuculu geriye dönük sesli düşünme: Araştırma kapsamında elde edilen verilerden birisi de öğrencilerin sözel açıklamalarıdır. Öğrencilerin gerçekçi sözel açıklamalar yapmasını sağlamak çalışmanın güvenilirliğini artırmaktadır. Bunun için mevcut çalışmada geriye dönük sesli düşünme yöntemlerinden ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem ile öğrenciye göz hareketleri izletilmekte ve öğrencinin istediği zaman video kaydı durdurarak açıklama yapması beklenmektedir. Öğrenciye göz hareketlerinin ipucu olarak sunulması unutulmuş ya da uydurma açıklamaların önüne geçmektedir. Öğrenciler ipuculu geriye dönük sesli düşünme yöntemine alışkın olmadığı için öğrencilere deneme oturumu ile yöntem tanıtılmıştır. Öğrencilerden ne gibi açıklamalar yapılması istendiği belirtilmiştir. Ayrıca öğrencinin videoyu izlerken hatırlama sürecini kolaylaştırmak için video hızı yavaşlatılarak öğrenciye sunulmuştur. Öğrenci istediği zaman videoyu durdurarak açıklama yapmıştır.

f) Kodlayıcı güvenilirliği: Öğrencilerle yapılan görüşmelerin analizi sonucunda oluşan tema ve kodların güvenilirliği çalışmanın iç güvenilirliğini etkilemektedir. İç güvenilirliği sağlayabilmek için kodlayıcılar arası görüş birliğinin en az %80 olması gereklidir (Patton, 2014). Mevcut çalışmada, görevler üzerinde yapılan kodlamaların tutarlılığı iki farklı yolla incelenmiştir. Birincisi, araştırmacı kodlamaları yaptıktan altı ay sonra aynı görevler üzerinde

tekrar kodlama yapmıştır. Araştırmacı tarafında yapılan iki kodlama arasındaki tutarlılığı belirlemek için güvenilirlik yüzdesi (Miles & Huberman, 1994; Schreier, 2012) hesaplanmıştır. Uzamsal görselleştirme görevlerinde %90,4, zihinsel döndürme görevlerinde %95,7 ve uzamsal algı görevlerinde %84,6 oranında kodlamalar arası benzerlik olduğu belirlenmiştir. İkincisi, verilerin yaklaşık %10'u farklı bir araştırmacıya verilerek görevlerde kullanılan stratejileri kodlaması istenmiştir. Uzamsal görselleştirme kodlamalarında %89,3, zihinsel döndürme kodlamalarında %97,3 ve uzamsal algı kodlamalarında %85,7 benzerlik gerçekleşmiştir. Bu sonuçlar içerik analizi sonuçlarının güvenilirliğine ve teyit edilebilirliğe katkı sağlamaktadır.

Dış güvenilirlik (Doğrulanabilirlik)

Dış güvenilirlik, çalışmanın aynı şartlar altında tekrarlanabilir ve doğrulanabilir olması ile ilgilidir (LeCompte & Goetz, 1982). Dış güvenilirliğin sağlanması için öncelikle araştırmacının süreç içerisindeki konumunu açık bir şekilde ifade etmesi gerekir (LeCompte & Goetz, 1982; Yıldırım & Şimşek, 2018). Bu sayede benzer çalışma yürütecek araştırmacıların benzer bir rol üstlenerek karşılaştırılabilir sonuçlara ulaşmaları mümkün hale gelir. Mevcut çalışmada araştırmacı deneyi yöneten kişidir. Deney sürecinde öğrenciye herhangi bir müdahalede bulunmaz. Yalnızca deneyin sorunsuz işlemesinden sorumludur. Araştırmacı öğrencilerin geriye dönük sesli düşünceleri esnasında öğrencinin açıklama yapmadığı ancak araştırma için önem arz eden noktalar ile ilgili öğrenciye sorular yöneltebilmektedir.

Dış güvenilirliğin sağlanması için alınabilecek diğer önlemler öğrencilerin açık bir şekilde betimlenmesi, araştırma sürecinde oluşan sosyal ortamın, olayların ve durumların tanımlanması, verilerin analizinde kullanılan kavramsal çerçevenin net bir biçimde tanımlanması ve veri toplama ve analiz yöntemleri ile ilgili ayrıntılı açıklamalar yapılmasıdır (Yıldırım & Şimşek, 2018). Mevcut çalışmada yapılan tüm uygulamalara ait katılımcı bilgileri, katılımcıların nasıl seçildiği ve hangi yöntem ile örnekleme yapıldığına dair bilgiler çalışmanın yöntem bölümünde detaylı olarak açıklanmıştır. Araştırmanın yapıldığı deney ortamı betimlenmiş ve ortama ait fotoğraflar eklenmiştir (Şekil 3.5). Veri toplama süreci bir yönerge (Şekil 3.6) yardımı ile açıklanmıştır. Nicel ve nitel verilerin nasıl analiz edildiğine dair detaylı açıklamalar ise veri analizi bölümünde verilmiştir.

BÖLÜM 4

4. BULGULAR

Mevcut araştırmada, ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlarken gerçekleşen göz hareketlerini incelemek ve görevlerde kullanılan stratejileri karşılaştırmak amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda elde edilen bulgular alt problemlere uygun olarak başlıklar altında sunulmuştur.

4.1. Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

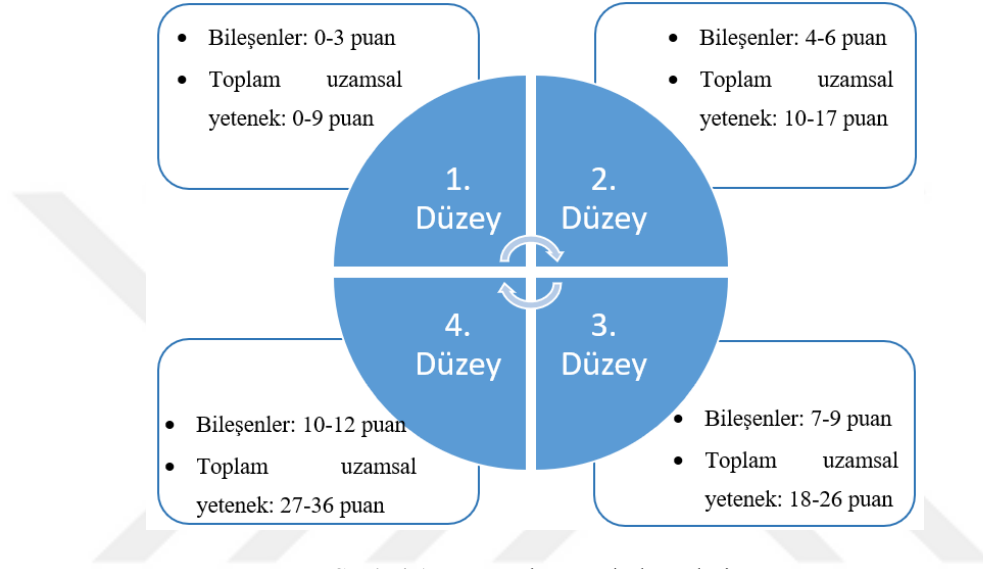
Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri ne düzeydedir?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur. Uzamsal yetenek puanları üç alt bileşen (uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı) için ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Tablo 4.1’de öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarına ilişkin betimsel istatistikler yer almaktadır.

Tablo 4.1. Öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarına ilişkin betimsel analizler.

Grup	Uzamsal Yetenek Bileşeni	n	Min	Max	\bar{x}	SS
ÜY	Uzamsal Görselleştirme	17	6,00	12,00	9,0000	1,93649
	Zihinsel Döndürme	17	7,00	12,00	9,2353	1,64048
	Uzamsal Algı	17	3,00	11,00	9,1765	2,15741
	Toplam Uzamsal Yetenek	17	20,00	34,00	27,4118	4,07828
ÜYO	Uzamsal Görselleştirme	37	3,00	11,00	6,5676	2,36338
	Zihinsel Döndürme	37	2,00	12,00	5,7838	2,22530
	Uzamsal Algı	37	2,00	12,00	6,7297	2,66300
	Toplam Uzamsal Yetenek	37	10,00	31,00	19,0811	5,70759

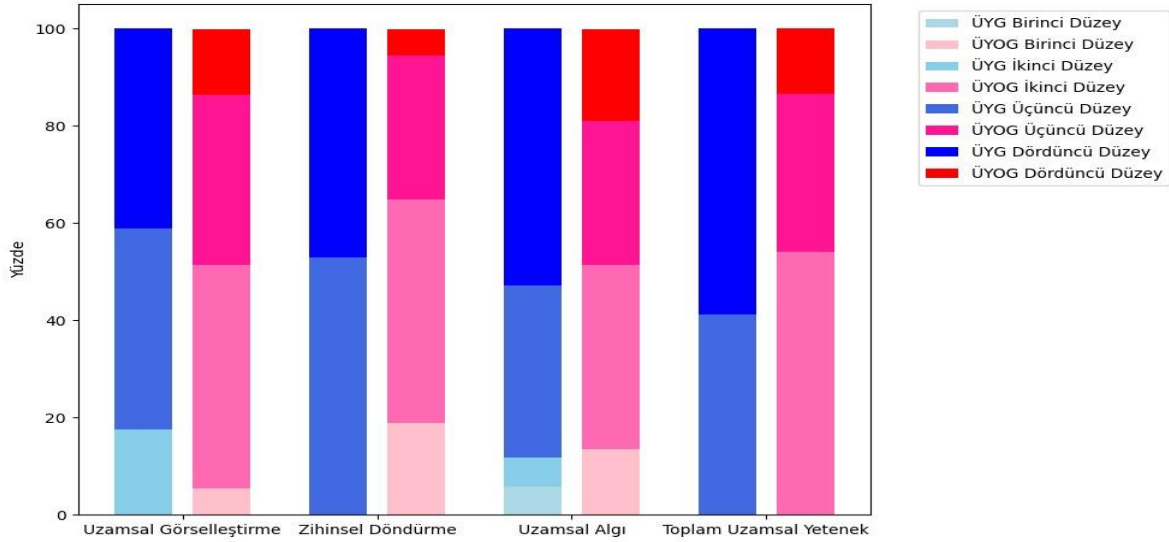
Tablo 4.1 incelendiğinde, uzamsal yeteneğin tüm bileşenlerinde ÜY öğrencilerin ortalama puanının ($\bar{x}_{UG} = 9,000$, $SS = 1,93649$; $\bar{x}_{ZD} = 9,2353$, $SS = 1,64048$; $\bar{x}_{UA} = 9,1765$, $SS = 2,15741$; $\bar{x}_{TUY} = 27,4118$, $SS = 4,07828$) ÜYO öğrencilerin ortalama puanından ($\bar{x}_{UG} = 6,5676$, $SS = 2,36338$; $\bar{x}_{ZD} = 5,7838$, $SS = 2,22530$; $\bar{x}_{UA} = 6,7297$, $SS = 2,66300$; $\bar{x}_{TUY} = 19,0811$, $SS = 5,70759$) daha yüksek olduğu görülmektedir. Gruplar kendi içerisinde değerlendirildiğinde ise, ÜY öğrencilerin en başarılı olduğu yetenek alanı zihinsel döndürme ($\bar{x}_{ZD} = 9,2353$) olmuştur. Bu uzamsal yetenek bileşenini sırasıyla uzamsal algı ($\bar{x}_{UA} = 9,1765$) ve uzamsal görselleştirme ($\bar{x}_{UG} = 9,000$) alanları takip etmiştir. ÜYO öğrencilerin en başarılı olduğu uzamsal yetenek alanı ise uzamsal algı ($\bar{x}_{UA} = 6,7297$) olmuştur. Bu uzamsal yetenek bileşenini sırasıyla uzamsal görselleştirme ($\bar{x}_{UG} = 6,5676$) ve zihinsel döndürme ($\bar{x}_{ZD} = 5,7838$) takip etmiştir.

Öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerini sınıflandırabilmek için araştırmacı tarafından çeyreklik dilime göre kategorizasyon yapılmıştır. Bu kategorizasyona göre uzamsal yetenek bileşenlerinde 0-3 arasındaki puanlar birinci düzey, 4-6 arasındaki puanlar ikinci düzey, 7-9 arasındaki puanlar üçüncü düzey ve 10-12 arasındaki puanlar ise dördüncü düzeyde uzamsal yeteneği temsil etmektedir. Toplam uzamsal yetenek puanında ise 0-9 arasındaki puanlar birinci düzey, 10-17 arasındaki puanlar ikinci düzey, 18-26 arasındaki puanlar üçüncü düzey ve 27-36 arasındaki puanlar ise dördüncü düzeyde uzamsal yeteneği temsil etmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Uzamsal yetenek düzeyleri.

Öğrencilerin uzamsal yetenek bileşenlerinden aldıkları puanlara göre ait oldukları düzey Şekil 4.2’de verilmiştir. Şekil incelendiğinde, ÜY öğrencilerin genel olarak üçüncü ve dördüncü düzeyde yer aldığı ÜYO öğrencilerin ise ikinci ve üçüncü düzeyde yer aldığı görülmektedir. Uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme görevlerinde birinci düzeyde yer alan ÜY öğrenci bulunmamaktadır. Uzamsal yetenek bileşenlerinin toplamına ait puanlarda ÜY öğrenciler sırasıyla dördüncü ve üçüncü düzeyde yer alırken ÜYO öğrenciler sırasıyla ikinci, üçüncü ve dördüncü düzeyde yer almaktadır.



Şekil 4.2. Öğrencilerin uzamsal yetenek düzeyleri.

4.2. İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenekleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur. Tablo 4.1’de sunulan uzamsal yetenek puanlarının istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığının değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Öncelikle uzamsal yetenek puanlarının normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Puanların normallüğünün değerlendirilebilmesi için basıklık-çarpıklık değerlerine bakılmıştır (Tablo 4.2). Değerlerin ± 2 değerleri arasında olduğu görülmüş ve dağılımın normal olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 4.2. Uzamsal yetenek puanlarının normallik testi sonuçları.

Uzamsal Yetenek Bileşenleri	<i>n</i>	Çarpıklık (S. Hata)	Basıklık (S. Hata)
Uzamsal Görselleştirme	54	0,013 (0,325)	-1,173 (0,639)
Zihinsel Döndürme	54	0,174 (0,325)	-0,586 (0,639)
Uzamsal Algı	54	-0,230 (0,325)	-0,997 (0,639)
Toplam Uzamsal Yetenek	54	0,019 (0,325)	-1,164 (0,639)

Öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarının karşılaştırılabilmesi için parametrik testler arasında yer alan bağımsız örneklem *t* testi kullanılmıştır. Bu test grupların varyanslarının homojen olduğu varsayımına dayanmaktadır. Bu sebeple verilerin homojenliği Levene testi ile kontrol edilmiştir (Tablo 4.3).

Tablo 4.3. Uzamsal yetenek puanlarının Levene testi sonuçları.

Uzamsal Yetenek Bileşenleri	<i>F</i>	<i>p</i>
Uzamsal Görselleştirme	2,379	0,129
Zihinsel Döndürme	0,660	0,420
Uzamsal Algı	1,744	0,192
Toplam Uzamsal Yetenek	4,198	0,046

Uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı yetenek alanlarından elde edilen p değeri 0,05'ten büyük olduğu için bu verilerde varyansların homojenliği koşulu sağlanmaktadır. Toplam uzamsal yetenek puanından elde edilen p değeri ise 0,05'ten küçük olduğu için bu veri homojenlik koşulunu sağlamamaktadır. Bu sebeple uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı yetenek alanları ile yapılan t testi analizinde “equal variances assumed (varyanslar eşit sayılmıştır)” satırındaki değerler alınırken toplam uzamsal yetenek puanında “equal variances not assumed (varyanslar eşit sayılmamıştır)” satırındaki değerler alınmıştır (Tablo 4.4).

Tablo 4.4. Uzamsal yetenek puanlarının bağımsız örneklem t testi sonuçları.

Uzamsal Yetenek Bileşeni	Grup	n	\bar{x}	S	$s.d.$	t	p
Uzamsal Görselleştirme	ÜY	17	9,0000	1,93649	52	-3,705	0,001
	ÜYO	37	6,5676	2,36338			
Zihinsel Döndürme	ÜY	17	9,2353	1,64048	52	-5,710	0,000
	ÜYO	37	5,7838	2,22530			
Uzamsal Algı	ÜY	17	9,1765	2,15741	52	-3,316	0,002
	ÜYO	37	6,7297	2,66300			
Toplam Uzamsal Yetenek	ÜY	17	27,4118	4,07828	42,469	-6,110	0,000
	ÜYO	37	19,0811	5,70759			

Üstün yetenekli olmanın uzamsal yetenek üzerinde anlamlı bir etkisinin olup olmadığını ortaya koymak amacıyla yapılan bağımsız örneklem t testlerinde, ÜY öğrencilerin uzamsal yetenek puan ortalamaları ($\bar{x}_{UG} = 9,0000$; $\bar{x}_{ZD} = 9,2353$; $\bar{x}_{UA} = 9,1765$; $\bar{x}_{TUY} = 27,4118$) ile ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek puan ortalamaları ($\bar{x}_{UG} = 6,5676$; $\bar{x}_{ZD} = 5,7838$; $\bar{x}_{UA} = 6,7297$; $\bar{x}_{TUY} = 19,0811$) arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark görülmüştür ($t_{UG(52)} = -3,705$, $p < 0,05$; $t_{ZD(52)} = -5,710$, $p < 0,05$; $t_{UA(52)} = -3,316$, $p < 0,05$; $t_{TUY(42,469)} = -6,110$, $p < 0,05$). Buna göre, üstün yetenekli olmanın uzamsal yetenek üzerinde anlamlı bir etkisi olduğu ve ÜY öğrencilerin uzamsal yeteneğin bütün alanlarında (uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı) ÜYO öğrencilere göre daha yüksek puana sahip olduğu söylenebilir.

4.3. Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı gerektiren görevlerde göz hareketleri farklılaşmakta mıdır?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur.

4.3.1. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerindeki göz hareketleri

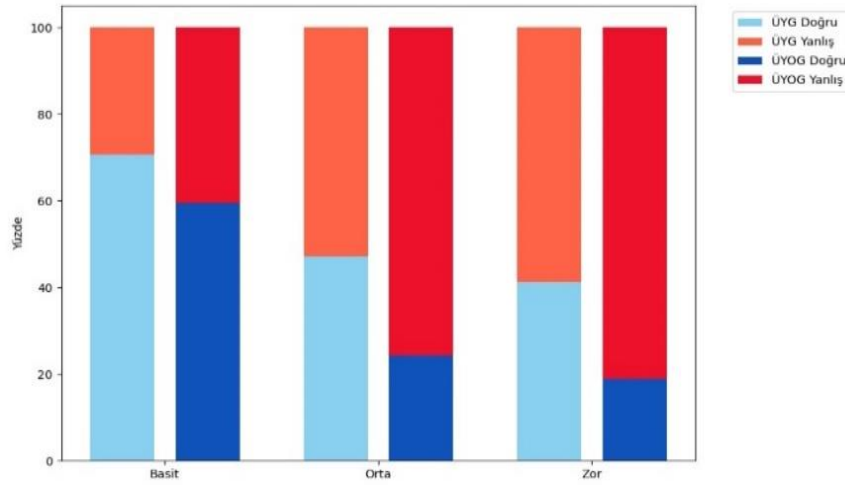
Çalışma kapsamında üç farklı zorluk düzeyinde yer alan uzamsal görselleştirme görevi kullanılmıştır. Öğrencilerin görevlere verdikleri cevaplar incelendiğinde, ÜY öğrencilerden (17

kişi) ortalama 9'unun bu görevlere doğru cevap verdiği ve öğrencilerin ortalama 26,56 sn harcadıkları, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 12,7'sinin doğru cevap verdiği ve öğrencilerin ortalama 28,06 sn harcadığı görülmektedir. ÜY öğrencilerin (17 kişi) ortalama 8'i bu görevlere yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 23,30 sn harcamışken, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 24,3'ü yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 24,11 sn harcamıştır (Tablo 4.5).

Tablo 4.5. Uzamsal görselleştirme görevlerine ait betimsel istatistikler.

Zorluk Düzeyi	ÜY Öğrenciler (n= 17)				ÜYO Öğrenciler (n= 37)			
Basit	D= 12	Y= 5	$\bar{X}_{DS}=$ 20,48 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 19,74 sn	D= 22	Y= 15	$\bar{X}_{DS}=$ 20,55 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 20,75 sn
Orta	D= 8	Y= 9	$\bar{X}_{DS}=$ 28,79 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 18,06 sn	D= 9	Y= 28	$\bar{X}_{DS}=$ 36,55 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 21,17 sn
Zor	D= 7	Y= 10	$\bar{X}_{DS}=$ 30,41 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 32,09 sn	D= 7	Y= 30	$\bar{X}_{DS}=$ 27,08 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 30,42 sn
	$\bar{X}_D= 9$	$\bar{X}_Y= 8$	$\bar{X}_{DS}=$ 26,56 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 23,30 sn	$\bar{X}_D= 12.7$	$\bar{X}_Y=24.3$	$\bar{X}_{DS}=$ 28,06 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 24,11 sn

Öğrencilerin her bir görevi doğru cevaplama oranlarını daha iyi görebilmek için yüzde dağılımı grafiği Şekil 4.3'te verilmiştir.



Şekil 4.3. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerini doğru cevaplama yüzdesi.

Basit uzamsal görselleştirme görevi

Basit uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.6'da verilmiştir.

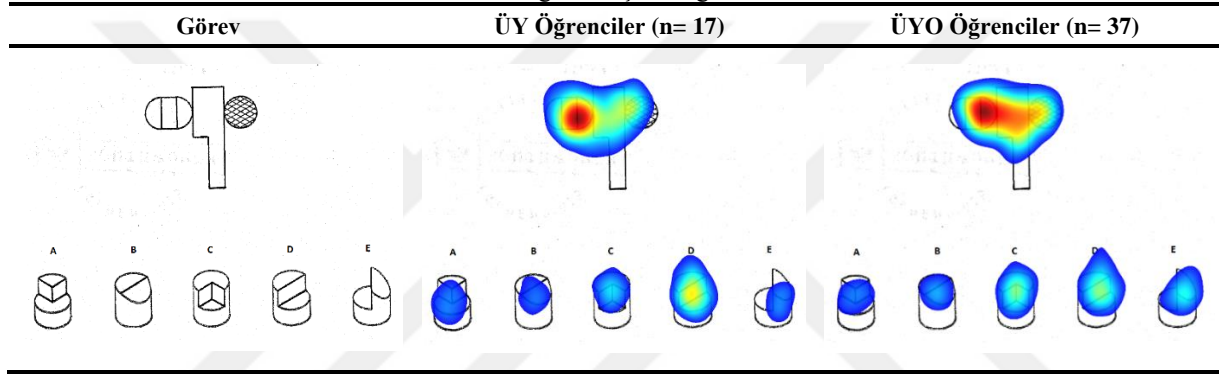
Tablo 4.6. Basit uzamsal görselleştirme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,175	5,937	4,383	3,696	7,193	4,679
ÜYO (n= 37)	0,184	3,726	3,344	3,626	7,327	5,138

Tablo 4.6 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da basit görevde ortalama ilk bakışının SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla SG ve DG ilgi alanlarına ilk bakış süresi daha kısadır.

Basit uzamsal görselleştirme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.7). ÜY öğrencilerin açık hali verilmiş cismin üst kısmındaki parçalara yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. ÜYO öğrencilerin odak yoğunluğu ise cismin üst kısmından başlayarak tabana doğru yayılmaktadır. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde ise ÜY öğrencilerin DG ilgi alanına yoğunlaştığı görülmektedir. ÜYO öğrenciler ise DG başta olmak üzere ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına yoğunlaşmıştır.

Tablo 4.7. Basit uzamsal görselleştirme görevine ait ısı haritaları.



ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cismin yoğun bir şekilde üst kısmındaki parçalara odaklandığı ve cevap seçenekleri arasından DG ilgi alanına yoğunlaştığı görülmektedir. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerin ise cevap seçeneklerine ciddi bir yoğunlaşma sağlamadıkları ve çoğunlukla açık hali verilen cisme odaklandıkları görülmektedir. Öğrenciler ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmi odaklanma gerçekleştirmişlerdir. Bu öğrenciler cisim üzerinde temel olarak cismin üst kısmındaki parçalara odaklanmıştır. Ancak bunun yanı sıra cismin tabanı ile tabanını çevreleyen parçanın kesişimine de kısmen odaklandıkları görülmektedir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cisim üzerinde temel olarak cismin üst kısmındaki parçalara odaklandıkları ancak bunun yanı sıra cismin tabanını çevreleyen parçaya da kısmen odaklandıkları görülmektedir. Bu öğrenciler cevap seçenekleri arasından genel olarak DG ilgi alanına yoğunlaşmakla birlikte kısmen ÇG₃ ilgi alanına da odaklanmıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerin ise açık hali verilen cismin tüm bölgelerine yoğunlaştıkları görülmektedir. Yalnızca tabanı çevreleyen parçanın uç kısımlarına anlamlı bir odaklanma olmamıştır. Cevap seçenekleri arasında ise ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına yoğunlaştıkları görülmektedir (Tablo 4.8).

Tablo 4.8. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevine ait göz hareketi verileri.

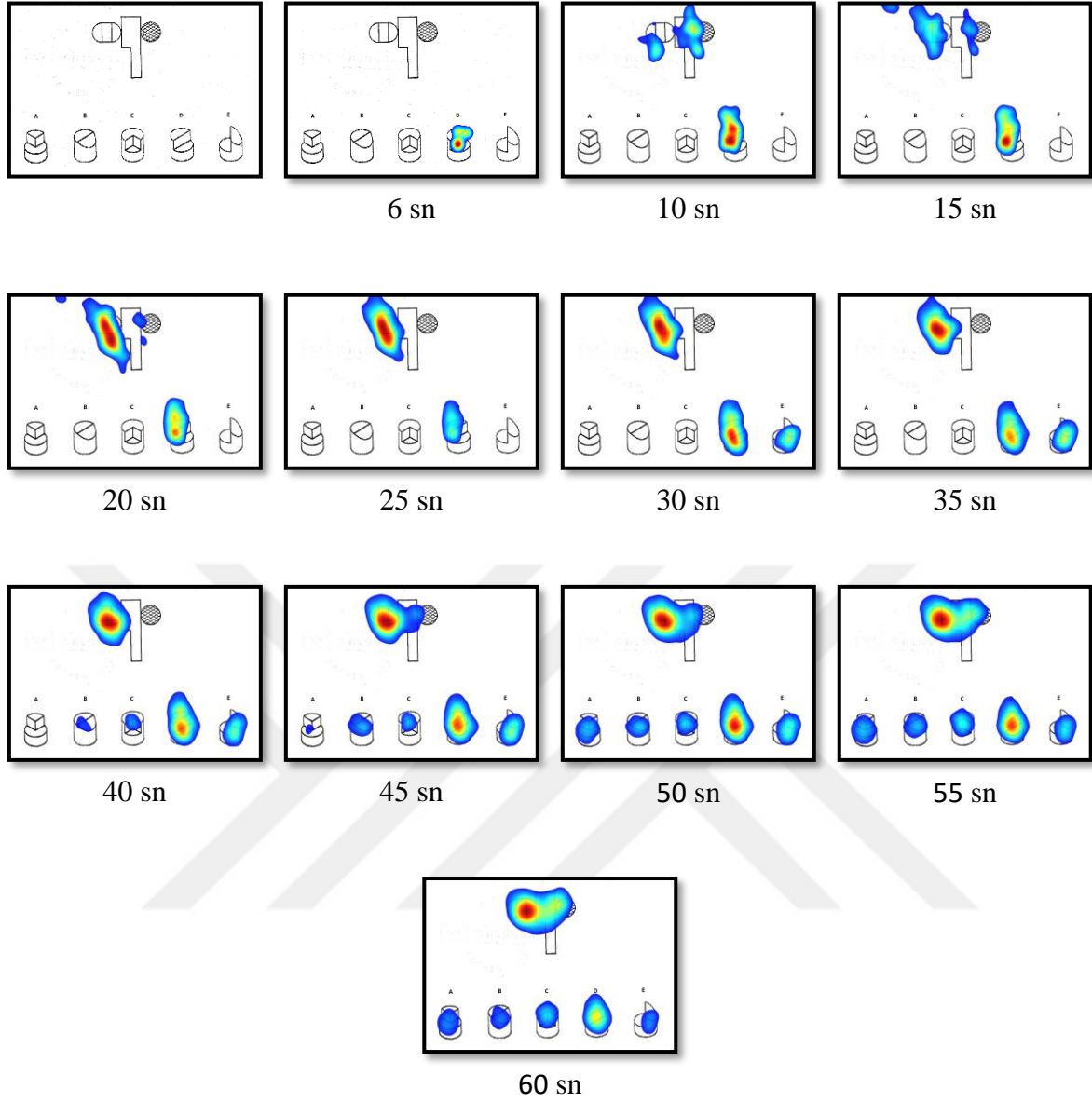
Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	12		
Yanlış Cevap	5		
ÜYO Doğru Cevap	22		
Yanlış Cevap	15		

Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY öğrenciler yoğun bir şekilde açık hali verilmiş cismin üst kısmındaki parçalara odaklanırken ÜYO öğrenciler üst kısımdaki parçalara odaklanmanın yanı sıra tabanı çevreleyen parçaya da kısmen odaklanmıştır. Buna ek olarak ÜY öğrenciler yoğun bir şekilde DG ilgi alanına yoğunlaşırken ÜYO öğrenciler DG ve ÇG₃ ilgi alanlarına kısmen yoğunlaşmıştır. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına daha yoğun bir odaklanma gerçekleştirdiği görülmektedir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, ÜY öğrencilerin temel olarak cismin üst kısmındaki parçalara odaklandığı ancak bunun yanı sıra cismin tabanı ile tabanını çevreleyen parçanın kesişimine de kısmen odaklandıkları görülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise cismin geneli üzerinde yoğunlaştığı dikkat çekmektedir. Buna ek olarak ÜY öğrenciler ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve

ÇG₄ ilgi alanlarına kısmi odaklanma gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir (Tablo 4.8).

Öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 6. sn içinde gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler 3. sn içinde gerçekleştirmiştir. Her iki grupta da ilk yoğun odaklanma DG ilgi alanı üzerinde gerçekleşmiştir (Şekil 4.4; Şekil 4.5).

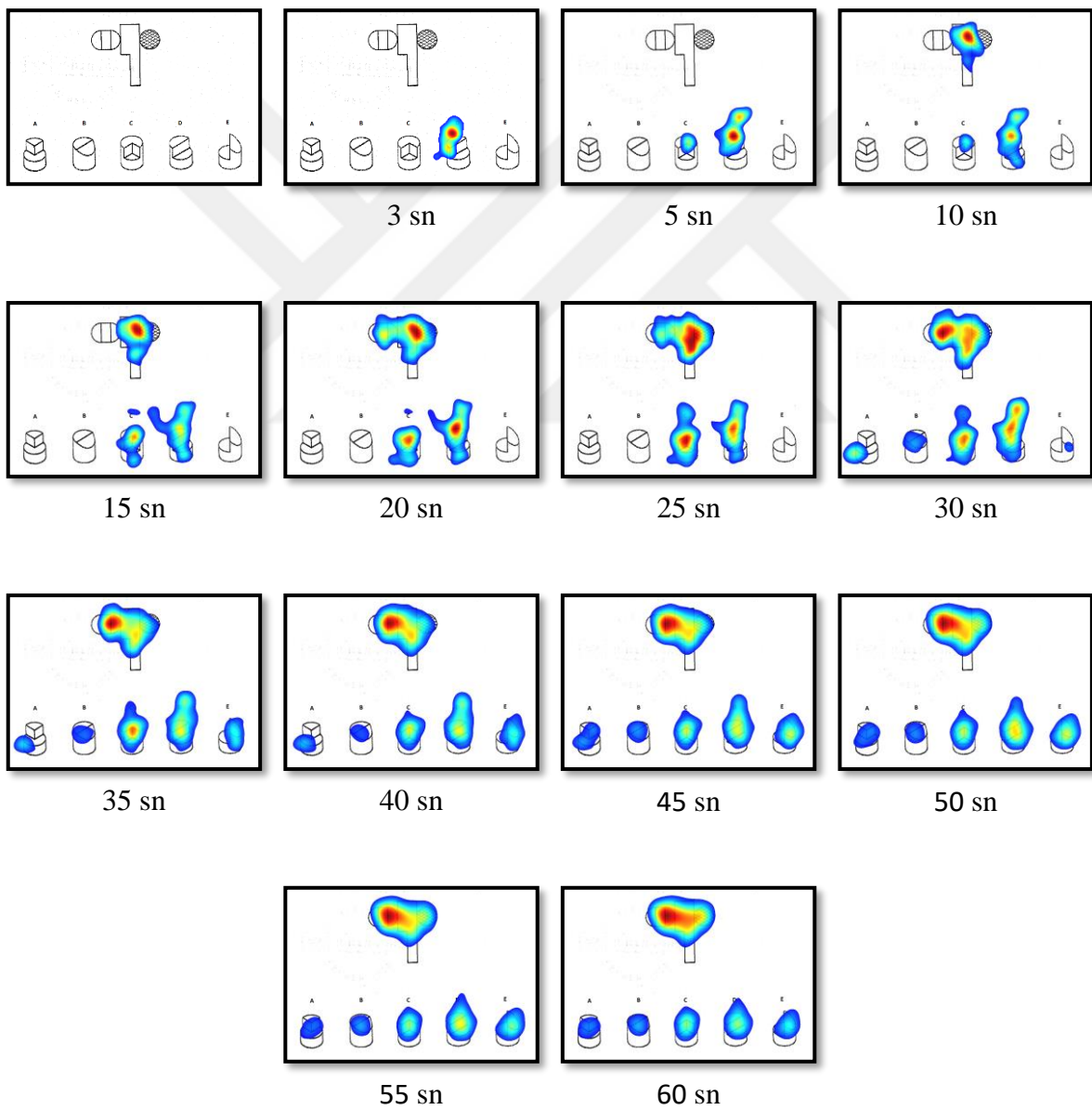
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanındaki cismin üst bölgelerine gerçekleştirildiği görülmektedir (6. sn). Açık hali verilmiş cisimde öncelikle cismin tabanı ile tabanını çevreleyen parçanın kesişimi incelenmiştir. Bu süreçte DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma şiddeti artmıştır (10. sn). Ancak daha sonra DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma şiddeti azalmaya başlamıştır. Benzer şekilde cismin tabanı ile tabanını çevreleyen parçanın kesişimi üzerinde gerçekleştirilen odaklanma şiddeti de giderek azalmış ve cismin üst kısmındaki parçalar incelenmeye başlamıştır (15. sn). Açık hali verilmiş cismin üst kısmında yer alan parçalara gerçekleştirilen odaklanma yoğunluğu arttıkça DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma şiddeti tam tersi azalmıştır (10-25. sn). Öğrenciler bir süre yalnızca cismin üst kısmındaki parçalar üzerinde dikkatlerini yoğunlaştırmış ve uzun süre incelemeye devam etmiştir (20-40. sn). Bu süreç içerisinde öğrenciler yeniden DG ilgi alanını yoğun bir şekilde incelemeye başlamıştır. Bunun yanı sıra ÇG₄ ilgi alanı üzerinde kısmi odaklanmalar gerçekleştirmiştir (30-35. sn). Öğrenciler bir süre sonra ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını da incelemeye başlamıştır (40. sn). Son olarak öğrenciler cismin üst kısmındaki parçalardan tabanına doğru cismi tarayarak görevi tamamlamıştır. Bu süreçte öğrenciler ÇG₁ ilgi alanlarını da incelemeye başlamıştır. Tüm ilgi alanları incelenmesine rağmen DG ilgi alanı üzerine ciddi odaklanmalar ve ÇG₄ ilgi alanı üzerine kısmi odaklanmalar gerçekleştirilmiştir (45-60. sn). Görev süresince öğrencilerin yoğun odaklanmaları açık hali verilmiş cismin üst kısmı üzerinde toplanmıştır (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. ÜY öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanındaki cismin üst bölgelerine gerçekleştirildiği görülmektedir (3. sn). Bunun yanı sıra ÇG₃ ilgi alanı üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirilmiştir (5. sn). Açık hali verilmiş cisimde öncelikle cismin tabanını çevreleyen parça yoğun olarak incelenmiştir. Bu süreçte DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma şiddeti azalırken ÇG₃ ilgi alanı üzerindeki odaklanma şiddeti artmıştır (10-15. sn). Daha sonra açık hali verilmiş cismin üst kısmındaki parçalara doğru bakışlar yayılmaya başlamıştır. Ancak hala en yoğun odaklanılan bölge cismin tabanını çevreleyen parçadır. Bununla eş zamanlı olarak öğrencilerin DG ve ÇG₃ ilgi alanları üzerindeki bakışları da yoğunlaşmıştır (20-25. sn). Sonrasında öğrencilerin bakışları cismin üst kısmındaki

parçalar üzerinde yoğunlaşmış ve tabanı çevreleyen parça üzerindeki odaklanma giderek azalmıştır. Bu süreçte öğrencilerin DG ve ÇG₃ ilgi alanları üzerindeki bakış şiddeti azalarak ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde inceleme yapılmaya başlanmıştır (30. sn). Sonrasında ise öğrenciler yoğun bakışlarını cismin üst kısmından tabanına doğru gezdirerek görevi tamamlamıştır. Bu süreçte ise öğrencilerin cevap seçenekleri üzerindeki bakışları genel olarak DG, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde gerçekleştirilmiştir (45-60. sn). Öğrencilerin açık hali verilmiş cisim üzerindeki yoğun odaklanmaları sırası ile cismin tabanını çevreleyen parça ve cismin üst kısmındaki parçalar üzerinde toplanmıştır. Sonrasında ise öğrencilerin odağı cismin üst kısmından tabana doğru yayılmıştır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. ÜYO öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevi

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.9'da verilmiştir.

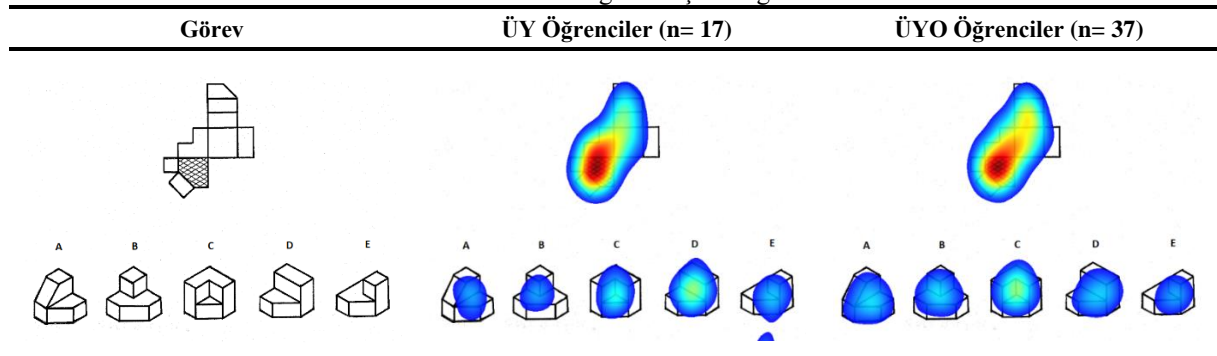
Tablo 4.9. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,216	7,254	5,183	3,668	9,479	8,769
ÜYO (n= 37)	0,228	6,656	3,591	3,994	10,83	8,785

Tablo 4.9 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da orta zorluktaki görevde ortalama ilk bakışının SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla SG ve DG ilgi alanlarına ilk bakış süresi daha kısadır.

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.10). ÜY öğrencilerin açık hali verilmiş cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. ÜYO öğrenciler cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara yoğunlukla odaklanırken cismin üst kısmındaki parçalara doğru kısmi odaklanmalar gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde ise ÜY öğrencilerin DG cismine yoğunlaştığı görülmektedir. Bunun yanı sıra ÜY öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına da kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler ise ÇG₃ ilgi alanına yoğunlaşmıştır.

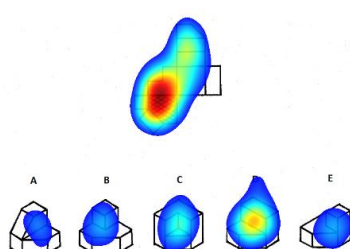
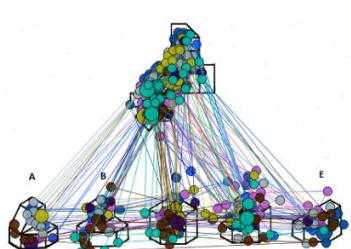
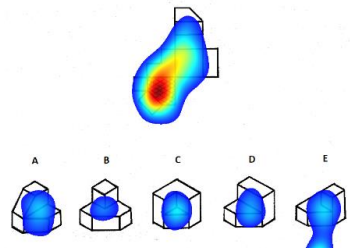
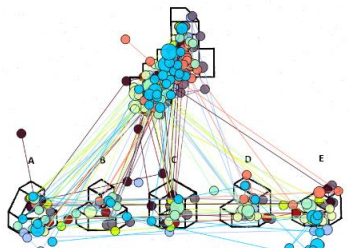
Tablo 4.10. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevine ait ısı haritaları.

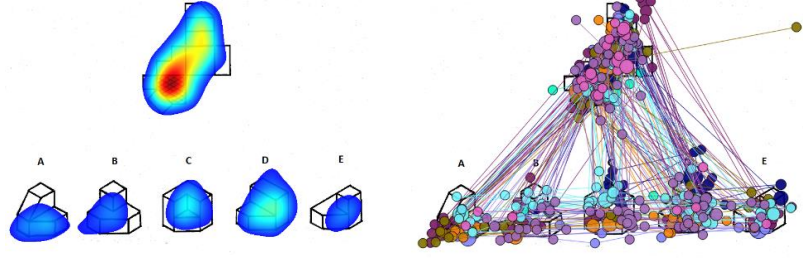


ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara yoğun bir şekilde cismin en üst kısmındaki parçalara kısmen odaklandığı görülmektedir. Bu grup cevap seçenekleri arasından DG ilgi alanına yoğunlaşırken ÇG₃ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerin ise cevap seçeneklerine ciddi bir yoğunlaşma sağlamadıkları ve çoğunlukla açık hali verilen cisme odaklandıkları görülmektedir. Öğrenciler ÇG₁, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu öğrenciler cisim

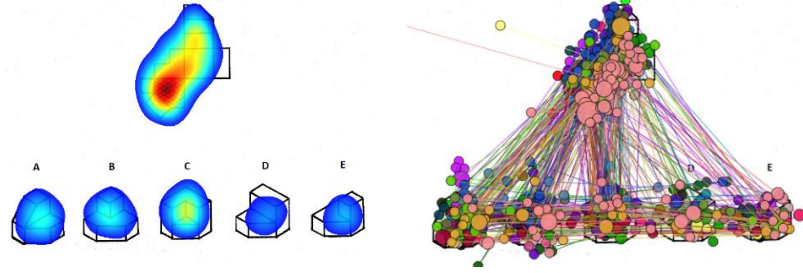
üzerinde temel olarak cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara yoğun odaklanmıştır. Ancak öğrenciler cismin ortasında kalan parçalara da kısmen odaklanma gerçekleştirmişlerdir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cisim üzerinde temel olarak cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara odaklandıkları görülmektedir. Öğrencilerin dikkatlerinin odak noktası cismin tabanı olmakla birlikte cismin üst kısmındaki parçalara doğru odaklanma şiddetini azaltarak devam etmektedir. Yani, cismin orta ve üst kısımlarındaki parçalarda da kısmi odaklanmalar görülmektedir. Bu öğrenciler cevap seçenekleri arasında genel olarak DG cismine yoğunlaşmakla birlikte kısmen ÇG₃ ilgi alanına da odaklanmıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerin de benzer şekilde temel olarak cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara odaklandıkları görülmektedir. Öğrencilerin dikkatlerinin odak noktası cismin tabanı olmakla birlikte cismin üst kısmındaki parçalara doğru odaklanma şiddetini azaltarak devam etmiştir. Yani, cismin orta ve üst kısımlarındaki parçalarda da kısmi odaklanmalar görülmüştür. Ancak ÜYO öğrencilerden göreve yanlış cevap verenler doğru cevap veren öğrencilere kıyasla cismin orta bölgesindeki parçalara daha yoğun odaklandığı görülmektedir. Cevap seçenekleri arasında ise ÇG₃ ilgi alanına yoğunlaştıkları ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanlarına ise kısmen odaklandıkları görülmektedir (Tablo 4.11).

Tablo 4.11. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevine ait göz hareketi verileri.

Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	8		
Yanlış Cevap	9		
ÜYO Doğru Cevap	9		



Yanlış Cevap 28

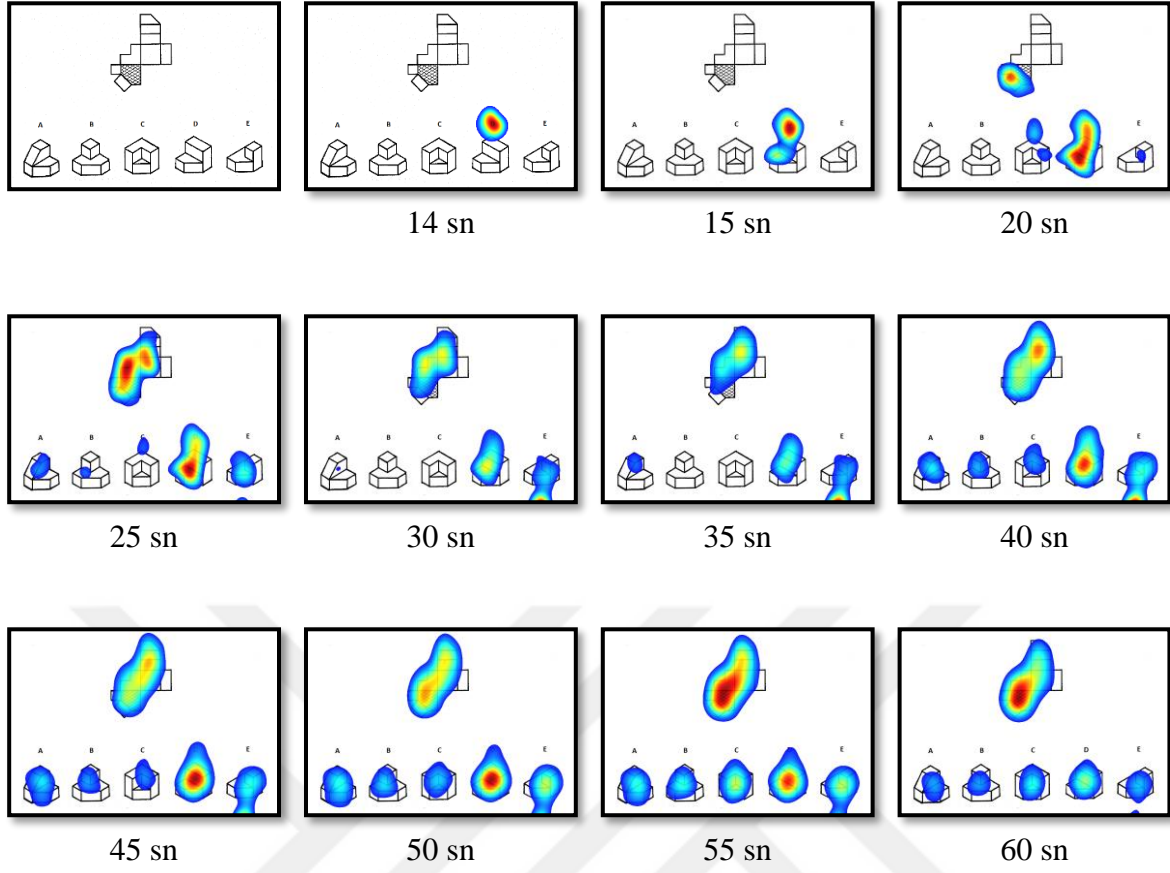


Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, her iki grup da yoğun bir şekilde açık hali verilmiş cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara odaklanmıştır. Ancak ÜY öğrenciler cismin üst kısmındaki parçalara kısmen odaklanma gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler cismin orta kısmındaki parçalara kısmen odaklanmıştır. Buna ek olarak ÜY öğrenciler DG ilgi alanına yoğun bir şekilde ve ÇG₃ ilgi alanına kısmen odaklanırken ÜYO öğrenciler DG ve ÇG₃ ilgi alanlarına kısmen yoğunlaşmıştır. ÜY öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına daha yoğun bir odaklanma gerçekleştirdiği görülmektedir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, her iki grubun da yoğun bir şekilde açık hali verilmiş cismin tabanına ve tabanını çevreleyen parçalara odaklandığı görülmektedir. Ancak ÜY öğrenciler cismin orta kısmındaki parçalara kısmen odaklanma gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler cismin orta ve üst kısmındaki parçalara kısmen odaklanmıştır. Buna ek olarak ÜY öğrenciler ÇG₁, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmi odaklanma gerçekleştirirken hiçbir cevap seçeneğine ciddi bir yoğunlaşma gerçekleştirilmemiştir. ÜYO öğrenciler ise ÇG₃ ilgi alanına yoğunlaşırken ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanlarına ise kısmen odaklanmıştır (Tablo 4.11).

Öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 14. sn içinde DG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 1. sn içinde ÇG₂ ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.6; Şekil 4.7).

ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanında yer alan cismin üst bölgelerine gerçekleştirildiği görülmektedir (14. sn). Açık hali verilmiş cisimde öncelikle cismin tabanı ile tabanını çevreleyen küçük parçalar incelenmiştir (20. sn). Bu süreçte

DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma şiddeti artarak cismin tüm yüzeyine yayılmıştır. Buna ek olarak öğrenciler ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde incelemeler yapmaya başlamıştır (20. sn). Daha sonra öğrencilerin dikkati tabanı çevreleyen büyük parçalar üzerinde yoğunlaşmış ve cismin orta kısmında yer alan parçalara kısmi odaklanma gerçekleşmiştir. Bu süreçte DG ilgi alanı üzerindeki odaklanma şiddeti kısmen azalırken ÇG₄ ilgi alanı üzerindeki odaklanma şiddeti kısmen artmıştır. Bunun yanı sıra ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanlarını incelemeye başlamıştır (25. sn). Sonrasında öğrenciler ciddi yoğunlaşma gerçekleştirmeden açık hali verilmiş cismin tabanını çevreleyen büyük parçalar ve cismin orta kısmında yer alan parçalara kısmi odaklanarak göz gezdirmiştir. Aynı zamanda DG ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde incelemelere devam etmiştir (30. sn). Daha sonra öğrenciler açık hali verilmiş cismin orta ve üst kısmında yer alan parçalar üzerinde kısmi odaklanmalar gerçekleştirerek o bölgeleri incelemiştir. Bununla eş zamanlı olarak yeniden ÇG₁ ilgi alanı üzerinde inceleme yapılmaya başlamıştır (35. sn). Açık hali verilmiş cismin üst kısmında yer alan parçalar üzerindeki odaklanma şiddeti artmıştır. Öğrenciler cismin üst kısmına ciddi olarak yoğunlaşırken aynı zamanda cismin tabanında da kısmi odaklanmalar gözlenmiştir. Bununla birlikte öğrenciler DG ilgi alanı üzerinde ciddi yoğunlaşma sağlarken ÇG₁ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde kısmi yoğunlaşmalar gerçekleştirmiştir (40. sn). Öğrencilerin DG, ÇG₁ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerindeki odaklanma şiddetleri artarken açık hali verilmiş cismin üst kısmında yer alan parçalar üzerindeki odaklanma şiddeti azalmıştır (45. sn). Açık hali verilmiş cisimde odak noktası taban ve tabanı çevreleyen parçalar üzerine doğru kaymıştır (50. sn). Öğrenciler taban ve tabanı çevreleyen parçalar üzerine odaklandıkça DG ilgi alanı üzerine yoğun odaklanmalar gerçekleşirken ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde kısmi odaklanmalar gerçekleşmiştir (55. sn). Böylece görev tamamlanmıştır. (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. ÜY öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÇG_2 ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (1. sn). Açık hali verilmiş cismin ilk olarak tabanı üzerinde inceleme yapılmaya başlanmıştır. Bu süreçte ÇG_2 ilgi alanı üzerinde yoğun bakışlar gözlenirken ÇG_3 ve ÇG_4 ilgi alanları üzerinde kısmi bakışlar gözlenmiştir (5. sn). Daha sonra açık hali verilmiş cismin tabanı üzerinde öğrencilerin bakış yoğunluğu şiddetini artırmıştır. Aynı zamanda cismin orta kısmında yer alan parçalar üzerinde kısmi odaklanmalar yaşanmıştır. Bu süreçte ÇG_1 ve ÇG_3 ilgi alanları üzerindeki bakış yoğunluğu azalırken DG ilgi alanı üzerindeki bakış yoğunluğu artmıştır (10. sn). Daha sonra öğrenciler tamamen açık hali verilen cismin tabanına odaklanmaya başlamıştır. Bu süreçte cevap seçenekleri üzerindeki odaklanmalar azalmıştır. ÇG_2 ve DG ilgi alanları üzerinde kısmi odaklanmalar görülmüştür (15. sn). Daha sonra cismin tabanının yanı sıra cismin orta ve üst kısmındaki parçalara da yoğun bakışlar gerçekleştirilmeye başlanmıştır. Böylece DG ilgi alanı üzerinde yeniden yoğun odaklanmalar yaşanmıştır (20. sn). Sonraki süreçte açık hali verilmiş cismin tümü üzerinde yoğun bakışlar gerçekleştirilmiştir (25-55. sn). Bu süreçte DG ilgi alanı üzerinde yoğun bakışlar gerçekleşirken diğer çeldiriciler üzerinde kısmi bakışlar gerçekleşmiştir. Ancak DG ilgi alanı

üzerindeki bakış yoğunluğu azalırken ÇG₃ ilgi alanı üzerindeki bakış yoğunluğu giderek artmıştır. Son olarak öğrenciler dikkatlerini yeniden taban üzerinde yoğunlaştırıp ÇG₃ ilgi alanı üzerinde kısmi odaklanma yaşayarak görevi tamamlamıştır (60. sn) (Şekil 4.7).



Şekil 4.7. ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Zor uzamsal görselleştirme görevi

Zor uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.12’de verilmiştir.

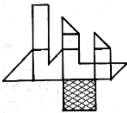
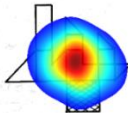
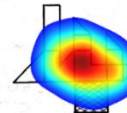















Tablo 4.12. Zor uzamsal görselleştirme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,189	9,2	7,246	5,038	9,547	6,603

Tablo 4.12 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da zor görevde ortalama ilk bakışının SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla SG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısa iken DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha uzundur.

Zor uzamsal görselleştirme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.13). ÜY öğrencilerin açık hali verilmiş cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçaya yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. ÜYO öğrenciler ise cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçanın yanı sıra bu parçanın yanındaki parçalara yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde ise ÜY öğrencilerin ÇG₃ ve DG ilgi alanlarına yoğunlaştığı görülmektedir. ÜYO öğrenciler ise ÇG₄ ilgi alanına yoğunlaşırken ÇG₂ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır.

Tablo 4.13. Zor uzamsal görselleştirme görevine ait ısı haritaları.

Görev	ÜY Öğrenciler (n= 17)	ÜYO Öğrenciler (n= 37)
		
A 	A 	A 
B 	B 	B 
C 	C 	C 
D 	D 	D 
E 	E 	E 

ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçaya yoğun bir şekilde odaklandığı görülmektedir. Bu grup cevap seçenekleri arasından DG ilgi alanına diğer seçeneklere kıyasla kısmen daha fazla odaklanmıştır ancak yoğun bir odaklanma gerçekleştirmemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerin hem açık hali verilmiş cisim üzerinde hem de cevap seçenekleri üzerinde daha geniş bir alanı gözden geçirdiği görülmektedir. Bu öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÇG₁, ÇG₂, ÇG₄ ve DG ilgi alanlarına kısmi şekilde odaklanmıştır. Açık hali verilmiş cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçanın yanı sıra bu parçanın yanındaki parçalara yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin açık hali verilen cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçaya yoğun bir şekilde odaklandığı görülmektedir. Bu öğrenciler cevap seçenekleri arasından genel olarak DG ilgi alanına yoğunlaşmakla birlikte kısmen ÇG₂ ilgi alanına da odaklanmıştır.

Göreve yanlış cevap veren öğrenciler ise açık hali verilmiş cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçanın yanı sıra bu parçanın yanındaki parçalara yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu grup cevap seçenekleri arasından DG ilgi alanına diğer seçeneklere kıyasla kısmen daha fazla odaklanmış ancak yoğun bir odaklanma gerçekleştirmemiştir. (Tablo 4.14).

Tablo 4.14. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevine ait göz hareketi verileri.

Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	7		
Yanlış Cevap	10		
ÜYO Doğru Cevap	7		
Yanlış Cevap	30		

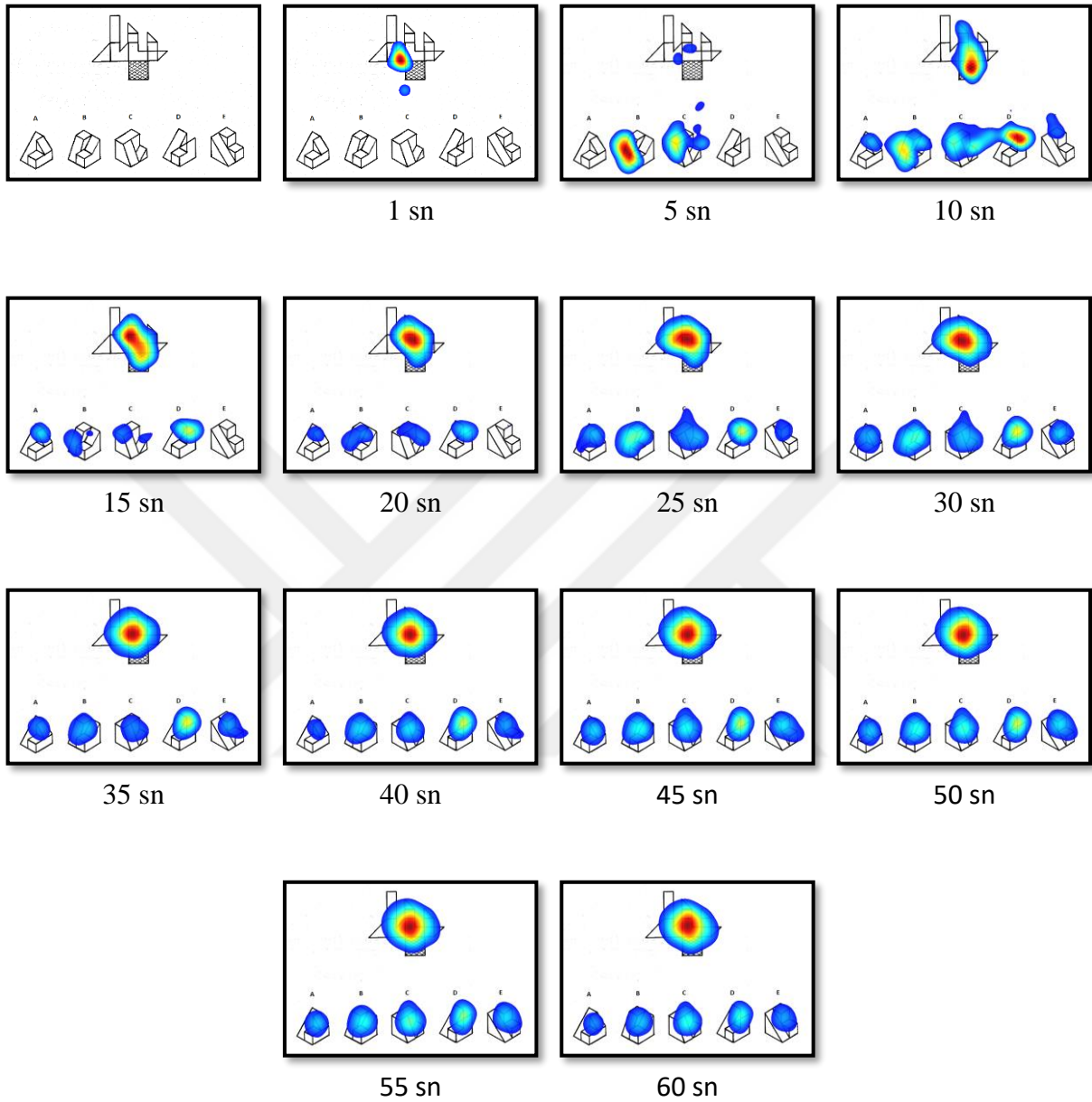
Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, her iki grup da yoğun bir şekilde açık hali verilen cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçaya odaklanmıştır. Ancak ÜY öğrenciler daha dar bir alanda odaklanırken ÜYO öğrenciler daha geniş bir alanda

odaklanma gerçekleştirmiştir. Buna ek olarak ÜY öğrenciler DG ilgi alanına diğer cevap seçeneklerine kıyasla kısmen daha fazla odaklanmış ancak yoğun bir odaklanma gerçekleştirmemiştir. ÜYO öğrenciler ise DG ilgi alanına yoğunlaşmakla birlikte kısmen ÇG₂ ilgi alanına da odaklanmıştır. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla DG ilgi alanı üzerine daha yoğun bir odaklanma gerçekleştirdiği görülmektedir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, her iki grubun da yoğun bir şekilde açık hali verilmiş cismin tabanını çevreleyen L şeklindeki parçanın yanı sıra bu parçanın yanındaki parçalara odaklandığı görülmektedir. Buna ek olarak ÜY öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÇG₁, ÇG₂, ÇG₄ ve DG ilgi alanlarına kısmi şekilde odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise DG ilgi alanına diğer cevap seçeneklerine kıyasla kısmen daha fazla odaklanmış ancak yoğun bir odaklanma gerçekleştirmemiştir. ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına daha yoğun bir odaklanma gerçekleştirdiği görülmektedir (Tablo 4.14).

Öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 1. sn içinde açık hali verilmiş cisimdeki L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerinde gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 1. sn içinde ÇG₁ ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir. Bununla birlikte açık hali verilmiş cisimdeki L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerinde kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir (Şekil 4.8; Şekil 4.9).

ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın açık hali verilmiş cisimdeki L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (1. sn). Daha sonra öğrencilerin odağı açık hali verilmiş cisimden uzaklaşarak cevap seçeneklerine yönelmiştir. ÜY öğrenciler ÇG₂ ilgi alanı üzerinde yoğun ve ÇG₃ ilgi alanı üzerinde kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir (5. sn). Daha sonra öğrenciler yeniden açık hali verilmiş cismi incelemeye başlamış ve cismin tabanı üzerine yoğunlaşmıştır. Aynı zamanda “Doğru Görsel” üzerinde yoğun bir şekilde odaklanırken ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanları üzerinde kısmi odaklanmalar gerçekleştirmiştir (10. sn). Daha sonra öğrencilerin dikkati açık hali verilmiş cisim üzerinde tabanın üzerinde bulunan L parçaya odaklanmaya başlamıştır. Aynı zamanda DG ilgi alanı üzerinde kısmi yoğunlaşma gözlenmiştir (15. sn). Sonraki süreçlerde öğrencilerin dikkati sürekli olarak bu bölge üzerinde olmuştur (20-60. sn). Ancak bazen DG ilgi alanının yanı sıra ÇG₂ ilgi alanına da kısmi odaklanmalar gerçekleşmiştir (25-30. sn).

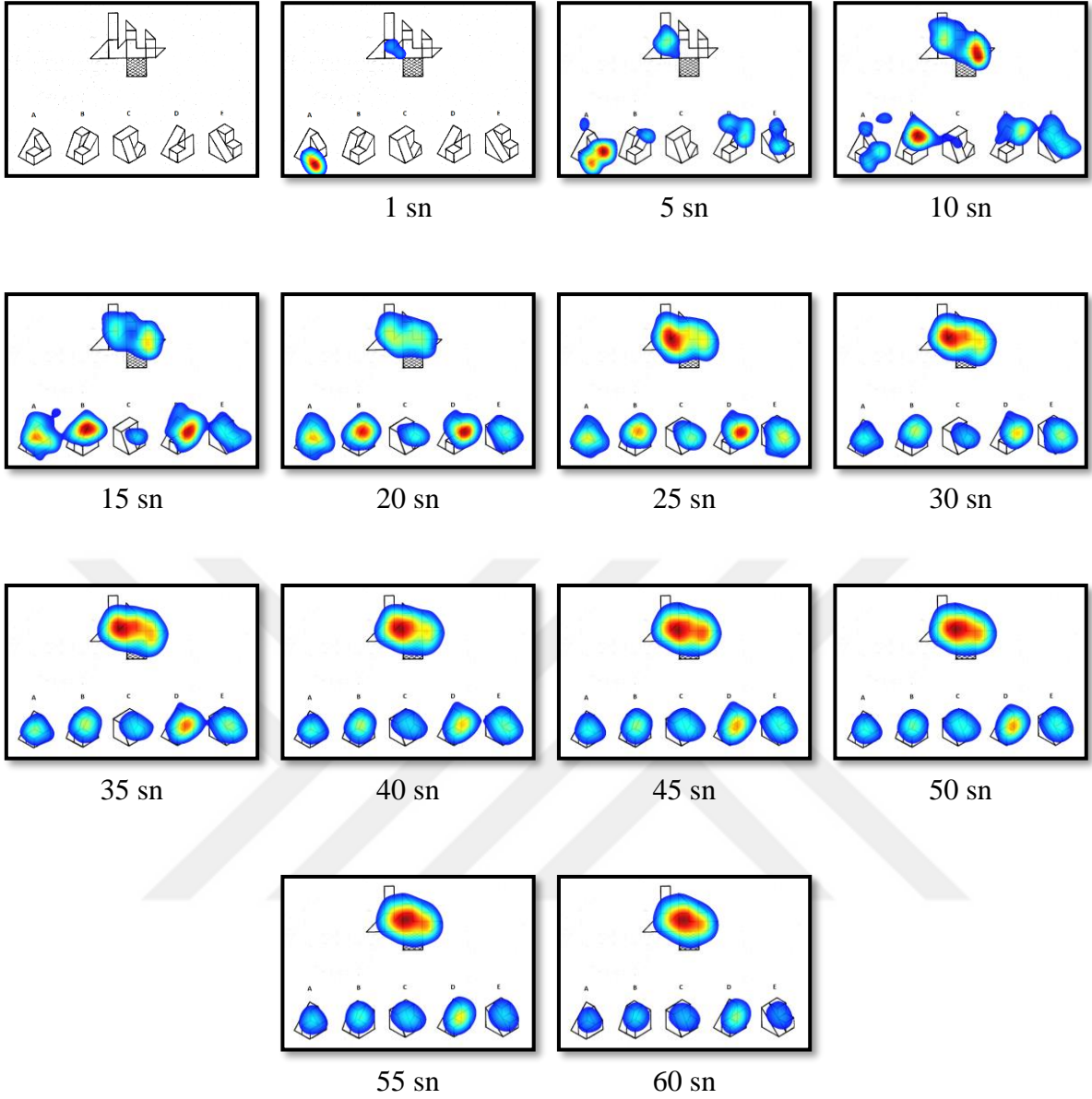
Böylece görev tamamlanmıştır. Görev süresince DG ilgi alanında yer alan cismin yalnızca üst kısmındaki parçalara yoğun odaklanmalar gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. ÜY öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÇG_1 ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (1. sn). Bununla birlikte açık hali verilmiş cisimdeki L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerinde kısmi odaklanma gerçekleştirilmiştir. Sonraki süreçte ÇG_1 ilgi alanının tabanı ve açık hali verilmiş cisimdeki L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerindeki odaklanmaların şiddeti artmıştır. Ayrıca DG ve ÇG_4 ilgi alanları üzerinde kısmi bakışlar gözlenmiştir (5. sn). Daha sonra öğrenciler açık hali verilmiş cisimdeki

L şeklinin sağında duran küçük kare parçalara odaklanmıştır. Aynı zamanda iç bükey çokgen ve üzerinde bulunan dikdörtgen parçaya kısmi odaklanmıştır. Bu süreçte öğrencilerin dikkati ÇG_2 üzerinde yoğunlaşırken ÇG_1 , ÇG_4 ve DG ilgi alanları üzerinde kısmi odaklanmalar yaşanmıştır (10. sn). Daha sonra öğrencilerin açık hali verilmiş cisim üzerindeki dikkati azalarak tabanın etrafını çevreleyen parçalara kısmi odaklanmalar yaşanmaya başlamıştır. Bu süreçte ÇG_1 , ÇG_2 ve DG ilgi alanları üzerinde yoğun odaklanmalar gerçekleşmiştir. ÇG_1 ilgi alanına gerçekleştirilen odaklanmanın şiddeti ÇG_2 ve DG ilgi alanlarına kıyasla daha azdır. ÇG_3 ve ÇG_4 ilgi alanlarına ise kısmi odaklanmalar gerçekleştirilmektedir (15-20. sn). Sonraki aşamada öğrencilerin açık hali verilmiş cisim üzerindeki dikkati L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen üzerinde yoğunlaşmıştır. Taban üzerinde duran L şeklindeki parçaya ve L şeklinin sağında duran küçük kare parçalara kısmi odaklanma gerçekleşmiştir. Bu süreçte DG ilgi alanı üzerine yoğun şekilde odaklanılırken ÇG_1 , ÇG_2 ve ÇG_4 ilgi alanları üzerine kısmi odaklanmalar gerçekleştirilmiştir (25. sn). Daha sonra öğrenciler L şeklindeki parçaya ve L şeklinin sağında duran küçük kare parçalara gerçekleştirdikleri bakışları giderek yoğunlaştırmıştır. Son olarak öğrenciler açık hali verilmiş cisim üzerinde L şeklinin solunda duran iç bükey çokgen, L şeklindeki parça ve L şeklinin sağında duran küçük kare parçalara yoğun bir şekilde odaklanarak görevi tamamlamıştır. Cevap seçenekleri üzerinde gerçekleştirilen odaklanma miktarları ise giderek azalmış ve tüm cevap seçeneklerine kısmen odaklanma gerçekleştirilmiştir. Ancak DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirilen odaklanma yoğunluğu diğer seçeneklere göre daha fazla olmuştur (30-60. sn) (Şekil 4.9).



Şekil 4.9. ÜYO öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

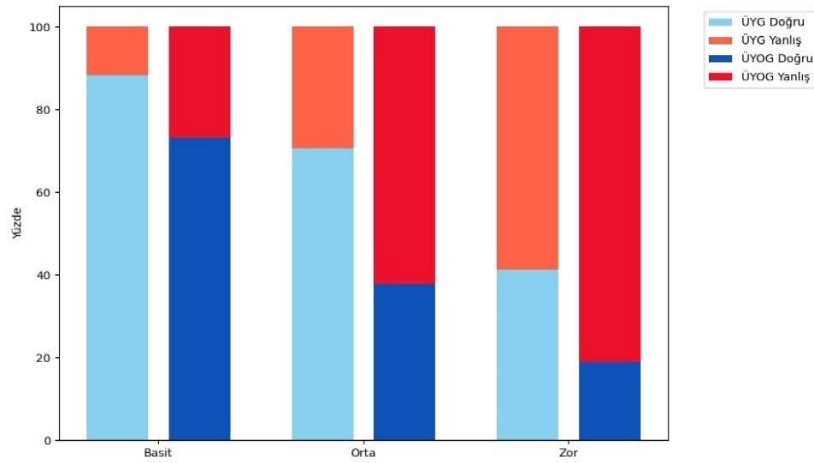
4.3.2. Öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerindeki göz hareketleri

Çalışma kapsamında üç farklı zorluk düzeyinde yer alan zihinsel döndürme görevi kullanılmıştır. Öğrencilerin görevlere verdikleri cevaplar incelendiğinde, ÜY öğrencilerin (17 kişi) ortalama 11,3'ünün bu görevlere doğru cevap verdiği ve ortalama 21,89 sn harcadıkları, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 16'sının doğru cevap verdiği ve ortalama 26,84 sn harcadığı görülmektedir. ÜY öğrencilerin (17 kişi) ortalama 5,7'si bu görevlere yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 20,53 sn harcamışken, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 21'i yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 29,48 sn harcamıştır (Tablo 4.15).

Tablo 4.15. Zihinsel döndürme görevlerine ait betimsel istatistikler.

Zorluk Düzeyi	ÜY Öğrenciler (n= 17)				ÜYO Öğrenciler (n= 37)			
Basit	D= 15	Y= 2	$\bar{X}_{DS}=$ 13,27 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 14,15 sn	D= 27	Y= 10	$\bar{X}_{DS}=$ 20,14 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 21,25 sn
Orta	D= 12	Y= 5	$\bar{X}_{DS}=$ 24,65 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 28,68 sn	D= 14	Y= 23	$\bar{X}_{DS}=$ 32,11 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 34,75 sn
Zor	D= 7	Y= 10	$\bar{X}_{DS}=$ 27,76 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 18,76 sn	D= 7	Y= 30	$\bar{X}_{DS}=$ 28,27 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 32,43 sn
	$\bar{X}_D= 11,3$	$\bar{X}_Y= 5,7$	$\bar{X}_{DS}=$ 21,89 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 20,53 sn	$\bar{X}_D= 16$	$\bar{X}_Y= 21$	$\bar{X}_{DS}=$ 26,84 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 29,48 sn

Öğrencilerin her bir görevi doğru cevaplama oranlarını daha iyi görebilmek için yüzde dağılımı grafiği Şekil 4.10'da verilmiştir.

**Şekil 4.10.** Öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerini doğru cevaplama yüzdesi.

Basit zihinsel döndürme görevi

Basit zihinsel döndürme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.16'da verilmiştir.

Tablo 4.16. Basit zihinsel döndürme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

























Grup	ÖGö	ÖGs	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,974	1,477	2,419	8,213	5,644	5,329	5,15	8,29
ÜYO (n= 37)	1,412	1,35	3,004	10,319	8,483	8,903	9,834	11,555

Tablo 4.16 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da basit görevde ortalama ilk bakışının ÖGö ve ÖGs ilgi alanları üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrenciler önce ÖGö ilgi alanına bakarken ÜYO öğrenciler ÖGs ilgi alanına bakmıştır. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısadır.

Basit zihinsel döndürme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.17). ÜY öğrencilerin yoğun olarak SG cisminde odaklandığı görülmektedir. ÖGö ve ÖGs ilgi alanlarına ise kısmen yoğunlaşmışlardır. Benzer şekilde ÜYO öğrenciler de SG ilgi alanına yoğun olarak odaklanmıştır. Bunun yanı sıra ÖGö ve ÖGs ilgi

alanlarına kısmen yoğunlaşmışlardır. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde ise ÜY öğrencilerin ÇG₃ ilgi alanına kısmen yoğunlaştığı görülmektedir. ÜYO öğrenciler ise cevap seçeneklerine ciddi bir yoğunlaşma gerçekleştirmemiştir. Her iki grup da ÇG₁ ilgi alanına odaklanmamakla birlikte diğer cevap seçeneklerinde özellikle küçük küp parçayı incelemiştir.

Tablo 4.17. Basit zihinsel döndürme görevine ait ısı haritaları.

Görev	ÜY Öğrenciler (n= 17)	ÜYO Öğrenciler (n= 37)
 <p>cismi döndürülerek</p>  <p>haline getiriliyor</p>	 <p>cismi döndürülerek</p>  <p>haline getiriliyor</p>	 <p>cismi döndürülerek</p>  <p>haline getiriliyor</p>
 <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p>	 <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p>	 <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p>
<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p>  <p>D</p>  <p>E</p> 	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p>  <p>D</p>  <p>E</p> 	<p>A</p>  <p>B</p>  <p>C</p>  <p>D</p>  <p>E</p> 

ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmadığı genel olarak SG, ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanında küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye, ÖG₀ ilgi alanının orta bölgesine ve ÖG_S ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₄ ve DG ilgi alanları üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirirken ÇG₁ ile ilgilenmemiştir. Öğrenciler genel olarak cevap seçeneklerinde yer alan cisimlerin ucundaki küçük çıkıntı parçayı incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler de benzer şekilde SG cismine yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG cisminde küçük küp parçaya, ÖG₀ ilgi alanının tabanındaki kare prizmaya ve ÖG_S ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler cevap seçenekleri arasından ÇG₄ ilgi alanına kısmen yoğunlaşırken ÇG₁ ve DG ile ilgilenmemiştir. Öğrenciler ÇG₄ ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parçaya yoğun şekilde odaklanmıştır. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmadığı genel olarak SG, ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanında küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye, ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanının ucundaki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₁ ile ilgilenmemiştir. Öğrenciler genel olarak cevap seçeneklerinde yer alan cisimlerin ucundaki küçük çıkıntı parçayı incelemiştir. Göreve yanlış

cevap veren öğrenciler SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_ö ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG cisminde küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye ve ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarında cismin ucundaki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₁ ve DG ile ilgilenmemiştir. Öğrenciler diğer cevap seçeneklerinde yer alan cisimlerin genel olarak ucundaki küçük küp parçayı incelemiştir (Tablo 4.18).

Tablo 4.18. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevine ait göz hareketi verileri.

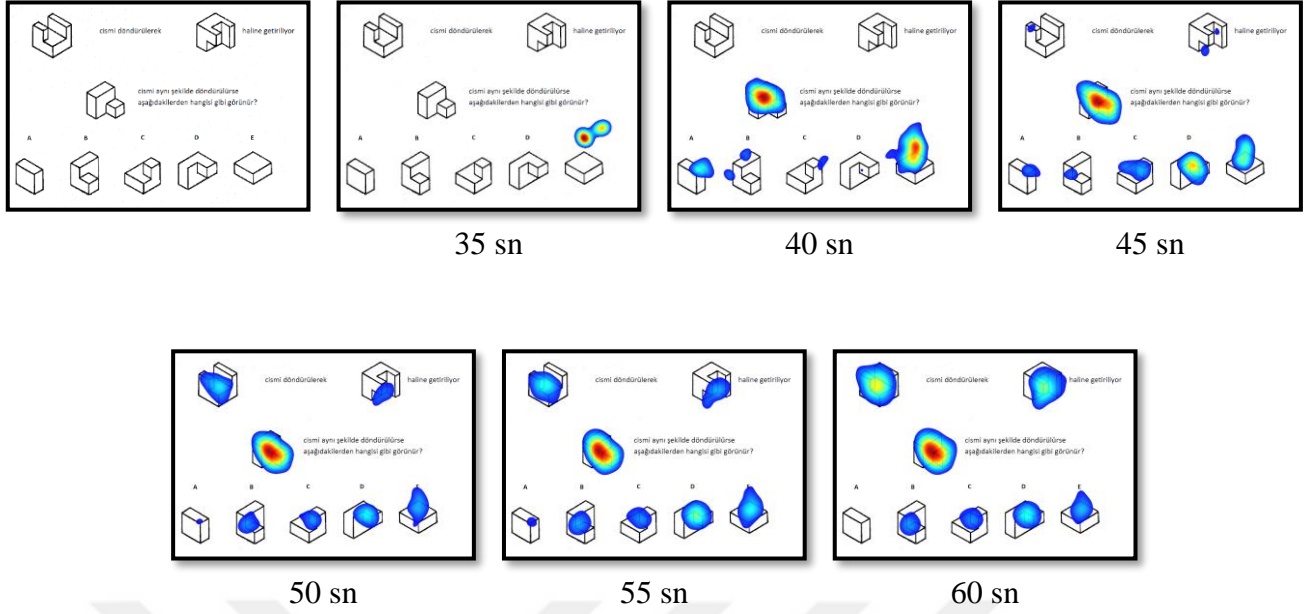
Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	15	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor</p> <p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
Yanlış Cevap	2	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
ÜYO Doğru Cevap	27	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor</p> <p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
Yanlış Cevap	10	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor</p> <p>cismi döndürülerek haline getiriliyor</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>

Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY ve ÜYO öğrencilerin görev esnasında gerçekleştirdikleri dikkat yoğunlukları benzerlik göstermektedir. Her iki gruptaki öğrenciler de SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_ö ve ÖG_s cisimlerine kısmen odaklanmıştır. Buna ek olarak her iki grup da ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄ ve DG ilgi alanlarını incelemiştir.

ancak ÇG_1 ile ilgilenmemiştir. ÜY öğrenciler ÇG_4 ve DG ilgi alanlarına nispeten daha fazla odaklanmıştır. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, ÜY öğrencilerin SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklandığı ÖG_0 ve ÖG_S ilgi alanlarına ise kısmen odaklandığı görülmektedir. Öğrenciler SG ilgi alanında küçük küp parçaya, ÖG_0 ilgi alanının tabanındaki kare prizmaya ve ÖG_S ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler cevap seçenekleri arasından ÇG_4 ilgi alanına kısmen yoğunlaşmıştır. ÜYO öğrenciler SG ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_0 ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Bu öğrenciler SG ilgi alanında küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye ve ÖG_0 ve ÖG_S ilgi alanlarında cismin ucundaki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Her iki gruptaki öğrenciler ÇG_1 ve DG ile ilgilenmezken diğer cevap seçeneklerinde yer alan cisimlerin genel olarak ucundaki küçük küp parçayı incelemiştir (Tablo 4.18).

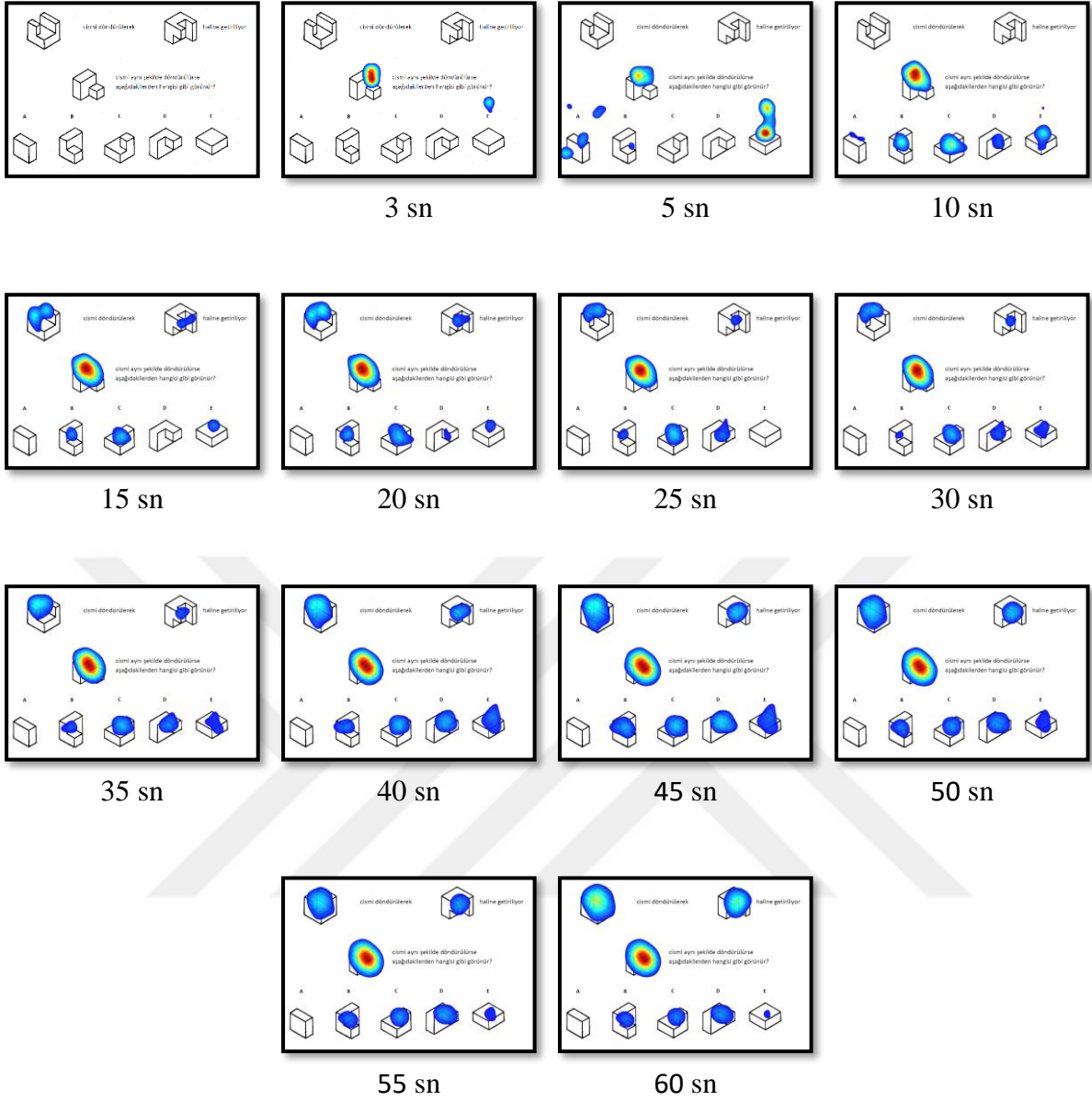
Öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 35. sn içinde DG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 3. sn içinde SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir. Öğrenciler cisim üzerindeki büyük kare prizma parçaya odaklanmıştır (Şekil 4.11; Şekil 4.12).

ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (35. sn). Öğrenciler daha sonra DG ilgi alanına odaklanmanın yanı sıra SG ilgi alanı üzerine yoğun odaklanmalar gerçekleştirmeye başlamıştır. Öğrenciler öncelikle SG ilgi alanı üzerindeki büyük kare prizma parçaya odaklanmıştır. Bu süreçte ÇG_1 , ÇG_2 ve ÇG_3 ilgi alanı üzerinde inceleme yapılmıştır (40. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanı üzerinde küp parçaya doğru ilgisini kaydırmıştır. Aynı zamanda ÖG_0 ve ÖG_S ilgi alanları incelenmeye başlamıştır. Öğrenciler ÇG_4 ve DG ilgi alanları üzerinde kısmen odaklanmıştır (45. sn). Sonraki süreçte öğrencilerin cevap seçenekleri üzerindeki dikkati azalırken SG ilgi alanı üzerindeki dikkati artmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanı üzerinde küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye odaklanmıştır. Aynı zamanda öğrenciler ÖG_0 ve ÖG_S ilgi alanlarının küçük çıkıntı parçasına ilgisini artırmıştır (50-60. sn). (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. ÜY öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın SG ilgi alanı üzerindeki büyük kare prizmaya gerçekleştirildiği görülmektedir (3. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki dikkat yoğunluğunu azaltarak DG üzerine yoğun şekilde odaklanmıştır. Bunun yanı sıra ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanları incelenmeye başlanmıştır (5. sn). Sonraki aşamada öğrenciler yeniden SG ilgi alanı üzerindeki büyük kare prizmaya odaklanmıştır. Bu süreçte öğrenciler tüm cevap seçeneklerini incelemiştir ancak ÇG₃ ilgi alanı üzerinde diğer cevap seçeneklerine nispeten daha fazla odaklanmıştır (10. sn). Öğrenciler ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarının öncelikle uçlarında bulunan çıkıntı parçaları incelerken (15-20. saniye) daha sonra bu cisimlerin ucundaki küçük kare çıkıntıyı incelemiştir (25-60. sn). Bu süreçte öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki büyük kare prizmaya odaklanmaya devam etmiştir (15-30. sn). Ancak daha sonra öğrenciler SG ilgi alanında küp ve kare prizmanın kesiştiği bölgeye bakarak görevi tamamlamıştır (35-60. sn) (Şekil 4.12).



Şekil 4.12. ÜYO öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevi

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.19’da verilmiştir.




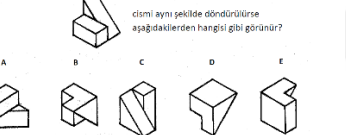

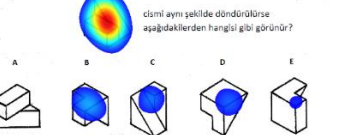
Tablo 4.19. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	ÖGö	ÖGs	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,579	1,335	4,681	14,194	12,662	12,199	13,75	13,845
ÜYO (n= 37)	0,825	1,451	4,667	14,997	12,471	11,605	17,533	14,901

Tablo 4.19 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da orta zorluktaki görevde ortalama ilk bakışının ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanları üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Her iki öğrenci grubu da önce ÖG_Ö ilgi alanına bakmıştır. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısadır.

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.20). ÜY öğrencilerin yoğun olarak ÖG_Ö ilgi alanına odaklandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra SG ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen yoğunlaşmışlardır. ÜYO öğrenciler ise ÖG_Ö ve SG ilgi alanlarına yoğun olarak odaklanmıştır. ÖG_S ilgi alanına ise kısmen yoğunlaşmışlardır. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde her iki grubun da seçeneklere yoğun bir şekilde odaklanmadığı görülmektedir. ÜY öğrenciler ÇG₁ ve ÇG₄ ilgi alanlarına odaklanmazken ÜYO öğrenciler ÇG₁ ilgi alanına odaklanmamıştır.

Tablo 4.20. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevine ait ısı haritaları.

Görev/ Zorluk Düzeyi	ÜY Öğrenciler (n= 17)	ÜYO öğrenciler (n= 37)
		
		

ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmadığı genel olarak SG, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler ÖG_Ö ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken SG ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarının ucundaki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₂ ve DG ilgi alanları üzerinde inceleme gerçekleştirirken ÇG₁, ÇG₃ ve ÇG₄ ile ilgilenmemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler ÖG_Ö ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken SG ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler ÖG_S ilgi alanı ile ise nispeten daha az ilgilenmiştir. Öğrenciler SG ilgi alanında dikdörtgen prizmaya ve ÖG_Ö ilgi alanının tabanındaki küçük çıkıntıya odaklanmıştır. ÖG_S ilgi alanının ise ucundaki çıkıntı parçaları ile ilgilenmiştir. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler cevap seçeneklerine yoğun bir odaklanma gerçekleştirmemiştir. Buna ek olarak ÇG₁ ile ilgilenmemiştir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin genel olarak SG, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler SG ve ÖG_Ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_S ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG cisminde

kıyasla ÖG_ö ilgi alanına nispeten daha fazla odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine, ÖG_ö ilgi alanındaki L parçaya ve ÖG_s ilgi alanının üzerindeki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler DG ilgi alanı üzerine yoğun şekilde odaklanmıştır. Öğrenciler diğer cevap seçeneklerini de incelemiş ancak ÇG₂ ilgi alanına nispeten daha fazla odaklanmıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmazken genel olarak SG, ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanları ile ilgilenmiştir. Öğrenciler SG ve ÖG_ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_s ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine, ÖG_ö ilgi alanındaki L parçaya ve ÖG_s ilgi alanının üzerindeki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Bu grupta yer alan öğrenciler cevap seçeneklerinden ÇG₂ ve ÇG₃ ile ilgilenmiştir (Tablo 4.21).

Tablo 4.21. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevine ait göz hareketi verileri.

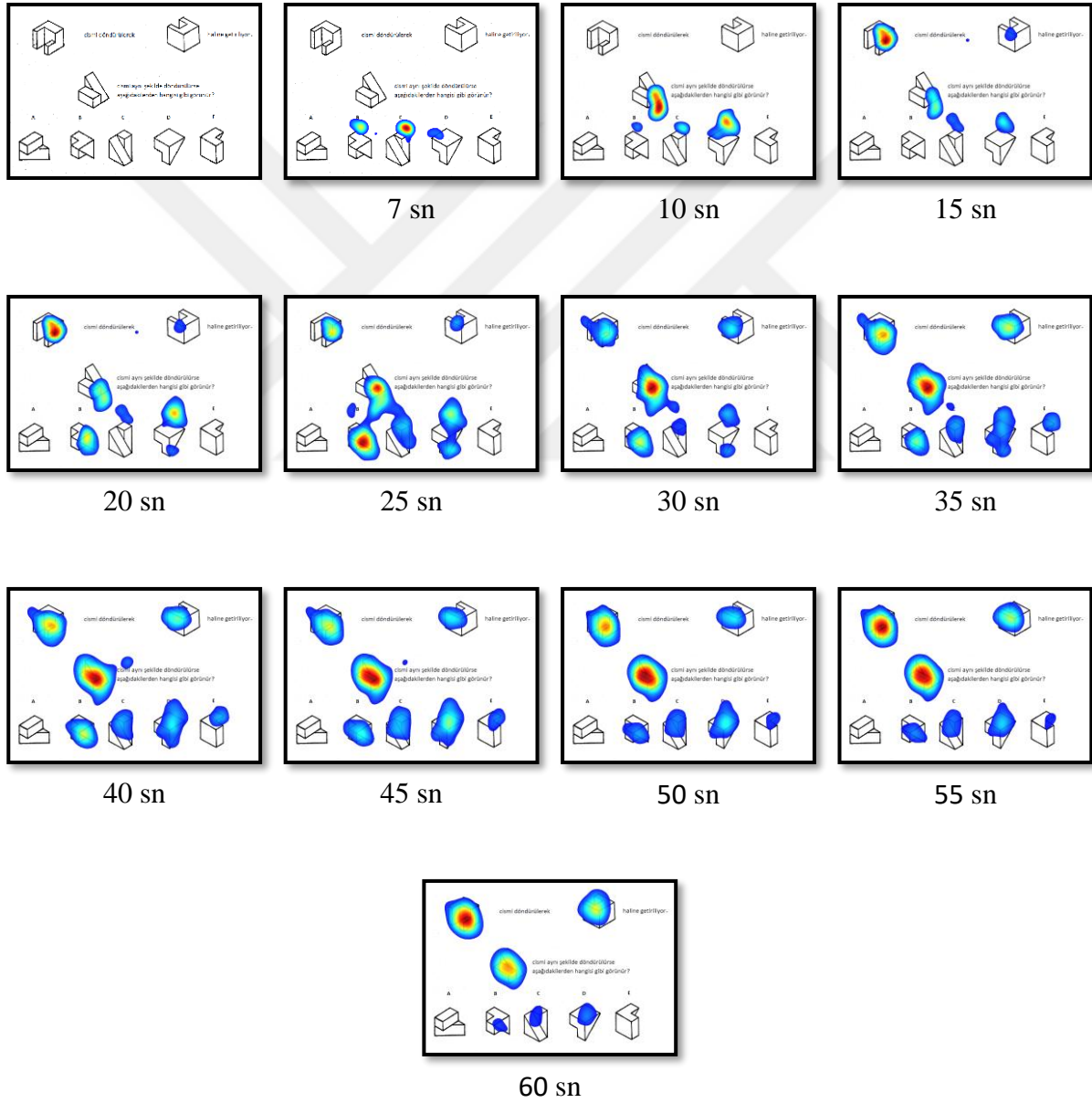
Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	12	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
Yanlış Cevap	5	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
ÜYO Doğru Cevap	14	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>
Yanlış Cevap	23	<p>cismi döndürülerek haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>	<p>haline getiriliyor.</p> <p>cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?</p> <p>A B C D E</p>

Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY ve ÜYO öğrencilerin görev esnasında dikkat ettiği bölgeler benzerlik göstermektedir. ÜY öğrenciler SG cisminde yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise SG ve ÖG_Ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_S ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla ÖG_S ilgi alanına daha fazla odaklanmıştır. ÜY öğrenciler cevap seçeneklerine yoğun bir şekilde odaklanmazken ÇG₂ ve DG ilgi alanlarını incelemiştir. ÜYO öğrenciler ise tüm cevap seçeneklerini incelemiş ancak DG ilgi alanına daha yoğun odaklanmıştır. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, iki grubun da cevap seçeneklerine odaklanmak yerine genel olarak SG, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarına odaklandığı görülmektedir. ÜY öğrenciler SG cisminde yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarına ise kısmen odaklanmıştır. Bu öğrenciler SG ilgi alanında dikdörtgen prizmaya odaklanırken ÖG_Ö ilgi alanının tabanındaki küçük çıkıntıya odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise SG ve ÖG_Ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_S ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine ve ÖG_Ö ilgi alanındaki L parçaya odaklanmıştır. Her iki grup da ÖG_S ilgi alanının ucundaki çıkıntı parçalar ile ilgilenmiştir. Ayrıca her iki grup da cevap seçeneklerine yoğunlaşmamıştır (Tablo 4.21).

Öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 7. sn içinde ÇG₃ ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 1. sn içinde ÖG_Ö ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.13; Şekil 4.14).

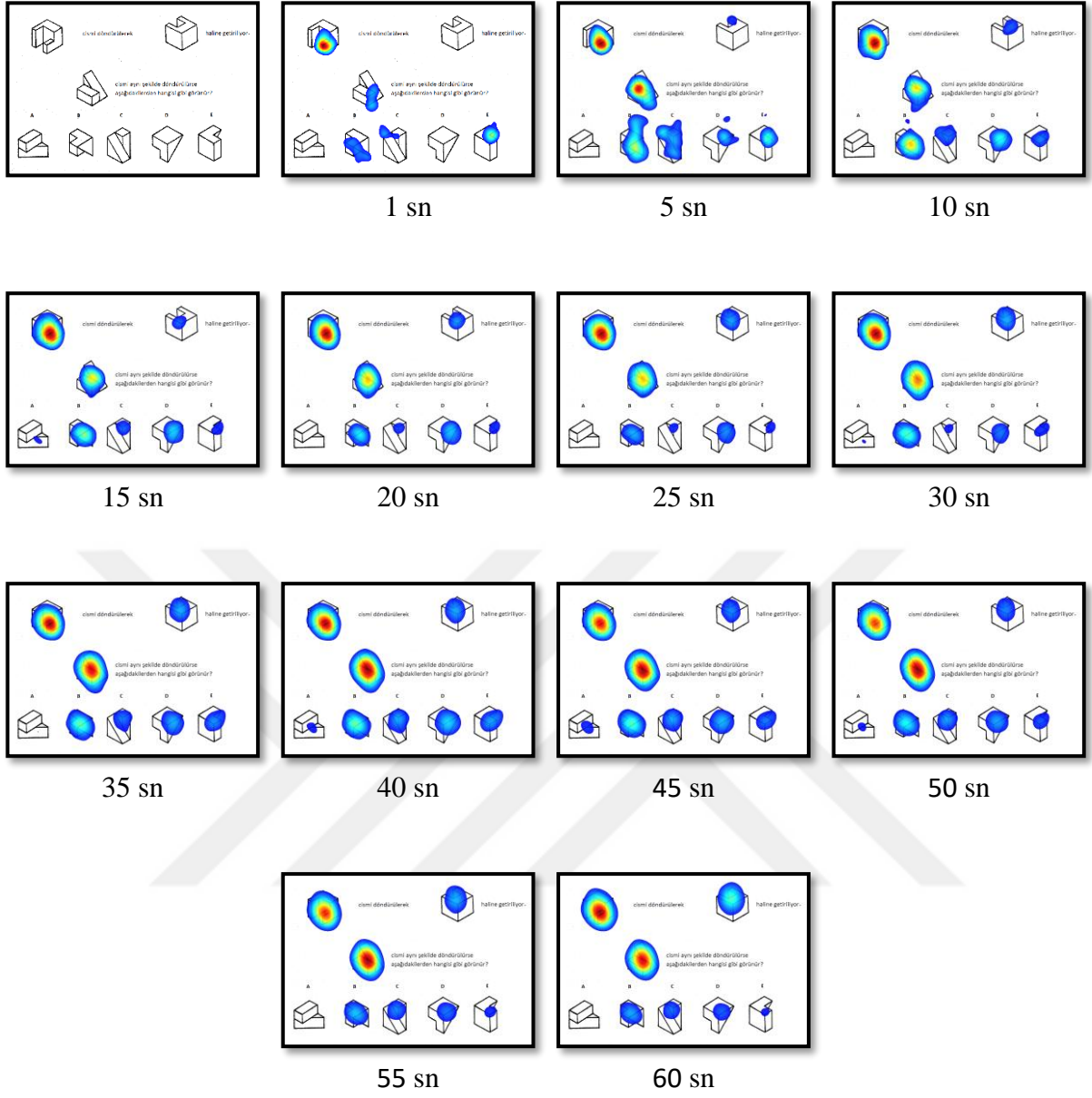
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın ÇG₃ ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler ÇG₂ ve DG ilgi alanlarını da incelemektedir (7. sn). Öğrenciler daha sonra SG ilgi alanındaki dikdörtgen prizmaya yoğun olarak odaklanmaya başlamıştır. Bu süreçte öğrencilerin cevap seçenekleri üzerindeki dikkati DG ilgi alanı üzerine yoğunlaşmıştır. Bunun yanı sıra ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanları da incelenmiştir (10. sn). Sonraki süreçte öğrenciler ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarını incelemeye başlamıştır. Öğrenciler ÖG_Ö ilgi alanı üzerindeki L parçaya yoğun şekilde odaklanmıştır. Bunun yanı sıra SG cismindeki dikdörtgen prizmaya DG ilgi alanının tavanına ve ÇG₂ ilgi alanındaki üçgen parçaya kısmen odaklanmıştır (15-20. sn). Daha sonra öğrenciler ÖG_Ö ilgi alanı üzerindeki ilgisini azaltarak bu cisme kısmen odaklanmıştır. SG ilgi alanındaki dikdörtgen prizmaya ve ÇG₂ ilgi alanındaki üçgen parçaya yoğun bir şekilde odaklanmıştır. Aynı zamanda DG ilgi

alanının tavanına kısmen odaklanmaya devam etmiştir (25. sn). Sonrasında öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki dikkatini artırarak ÇG₂ ilgi alanı üzerindeki dikkatini azaltmıştır. SG ilgi alanına yoğun odaklanırken ÇG₂ ilgi alanı üzerine kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler ÇG₁ dışındaki diğer tüm cevap seçeneklerini incelemiştir (30-40. sn). Sonraki aşamada öğrenciler DG ilgi alanının tavanı üzerindeki odaklanma yoğunluğunu artırmış ve kısmen odaklanma gerçekleştirmiştir (45. sn). Son olarak öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki dikkatini azaltıp ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanları üzerindeki dikkatlerini artırmıştır. Bu şekilde görevi tamamlamıştır (50-60. sn) (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. ÜY öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÖGÖ ilgi alanı üzerindeki küçük çıkıntı parçaya gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler SG, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde incelemeler yapmıştır (1. sn). Daha sonra öğrenciler SG cismi üzerindeki dikkatini de artırmıştır. ÖGÖ ve SG ilgi alanları üzerinde yoğun odaklanma gerçekleştiren öğrenciler ÇG₂ ilgi alanındaki üçgen parça üzerinde kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir (5. sn). Öğrenciler zamanla SG üzerindeki odak yoğunluğunu azaltarak ÖGÖ ilgi alanı üzerindeki çıkıntı parçaya odağını artırmıştır. SG üzerinde kısmi odaklanma yaşanırken ÖGÖ ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanma yaşanmıştır. Bununla birlikte öğrencilerin ÇG₂ ilgi alanındaki üçgen parça üzerindeki odak yoğunluğu da zamanla azalmıştır (10-25. sn). Sonraki aşamalarda ÖGÖ ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanma birlikte SG ilgi alanı üzerindeki odak yoğunluğu da artmaya başlamıştır. Bununla birlikte ÇG₂ ilgi alanı üzerinde yeniden kısmi odaklanma gerçekleşmeye başlamıştır (30. sn). Öğrenciler ÖGÖ ve SG ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanma gerçekleştirerek görevi tamamlamıştır (35-60. sn). Süreç içerisinde öğrenciler ÇG₁ ilgi alanını çok kısa süre incelemiştir. Genel olarak diğer cevap seçenekleri üzerinde inceleme gerçekleştirmiştir (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Zor zihinsel döndürme görevi

Zor zihinsel döndürme görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.22’de verilmiştir.

Tablo 4.22. Zor zihinsel döndürme görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).




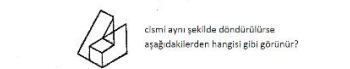
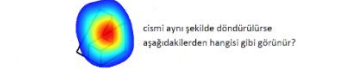
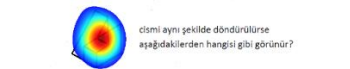
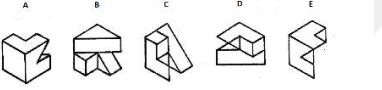
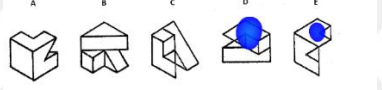
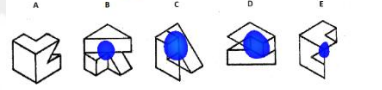
Grup	ÖGö	ÖGs	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,867	1,094	3,901	16,288	10,715	11,965	12,234	11,385
ÜYO (n= 37)	0,705	1,395	4,841	18,425	14,335	13,789	16,573	18,983

Tablo 4.22 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da zor görevde ortalama ilk bakışının ÖGö ve ÖGs ilgi alanları üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. Her iki öğrenci grubu

da önce ÖG_ö ilgi alanına bakmıştır. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısadır.

Zor zihinsel döndürme görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.23). Her iki grubun da ÖG_ö ve SG ilgi alanlarına yoğun olarak odaklandığı görülmektedir. ÖG_s ilgi alanına ise kısmen yoğunlaşmışlardır. Öğrencilerin kontrol ettiği cevap seçenekleri incelendiğinde her iki grubun da seçeneklere yoğun bir şekilde odaklanmadığı görülmektedir. ÜY öğrenciler ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarına odaklanmazken ÜYO öğrenciler ÇG₁ ilgi alanına odaklanmamıştır.

Tablo 4.23. Zor zihinsel döndürme görevine ait ısı haritaları.

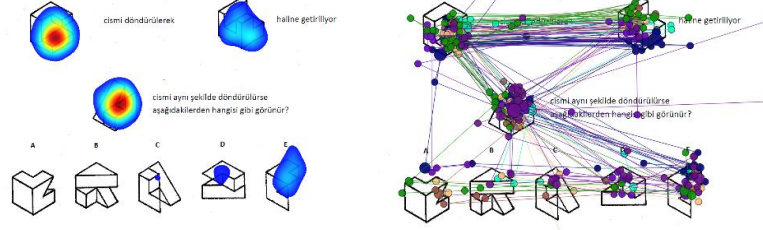
Görev	ÜY Öğrenciler (n= 17)	ÜYO Öğrenciler (n= 37)
		
		
		

ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmadığı genel olarak SG, ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler ÖG_ö ilgi alanına yoğun bir şekilde odaklanırken SG ve ÖG_s ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler ÖG_s ilgi alanına kıyasla SG ilgi alanına daha fazla odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının üst bölgesinde yer alan çıkıntı parçalara, ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanının ucundaki çıkıntı parçalara odaklanmıştır. Öğrenciler ÖG_s ilgi alanında özellikle küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₄ ve DG ilgi alanı üzerinde inceleme gerçekleştirirken ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanları ile ilgilenmemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler ÖG_ö ve SG ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanmıştır. Ancak ÖG_ö ilgi alanına kıyasla SG ilgi alanına daha fazla odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesi, ÖG_ö ilgi alanının tabanındaki dikdörtgen parça ve ÖG_s ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parça ile ilgilenmiştir. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₄ ilgi alanları üzerinde inceleme gerçekleştirirken ÇG₃ ve DG ile ilgilenmemiştir. Göreve doğru cevap veren öğrenciler yanlış cevap veren öğrencilere kıyasla ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarına daha fazla odaklanmıştır. Görevi yanlış cevaplayan grup ise SG ilgi alanına diğer gruba kıyasla daha fazla odaklanmıştır. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin

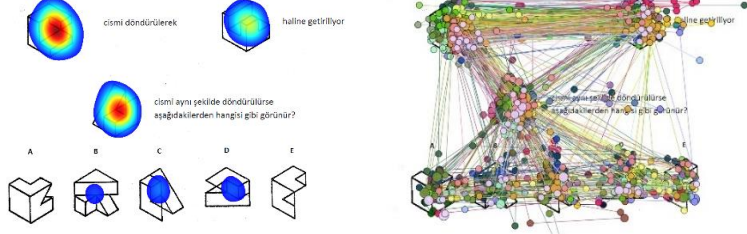
genel olarak SG, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilendiği görülmektedir. Öğrenciler SG ve ÖG_Ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_S ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler ÖG_Ö ilgi alanına kıyasla SG ilgi alanına nispeten daha fazla odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının üst bölgesinde yer alan çıkıntı parçalara ve ÖG_Ö ilgi alanının tabanındaki dikdörtgen parçaya odaklanmıştır. ÖG_S ilgi alanının ise üzerindeki küçük çıkıntı parçayı ve tabanındaki kare prizmayı incelemiştir. Ayrıca bu grupta yer alan öğrenciler ÇG₄ ve DG ilgi alanları üzerinde inceleme yapmıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler cevap seçeneklerine ciddi olarak yoğunlaşmazken genel olarak SG, ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanları ile ilgilenmiştir. Öğrenciler SG ve ÖG_Ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_S ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanına kıyasla ÖG_Ö ilgi alanına nispeten daha fazla odaklanmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine, ÖG_Ö ilgi alanındaki çıkıntı parçalara ve ÖG_S ilgi alanının orta bölgesine odaklanmıştır. Bu grupta yer alan öğrenciler cevap seçeneklerinden ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ile ilgilenmiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler doğru cevap veren öğrencilere kıyasla ÖG_Ö ve ÖG_S ilgi alanlarına daha fazla odaklanmıştır. Görevi doğru cevaplayan grup ise SG ilgi alanına diğer gruba kıyasla daha fazla odaklanmıştır (Tablo 4.24).

Tablo 4.24. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevine ait göz hareketi verileri.

Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY Doğru Cevap	7	<p>Isı Haritası: Üst ve alt bölgelere yoğun odaklanma. Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>	<p>Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>
Yanlış Cevap	10	<p>Isı Haritası: Üst ve alt bölgelere yoğun odaklanma. Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>	<p>Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>
ÜYO Doğru Cevap	7	<p>Isı Haritası: Üst ve alt bölgelere yoğun odaklanma. Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>	<p>Bakış Yolu: Üstten altta durulmuş duruma, ardından sağa doğru hareket.</p>



Yanlış Cevap 30

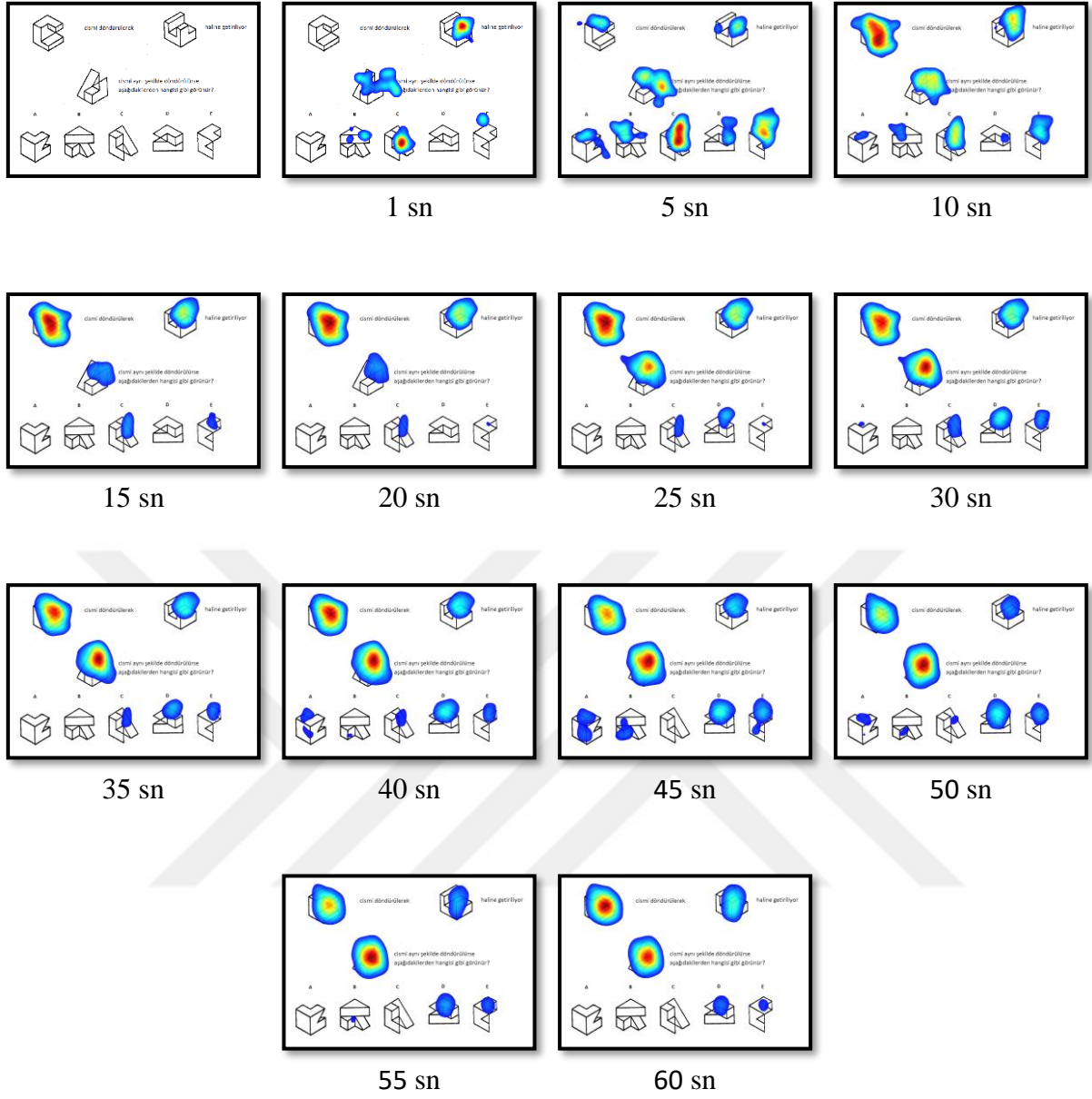


Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY öğrenciler SG cismine yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise SG ve ÖG_ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanırken ÖG_s ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla ÖG_s ilgi alanına daha fazla odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise diğer gruba kıyasla SG ilgi alanına daha yoğun bir şekilde odaklanmıştır. ÜY öğrenciler ÖG_ö ilgi alanının ucundaki çıkıntı parçalara odaklanırken ÜYO öğrenciler ÖG_ö ilgi alanının tabanındaki dikdörtgen parçaya odaklanmıştır. Benzer şekilde ÜY öğrenciler SG ilgi alanının üst bölgesinde yer alan çıkıntı parçalara odaklanırken ÜYO öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine odaklanmıştır. Her iki grup da benzer şekilde cevap seçeneklerinden ÇG₄ ve DG ilgi alanlarını incelemiştir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, iki grubun da cevap seçeneklerine odaklanmak yerine genel olarak SG, ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarını incelediği görülmektedir. Her iki grupta yer alan öğrenciler de SG ve ÖG_ö ilgi alanlarına yoğun bir şekilde odaklanmıştır. ÜY öğrenciler diğer öğrencilere kıyasla SG ilgi alanına daha yoğun odaklanırken ÜYO öğrenciler ÖG_ö ve ÖG_s ilgi alanlarına daha yoğun odaklanmıştır. ÜY öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesi, ÖG_ö ilgi alanının tabanındaki dikdörtgen parça ve ÖG_s ilgi alanının ucundaki küçük çıkıntı parça ile ilgilenmiştir. ÜYO öğrenciler SG ilgi alanının orta bölgesine, ÖG_ö ilgi alanındaki çıkıntı parçalara ve ÖG_s ilgi alanının orta bölgesine odaklanmıştır. Ayrıca her iki grup da DG ile ilgilenmemiştir. Buna ek olarak ÜY öğrenciler ÇG₃ ile ÜYO öğrenciler ise ÇG₁ ile ilgilenmemiştir (Tablo 4.24).

Öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 1. sn içinde ÇG₃ ve ÖG_s ilgi alanları üzerinde gerçekleştirmiştir. ÜYO öğrenciler

ise ilk yoğun odaklanmayı 3. sn içinde $\mathcal{C}G_1$ ilgi alanı üzerinde gerçekleştirmiştir (Şekil 4.15; Şekil 4.16).

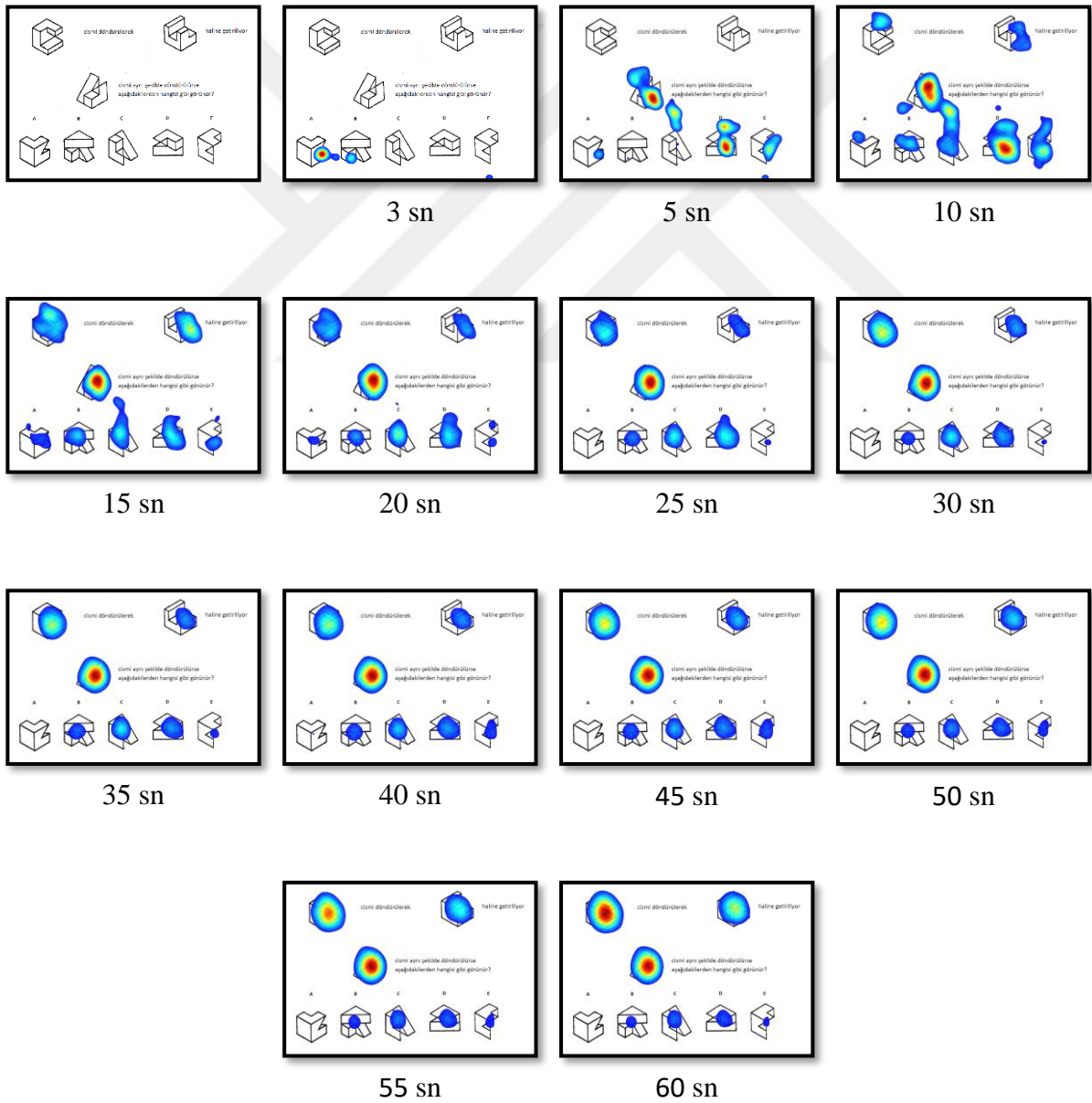
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın $\mathcal{C}G_3$ ve $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanları üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Öğrenciler $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanı üzerinde özellikle küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. Bu süreçte SG, $\mathcal{C}G_2$ ve DG ilgi alanlarını da incelemektedir (1. sn). Daha sonra öğrencilerin $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanı üzerindeki dikkat yoğunluğu azalarak SG ilgi alanı üzerindeki dikkati artmıştır. Öğrenciler $\mathcal{O}G_0$ ve $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanlarındaki küçük çıkıntı parçaya kısmen odaklanmıştır. $\mathcal{C}G_3$, DG ve SG ilgi alanlarına yoğun odaklanmıştır. $\mathcal{C}G_3$ ilgi alanına diğerlerine kıyasla daha yoğun bir şekilde odaklanmıştır. $\mathcal{C}G_1$ ve $\mathcal{C}G_2$ ilgi alanına kısmen odaklanırken $\mathcal{C}G_4$ ilgi alanını da incelemiştir (5. sn). Daha sonra öğrenciler $\mathcal{O}G_0$ ve $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanlarını dikkatli bir şekilde incelemeye başlamıştır. Öğrenciler $\mathcal{O}G_0$ ilgi alanına yoğun olarak odaklanırken $\mathcal{O}G_S$, SG, $\mathcal{C}G_3$ ve DG ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrenciler $\mathcal{O}G_0$ ilgi alanında çıkıntı parçalara odaklanışken $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanında özellikle küçük çıkıntı parçaya odaklanmıştır. SG cisminde de benzer şekilde cismin üstündeki çıkıntı parçalara odaklanmıştır (10. sn). Öğrenciler bir süre SG ilgi alanı ve cevap seçenekleri üzerindeki dikkatini azaltarak $\mathcal{O}G_0$ ve $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanlarına odaklanmıştır. $\mathcal{O}G_0$ ilgi alanına yoğun odaklanma gerçekleştirirken $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanına kısmen odaklanma gerçekleştirmiştir (15-20. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanının üst bölgesinde yer alan çıkıntı parçalara yeniden kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir (25. sn). Sonraki süreçte ise öğrenciler yavaş yavaş $\mathcal{O}G_0$ ve $\mathcal{O}G_S$ ilgi alanları üzerindeki dikkatlerini azaltırken SG ilgi alanı üzerindeki dikkatini yoğunlaştırmıştır. Öğrenciler bu süreçte $\mathcal{C}G_4$ ilgi alanına kısmi odaklanmalar gerçekleştirmiştir (30-60. sn) (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. ÜY öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÇG_1 ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler ÇG_2 ilgi alanı üzerinde de incelemeler yapmıştır (3. sn). Daha sonra öğrenciler SG ve ÇG_4 ilgi alanları üzerine yoğun bir şekilde odaklanmıştır. Bunun yanı sıra DG cismine kısmen odaklanmıştır (5. sn). Sonraki süreçte öğrenciler ÖG_0 ve ÖG_5 ilgi alanlarını incelemeye başlamıştır. Bu cisimler üzerindeki küçük çıkıntı parça ile ilgilenmiştir. ÖG_0 ilgi alanı üzerinde kısmen odaklanma görülmüştür. Aynı zamanda SG ve ÇG_4 ilgi alanları üzerindeki odaklanma şiddeti artmıştır. Öğrenciler SG ilgi alanının üst bölgesinde yer alan çıkıntı parçalara odaklanırken ÇG_4 cisminin tabanındaki

üçgen prizmaya odaklanmıştır. Bunlara ek olarak DG ilgi alanı üzerine kısmen odaklanma yaşanmıştır (10. sn). Sonraki süreçte öğrenciler cevap seçenekleri üzerindeki dikkatini azaltmıştır. Öğrenciler ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. SG ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanma devam etmiştir. ÖG₀ ilgi alanının tümü incelenmiş ancak cisim üzerindeki küçük çıkıntı parçaya kısmi odaklanma gerçekleştirilmiştir. Benzer şekilde ÖG_S ilgi alanının da küçük çıkıntı parçasına kısmi odaklanma gerçekleştirilmiştir (15 sn). Daha sonra öğrencilerin ÖG₀ ilgi alanı üzerindeki dikkati cismin üzerindeki küçük çıkıntı parçadan tabandaki dikdörtgen parçaya doğru kaymıştır ve bu bölgeye öğrencilerin dikkat yoğunluğu giderek artmıştır. Öğrencilerin ÖG_S ilgi alanı üzerindeki dikkati küçük çıkıntı parça üzerinde sabit kalmıştır (20-60. sn) (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. ÜYO öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

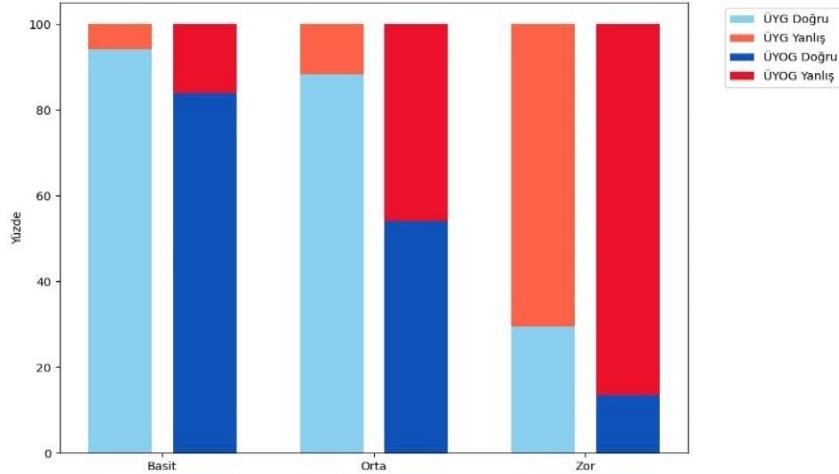
4.3.3. Öğrencilerin uzamsal algı görevlerindeki göz hareketleri

Çalışma kapsamında üç farklı zorluk düzeyinde yer alan uzamsal algı görevi kullanılmıştır. Öğrencilerin görevlere verdikleri cevaplar incelendiğinde, ÜY öğrencilerin (17 kişi) ortalama 12'sinin bu görevlere doğru cevap verdiği ve ortalama 17,81 sn harcadıkları, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 18,7'sinin doğru cevap verdiği ve ortalama 14,19 sn harcadığı görülmektedir. ÜY öğrencilerin (17 kişi) ortalama 5'i bu görevlere yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 17,53 sn harcamışken, ÜYO öğrencilerin (37 kişi) ise ortalama 18,3'ü yanlış cevap vermiş ve öğrenciler ortalama 18,02 sn harcamıştır (Tablo 4.25).

Tablo 4.25. Uzamsal algı görevlerine ait betimsel istatistikler.

Zorluk Düzeyi	ÜY Öğrenciler (n= 17)				ÜYO Öğrenciler (n= 37)			
Basit	D= 16	Y= 1	$\bar{X}_{DS}=$ 10,18 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 13,60 sn	D= 31	Y= 6	$\bar{X}_{DS}=$ 12,37 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 10,16 sn
Orta	D= 15	Y= 2	$\bar{X}_{DS}=$ 11,02 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 12,58 sn	D= 20	Y= 17	$\bar{X}_{DS}= 9,88$ sn	$\bar{X}_{YS}=$ 18,22 sn
Zor	D= 5	Y= 12	$\bar{X}_{DS}=$ 32,22 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 26,41 sn	D= 5	Y= 32	$\bar{X}_{DS}=$ 20,32 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 25,67 sn
	$\bar{X}_D= 12$	$\bar{X}_Y= 5$	$\bar{X}_{DS}=$ 17,81 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 17,53 sn	$\bar{X}_D= 18,7$	$\bar{X}_Y= 18,3$	$\bar{X}_{DS}=$ 14,19 sn	$\bar{X}_{YS}=$ 18,02 sn

Öğrencilerin her bir görevi doğru cevaplama oranlarını daha iyi görebilmek için yüzde dağılımı grafiği Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Öğrencilerin uzamsal algı görevlerini doğru cevaplama yüzdesi.

Basit uzamsal algı görevi

Basit uzamsal algı görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.26'da verilmiştir.

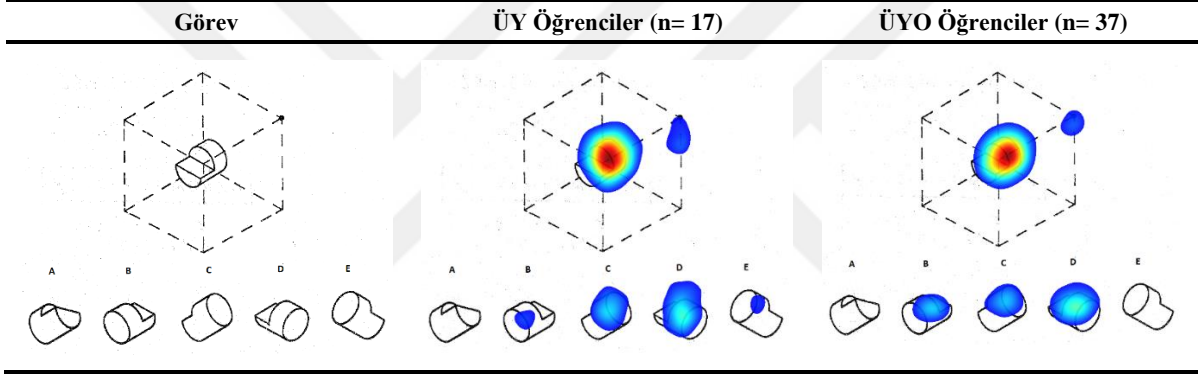
Tablo 4.26. Basit uzamsal algı görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	SG	RN	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,326	1,56	5,946	5,15	3,928	4,244	3,025
ÜYO (n= 37)	0,381	1,569	5,244	4,706	3,215	5,295	4,207

Tablo 4.26 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da basit görevde ortalama ilk bakışının SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla SG ve DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısadır.

Basit uzamsal algı görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.27). ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG üzerine yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. Her iki öğrenci grubu da DG cismi üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜY öğrenciler ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelerken ÜYO öğrenciler ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. Her iki grubun da RN ilgi alanını incelediği görülmektedir.

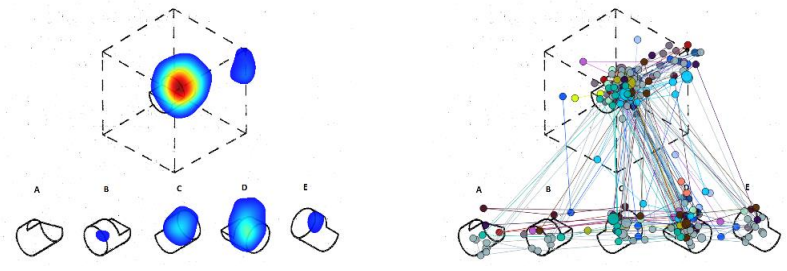
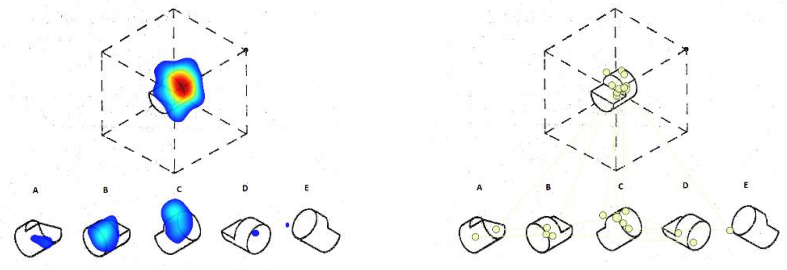
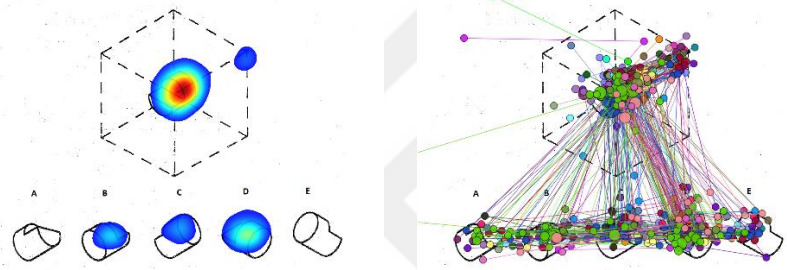
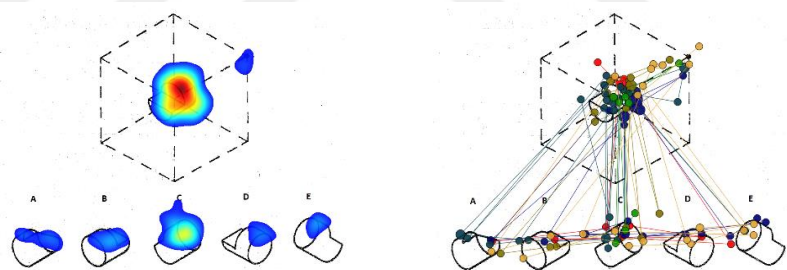
Tablo 4.27. Basit uzamsal algı görevine ait ısı haritaları.



ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrenciler DG ilgi alanına kısmen odaklanırken RN, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler de benzer şekilde SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğunlaşmıştır. Bu gruptaki öğrenciler ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler DG, ÇG₄ ve RN ilgi alanları ile ilgilenmemiştir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrenciler DG ilgi alanına kısmen odaklanırken RN, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler de SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğunlaşmıştır. Bu gruptaki öğrenciler cevap seçeneklerindeki tüm cisimleri ve RN ilgi alanını incelemiş ancak ÇG₃ ilgi alanının daire parçası üzerinde kısmen odaklanmıştır (Tablo 4.28).

Tablo 4.28. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin basit uzamsal algı görevine ait göz hareketi verileri.

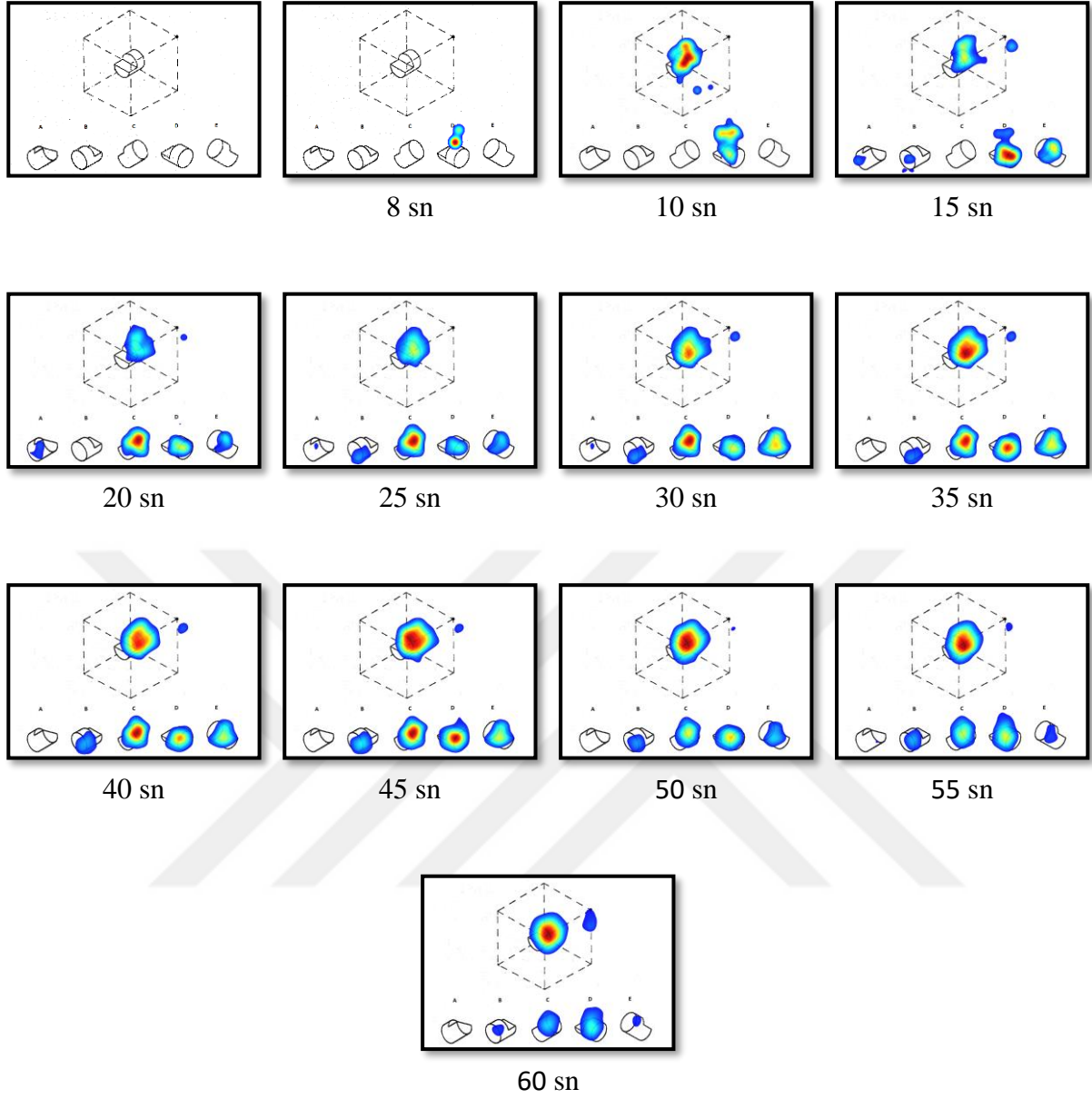
Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
------	---	--------------	------------

ÜY	Doğru Cevap	16	
	Yanlış Cevap	1	
ÜYO	Doğru Cevap	31	
	Yanlış Cevap	6	

Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY ve ÜYO öğrencilerin odaklandıkları bölgelerin benzer olduğu görülmektedir. Her iki grup da SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. İki grup da DG ilgi alanı üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜY öğrenciler cevap seçeneklerindeki ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelerken ÜYO öğrenciler ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. Her iki grup da RN ilgi alanını incelemiştir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, her iki grubun da SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya yoğun odaklandığı görülmektedir. ÜY öğrenciler ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarına kısmen odaklanırken ÇG₁ ilgi alanını biraz incelemiştir. ÜYO öğrenciler ise tüm cevap seçeneklerini incelemiş ancak ÇG₃ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. ÜY öğrenciler RN ilgi alanı ile ilgilenmezken ÜYO öğrenciler RN ilgi alanı ile ilgilenmiştir (Tablo 4.28).

Öğrencilerin basit uzamsal algı görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 8. sn içinde gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler 17. sn içinde gerçekleştirmiştir. Her iki grupta ilk yoğun odaklanma DG ilgi alanı üzerinde gerçekleşmiştir. Ancak ÜYO öğrenciler DG ilgi alanının yanı sıra ÇG₃ ilgi alanına da kısmen odaklanma gerçekleştirmiştir (Şekil 4.18; Şekil 4.19).

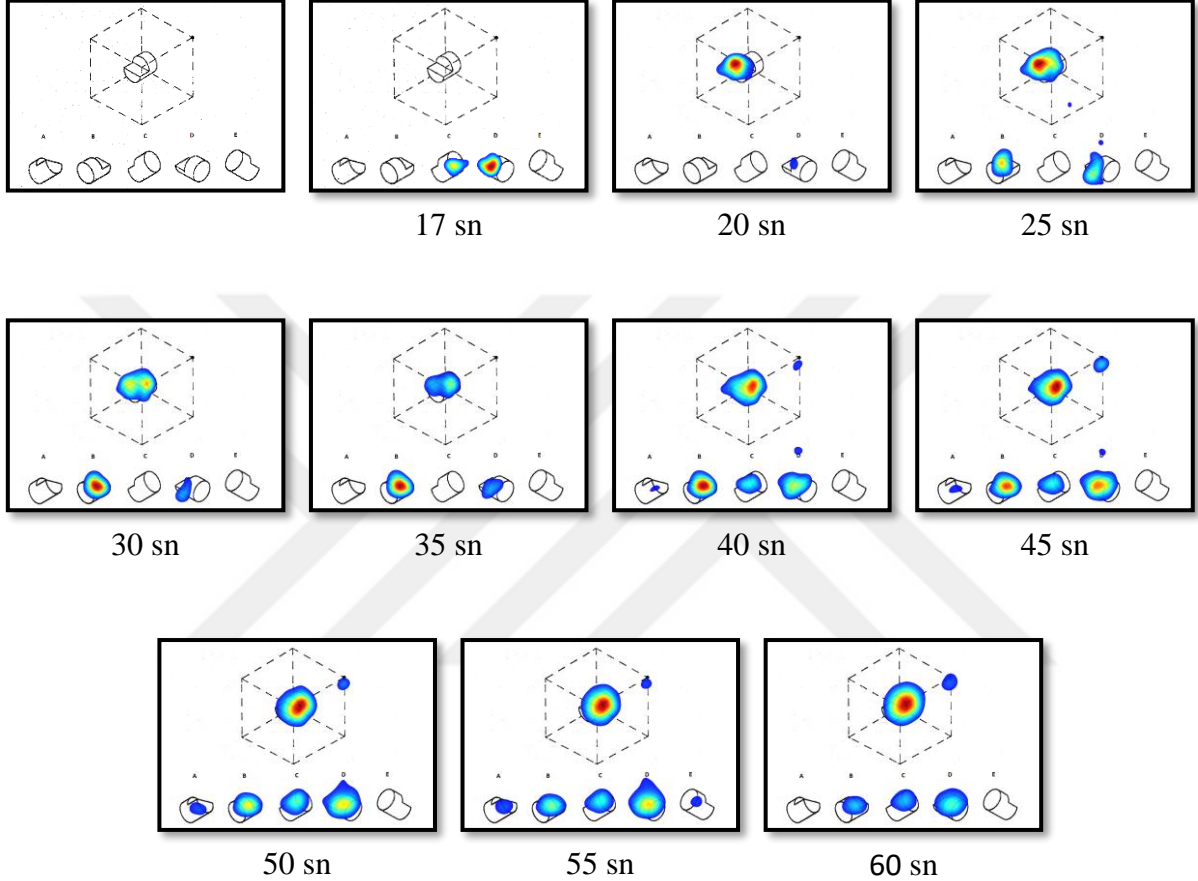
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (8. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanını yoğun olarak incelemiştir. DG ilgi alanına ise kısmen odaklanmıştır (10. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanına ilgiyi azaltmış ve kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğrenciler DG ilgi alanına yeniden yoğun şekilde odaklanmıştır. ÇG₄ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Bunun yanı sıra RN, ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanlarını da incelemiştir (15. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanına yine kısmen odaklanmıştır. Ancak öğrencilerin cevap seçeneklerindeki odağı ÇG₃ ilgi alanı üzerine kaymıştır. Öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun şekilde odaklanırken DG ilgi alanına kısmen odaklanmıştır (20-25. sn). Sonraki süreçte öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun şekilde odaklanırken SG, DG ve ÇG₄ ilgi alanları üzerindeki odak yoğunluğunu da artırmıştır (30-35. sn). Daha sonra öğrenciler SG, DG ve ÇG₄ ilgi alanları üzerindeki odak yoğunluğunu azaltmıştır. ÇG₃ ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanmaya devam etmiştir (40. sn). Sonraki aşamada öğrenciler yeniden SG, ÇG₃ ve DG ilgi alanları üzerinde yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÇG₄ ilgi alanı üzerinde ise kısmen odaklanmıştır (45. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanına yoğun bir şekilde ÇG₃ ve DG ilgi alanlarına ise kısmen odaklanarak görevi tamamlamıştır. Öğrenciler görev süresince SG ilgi alanı üzerindeki tam daire parçaya odaklanmıştır (Şekil 4.18).



Şekil 4.18. ÜY öğrencilerin basit uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirildiği görülmektedir. Aynı zamanda ÇG₃ ilgi alanı üzerine kısmi odaklanma da gerçekleştirilmiştir (17. sn). Sonraki süreçte öğrenciler cevap seçenekleri ile ilgilenmeyip SG ilgi alanının ucundaki kesik parçaya yoğun şekilde odaklanmıştır (20. sn). Daha sonra öğrenciler ÇG₂ ve DG ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Bu süreçte öğrenciler SG ilgi alanına yoğun odaklanmaya devam etmiştir (25. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki odağını cismin ucundaki kesik parçadan cismin üzerindeki tam daire parçaya doğru kaydırmıştır. Öğrenciler ÇG₂ ilgi alanının ucundaki kesik parçaya yoğun şekilde odaklanmıştır

(30-35. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanı üzerinde yoğun olarak cismin üzerindeki tam daire parçaya odaklanmıştır. ÇG₂ ilgi alanına yoğun şekilde odaklanırken DG ve ÇG₃ ilgi alanlarına da kısmen odaklanmıştır (40. sn). Son olarak öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki odak yoğunluğunu artırırken ÇG₂ ilgi alanı üzerindeki odak yoğunluğunu azaltmıştır. Bu süreçte öğrenciler DG ilgi alanı üzerine ise kısmen odaklanmıştır (45-60. sn) (Şekil 4.19).



Şekil 4.19. ÜYO öğrencilerin basit uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Orta zorluktaki uzamsal algı görevi

Orta zorluktaki uzamsal algı görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.29’da verilmiştir.

Tablo 4.29. Orta zorluktaki uzamsal algı görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

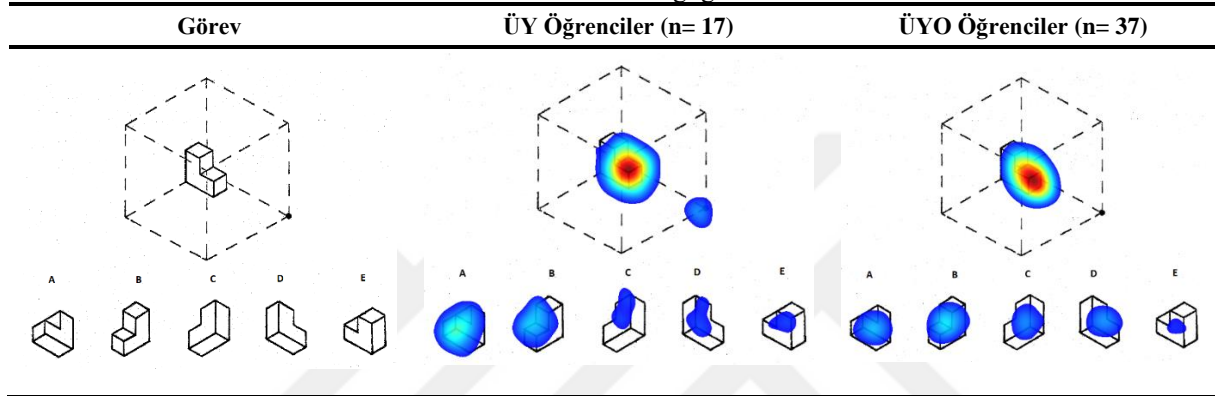
Grup	SG	RN	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,219	2,317	3,169	3,098	2,839	3,655	4,453
ÜYO (n= 37)	0,316	1,207	4,332	3,469	3,736	4,761	5,667

Tablo 4.29 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da orta zorluktaki görevde ortalama ilk bakışının SG ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO

öğrencilere kıyasla SG ve DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısayken RN ilgi alanına ilk bakış süresi daha uzundur.

Orta zorluktaki uzamsal algı görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.30). ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanı üzerine yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. ÜY öğrenciler DG ve ÇG₁ ilgi alanları üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirirken ÜYO öğrenciler ÇG₁ ilgi alanı üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. Her iki grubun da RN ilgi alanını yoğun şekilde incelememiştir.

Tablo 4.30. Orta zorluktaki uzamsal algı görevine ait ısı haritaları.

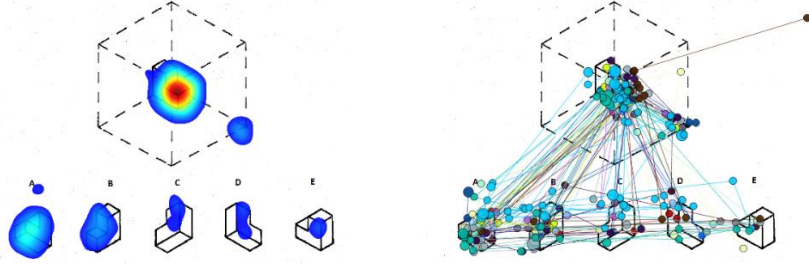


ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin SG cismi tabanındaki küp parçaya yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrenciler DG ilgi alanına kısmen odaklanırken RN, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelemiştir. Öğrenciler DG ilgi alanı üzerinde cismin tabanındaki küp parçaya odaklanmıştır. Göreve yanlış cevap öğrenciler de benzer şekilde SG ilgi alanı üzerinde cismin tabanındaki küp parçaya yoğunlaşmıştır. Bu gruptaki öğrenciler DG, ÇG₁, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına nispeten daha az odaklanmıştır. Öğrenciler DG, ÇG₁ ve ÇG₄ ilgi alanlarında cismin tabanındaki küp parçaya odaklanmıştır. Öğrenciler RN ve ÇG₂ ilgi alanlarını da incelemiştir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrenciler SG ilgi alanı tabanındaki küp parçaya yoğunlaştığı görülmektedir. Öğrenciler DG ilgi alanına kısmen odaklanırken ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler de benzer şekilde SG ilgi alanı tabanındaki küp parçaya yoğunlaşmıştır. Bu gruptaki öğrenciler ÇG₁ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. Bunun yanı sıra DG, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını da incelemiştir. Her iki gruptaki öğrenciler de RN ilgi alanını incelememiştir (Tablo 4.31).

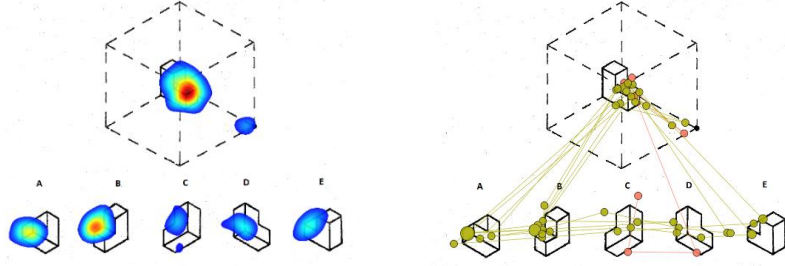
Tablo 4.31. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal algı görevine ait göz hareketi verileri.

Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
------	---	--------------	------------

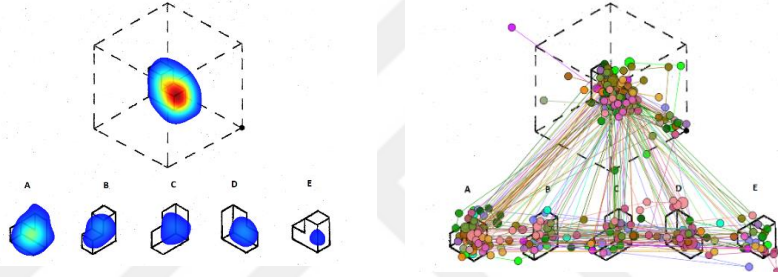
ÜY Doğru Cevap 15



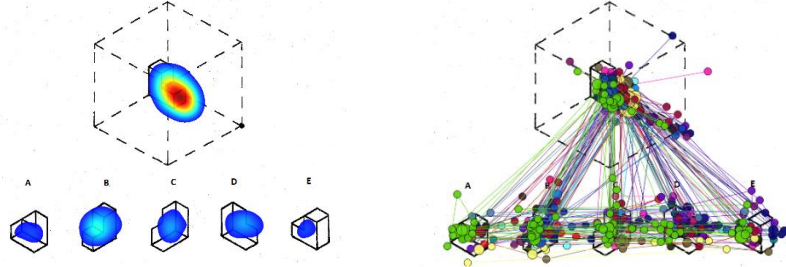
Yanlış Cevap 2



ÜYO Doğru Cevap 20



Yanlış Cevap 17

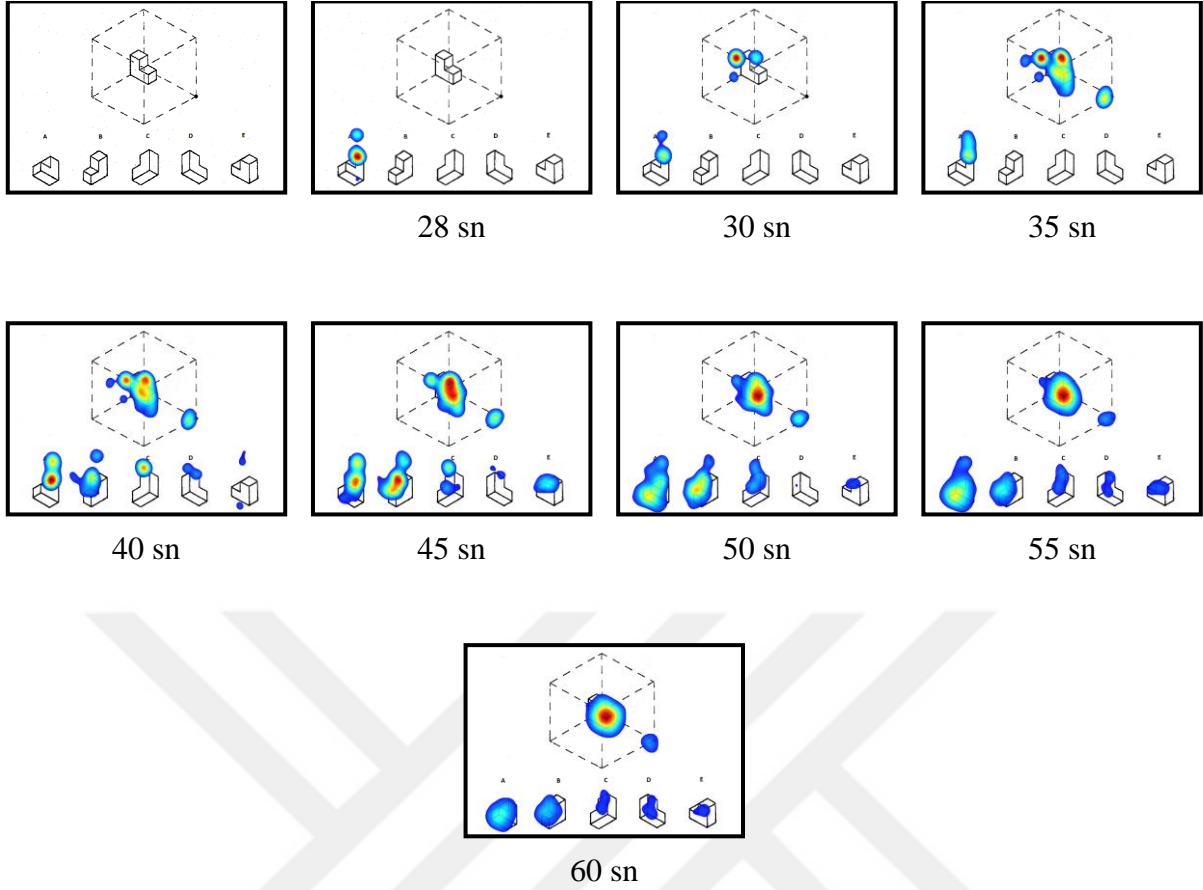


Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY ve ÜYO öğrencilerin odaklandıkları bölgelerin benzer olduğu görülmektedir. Her iki grup da SG cisim tabanındaki küp parçaya yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Benzer şekilde iki grup da DG ilgi alanı üzerine kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. Ancak ÜY öğrenciler doğrudan DG ilgi alanının tabanında yer alan küp parçaya odaklanırken ÜYO öğrenciler cismin orta bölgesine odaklanmıştır. Her iki grupta yer alan öğrenciler de ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelemiştir. ÜY öğrenciler RN ilgi alanını incelerken ÜYO öğrenciler RN ilgi alanını incelememiştir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, ÜY ve ÜYO öğrencilerin ikisinin de SG ilgi alanı tabanındaki küp parçaya yoğun odaklandığı görülmektedir. ÜY öğrenciler ÇG₁ ilgi alanına yoğun olmakla birlikte DG, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarına nispeten daha az odaklanmıştır. Öğrenciler DG ve

ÇG_1 ilgi alanlarının tabanındaki küp parçaya odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise tüm cevap seçeneklerini incelemiş ancak ÇG_1 ilgi alanına kısmen odaklanmıştır. ÜY öğrenciler RN ilgi alanını incelerken ÜYO öğrenciler RN ilgi alanı ile ilgilenmemiştir (Tablo 4.31).

Öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal algı görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 28. sn içinde DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğrenciler SG ilgi alanını da incelemiştir. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 3. sn içinde ÇG_2 ilgi alanı üzerine gerçekleştirmiştir (Şekil 4.20; Şekil 4.21).

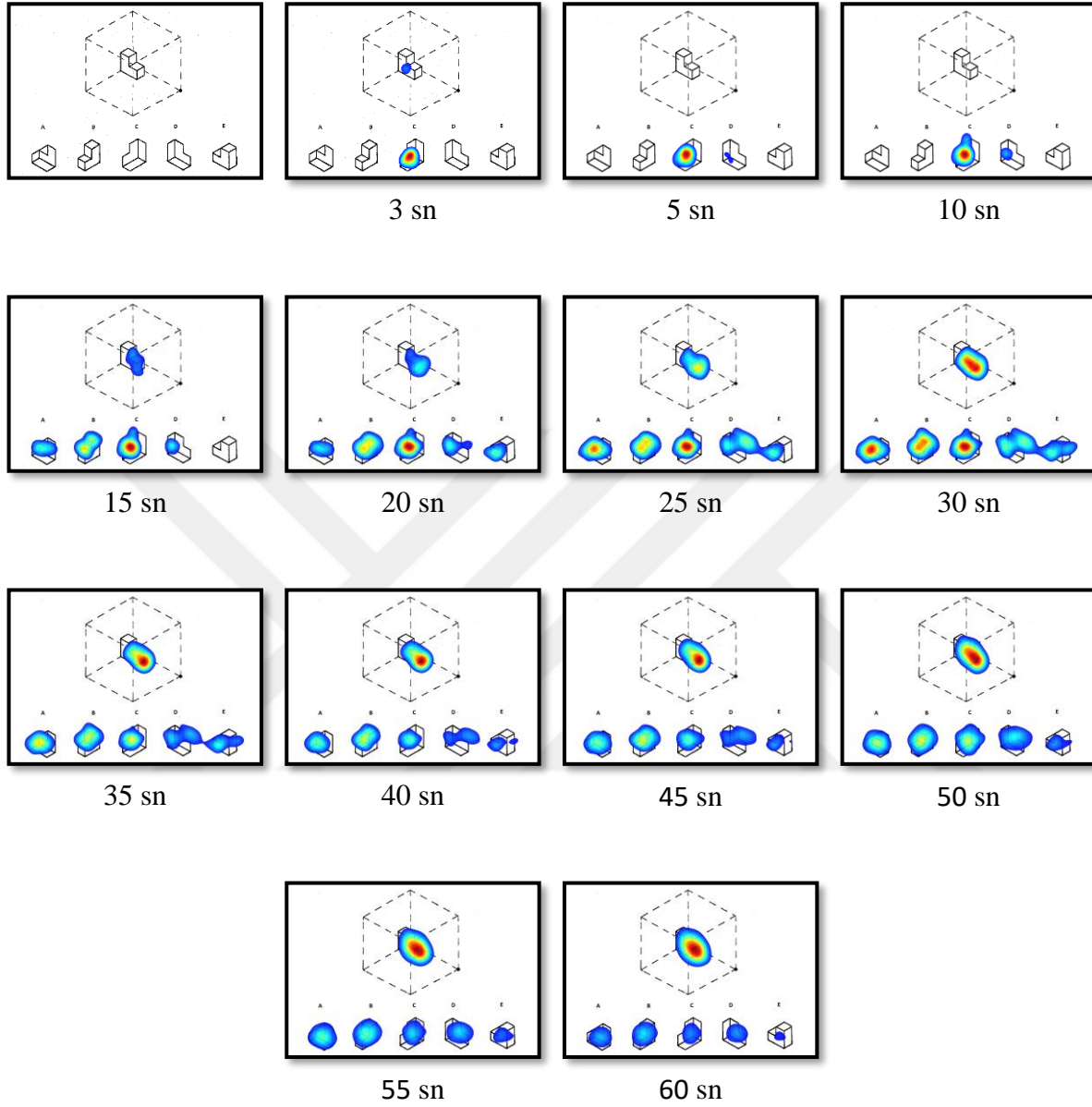
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir (28. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanına yoğun olarak incelemiştir. DG ilgi alanına ise kısmen odaklanmıştır (30. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanının üstünde yer alan küçük küp parçaya yoğun odaklanma gerçekleştirirken cismin tabanındaki dikdörtgen prizmaya kısmen odaklanmıştır. Bu süreçte öğrenciler DG ve RN ilgi alanlarına da kısmen odaklanmıştır (35. sn). Daha sonra öğrenciler cevap seçeneklerini incelemeye başlamıştır. Öncelikle DG ilgi alanına yoğun odaklanırken ÇG_1 ve ÇG_2 ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır (40. sn). Daha sonra ÇG_1 ilgi alanı üzerinde dikkat yoğunluğunu artırarak DG ve ÇG_1 ilgi alanları üzerinde yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÇG_2 ve ÇG_4 ilgi alanlarına ise kısmen odaklanma gerçekleşmiştir. Bu süreçte SG ilgi alanının bütünü üzerinde yoğun odaklanmalar gerçekleştirirken RN ilgi alanına kısmen odaklanmıştır (45. sn). Daha sonra öğrencilerin SG ilgi alanı üzerindeki dikkati tabanda yer alan dikdörtgen prizmasının ucundaki küçük küp (çıkıntı) parçaya doğru kaymıştır. DG ve ÇG_1 ilgi alanları üzerindeki dikkat yoğunluğu giderek azalmıştır. Ancak cisimler üzerindeki odak yoğunluğu tabanda yer alan dikdörtgen prizmasının ucundaki küçük küp (çıkıntı) parçaya doğru kaymıştır (50-60. sn) (Şekil 4.20).



Şekil 4.20. ÜY öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÇG_2 ilgi alanının tabanında yer alan dikdörtgen prizmasının ucundaki küçük küp (çıkıntı) parçaya gerçekleştirildiği görülmektedir. Aynı zamanda SG ilgi alanı üzerinde de inceleme gerçekleştirilmiştir (3. sn). Sonraki süreçte öğrenciler ÇG_2 ilgi alanı tabanındaki küp parça üzerinde dikkat yoğunluğunu artırmış ve ÇG_3 ilgi alanını kısmen incelemiştir (5-10. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanının tabanında yer alan dikdörtgen prizmasının ucundaki küçük küp (çıkıntı) parçaya yoğunlaşmaya başlamıştır. Bu süreçte ÇG_2 ilgi alanı üzerinde yoğun odaklanma gerçekleştirirken ÇG_1 ilgi alanı üzerinde kısmi odaklanma gerçekleştirmiştir. DG, ÇG_3 ve ÇG_4 ilgi alanlarını da incelenmiş ancak nispeten daha az odaklanılmıştır (15-20. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanının tabanında yer alan dikdörtgen prizmasının ucundaki küçük küp (çıkıntı) parçaya yoğun odaklanmaya başlamıştır. Bu süreçte DG, ÇG_1 ve ÇG_2 ilgi alanlarına yoğun odaklanırken ÇG_3 ve ÇG_4 ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. Öğrencilerin cisimlerin tabanındaki küçük küp (çıkıntı) parçayı incelediği görülmektedir (25-30. sn). Sonraki süreçte öğrenciler SG ilgi alanının tabanındaki küçük küp (çıkıntı) parçaya yoğun şekilde DG,

ÇG₁ ve ÇG₂ ilgi alanlarına ise kısmen odaklanarak görevi tamamlamıştır (35-60. sn) (Şekil 4.21).



Şekil 4.21. ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

Zor uzamsal algı görevi

Zor uzamsal algı görevini tamamlarken öğrencilerin ilgisini çeken ilk nokta önem arz etmektedir. Öğrencilerin ilk bakış noktalarına ilişkin veriler Tablo 4.32’de verilmiştir.

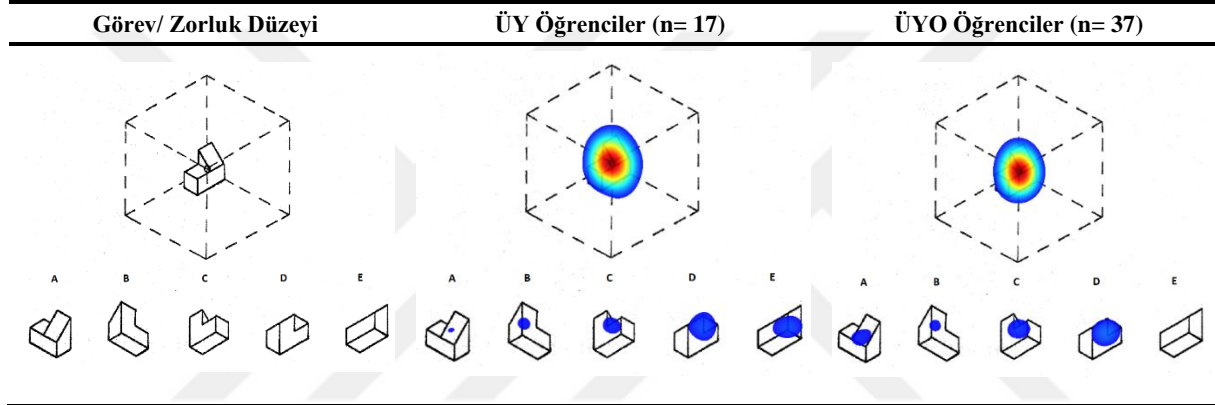
Tablo 4.32. Zor uzamsal algı görevine ait ortalama ilk bakış süresi (ms).

Grup	SG-RN	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY (n= 17)	0,173	3,244	3,675	6,14	6,594	3,231

Tablo 4.32 incelendiğinde, her iki öğrenci grubunun da zor görevde ortalama ilk bakışının SG-RN ilgi alanı üzerinde gerçekleştiği görülmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla SG-RN ve DG ilgi alanına ilk bakış süresi daha kısadır.

Zor uzamsal algı görevinde öğrencilerin yoğun şekilde odaklandığı bölgeler incelenmiştir (Tablo 4.33). ÜY ve ÜYO öğrencilerin ikisinin de RN bölgesini de kapsayan SG ilgi alanı üzerine yoğunlukla odaklandığı görülmektedir. Her iki öğrenci grubu da cevap seçeneklerine odaklanmamıştır. ÜY öğrenciler DG, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ ilgi alanlarını incelerken ÜYO öğrenciler ÇG₁, DG, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir.

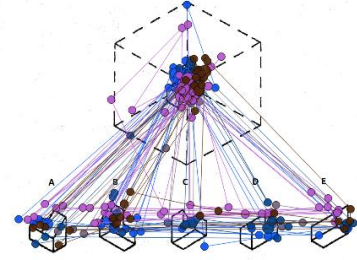
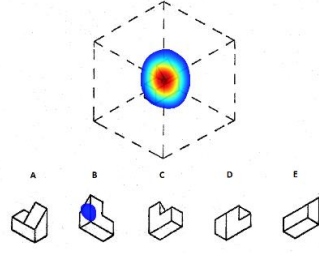
Tablo 4.33. Zor uzamsal algı görevine ait ısı haritaları.



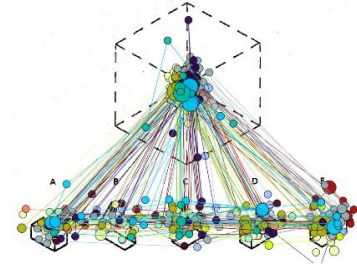
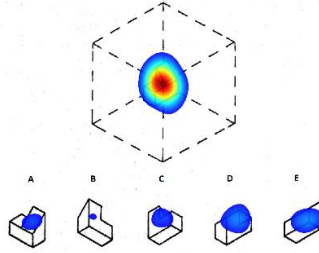
ÜY öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin de yanlış cevap veren öğrencilerin de cevap seçeneklerine yoğunlaşmadığı ancak RN ilgi alanını da kapsayan SG ilgi alanının merkezine yoğun şekilde odaklandıkları görülmektedir. Göreve doğru cevap veren ÜY öğrenciler DG ilgi alanını incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler ise cevap seçeneklerinde yer alan bütün cisimleri incelemiştir. Ancak DG ilgi alanını yok denecek kadar az incelemiştir. ÜYO öğrencilerin göz hareketleri detaylı incelendiğinde, göreve doğru cevap veren öğrencilerin de yanlış cevap veren öğrencilerin de cevap seçeneklerine yoğunlaşmadığı ancak RN ilgi alanını da kapsayan SG ilgi alanının merkezine yoğun şekilde odaklandıkları görülmektedir. Göreve doğru cevap veren ÜYO öğrenciler DG ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. Göreve yanlış cevap veren öğrenciler ise ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. DG ilgi alanını ise yok denecek kadar az incelemiştir (Tablo 4.34).

Tablo 4.34. Görevi doğru ve yanlış cevaplayan öğrencilerin zor uzamsal algı görevine ait göz hareketi verileri.

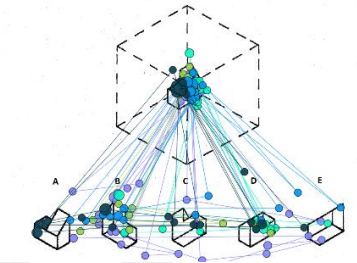
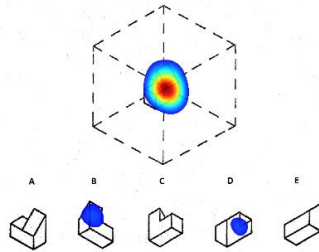
Grup	n	Isı Haritası	Bakış Yolu
ÜY	Doğru Cevap	5	



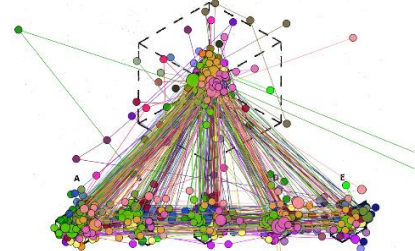
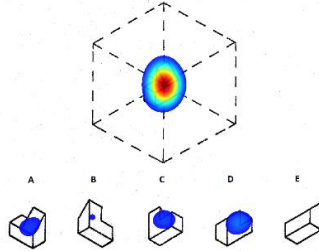
Yanlış Cevap 12



ÜYO Doğru Cevap 5



Yanlış Cevap 32

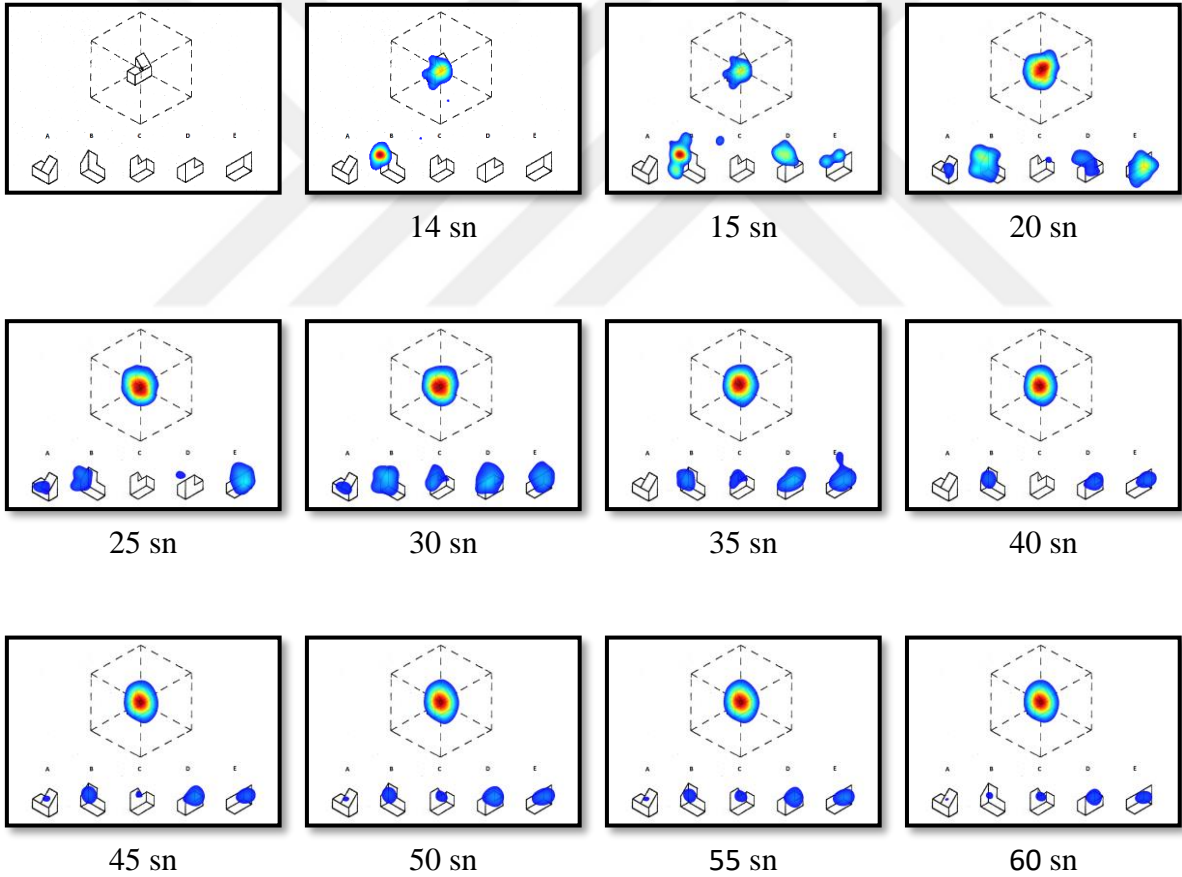


Görevi doğru cevaplayan öğrenciler karşılaştırıldığında, ÜY ve ÜYO öğrencilerin odaklandıkları bölgelerin benzer olduğu görülmektedir. Her iki grup da RN ilgi alanını da kapsayan SG ilgi alanının merkezine yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜY öğrenciler yalnızca DG ilgi alanını incelerken ÜYO öğrenciler DG ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. Görevi yanlış cevaplayan öğrenciler incelendiğinde, her iki grubun da RN ilgi alanını da kapsayan SG ilgi alanının merkezine yoğun şekilde odaklandığı görülmektedir. Her iki grup da ÇG₁, ÇG₂ ve ÇG₃ ilgi alanlarını incelemiştir. DG ilgi alanını ise yok denecek kadar az incelemiştir. ÇG₄ ilgi alanını ÜY öğrenciler incelerken ÜYO öğrenciler incelememiştir (Tablo 4.34).

Öğrencilerin zor uzamsal algı görevini tamamlarken süreç içerisinde gerçekleştirdikleri odaklanmalar detaylı olarak incelenmiştir. ÜY öğrenciler ilk yoğun odaklanmayı 14. sn içinde

DG ilgi alanı üzerine gerçekleştirmiştir. Bu süreçte öğrenciler SG ilgi alanına da kısmen odaklanmıştır. ÜYO öğrenciler ise ilk yoğun odaklanmayı 3. sn içinde ÇG₄ ilgi alanı üzerine gerçekleştirmiştir. Öğrenciler bu süreçte SG ilgi alanını da incelemiştir (Şekil 4.22; Şekil 4.23).

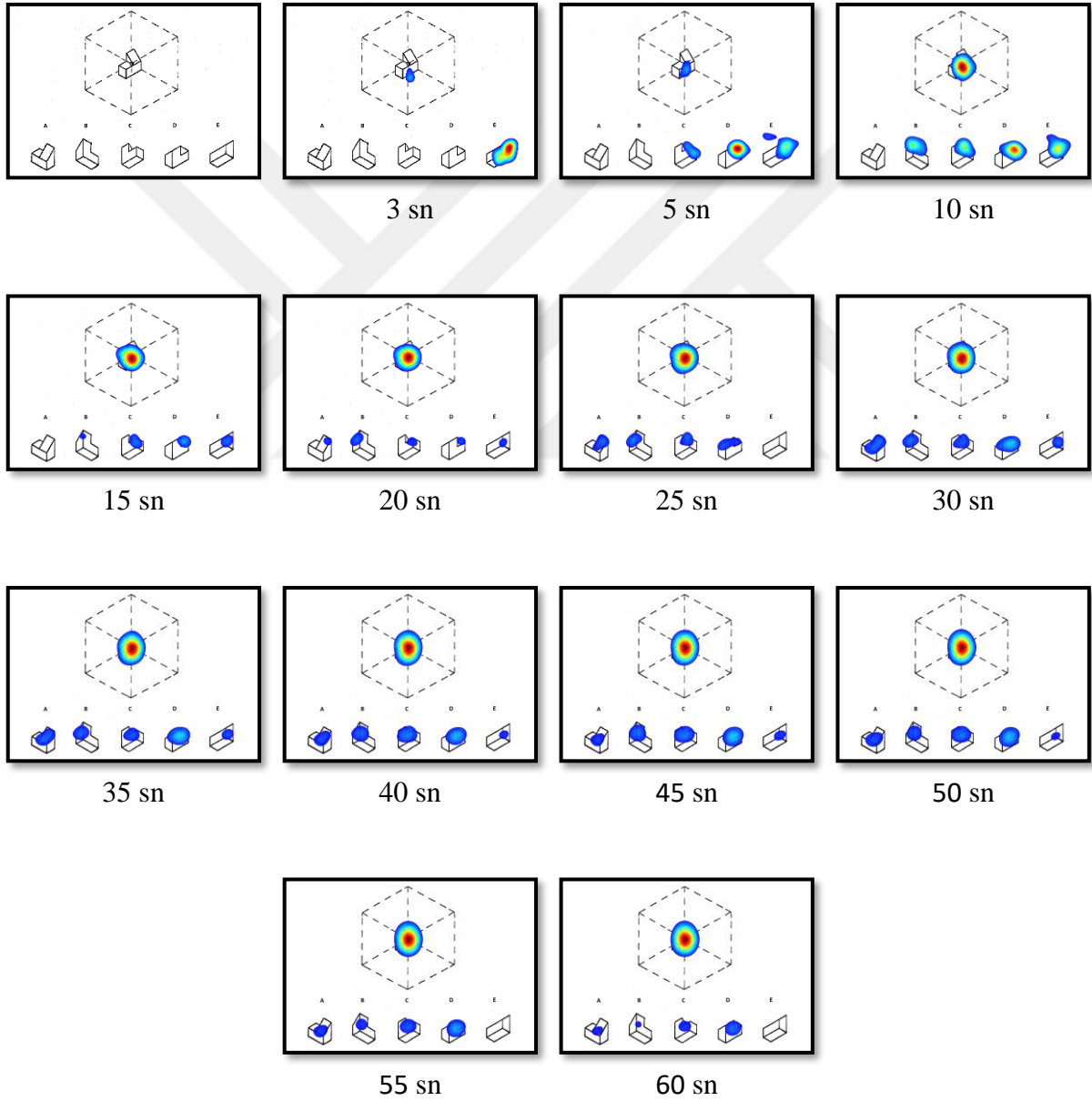
ÜY öğrencilerin süreci incelendiğinde, ilk yoğun odaklanmanın DG ilgi alanı üzerinde gerçekleştirildiği görülmektedir. Bu süreçte öğrenciler RN ilgi alanının da içinde yer aldığı SG ilgi alanına kısmen odaklanmıştır (14. sn). Daha sonra öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır (15. sn). Sonraki süreçte ise öğrenciler cevap seçenekleri üzerindeki dikkatini azaltarak SG ilgi alanına yoğun şekilde odaklanmıştır. Bu süreçte öğrenciler DG ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır (20. sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki yoğun odaklanmayı devam ettirerek cevap seçenekleri üzerinde inceleme gerçekleştirmiştir. Öğrenciler bu şekilde görevi tamamlamıştır (25-60. sn) (Şekil 4.22).



Şekil 4.22. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

ÜYO öğrencilerin süreci incelendiğinde ise, ilk yoğun odaklanmanın ÇG₄ ilgi alanı üzerine gerçekleştirildiği görülmektedir. Öğrenciler aynı zamanda SG ilgi alanını da

incelemiştir (3. sn). Sonraki süreçte öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun şekilde odaklanırken ÇG₄ ilgi alanına kısmen odaklanmıştır (5. sn). Öğrenciler daha sonra RN ilgi alanının da içinde yer aldığı SG ilgi alanına yoğun şekilde odaklanmaya başlamıştır. Bu süreçte öğrenciler ÇG₃ ilgi alanına yoğun şekilde odaklanırken DG, ÇG₂ ve ÇG₄ ilgi alanlarına kısmen odaklanmıştır. DG ve ÇG₂ ilgi alanlarına nispeten daha az odaklanma gerçekleşmiştir (10 sn). Daha sonra öğrenciler SG ilgi alanı üzerindeki yoğun odaklanmayı devam ettirerek cevap seçenekleri üzerinde inceleme gerçekleştirmiştir. Öğrenciler bu şekilde görevi tamamlamıştır (15-60. sn) (Şekil 4.23).



Şekil 4.23. ÜYO öğrencilerin zor uzamsal algı görevinin çözüm sürecindeki ısı haritaları.

4.4. Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı gerektiren görevleri tamamlama süreleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur. Alt problem içerisinde üç tür karşılaştırma yapılmıştır. İlk olarak uzamsal yetenek bileşenlerine göre görev tamamlama süreleri karşılaştırılmıştır. İkinci olarak görevlerin zorluk seviyesine göre görev tamamlama süreleri karşılaştırılmıştır. Son olarak ise ÜY ve ÜYO öğrenciler arasında görev tamamlama süresi açısından farklılık olup olmadığı incelenmiştir. Bu karşılaştırmaların yapılabilmesi için görev tamamlama süreleri için normallik testi gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılım gösterip göstermediğinin belirlenmesi için basıklık-çarpıklık değerlerine bakılmıştır (Tablo 4.35).

Tablo 4.35. Görev tamamlama sürelerine ait normallik testi sonuçları.

Uzamsal Yetenek Görevleri	<i>n</i>	Çarpıklık (S. Hata)	Basıklık (S. Hata)
UG _b	54	1,367 (0,325)	2,195 (0,639)
UG _o	54	0,910 (0,325)	0,162 (0,639)
UG _z	54	0,276 (0,325)	-0,681 (0,639)
ZD _b	54	1,883 (0,325)	3,858 (0,639)
ZD _o	54	0,502 (0,325)	-1,019 (0,639)
ZD _z	54	0,683 (0,325)	-0,716 (0,639)
UA _b	54	2,574 (0,325)	7,881 (0,639)
UA _o	54	2,982 (0,325)	10,749 (0,639)
UA _z	54	0,570 (0,325)	-0,222 (0,639)

Tablo incelendiğinde, UG_o , UG_z , ZD_o , ZD_z , UA_z görevlerinin çarpıklık ve basıklık değerleri ± 2 değerleri arasında olduğu görülmüş ve dağılımın normal olduğuna karar verilmiştir. Ancak UG_b , ZD_b , UA_b , UA_o görevlerine ait çarpıklık ve basıklık değerleri ± 2 değerleri arasında olmadığından normal dağılmadığı belirlenmiştir.

4.4.1. Görev zorluk düzeyine göre görev tamamlama süresi

Bu bölümde görevlerin zorluk düzeyleri değerlendirilmiştir. Görev tamamlama süresi verilerinden en az biri (UG_b , ZD_b , UA_b , UA_o) normal dağılım göstermediği için veriler arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.36’da sunulmuştur.

Tablo 4.36. Görev zorluk düzeyine göre görev tamamlama sürelerine ait Friedman testi sonuçları.

	Basit Görevler	Orta Zorluktaki Görevler	Zor Görevler
<i>n</i>	54	54	54
Ki-Kare	41,926	49,778	0,444
<i>df</i>	2	2	2

p	0,000	0,000	0,801
-----	-------	-------	-------

Tablo incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, basit ve orta zorluğa sahip görevlerin görev tamamlama süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi_b^2(2, n = 54) = 41,926, p_b < 0,05; \chi_o^2(2, n = 54) = 49,778, p_o < 0,05$]. Farkın hangi bileşendeki görevlerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.37’de sunulmuştur.

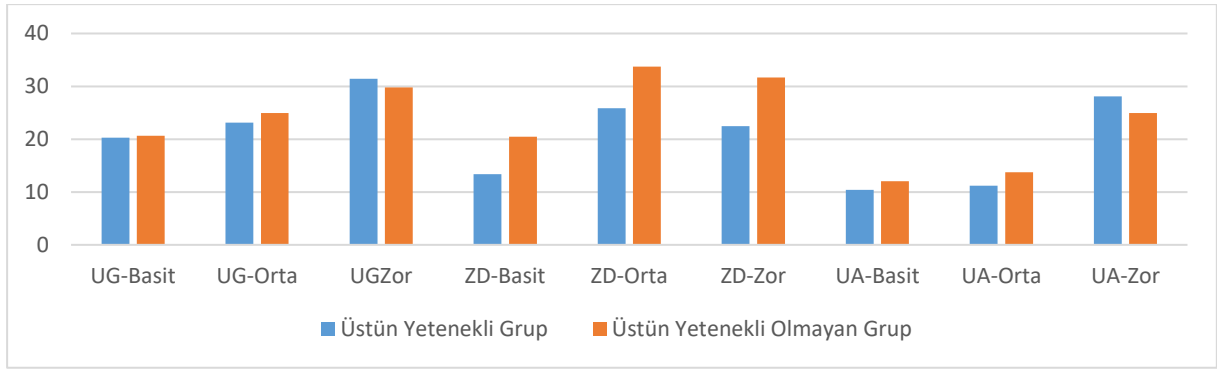
Tablo 4.37. Görev zorluk düzeyine göre görev tamamlama sürelerine ait Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

			n	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	Z	p
Basit görevler	UG_b-ZD_b	Negatif Sıralar	22	27,00	594,00	-1,279	0,201
		Pozitif Sıralar	32	27,84	891,00		
		Eşit Sıralar	0				
	UG_b-UA_b	Negatif Sıralar	6	28,00	168,00	-4,947	0,000
		Pozitif Sıralar	48	27,44	1317,00		
		Eşit Sıralar	0				
	ZD_b-UA_b	Negatif Sıralar	10	19,20	192,00	-4,740	0,000
		Pozitif Sıralar	44	29,39	1293,00		
		Eşit Sıralar	0				
Orta zorluktaki görevler	UG_o-ZD_o	Negatif Sıralar	38	28,79	1094,00	-3,026	0,002
		Pozitif Sıralar	16	24,44	391,00		
		Eşit Sıralar	0				
	UG_o-UA_o	Negatif Sıralar	8	13,63	109,00	-5,455	0,000
		Pozitif Sıralar	46	29,91	1376,00		
		Eşit Sıralar	0				
	ZD_o-UA_o	Negatif Sıralar	6	16,50	99,00	-5,541	0,000
		Pozitif Sıralar	48	28,88	1386,00		
		Eşit Sıralar	0				

Tablodaki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme bileşenlerine ait basit seviyeli görevler (UG_b-ZD_b) arasındaki farkın anlamlı olmadığını göstermektedir ($p_{(UG_b-ZD_b)} > 0,05$). Bu görevler haricindeki tüm görevler arasında anlamlı fark görülmektedir [$(Z_{(UG_b-UA_b)} = -4,947, p_{(UG_b-UA_b)} < 0,05); (Z_{(ZD_b-UA_b)} = -4,740, p_{(ZD_b-UA_b)} < 0,05); (Z_{(UG_o-ZD_o)} = -3,026, p_{(UG_o-ZD_o)} < 0,05); (Z_{(UG_o-UA_o)} = -5,455, p_{(UG_o-UA_o)} < 0,05); (Z_{(ZD_o-UA_o)} = -5,541, p_{(ZD_o-UA_o)} < 0,05)$]. Uzamsal yetenek bileşenlerindeki basit görevlerin tamamlanma süreleri $t_{UA} < t_{UG}$ ve $t_{UA} < t_{ZD}$ şeklindedir. Uzamsal yetenek bileşenlerindeki orta düzey görevlerin tamamlanma süreleri ise $t_{UA} < t_{UG} < t_{ZD}$ şeklindedir.

4.4.2. Üstün yeteneklilik durumuna göre görev tamamlama süresi

Öğrencilerin görev tamamlama sürelerine ait görsel Şekil 4.24’te verilmiştir.



Şekil 4.24. Öğrencilerin ortalama görev tamamlama süresi.

Grafik incelendiğinde, genel olarak ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre görev tamamlama süresinin daha uzun olduğu görülmektedir. Ancak uzamsal görselleştirme bileşenine ait zor görevde ve uzamsal algı bileşenine ait zor görevde ÜY öğrenciler daha uzun sürede görevi tamamlamıştır. Görev tamamlama süresi verilerinden en az biri (UG_b , ZD_b , UA_b , UA_o) normal dağılım göstermediği için iki gruptaki farklılığın anlamlı olup olmadığını belirlemek amacıyla Mann Whitney U testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.38’de sunulmuştur.

Tablo 4.38. Üstün yeteneklilik durumuna göre görev tamamlama sürelerine ait Mann Whitney U testi sonuçları.

Grup	n	Sıra Ortalaması	Sıralar Toplamı	U	p	
UG_b	ÜY	17	26,76	455,00	302,000	0,816
	ÜYO	37	27,84	1030,00		
UG_o	ÜY	17	27,00	459,00	306,000	0,874
	ÜYO	37	27,73	1026,00		
UG_z	ÜY	17	29,06	494,00	288,000	0,622
	ÜYO	37	26,78	991,00		
ZD_b	ÜY	17	21,06	358,00	205,000	0,041
	ÜYO	37	30,46	1127,00		
ZD_o	ÜY	17	22,65	385,00	232,000	0,124
	ÜYO	37	29,73	1100,00		
ZD_z	ÜY	17	19,94	339,00	186,000	0,017
	ÜYO	37	30,97	1146,00		
UA_b	ÜY	17	22,41	381,00	228,000	0,107
	ÜYO	37	29,84	1104,00		
UA_o	ÜY	17	24,35	414,00	261,000	0,319
	ÜYO	37	28,95	1071,00		
UA_z	ÜY	17	30,71	522,00	260,000	0,310
	ÜYO	37	26,03	963,00		
UG	ÜY	17	27,76	472,00	310,000	0,933
	ÜYO	37	27,38	1013,00		
ZD	ÜY	17	19,76	336,00	183,000	0,014
	ÜYO	37	31,05	1149,00		
UA	ÜY	17	28,59	486,00	296,000	0,730

ÜYO	37	27,00	999,00
-----	----	-------	--------

Tablodaki Mann Whitney U testi sonuçları, ÜY ve ÜYO öğrenciler arasında zihinsel döndürme bileşeninde yer alan basit ve zor görevlerin tamamlanma süresi ile zihinsel döndürme bileşenine ait ortalama görev tamamlama süresi arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir $[(U_{ZD_b} = 205,00, p_{ZD_b} < 0,05); (U_{ZD_z} = 186,000, p_{ZD_z} < 0,05); (U_{ZD} = 183,000, p_{ZD} < 0,05)]$. İlgili görev tamamlama sürelerine ait ortalama değerler incelendiğinde, bu farklılığın ÜY öğrenciler lehine olduğu görülmektedir (Tablo 4.38). Uzamsal görselleştirme bileşenine ait görevlerin tümü, zihinsel döndürme bileşenine ait orta zorluktaki görev ve uzamsal algı bileşenine ait görevlerin tümünde ise ÜY ve ÜYO öğrenciler arasında anlamlı farklılık olmadığı görülmektedir $[(U_{UG_b} = 302,000, p_{UG_b} > 0,05); (U_{UG_o} = 306,000, p_{UG_o} > 0,05); (U_{UG_z} = 288,000, p_{UG_z} > 0,05); (U_{ZD_o} = 232,000, p_{ZD_o} > 0,05); (U_{UA_b} = 228,000, p_{UA_b} > 0,05); (U_{UA_o} = 261,000, p_{UA_o} > 0,05); (U_{UA_z} = 260,000, p_{UA_z} > 0,05); (U_{UG} = 310,000, p_{UG} > 0,05); (U_{UA} = 296,000, p_{UA} > 0,05)]$.

4.5. Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı gerektiren görevler üzerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süreleri arasında anlamlı farklılık var mıdır?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur.

4.5.1. Uzamsal görselleştirme görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi

Uzamsal görselleştirme verileri, öğrencilere sunulan farklı zorluk düzeylerine ait üç uzamsal görselleştirme görevlerinden elde edilmiştir. Görevler ayrı ayrı incelenmiş ve her bir görevde gerçekleşen ortalama bakış süreleri değerlendirilmiştir. Uzamsal görselleştirme görevlerinde yer alan ilgi alanları SG, DG, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ şeklindedir.

Basit uzamsal görselleştirme görevine ait bakış süresi

Basit uzamsal görselleştirme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.39’da verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₄ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₁ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.39. Basit uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75

ÜY	ÇG ₁	17	1,4795	1,18859	0,583	0,822	2,3755
	ÇG ₂	17	1,2001	0,86163	0,4685	1,151	1,6275
	ÇG ₃	17	1,4211	0,74631	0,631	1,459	2,2215
	ÇG ₄	17	1,1415	2,02114	0,025	0,509	0,919
	DG	17	2,7989	2,85696	0,9385	1,459	4,0615
	SG	17	8,8999	5,83242	5,053	7,228	12,583
ÜYO	ÇG ₁	37	1,1045	0,95478	0,403	0,806	1,535
	ÇG ₂	37	1,1119	0,70027	0,6065	1,067	1,698
	ÇG ₃	37	1,843	1,44247	0,757	1,512	2,45
	ÇG ₄	37	1,503	1,26806	0,641	1,167	1,9535
	DG	37	2,1198	1,43721	0,945	1,968	2,9
	SG	37	8,8081	5,22166	5,3015	7,608	10,213

Basit uzamsal görselleştirme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.40'ta sunulmuştur.

Tablo 4.40. Basit uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	DG	ÇG ₄	SG
ÜY	<i>n</i>	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık	1,081	0,976	-0,159	1,588	2,410	1,596
	(S. Hata)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)
	Basıklık	-0,270	0,891	-1,640	1,753	4,794	3,280
	(S. Hata)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	1,956	0,420	1,909	0,834	1,194	1,809
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
	Basıklık	4,704	-0,691	4,926	0,135	0,680	4,371
	(S. Hata)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.40 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₄ ve SG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise ÇG₂, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₁, ÇG₃ ve SG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.41'de sunulmuştur.

Tablo 4.41. Basit uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	n	Ki-Kare	df	p
ÜY	17	47,050	5	0,000
ÜYO	37	92,844	5	0,000

Tablo 4.41 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, basit uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{\text{ÜYG}}(5, n = 17) = 47,050, p_{\text{ÜYG}} < 0,05; \chi^2_{\text{ÜYOG}}(5, n = 37) = 92,844, p_{\text{ÜYOG}} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.42’de sunulmuştur.

Tablo 4.42. Basit uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

Grup		ÇG2-ÇG1	ÇG3-ÇG1	DG-ÇG1	ÇG4-ÇG1	SG-ÇG1	ÇG3-ÇG2	DG-ÇG2	ÇG4-ÇG2
ÜY	Z	-0,592	-0,071	-1,396	-1,775	-3,621	-0,923	-2,059	-2,012
	p	0,554	0,943	0,163	0,076	0,000	0,356	0,039	0,044
ÜYO	Z	-0,189	-3,327	-3,372	-1,388	-5,303	-3,402	-3,915	-1,184
	p	0,85	0,001	0,001	0,165	0,000	0,001	0,000	0,236
		SG-ÇG2	DG-ÇG3	ÇG4-ÇG3	SG-ÇG3	ÇG4-DG	SG-DG	SG-ÇG4	
ÜY	Z	-3,621	-1,207	-1,87	-3,621	-2,959	-3,479	-3,621	
	p	0,000	0,227	0,062	0,000	0,003	0,001	0,000	
ÜYO	Z	-5,303	-1,288	-1,78	-5,303	-2,316	-5,303	-5,303	
	p	0,000	0,198	0,075	0,000	0,021	0,000	0,000	

Tablo 4.42’teki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin ÇG4-ÇG1, SG-ÇG1, DG-ÇG2, ÇG4-ÇG2, SG-ÇG2, SG-ÇG3, ÇG4-DG, SG-DG ve SG-ÇG4 ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_1)} = -1,775, p_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_1)} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{ÇG}_1)} = -3,621, p_{(\text{SG}-\text{ÇG}_1)} < 0,05$); ($Z_{(\text{DG}-\text{ÇG}_2)} = -2,059, p_{(\text{DG}-\text{ÇG}_2)} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_2)} = -2,012, p_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_2)} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{ÇG}_2)} = -3,621, p_{(\text{SG}-\text{ÇG}_2)} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{ÇG}_3)} = -3,621, p_{(\text{SG}-\text{ÇG}_3)} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{DG})} = -2,959, p_{(\text{ÇG}_4-\text{DG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{DG})} = -3,479, p_{(\text{SG}-\text{DG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{ÇG}_4)} = -3,621, p_{(\text{SG}-\text{ÇG}_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.39):

$$SG > DG > \text{ÇG}_2 > \text{ÇG}_4$$

$$SG > \text{ÇG}_1 > \text{ÇG}_4$$

$$SG > \text{ÇG}_3$$

Tablo 4.42'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ÇG₃-ÇG₁, DG-ÇG₁, SG-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₂, DG-ÇG₂, SG-ÇG₂, SG-ÇG₃, ÇG₄-DG, SG-DG ve SG-ÇG₄ ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(ÇG_3-ÇG_1)} = -3,327$, $p_{(ÇG_3-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_1)} = -3,372$, $p_{(DG-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_1)} = -5,303$, $p_{(SG-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-ÇG_2)} = -3,402$, $p_{(ÇG_3-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_2)} = -3,915$, $p_{(DG-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_2)} = -5,303$, $p_{(SG-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_3)} = -5,303$, $p_{(SG-ÇG_3)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-DG)} = -2,316$, $p_{(ÇG_4-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-DG)} = -5,303$, $p_{(SG-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_4)} = -5,303$, $p_{(SG-ÇG_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.39):

$$SG > DG, ÇG_3 > ÇG_1, ÇG_2, ÇG_4$$

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevine ait bakış süresi

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.43'te verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₂ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₄ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.43. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	ÇG ₁	17	1,5144	1,04017	0,7725	1,4440	2,1115
	ÇG ₂	17	1,3905	0,81967	0,8710	1,0680	1,7750
	ÇG ₃	17	1,9381	1,10235	1,1820	1,7570	2,2195
	ÇG ₄	17	1,5603	1,12743	0,7800	1,2320	1,9965
	DG	17	2,5892	1,87820	0,8385	2,4010	4,2105
	SG	17	9,4124	5,05613	5,5650	7,5590	12,1855
ÜYO	ÇG ₁	37	2,2881	1,41954	1,1355	1,9540	3,2110
	ÇG ₂	37	2,1491	1,61898	1,0680	1,4940	3,3775
	ÇG ₃	37	2,5933	1,86790	1,0265	2,2060	3,6315
	ÇG ₄	37	1,4624	1,26902	0,4190	0,9680	2,2015
	DG	37	2,1928	2,25904	0,5755	1,2670	3,0330
	SG	37	10,0913	6,23315	5,8565	10,0900	12,0430

Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.44'te sunulmuştur.

Tablo 4.44. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	DG	ÇG ₄	SG
ÜY	<i>n</i>	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık	0,981	1,680	0,986	0,243	1,879	1,149
	(S. Hata)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	0,602	1,083	0,800	1,322	0,998	1,485
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
ÜY	Basıklık	0,975	3,939	0,465	-1,127	5,109	1,386
	(S. Hata)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)
	ÜYO	Basıklık	-0,767	0,222	-0,014	0,587	-0,040
(S. Hata)		(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.44 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÇG₁, ÇG₃, DG ve SG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₂ ve ÇG₄ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak SG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.45'te sunulmuştur.

Tablo 4.45. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	<i>n</i>	Ki-Kare	<i>df</i>	<i>p</i>
ÜY	17	40,193	5	0,000
ÜYO	37	89,274	5	0,000

Tablo 4.45 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{ÜYG}(5, n = 17) = 40,193, p_{ÜYG} < 0,05$; $\chi^2_{ÜYOG}(5, n = 37) = 89,274, p_{ÜYOG} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.46'da sunulmuştur.

Tablo 4.46. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

		ÇG2-ÇG1	ÇG3-ÇG1	DG-ÇG1	ÇG4-ÇG1	SG-ÇG1	ÇG3-ÇG2	DG-ÇG2	ÇG4-ÇG2
ÜY	Z	-0,213	-1,207	-1,823	-0,166	-3,621	-2,012	-2,533	-0,592
	p	0,831	0,227	0,068	0,868	0,000	0,044	0,011	0,554
ÜYO	Z	-0,792	-0,385	-0,762	-3,508	-5,288	-1,607	-0,702	-2,949
	p	0,428	0,700	0,446	0,000	0,000	0,108	0,483	0,003
		SG-ÇG2	DG-ÇG3	ÇG4-ÇG3	SG-ÇG3	ÇG4-DG	SG-DG	SG-ÇG4	
ÜY	Z	-3,621	-1,491	-0,923	-3,621	-2,059	-3,621	-3,621	
	p	0,000	0,136	0,356	0,000	0,039	0,000	0,000	
ÜYO	Z	-5,303	-1,478	-3,146	-5,303	-2,058	-5,303	-5,303	
	p	0,000	0,139	0,002	0,000	0,040	0,000	0,000	

Tablo 4.46'daki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin SG-ÇG1, ÇG3-ÇG2, DG-ÇG2, SG-ÇG2, SG-ÇG3, ÇG4-DG, SG-DG ve SG-ÇG4 ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(SG-ÇG1)} = -3,621, p_{(SG-ÇG1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG3-ÇG2)} = -2,012, p_{(ÇG3-ÇG2)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG2)} = -2,533, p_{(DG-ÇG2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG2)} = -3,621, p_{(SG-ÇG2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG3)} = -3,621, p_{(SG-ÇG3)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG4-DG)} = -2,059, p_{(ÇG4-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-DG)} = -3,479, p_{(SG-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG4)} = -3,621, p_{(SG-ÇG4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.43):

$$SG > DG, ÇG_3 > ÇG_2$$

$$SG > DG > ÇG_4$$

$$SG > ÇG_1$$

Tablo 4.46'daki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ÇG4-ÇG1, SG-ÇG1, ÇG4-ÇG2, SG-ÇG2, ÇG4-ÇG3, SG-ÇG3, ÇG4-DG, SG-DG ve SG-ÇG4 ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(ÇG4-ÇG1)} = -3,508, p_{(ÇG4-ÇG1)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG1)} = -5,288, p_{(SG-ÇG1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG4-ÇG2)} = -2,949, p_{(ÇG4-ÇG2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG2)} = -5,303, p_{(SG-ÇG2)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG4-ÇG3)} = -3,146, p_{(ÇG4-ÇG3)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG3)} = -5,303, p_{(SG-ÇG3)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG4-DG)} = -2,058, p_{(ÇG4-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-DG)} = -5,303, p_{(SG-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG4)} = -5,303, p_{(SG-ÇG4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.43):

$$SG > \text{ÇG}_1, \text{ÇG}_2, \text{ÇG}_3, DG > \text{ÇG}_4$$

Zor uzamsal görselleştirme görevine ait bakış süresi

Zor uzamsal görselleştirme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.47’de verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₁ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.47. Zor uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	ÇG ₁	17	1,9164	1,63551	0,9195	1,7100	2,6360
	ÇG ₂	17	2,7424	2,02638	0,6250	3,0580	3,5315
	ÇG ₃	17	3,2740	2,52936	0,6155	2,9070	5,6025
	ÇG ₄	17	2,5499	2,41910	0,8130	2,0710	3,4445
	DG	17	2,8908	2,04732	1,6505	2,4440	3,8830
	SG	17	13,3124	9,52079	5,5565	9,3830	20,9485
ÜYO	ÇG ₁	37	1,9681	1,44879	1,0105	1,5940	2,9825
	ÇG ₂	37	2,3440	1,68715	1,2415	1,8890	2,9430
	ÇG ₃	37	2,3872	1,48261	1,1335	2,3660	3,1875
	ÇG ₄	37	2,2138	1,84304	0,8545	1,9220	3,0640
	DG	37	3,1593	1,89922	1,3875	2,9930	4,4465
	SG	37	13,3471	7,07183	7,4240	12,9100	18,1060

Zor uzamsal görselleştirme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.48’de sunulmuştur.

Tablo 4.48. Zor uzamsal görselleştirme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	DG	ÇG ₄	SG
ÜY	n	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık (S. Hata)	1,741 (0,550)	0,620 (0,550)	0,543 (0,550)	1,702 (0,550)	2,300 (0,550)	0,846 (0,550)
	Basıklık (S. Hata)	4,551 (1,063)	0,608 (1,063)	-0,948 (1,063)	4,285 (1,063)	7,066 (1,063)	0,074 (1,063)
ÜYO	n	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık (S. Hata)	0,954 (0,388)	1,387 (0,388)	0,587 (0,388)	0,397 (0,388)	1,808 (0,388)	0,596 (0,388)
	Basıklık (S. Hata)	0,011 (0,759)	1,546 (0,759)	-0,077 (0,759)	-0,761 (0,759)	4,339 (0,759)	-0,553 (0,759)

Tablo 4.48 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin CG₂, CG₃ ve SG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak CG₁, CG₄ ve DG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise CG₁, CG₂, CG₃, DG ve SG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak CG₄ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.49’da sunulmuştur.

Tablo 4.49. Zor uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	n	Ki-Kare	df	p
ÜY	17	43,600	5	0,000
ÜYO	37	86,946	5	0,000

Tablo 4.49 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, zor uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{ÜYG}(5, n = 17) = 43,600, p_{ÜYG} < 0,05$; $\chi^2_{ÜYOG}(5, n = 37) = 86,946, p_{ÜYOG} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.50’de sunulmuştur.

Tablo 4.50. Zor uzamsal görselleştirme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

Grup		ÇG ₂ -ÇG ₁	ÇG ₃ -ÇG ₁	DG-ÇG ₁	ÇG ₄ -ÇG ₁	SG-ÇG ₁	ÇG ₃ -ÇG ₂	DG-ÇG ₂	ÇG ₄ -ÇG ₂
ÜY	Z	-1,647	-2,296	-1,917	-1,112	-3,621	-1,468	-0,071	-1,396
	p	0,100	0,022	0,055	0,266	0,000	0,142	0,943	0,163
ÜYO	Z	-1,441	-1,064	-3,455	-0,732	-5,303	-0,309	-2,074	-0,460
	p	0,150	0,288	0,001	0,464	0,000	0,757	0,038	0,645
		SG-ÇG ₂	DG-ÇG ₃	ÇG ₄ -ÇG ₃	SG-ÇG ₃	ÇG ₄ -DG	SG-DG	SG-ÇG ₄	
ÜY	Z	-3,621	-0,544	-1,823	-3,621	-1302	-3,621	-3,527	
	p	0,000	0,586	0,068	0,000	0,193	0,000	0,000	
ÜYO	Z	-5,303	-2,105	-0,867	-5,303	-2,874	-5,288	-5,303	
	p	0,000	0,035	0,386	0,000	0,004	0,000	0,000	

Tablo 4.50’deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin ÇG₃-ÇG₁, SG-ÇG₁, SG-ÇG₂, SG-ÇG₃, SG-DG ve SG-ÇG₄ ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(ÇG_3-ÇG_1)} = -2,296, p_{(ÇG_3-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_1)} = -3,621, p_{(SG-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_2)} = -3,621, p_{(SG-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_3)} = -3,621, p_{(SG-ÇG_3)} < 0,05$); ($Z_{(SG-DG)} = -3,621, p_{(SG-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÇG_4)} = -3,527, p_{(SG-ÇG_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz

sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.47):

$$SG > \text{ÇG}_3 > \text{ÇG}_1$$

$$SG > \text{ÇG}_2, \text{ÇG}_4, DG$$

Tablo 4.50'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin DG-ÇG₁, SG-ÇG₁, DG-ÇG₂, SG-ÇG₂, DG-ÇG₃, SG-ÇG₃, ÇG₄-DG, SG-DG ve SG-ÇG₄ ikili karşılaştırmaları arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(DG-\text{ÇG}_1)} = -3,455, p_{(DG-\text{ÇG}_1)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\text{ÇG}_1)} = -5,303, p_{(SG-\text{ÇG}_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\text{ÇG}_2)} = -2,074, p_{(DG-\text{ÇG}_2)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\text{ÇG}_2)} = -5,303, p_{(SG-\text{ÇG}_2)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\text{ÇG}_3)} = -2,105, p_{(DG-\text{ÇG}_3)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\text{ÇG}_3)} = -5,303, p_{(SG-\text{ÇG}_3)} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-DG)} = -2,874, p_{(\text{ÇG}_4-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-DG)} = -5,288, p_{(SG-DG)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\text{ÇG}_4)} = -5,303, p_{(SG-\text{ÇG}_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.47):

$$SG > DG > \text{ÇG}_1, \text{ÇG}_2, \text{ÇG}_3, \text{ÇG}_4$$

4.5.2. Zihinsel döndürme görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi

Zihinsel döndürme verileri, öğrencilere sunulan farklı zorluk düzeylerine ait üç zihinsel döndürme görevinden elde edilmiştir. Görevler ayrı ayrı incelenmiş ve her bir görevde gerçekleşen ortalama bakış süreleri değerlendirilmiştir. Zihinsel döndürme görevlerinde yer alan ilgi alanları ÖG₀, ÖG_S, SG, DG, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve ÇG₄ şeklindedir.

Basit zihinsel döndürme görevine ait bakış süresi

Basit zihinsel döndürme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.51'de verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, ÇG₁ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.51. Basit zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	ÖG ₀	17	1,9732	1,43253	0,7570	1,6430	3,3945

	ÖGs	17	1,6358	0,99903	0,8465	1,1020	2,2260
	SG	17	2,6560	1,69792	1,3060	2,3010	3,3100
	ÇG₁	17	0,3082	0,23911	0,1070	0,2800	0,4670
	ÇG₂	17	0,6938	0,40892	0,2870	0,6420	1,0685
	ÇG₃	17	0,6778	0,38735	0,3355	0,6080	0,9460
	ÇG₄	17	0,8976	0,74708	0,4755	0,7720	1,1090
	DG	17	0,8033	0,39164	0,5100	0,8720	1,0680
ÜYO	ÖG_ö	37	3,3742	3,92149	1,2470	2,2170	3,6050
	ÖGs	37	2,1915	1,93376	1,1910	2,0050	2,4795
	SG	37	4,5023	3,91288	2,4260	3,5810	5,2590
	ÇG₁	37	0,5651	0,63218	0,1885	0,4920	0,7970
	ÇG₂	37	1,1344	0,91011	0,5170	0,9050	1,5005
	ÇG₃	37	1,0501	1,01942	0,5170	0,7180	1,4195
	ÇG₄	37	1,3743	1,16704	0,4930	0,9850	1,7315
	DG	37	0,9915	0,96883	0,3515	0,6570	1,4725

Basit zihinsel döndürme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.52’de sunulmuştur.

Tablo 4.52. Basit zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÖG _ö	ÖGs	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY	<i>n</i>	17	17	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık	0,660	0,801	1,244	0,453	0,316	0,900	2,298	-0,104
	(S. Hata)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	3,716	4,038	2,989	3,359	2,083	3,746	1,719	2,372
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	16,672	20,570	12,010	15,270	6,333	18,232	2,959	8,121
	(S. Hata)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.52 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÖG_ö, ÖGs, SG, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₃ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₄ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise tüm ilgi alanlarındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.53’te sunulmuştur.

Tablo 4.53. Basit zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	n	Ki-Kare	df	p
ÜY	17	72,732	7	0,000
ÜYO	37	164,204	7	0,000

Tablo 4.53 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, basit zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{\text{ÜYG}}(7, n = 17) = 72,732, p_{\text{ÜYG}} < 0,05$; $\chi^2_{\text{ÜYOG}}(7, n = 37) = 164,204, p_{\text{ÜYOG}} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.54’te sunulmuştur.

Tablo 4.54. Basit zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

Grup		ÖGs- ÖGö	SG- ÖGö	ÇG1- ÖGö	ÇG2- ÖGö	ÇG3- ÖGö	ÇG4- ÖGö	DG- ÖGö	SG- ÖGs	ÇG1- ÖGs	ÇG2- ÖGs
ÜY	Z	-1,231	-1,728	-3,621	-3,409	-3,148	-2,911	-2,888	-3,195	-3,621	-3,479
	p	0,218	0,084	0,000	0,001	0,002	0,004	0,004	0,001	0,000	0,001
ÜYO	Z	-3,734	-3,025	-5,303	-5,303	-4,986	-4,247	-4,835	-4,413	-5,273	-4,466
	p	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ÜY	Z	-3,243	-3,006	-2,722	-3,621	-3,574	-3,574	-3,621	-3,575	-3,148	-3,102
	p	0,001	0,003	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002
ÜYO	Z	-4,473	-2,812	-4,187	-5,288	-5,288	-5,258	-5,288	-5,182	-5,001	-4,682
	p	0,000	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ÜY	Z	-3,432	-3,362	-0,213	-0,994	-0,781	-1,633	-0,828	-0,284		
	p	0,001	0,001	0,831	0,320	0,435	0,102	0,407	0,776		
ÜYO	Z	-5,258	-3,130	-0,581	-1,577	-0,950	-1,848	-0,110	-2,022		
	p	0,000	0,002	0,561	0,115	0,342	0,065	0,912	0,043		

Tablo 4.54’teki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin ÖGs-ÖGö, SG-ÖGö, ÇG3-ÇG2, ÇG4-ÇG2, DG-ÇG2, ÇG4-ÇG3, DG-ÇG3, DG-ÇG4 ikili karşılaştırmaları haricindeki ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(\text{ÇG}_1-\text{öG}_\text{ö})} = -3,621, p_{(\text{ÇG}_1-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_2-\text{öG}_\text{ö})} = -3,409, p_{(\text{ÇG}_2-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_3-\text{öG}_\text{ö})} = -3,148, p_{(\text{ÇG}_3-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{öG}_\text{ö})} = -2,911, p_{(\text{ÇG}_4-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{DG}-\text{öG}_\text{ö})} = -2,888, p_{(\text{DG}-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{SG}-\text{öG}_\text{ö})} = -3,195, p_{(\text{SG}-\text{öG}_\text{ö})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_1-\text{öG}_\text{S})} = -3,621, p_{(\text{ÇG}_1-\text{öG}_\text{S})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_2-\text{öG}_\text{S})} = -3,479, p_{(\text{ÇG}_2-\text{öG}_\text{S})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_3-\text{öG}_\text{S})} = -3,243, p_{(\text{ÇG}_3-\text{öG}_\text{S})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{öG}_\text{S})} = -3,006, p_{(\text{ÇG}_4-\text{öG}_\text{S})} < 0,05$); ($Z_{(\text{DG}-\text{öG}_\text{S})} = -2,722, p_{(\text{DG}-\text{öG}_\text{S})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_1-\text{SG})} = -3,621, p_{(\text{ÇG}_1-\text{SG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_2-\text{SG})} = -3,574, p_{(\text{ÇG}_2-\text{SG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_3-\text{SG})} = -3,574, p_{(\text{ÇG}_3-\text{SG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_4-\text{SG})} = -3,621, p_{(\text{ÇG}_4-\text{SG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{DG}-\text{SG})} = -3,575, p_{(\text{DG}-\text{SG})} < 0,05$); ($Z_{(\text{ÇG}_2-\text{ÇG}_1)} = -$

3,148, $p_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} = -3,102$, $p_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} = -3,432$, $p_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_1)} = -3,362$, $p_{(DG-\zeta G_1)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.51):

$$SG > \ddot{O}G_{\ddot{O}} > \ddot{O}G_S > \zeta G_2, \zeta G_3, \zeta G_4, DG > \zeta G_1$$

Tablo 4.54'teki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ζG_3 - ζG_2 , ζG_4 - ζG_2 , DG - ζG_2 , ζG_4 - ζG_3 , DG - ζG_3 haricindeki ikili karşılaştırmalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [($Z_{(\ddot{O}G_S-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -3,734$, $p_{(\ddot{O}G_S-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(SG-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -3,025$, $p_{(SG-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -5,303$, $p_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -5,303$, $p_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -4,986$, $p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -4,247$, $p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} = -4,835$, $p_{(DG-\ddot{O}G_{\ddot{O}})} < 0,05$); ($Z_{(SG-\ddot{O}G_S)} = -4,413$, $p_{(SG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} = -5,273$, $p_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} = -4,466$, $p_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} = -3,243$, $p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} = -3,006$, $p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_S)} = -2,722$, $p_{(DG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-SG)} = -5,288$, $p_{(\zeta G_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-SG)} = -5,288$, $p_{(\zeta G_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-SG)} = -5,258$, $p_{(\zeta G_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-SG)} = -5,288$, $p_{(\zeta G_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -5,182$, $p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} = -5,001$, $p_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} = -4,682$, $p_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} = -5,258$, $p_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_1)} = -3,130$, $p_{(DG-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_4)} = -2,022$, $p_{(DG-\zeta G_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.51):

$$SG > \ddot{O}G_{\ddot{O}} > \ddot{O}G_S > \zeta G_2, \zeta G_3, \zeta G_4, DG > \zeta G_1$$

$$\zeta G_4 > DG$$

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevine ait bakış süresi

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.55'te verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY ve ÜYO öğrencilerin $\ddot{O}G_{\ddot{O}}$ ilgi alanına en uzun süre, ζG_1 ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.55. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	ÖG _ö	17	5,9856	3,47716	2,9810	5,0770	8,6085
	ÖG _s	17	3,5303	2,02617	2,1955	2,7590	4,5835
	SG	17	4,7444	2,82067	2,1610	4,5020	6,7145
	ÇG ₁	17	0,3241	0,29878	0,1150	0,2630	0,3860
	ÇG ₂	17	1,2238	1,31435	0,2630	0,7060	1,4325
	ÇG ₃	17	1,2299	1,01172	0,4770	0,9240	1,8135
	ÇG ₄	17	0,7412	0,61263	0,3690	0,6570	1,0270
	DG	17	1,5502	0,71998	1,1010	1,5440	1,8465
ÜYO	ÖG _ö	37	7,8692	6,70867	3,4230	5,4010	10,1015
	ÖG _s	37	3,5756	2,26624	1,6665	3,0570	4,7920
	SG	37	6,9730	3,98591	3,4505	5,7510	11,0760
	ÇG ₁	37	1,0335	0,84560	0,3945	0,7050	1,7330
	ÇG ₂	37	2,3162	2,20609	0,6490	1,7430	3,0160
	ÇG ₃	37	1,7486	1,11780	0,8885	1,6600	2,2015
	ÇG ₄	37	1,3497	0,97067	0,4275	1,0500	2,0620
	DG	37	1,7231	1,41413	0,7475	1,2800	2,4075

Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.55'te sunulmuştur.

Tablo 4.55. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÖG _ö	ÖG _s	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY	n	17	17	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık (S. Hata)	0,675 (0,550)	1,338 (0,550)	0,814 (0,550)	1,351 (0,550)	1,507 (0,550)	1,219 (0,550)	1,177 (0,550)	0,810 (0,550)
	Basıklık (S. Hata)	-0,655 (1,063)	0,974 (1,063)	-0,161 (1,063)	2,010 (1,063)	1,188 (1,063)	0,328 (1,063)	1,797 (1,063)	1,088 (1,063)
ÜYO	n	37	37	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık (S. Hata)	2,085 (0,388)	0,693 (0,388)	0,199 (0,388)	0,907 (0,388)	1,355 (0,388)	1,809 (0,388)	0,498 (0,388)	1,415 (0,388)
	Basıklık (S. Hata)	5,317 (0,759)	-0,500 (0,759)	-1,384 (0,759)	0,033 (0,759)	1,442 (0,759)	4,979 (0,759)	-0,763 (0,759)	1,673 (0,759)

Tablo 4.55 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÖG_ö, ÖG_s, SG, ÇG₂, ÇG₃, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₁ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise, ÖG_s, SG, ÇG₁, ÇG₂, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış

$< 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_0)} = -3,432, p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_0)} = -3,621, p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_0)} = -3,621, p_{(DG-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\ddot{O}G_S)} = -2,249, p_{(SG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} = -3,621, p_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} = -2,864, p_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} = -3,527, p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} = -3,574, p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_S)} = -3,574, p_{(DG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-SG)} = -3,621, p_{(\zeta G_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-SG)} = -3,621, p_{(\zeta G_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-SG)} = -3,622, p_{(\zeta G_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-SG)} = -3,621, p_{(\zeta G_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -3,527, p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} = -3,621, p_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} = -3,337, p_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} = -2,794, p_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_1)} = -3,621, p_{(DG-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_4)} = -2,722, p_{(DG-\zeta G_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanlarına bakış süreleri arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.54):

$$\ddot{O}G_0, SG > \ddot{O}G_S > DG > \zeta G_4 > \zeta G_1$$

$$\ddot{O}G_S > \zeta G_2, \zeta G_3 > \zeta G_1$$

Tablo 4.57'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin SG- $\ddot{O}G_0$, ζG_3 - ζG_2 , DG- ζG_2 , DG- ζG_3 , DG- ζG_4 haricindeki ikili karşılaştırmalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [($Z_{(\ddot{O}G_S-\ddot{O}G_0)} = -5,220, p_{(\ddot{O}G_S-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_0)} = -5,303, p_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_0)} = -4,956, p_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_0)} = -5,303, p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_0)} = -5,303, p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_0)} = -5,258, p_{(DG-\ddot{O}G_0)} < 0,05$); ($Z_{(SG-\ddot{O}G_S)} = -4,322, p_{(SG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} = -5,303, p_{(\zeta G_1-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} = -3,176, p_{(\zeta G_2-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} = -4,066, p_{(\zeta G_3-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} = -4,616, p_{(\zeta G_4-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\ddot{O}G_S)} = -3,975, p_{(DG-\ddot{O}G_S)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_1-SG)} = -5,303, p_{(\zeta G_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-SG)} = -5,227, p_{(\zeta G_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-SG)} = -5,303, p_{(\zeta G_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-SG)} = -5,303, p_{(\zeta G_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -5,288, p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} = -4,078, p_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} = -4,021, p_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} = -2,195, p_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_1)} = -3,055, p_{(DG-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_2)} = -2,199, p_{(\zeta G_4-\zeta G_2)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_3)} = -2,150, p_{(\zeta G_4-\zeta G_3)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.54):

$$\ddot{O}G_0, SG > \ddot{O}G_S > \zeta G_2, \zeta G_3 > \zeta G_4 > \zeta G_1$$

$$\text{ÖG}_S > DG > \text{ÇG}_1$$

Zor zihinsel döndürme görevine ait bakış süresi

Zor zihinsel döndürme görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.58’de verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY öğrencilerin ÖG₀ ilgi alanına en uzun süre, ÇG₃ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise ÖG₀ ilgi alanına en uzun süre, ÇG₁ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.58. Zor zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	ÖG ₀	17	5,4644	5,36269	2,3490	3,5480	5,9465
	ÖG _S	17	2,5859	2,43771	1,2150	2,0360	2,5150
	SG	17	5,1423	3,43797	2,9005	3,6040	5,9045
	ÇG ₁	17	0,9051	0,89767	0,2220	0,5260	1,7325
	ÇG ₂	17	0,8346	0,81495	0,2950	0,4590	1,2580
	ÇG ₃	17	0,6699	0,64691	0,2545	0,5430	0,8015
	ÇG ₄	17	1,1426	0,86063	0,5010	0,7700	1,9295
	DG	17	0,8492	0,72547	0,3850	0,6250	1,1915
ÜYO	ÖG ₀	37	7,8310	4,68392	4,0415	6,9160	11,7840
	ÖG _S	37	4,1923	2,60758	2,5885	3,6640	4,5650
	SG	37	6,4278	3,52653	3,5315	5,7840	9,2165
	ÇG ₁	37	1,0011	0,86587	0,3035	0,8370	1,4385
	ÇG ₂	37	1,3184	1,24318	0,5090	1,0380	1,3715
	ÇG ₃	37	1,4576	1,40241	0,5090	1,1330	1,8560
	ÇG ₄	37	1,7024	1,34554	0,7640	1,1340	2,6135
	DG	37	1,2013	1,21842	0,2560	0,6570	1,7010

Zor zihinsel döndürme görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.59’da sunulmuştur.

Tablo 4.59. Zor zihinsel döndürme görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	ÖG ₀	ÖG _S	SG	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY	n	17	17	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık (S. Hata)	2,467 (0,550)	2,960 (0,550)	1,676 (0,550)	0,849 (0,550)	1,748 (,550)	1,993 (0,550)	0,598 (0,550)	1,025 (0,550)
	Basıklık (S. Hata)	6,393 (1,063)	9,768 (1,063)	2,190 (1,063)	-0,803 (1,063)	3,608 (1,063)	4,213 (1,063)	-1,135 (1,063)	0,442 (1,063)

ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37	37	37
Çarpıklık	0,645	1,243	0,677	1,153	2,255	1,806	1,075	1,230	
(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
Basıklık	-0,532	1,263	-0,289	0,991	6,641	3,361	0,142	0,429	
(S. Hata)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.59 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÇG₁, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÖG_ö, ÖG_s, SG, ÇG₂ ve ÇG₃ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise, ÖG_ö, ÖG_s, SG, ÇG₁, ÇG₄ ve DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₂ ve ÇG₃ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.60'ta sunulmuştur.

Tablo 4.60. Zor zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	<i>n</i>	Ki-Kare	<i>df</i>	<i>p</i>
ÜY	17	77,383	7	0,000
ÜYO	37	172,495	7	0,000

Tablo 4.60 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, basit zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{ÜYG}(7, n = 17) = 77,383, p_{ÜYG} < 0,05; \chi^2_{ÜYOG}(7, n = 37) = 172,495, p_{ÜYOG} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.61'de sunulmuştur.

Tablo 4.61. Zor zihinsel döndürme görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

		ÖG _s - ÖG _ö	SG- ÖG _ö	ÇG ₁ - ÖG _ö	ÇG ₂ - ÖG _ö	ÇG ₃ - ÖG _ö	ÇG ₄ - ÖG _ö	DG- ÖG _ö	SG- ÖG _s	ÇG ₁ - ÖG _s	ÇG ₂ - ÖG _s
ÜY	<i>Z</i>	-3,432	-0,166	-3,527	-3,479	-3,621	-3,527	-3,621	-3,432	-3,148	-3,337
	<i>p</i>	0,001	0,868	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001
ÜYO	<i>Z</i>	-5,107	-2,074	-5,303	-5,288	-5,227	-5,288	-5,273	-3,538	-5,288	-4,873
	<i>p</i>	0,000	0,038	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		ÇG ₃ - ÖG _s	ÇG ₄ - ÖG _s	DG- ÖG _s	ÇG ₁ - SG	ÇG ₂ - SG	ÇG ₃ - SG	ÇG ₄ - SG	DG- SG	ÇG ₂ - ÇG ₁	ÇG ₃ - ÇG ₁
ÜY	<i>Z</i>	-3,574	-3,432	-3,337	-3,621	-3,621	-3,621	-3,621	-3,621	-0,355	-0,639
	<i>p</i>	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,723	0,523
ÜYO	<i>Z</i>	-4,850	-4,707	-4,926	-5,303	-5,303	-5,258	-5,303	-5,303	-1,682	-1,742
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,093	0,081

		ÇG4- ÇG1	DG- ÇG1	ÇG3- ÇG2	ÇG4- ÇG2	DG- ÇG2	ÇG4- ÇG3	DG- ÇG3	DG- ÇG4
ÜY	Z	-1,184	-0,207	-0,497	-1,586	-0,047	-2,059	-0,828	-1,491
	p	0,237	0,836	0,619	0,113	0,962	0,039	0,407	0,136
ÜYO	Z	-2,331	-0,219	-0,256	-1,554	-0,649	-1,064	-1,194	-2,527
	p	0,020	0,827	0,798	0,120	0,517	0,288	0,232	0,012

Tablo 4.61'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin SG-ÖG₀, ÇG₂-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₁, ÇG₄-ÇG₁, DG-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₂, ÇG₄-ÇG₂, DG-ÇG₂, DG-ÇG₃, DG-ÇG₄ ikili karşılaştırmaları haricindeki ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(ÖG_S-ÖG_0)} = -3,432, p_{(ÖG_S-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-ÖG_0)} = -3,527, p_{(ÇG_1-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÖG_0)} = -3,479, p_{(ÇG_2-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-ÖG_0)} = -3,621, p_{(ÇG_3-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÖG_0)} = -3,527, p_{(ÇG_4-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÖG_0)} = -3,621, p_{(DG-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÖG_S)} = -3,432, p_{(SG-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-ÖG_S)} = -3,148, p_{(ÇG_1-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÖG_S)} = -3,337, p_{(ÇG_2-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-ÖG_S)} = -3,574, p_{(ÇG_3-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÖG_S)} = -3,432, p_{(ÇG_4-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÖG_S)} = -3,337, p_{(DG-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-SG)} = -3,621, p_{(ÇG_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-SG)} = -3,621, p_{(ÇG_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-SG)} = -3,621, p_{(ÇG_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-SG)} = -3,621, p_{(ÇG_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -3,621, p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÇG_3)} = -2,059, p_{(ÇG_4-ÇG_3)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.58):

$$ÖG_0, SG > ÖG_S > ÇG_4 > ÇG_3$$

$$ÖG_S > ÇG_1, ÇG_2, DG$$

Tablo 4.61'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin DG-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₂, ÇG₄-ÇG₂, DG-ÇG₂, ÇG₄-ÇG₃, DG-ÇG₃ haricindeki ikili karşılaştırmalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [($Z_{(ÖG_S-ÖG_0)} = -5,107, p_{(ÖG_S-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÖG_0)} = -2,074, p_{(SG-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-ÖG_0)} = -5,303, p_{(ÇG_1-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÖG_0)} = -5,288, p_{(ÇG_2-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-ÖG_0)} = -5,227, p_{(ÇG_3-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÖG_0)} = -5,288, p_{(ÇG_4-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÖG_0)} = -5,273, p_{(DG-ÖG_0)} < 0,05$); ($Z_{(SG-ÖG_S)} = -3,538, p_{(SG-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-ÖG_S)} = -5,288, p_{(ÇG_1-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÖG_S)} = -4,873, p_{(ÇG_2-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-ÖG_S)} = -4,850, p_{(ÇG_3-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÖG_S)} = -4,707, p_{(ÇG_4-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÖG_S)} = -4,926, p_{(DG-ÖG_S)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-SG)} = -5,303, p_{(ÇG_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-SG)} = -$

5,303, $p_{(\zeta G_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-SG)} = -5,258$, $p_{(\zeta G_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-SG)} = -5,303$, $p_{(\zeta G_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -5,303$, $p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} = -2,331$, $p_{(\zeta G_4-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_4)} = -2,527$, $p_{(DG-\zeta G_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.58):

$$\ddot{O}G_{\ddot{O}} > SG > \ddot{O}G_S > \zeta G_4 > \zeta G_1, DG$$

$$\ddot{O}G_S > \zeta G_2, \zeta G_3$$

4.5.3. Uzamsal algı görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış süresi

Uzamsal algı verileri, öğrencilere sunulan farklı zorluk düzeylerine ait üç uzamsal algı görevinden elde edilmiştir. Görevler ayrı ayrı incelenmiş ve her bir görevde gerçekleşen ortalama bakış süreleri değerlendirilmiştir. Uzamsal algı görevlerinde yer alan ilgi alanları SG, RN, DG, ζG_1 , ζG_2 , ζG_3 ve ζG_4 şeklindedir. Zor uzamsal görselleştirme görevinde referans noktası soru görselinin içinde yer aldığı için SG ve RN ilgi alanları birlikte SG-RN adı altında birlikte değerlendirilmiştir.

Basit uzamsal algı görevine ait bakış süresi

Basit uzamsal görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.62’de verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, RN ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.62. Basit uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	SG	17	3,4573	3,57590	1,6190	1,8590	4,1755
	RN	17	0,2549	0,29233	0,0655	0,1480	0,3935
	ζG_1	17	0,3154	0,63457	0,0000	0,1310	0,3365
	ζG_2	17	0,5499	0,85495	0,0165	0,4150	0,5415
	ζG_3	17	1,0221	1,59939	0,2215	0,4070	1,2745
	ζG_4	17	0,5032	1,01318	0,0575	0,2630	0,3945
	DG	17	1,3691	1,44500	0,6650	0,9360	1,7675
ÜYO	SG	37	4,0844	2,74819	1,8805	2,9900	5,7410
	RN	37	0,4050	0,48885	0,0820	0,2300	0,5910
	ζG_1	37	0,5019	0,64723	0,1715	0,3120	0,6400
	ζG_2	37	0,9602	1,53153	0,3370	0,6080	0,9775
	ζG_3	37	1,0951	0,96673	0,3615	0,7120	1,5020

ÇG4	37	0,4605	0,39379	0,1725	0,3940	0,7390
DG	37	1,7491	1,46881	0,8955	1,2320	2,4400

Basit uzamsal algı görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.63'te sunulmuştur.

Tablo 4.63. Basit uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	SG	RN	ÇG1	ÇG2	ÇG3	ÇG4	DG
ÜY	<i>n</i>	17	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık	2,742	1,364	3,356	2,996	2,884	3,829	3,279
	(S. Hata)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)
	Basıklık	8,266	0,279	12,240	10,010	9,272	15,275	12,043
	(S. Hata)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	1,104	2,330	3,390	4,810	1,173	1,071	1,927
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
	Basıklık	0,341	6,846	14,604	26,102	0,505	1,461	5,162
	(S. Hata)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.63 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin RN ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak SG, ÇG1, ÇG2, ÇG3, ÇG4 ve DG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise SG, ÇG3 ve ÇG4 ilgi alanlarındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak RN, ÇG1, ÇG2 ve DG üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.64'te sunulmuştur.

Tablo 4.64. Basit uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	<i>n</i>	Ki-Kare	<i>df</i>	<i>p</i>
ÜY	17	70,403	6	0,000
ÜYO	37	144,433	6	0,000

Tablo 4.64 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, basit uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{ÜYG}(6, n = 17) = 70,403, p_{ÜYG} < 0,05; \chi^2_{ÜYOG}(6, n = 37) = 144,433, p_{ÜYOG} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.65'te sunulmuştur.

Tablo 4.65. Basit uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

		RN-SG	ÇG1-SG	ÇG2-SG	ÇG3-SG	ÇG4-SG	DG-SG	ÇG1-RN
ÜY	Z	-3,621	-3,621	-3,621	-3,621	-3,621	-3,527	-0,071
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,943
ÜYO	Z	-5,303	-5,303	-5,303	-5,303	-5,303	-5,288	-0,655
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,512
		ÇG2-RN	ÇG3-RN	ÇG4-RN	DG-RN	ÇG2-ÇG1	ÇG3-ÇG1	ÇG4-ÇG1
ÜY	Z	-1,254	-2,628	-0,852	-3,621	-2,919	-3,101	-2,045
	p	0,210	0,009	0,394	0,000	0,004	0,002	0,041
ÜYO	Z	-3,574	-4,654	-0,827	-5,129	-3,975	-4,485	-0,547
	p	0,000	0,000	0,408	0,000	0,000	0,000	0,584
		DG-ÇG1	ÇG3-ÇG2	ÇG4-ÇG2	DG-ÇG2	ÇG4-ÇG3	DG-ÇG3	DG-ÇG4
ÜY	Z	-3,621	-2,431	-0,465	-3,195	-2,223	-1,965	-3,622
	p	0,000	0,015	0,642	0,001	0,026	0,049	0,000
ÜYO	Z	-4,835	-1,767	-3,481	-4,202	-4,247	-3,387	-5,069
	p	0,000	0,077	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000

Tablo 4.65'teki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin ÇG1-RN, ÇG2-RN, ÇG4-RN, ÇG4-ÇG2 ikili karşılaştırmaları haricindeki ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [$(Z_{(RN-SG)} = -3,621, p_{(RN-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG1-SG)} = -3,621, p_{(ÇG1-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG2-SG)} = -3,621, p_{(ÇG2-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG3-SG)} = -3,621, p_{(ÇG3-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG4-SG)} = -3,621, p_{(ÇG4-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-SG)} = -3,527, p_{(DG-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG3-RN)} = -2,628, p_{(ÇG3-RN)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-RN)} = -3,621, p_{(DG-RN)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG2-ÇG1)} = -2,919, p_{(ÇG2-ÇG1)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG3-ÇG1)} = -3,101, p_{(ÇG3-ÇG1)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG4-ÇG1)} = -2,045, p_{(ÇG4-ÇG1)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-ÇG1)} = -3,621, p_{(DG-ÇG1)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG3-ÇG2)} = -2,431, p_{(ÇG3-ÇG2)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-ÇG2)} = -3,195, p_{(DG-ÇG2)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG4-ÇG3)} = -2,223, p_{(ÇG4-ÇG3)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-ÇG3)} = -1,965, p_{(DG-ÇG3)} < 0,05)$; $(Z_{(DG-ÇG4)} = -3,622, p_{(DG-ÇG4)} < 0,05)$]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.62):

$$SG > DG > ÇG_3 > ÇG_2, ÇG_4 > ÇG_1$$

$$ÇG_3 > RN$$

Tablo 4.65'teki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ÇG1-RN, ÇG4-RN, ÇG4-ÇG1, ÇG3-ÇG2 haricindeki ikili karşılaştırmalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [$(Z_{(RN-SG)} = -5,303, p_{(RN-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG1-SG)} = -5,303, p_{(ÇG1-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG2-SG)} = -5,303, p_{(ÇG2-SG)} < 0,05)$; $(Z_{(ÇG3-SG)} = -5,303, p_{(ÇG3-SG)}$

$< 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-SG)} = -5,303, p_{(\zeta G_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -5,288, p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-RN)} = -3,574, p_{(\zeta G_2-RN)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-RN)} = -4,654, p_{(\zeta G_3-RN)} < 0,05$); ($Z_{(DG-RN)} = -5,129, p_{(DG-RN)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} = -3,975, p_{(\zeta G_2-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} = -4,485, p_{(\zeta G_3-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_1)} = -4,835, p_{(DG-\zeta G_1)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_2)} = -3,481, p_{(\zeta G_4-\zeta G_2)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_2)} = -4,202, p_{(DG-\zeta G_2)} < 0,05$); ($Z_{(\zeta G_4-\zeta G_3)} = -4,247, p_{(\zeta G_4-\zeta G_3)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_3)} = -3,387, p_{(DG-\zeta G_3)} < 0,05$); ($Z_{(DG-\zeta G_4)} = -5,069, p_{(DG-\zeta G_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.62):

$$SG > DG, \zeta G_2, \zeta G_3 > RN, \zeta G_1, \zeta G_4$$

Orta zorluktaki uzamsal algı görevine ait bakış süresi

Orta zorluktaki uzamsal algı görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.66’da verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanına en uzun süre, RN ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.66. Orta zorluktaki uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	SG	17	3,1898	2,03010	1,5705	2,7900	4,0945
	RN	17	0,4166	0,60457	0,1560	0,2630	0,4600
	ÇG ₁	17	1,1448	1,09369	0,4350	0,7550	1,2820
	ÇG ₂	17	0,7158	0,76382	0,2630	0,5080	0,8695
	ÇG ₃	17	0,7412	0,53842	0,3615	0,5910	0,9100
	ÇG ₄	17	0,5661	0,52456	0,2300	0,4270	0,7605
	DG	17	1,6808	1,15459	0,7150	1,2840	3,1140
ÜYO	SG	37	4,3401	2,99211	1,9680	3,9510	5,9565
	RN	37	0,3068	0,28924	0,1230	0,2310	0,3945
	ÇG ₁	37	1,5677	1,60686	0,6655	1,2150	1,7570
	ÇG ₂	37	1,1583	1,68754	0,3365	0,6240	1,3140
	ÇG ₃	37	1,2368	1,32498	0,3775	0,7070	1,4230
	ÇG ₄	37	0,7769	0,95327	0,2625	0,4270	0,9690
	DG	37	1,3614	1,51166	0,5580	1,1520	1,5695

Orta zorluktaki uzamsal algı görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.67’de sunulmuştur.

Tablo 4.67. Orta zorluktaki uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	SG	RN	ÇG ₁	ÇG ₂	ÇG ₃	ÇG ₄	DG
ÜY	<i>n</i>	17	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık	1,795	3,410	1,548	2,689	1,379	2,223	0,457
	(S. Hata)	(0,550)	(.550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)	(0,550)
ÜYO	<i>n</i>	37	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	2,341	1,817	3,082	4,350	2,085	3,203	3,944
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
ÜY	Basıklık	4,092	12,778	1,222	8,547	1,592	6,665	-1,223
	(S. Hata)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)
	ÜYO	Basıklık	8,492	3,811	11,691	22,244	4,330	12,218
(S. Hata)		(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.67 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin ÇG₁, ÇG₃, DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak SG, RN, ÇG₂, ÇG₄ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜYO öğrencilerin ise bütün ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. Görevde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.68’de sunulmuştur.

Tablo 4.68. Orta zorluktaki uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	<i>n</i>	Ki-Kare	<i>df</i>	<i>p</i>
ÜY	17	68,373	6	0,000
ÜYO	37	131,114	6	0,000

Tablo 4.68 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, orta zorluktaki uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{ÜYG}(6, n = 17) = 68,373, p_{ÜYG} < 0,05; \chi^2_{ÜYOG}(6, n = 37) = 131,114, p_{ÜYOG} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.69’da sunulmuştur.

Tablo 4.69. Orta zorluktaki uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

		RN-SG	ÇG ₁ -SG	ÇG ₂ -SG	ÇG ₃ -SG	ÇG ₄ -SG	DG-SG	ÇG ₁ -RN
ÜY	Z	-3,621	-3,621	-3,621	-3,621	-3,622	-3,574	-3,413
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
ÜYO	Z	-5,303	-5,288	-5,288	-5,258	-5,303	-5,273	-5,303
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
		ÇG ₂ -RN	ÇG ₃ -RN	ÇG ₄ -RN	DG-RN	ÇG ₂ -ÇG ₁	ÇG ₃ -ÇG ₁	ÇG ₄ -ÇG ₁
ÜY	Z	-2,637	-2,249	-1,396	-3,527	-2,012	-1,681	-3,385
	<i>p</i>	0,008	0,025	0,163	0,000	0,044	0,093	0,001

ÜYO	Z	-4,541	-4,805	-4,093	-4,760	-2,482	-1,607	-4,081
	p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,013	0,108	0,000
		DG-ÇG ₁	ÇG ₃ -ÇG ₂	ÇG ₄ -ÇG ₂	DG-ÇG ₂	ÇG ₄ -ÇG ₃	DG-ÇG ₃	DG-ÇG ₄
ÜY	Z	-2,959	-0,828	-0,388	-2,888	-1,563	-3,479	-3,516
	p	0,003	0,407	0,698	0,004	0,118	0,001	0,000
ÜYO	Z	-0,475	-1,225	-2,760	-1,350	-3,323	-0,837	-3,221
	p	0,635	0,220	0,006	0,177	0,001	0,402	0,001

Tablo 4.69'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜY öğrencilerin ÇG₄-RN, ÇG₃-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₂, ÇG₄-ÇG₃ ikili karşılaştırmaları haricindeki ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [($Z_{(RN-SG)} = -3,621$, $p_{(RN-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-SG)} = -3,621$, $p_{(ÇG_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-SG)} = -3,621$, $p_{(ÇG_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-SG)} = -3,621$, $p_{(ÇG_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-SG)} = -3,622$, $p_{(ÇG_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -3,574$, $p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-RN)} = -3,413$, $p_{(ÇG_1-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-RN)} = -2,637$, $p_{(ÇG_2-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-RN)} = -2,249$, $p_{(ÇG_3-RN)} < 0,05$); ($Z_{(DG-RN)} = -3,527$, $p_{(DG-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÇG_1)} = -2,012$, $p_{(ÇG_2-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÇG_1)} = -3,385$, $p_{(ÇG_4-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_1)} = -2,959$, $p_{(DG-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_2)} = -2,888$, $p_{(DG-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_3)} = -3,479$, $p_{(DG-ÇG_3)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_4)} = -3,516$, $p_{(DG-ÇG_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.66):

$$SG > DG > ÇG_1, ÇG_2, ÇG_3 > RN$$

$$ÇG_1 > ÇG_2, ÇG_4$$

Tablo 4.69'deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ÇG₃-ÇG₁, DG-ÇG₁, ÇG₃-ÇG₂, DG-ÇG₂, DG-ÇG₃ haricindeki ikili karşılaştırmalar arasındaki farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu göstermektedir [($Z_{(RN-SG)} = -5,303$, $p_{(RN-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-SG)} = -5,288$, $p_{(ÇG_1-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-SG)} = -5,288$, $p_{(ÇG_2-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-SG)} = -5,258$, $p_{(ÇG_3-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-SG)} = -5,303$, $p_{(ÇG_4-SG)} < 0,05$); ($Z_{(DG-SG)} = -5,273$, $p_{(DG-SG)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_1-RN)} = -5,303$, $p_{(ÇG_1-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-RN)} = -4,541$, $p_{(ÇG_2-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_3-RN)} = -4,805$, $p_{(ÇG_3-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-RN)} = -4,093$, $p_{(ÇG_4-RN)} < 0,05$); ($Z_{(DG-RN)} = -4,760$, $p_{(DG-RN)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_2-ÇG_1)} = -2,482$, $p_{(ÇG_2-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÇG_1)} = -4,081$, $p_{(ÇG_4-ÇG_1)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÇG_2)} = -2,760$, $p_{(ÇG_4-ÇG_2)} < 0,05$); ($Z_{(ÇG_4-ÇG_3)} = -3,323$, $p_{(ÇG_4-ÇG_3)} < 0,05$); ($Z_{(DG-ÇG_4)} = -3,221$, $p_{(DG-ÇG_4)} < 0,05$)]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit

edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.66):

$$SG > \mathcal{C}G_1, \mathcal{C}G_2, \mathcal{C}G_3, DG > \mathcal{C}G_4 > RN$$

$$\mathcal{C}G_1 > \mathcal{C}G_2$$

Zor uzamsal algı görevine ait bakış süresi

Zor uzamsal algı görevinde bulunan ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerine ait verilerin betimsel istatistikleri Tablo 4.70’te verilmiştir. İlgi alanlarındaki bakış sürelerinin betimsel istatistikleri incelendiğinde hem ortalama hem medyan değerlerine göre ÜY öğrencilerin SG-RN ilgi alanına en uzun süre, $\mathcal{C}G_2$ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise SG-RN ilgi alanına en uzun süre, $\mathcal{C}G_4$ ilgi alanına ise en kısa süre baktığı görülmektedir.

Tablo 4.70. Zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin ilgi alanlarına göre betimsel istatistikleri.

Grup	İlgi Alanı	n	\bar{x}	SS	Yüzdeler		
					%25	%50 (Medyan)	%75
ÜY	SG-RN	17	11,7899	5,67493	5,5015	13,4420	16,1520
	$\mathcal{C}G_1$	17	1,9752	1,00065	1,0830	1,6590	2,7015
	$\mathcal{C}G_2$	17	1,9329	0,92748	1,3305	1,8880	2,6040
	$\mathcal{C}G_3$	17	2,4522	1,44868	1,2740	2,1340	3,8870
	$\mathcal{C}G_4$	17	2,3647	1,88782	0,8645	1,7920	3,5905
	DG	17	2,0453	1,31757	0,8045	1,9040	3,2630
ÜYO	SG-RN	37	10,2272	6,34799	5,0345	7,7540	15,8055
	$\mathcal{C}G_1$	37	2,2004	1,37762	1,1580	1,9900	3,0495
	$\mathcal{C}G_2$	37	2,0497	1,48498	0,9110	1,6120	2,6615
	$\mathcal{C}G_3$	37	2,4225	2,06720	1,1935	1,9710	3,0200
	$\mathcal{C}G_4$	37	1,3461	1,10622	0,5910	1,0370	1,7415
	DG	37	2,0456	1,52844	0,9855	1,5610	2,7615

Zor uzamsal algı görevindeki ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olup olmadığını incelemek amacıyla öncelikle verilerin normal dağılım gösterip göstermediği incelenmiştir. Verilerin normal dağılımları çarpıklık ve basıklık değerlerine göre belirlenmiştir. İlgili normallik dağılımı değerleri Tablo 4.71’te sunulmuştur.

Tablo 4.71. Zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin normallik testleri.

Grup	İlgi Alanı	SG-RN	$\mathcal{C}G_1$	$\mathcal{C}G_2$	$\mathcal{C}G_3$	$\mathcal{C}G_4$	DG
ÜY	n	17	17	17	17	17	17
	Çarpıklık (S. Hata)	0,051 (0,550)	0,666 (0,550)	0,356 (0,550)	0,405 (0,550)	0,803 (0,550)	0,028 (0,550)

	Basıklık	-0,921	-0,634	0,042	-0,769	-0,209	-1,583
	(S. Hata)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)	(1,063)
ÜYO	n	37	37	37	37	37	37
	Çarpıklık	0,909	0,745	1,020	2,906	1,606	1,282
	(S. Hata)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)	(0,388)
	Basıklık	0,441	0,273	0,601	11,682	2,976	1,244
	(S. Hata)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)	(0,759)

Tablo 4.71 incelendiğinde, ÜY öğrencilerin bütün ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. ÜYO öğrencilerin SG-RN, ÇG₁, ÇG₂, DG ilgi alanındaki bakış sürelerinin çarpıklık ve basıklık değerlerine göre normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Ancak ÇG₃, ÇG₄ üzerindeki bakış süresi verilerinin normal dağılmadığı belirlenmiştir. ÜY öğrencilerin bakış süresi verileri normal dağılım gösterdiği için bakış sürelerinin analizinde tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA yapılmıştır. Tek faktörlü ANOVA'nın bir diğer varsayımı varyansların homojen olmasıdır. Varyansların homojenliğini incelemek için Mauchly küresellik testi yapılmıştır (Tablo 4.72).

Tablo 4.72. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin Mauchly küresellik testi.

Denek içi (Within Subjects)	Mauchly's W	Yaklaşık Ki Kare	df	p	Epsilon		
					Greenhouse- Geisser	Huynh- Feldt	Lower- bound
Bakış süresi	0,001	98,413	14	0,000	0,272	0,289	0,200

ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Mauchly küresellik testi, değerler arası farkların varyanslarının homojen olmadığını göstermiştir [$p < 0,05$, $\chi^2_{ÜYG}(14) = 98,413$]. Bu sebeple varyans analizi için Greenhouse-Geisser ($\epsilon = 0,272$) düzeltmesi kullanılmıştır ($\epsilon < 0,75$) (Tablo 4.73).

Tablo 4.73. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA testi.

		Tip III Kareler Toplamı	df	Kareler Ortalaması	F	p	Kısmi Eta Kare
UA _z Bakış Süresi	Greenhouse- Geisser	1319,200	1,362	968,401	48,521	0,000	0,752
Hata (UA _z Bakış Süresi)	Greenhouse- Geisser	435,015	21,796	19,959			

Greenhouse-Geisser düzeltmesi kullanılarak yapılan tekrarlı ölçümler için tek faktörlü ANOVA sonuçları, ilgi alanları üzerindeki bakış süreleri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [$F_{(1,362-21,796)} = 48,521$, $p < 0,05$]. İlgi alanlarının bakış sürelerini nasıl etkilediğini ifade eden kısmi etki büyüklüğü $\eta^2_p = 0,752$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan η^2_p

değeri büyük etki değerine işaret etmektedir. Bu değere göre toplam varyansın %75,2'si bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır.

Küresellik varsayımının sağlanmadığı bu durum için epsilon düzeltmesinin yanı sıra Wilk's Λ değeri de incelenmiştir. Wilk's Λ sonuçları da zor uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına bakış süreleri arasında anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [Wilk's $\Lambda = 0,131$, $F(5,12) = 15,931$, $p < 0,05$]. İlgi alanlarının bakış sürelerini nasıl etkilediğini ifade eden kısmi etki büyüklüğü $\eta_p^2 = 0,869$ olarak hesaplanmıştır. Hesaplanan η_p^2 değeri büyük etki değerine işaret etmektedir. Bu değere göre toplam varyansın % 86,9'u bağımsız değişken tarafından açıklanmaktadır.

Tablo 4.74. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin multivariate testi.

	Değer	F	Hipotez df	Hata df	p	Kısmi Eta Kare
Wilk's Λ	0,131	15,931	5,000	12,000	0,000	0,869

Farkın hangi ilgi alanı üzerindeki bakış süreleri arasında olduğunu belirlemek için Bonferroni çoklu karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.75'te sunulmuştur.

Tablo 4.75. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevindeki bakış sürelerinin Bonferroni çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

	SG/RN- ÇG ₁	SG/RN- ÇG ₂	SG/RN- ÇG ₃	SG/RN- ÇG ₄	SG/RN- DG	ÇG ₁ - ÇG ₂	ÇG ₁ - ÇG ₃	ÇG ₁ - ÇG ₄
Ortalama Farkı	9,815	9,857	9,338	9,425	9,745	0,042	-0,477	-0,389
Std. Hata	1,337	1,304	1,325	1,244	1,248	0,236	0,334	0,380
p	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	1,000	1,000	1,000
	ÇG ₁ -DG	ÇG ₂ -ÇG ₃	ÇG ₂ -ÇG ₄	ÇG ₂ -DG	ÇG ₃ -ÇG ₄	ÇG ₃ - DG	ÇG ₄ - DG	
Ortalama Farkı	-0,519	-0,432	-0,112	0,087	0,407	0,319	-0,519	
Std. Hata	0,238	0,400	0,300	0,428	0,338	0,513	0,238	
p	0,669	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,669	

Çoklu karşılaştırma testine göre ilgi alanlarından SG/RN ($\bar{x} = 11,790$; $SS = 1,376$) ile ÇG₁ ($\bar{x} = 1,975$; $SS = 0,243$), ÇG₂ ($\bar{x} = 1,933$; $SS = 0,225$), ÇG₃ ($\bar{x} = 2,452$; $SS = 0,351$), ÇG₄ ($\bar{x} = 2,365$; $SS = 0,458$) ve DG ($\bar{x} = 2,045$; $SS = 0,320$) arasında anlamlı fark bulunmaktadır ($p < 0,05$). SG/RN ilgi alanı üzerindeki bakış süresi diğer ilgi alanları üzerindeki bakış sürelerinden anlamlı derecede daha fazladır:

$$SG/RN > \text{ÇG}_1, \text{ÇG}_2, \text{ÇG}_3, \text{ÇG}_4, DG$$

ÜYO öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinde yer alan ilgi alanları üzerindeki bakış süresi verilerinden en az biri normal dağılım göstermediği için bakış süreleri arasında fark

olup olmadığını belirlemek amacıyla Friedman testi yapılmıştır ve sonuçları Tablo 4.76’da sunulmuştur.

Tablo 4.76. Zor uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Friedman testi sonuçları.

Grup	<i>n</i>	Ki-kare	<i>df</i>	<i>p</i>
ÜYO	37	98,405	5	0,000

Tablo 4.76 incelendiğinde, Friedman testi sonuçları, zor uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına göre bakış süreleri arasında anlamlı farklılık olduğunu göstermektedir [$\chi^2_{\text{ÜYO}}(5, n = 37) = 98,405, p_{\text{ÜYO}} < 0,05$]. Farkın hangi ilgi alanları arasındaki sürelerden kaynaklandığını belirlemek için Wilcoxon karşılaştırma testi kullanılmıştır ve sonuçlar Tablo 4.77’de sunulmuştur.

Tablo 4.77. Zor uzamsal algı görevi üzerindeki ilgi alanlarına ait bakış sürelerinin Wilcoxon karşılaştırma testi sonuçları.

		ÇG1-SG/RN	ÇG2-SG/RN	ÇG3-SG/RN	ÇG4-SG/RN	DG-SG/RN	ÇG2-ÇG1	ÇG3-ÇG1	ÇG4-ÇG1
ÜYO	Z	-5,303	-5,303	-5,303	-5,303	-5,303	-0,822	-0,068	-3,387
	<i>p</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,411	0,946	0,001
		DG-ÇG1	ÇG3-ÇG2	ÇG4-ÇG2	DG-ÇG2	ÇG4-ÇG3	DG-ÇG3	DG-ÇG4	
ÜYO	Z	-1,637	-1,094	-3,123	-0,807	-3,915	-2,188	-2,912	
	<i>p</i>	0,102	0,274	0,002	0,420	0,000	0,029	0,004	

Tablo 4.77’deki Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları, ÜYO öğrencilerin ÇG2-ÇG1, ÇG3-ÇG1, DG-ÇG1, ÇG3-ÇG2, DG-ÇG2 ikili karşılaştırmaları haricindeki ikili karşılaştırmalar arasında anlamlı fark olduğunu göstermektedir [$(Z_{(\text{ÇG}_1-\text{SG}/\text{RN})} = -5,303, p_{(\text{ÇG}_1-\text{SG}/\text{RN})} < 0,05)$; $Z_{(\text{ÇG}_2-\text{SG}/\text{RN})} = -5,303, p_{(\text{ÇG}_2-\text{SG}/\text{RN})} < 0,05)$; $Z_{(\text{ÇG}_3-\text{SG}/\text{RN})} = -5,303, p_{(\text{ÇG}_3-\text{SG}/\text{RN})} < 0,05)$; $Z_{(\text{ÇG}_4-\text{SG}/\text{RN})} = -5,303, p_{(\text{ÇG}_4-\text{SG}/\text{RN})} < 0,05)$; $Z_{(\text{DG}-\text{SG}/\text{RN})} = -5,303, (Z_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_1)} = -3,387, p_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_1)} < 0,05)$; $(Z_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_2)} = -3,123, p_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_2)} < 0,05)$; $(Z_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_3)} = -3,915, p_{(\text{ÇG}_4-\text{ÇG}_3)} < 0,05)$; $(Z_{(\text{DG}-\text{ÇG}_3)} = -2,188, p_{(\text{DG}-\text{ÇG}_3)} < 0,05)$; $(Z_{(\text{DG}-\text{ÇG}_4)} = -2,912, p_{(\text{DG}-\text{ÇG}_4)} < 0,05)$]. Yapılan analiz sonucunda anlamlı farklılık tespit edilen ilgi alanlarının medyan değerleri karşılaştırıldığında, ilgi alanları arasındaki ilişkilerin aşağıdaki gibi olduğu belirlenmiştir (Tablo 4.70):

$$SG/RN > \text{ÇG}_3 > DG > \text{ÇG}_4$$

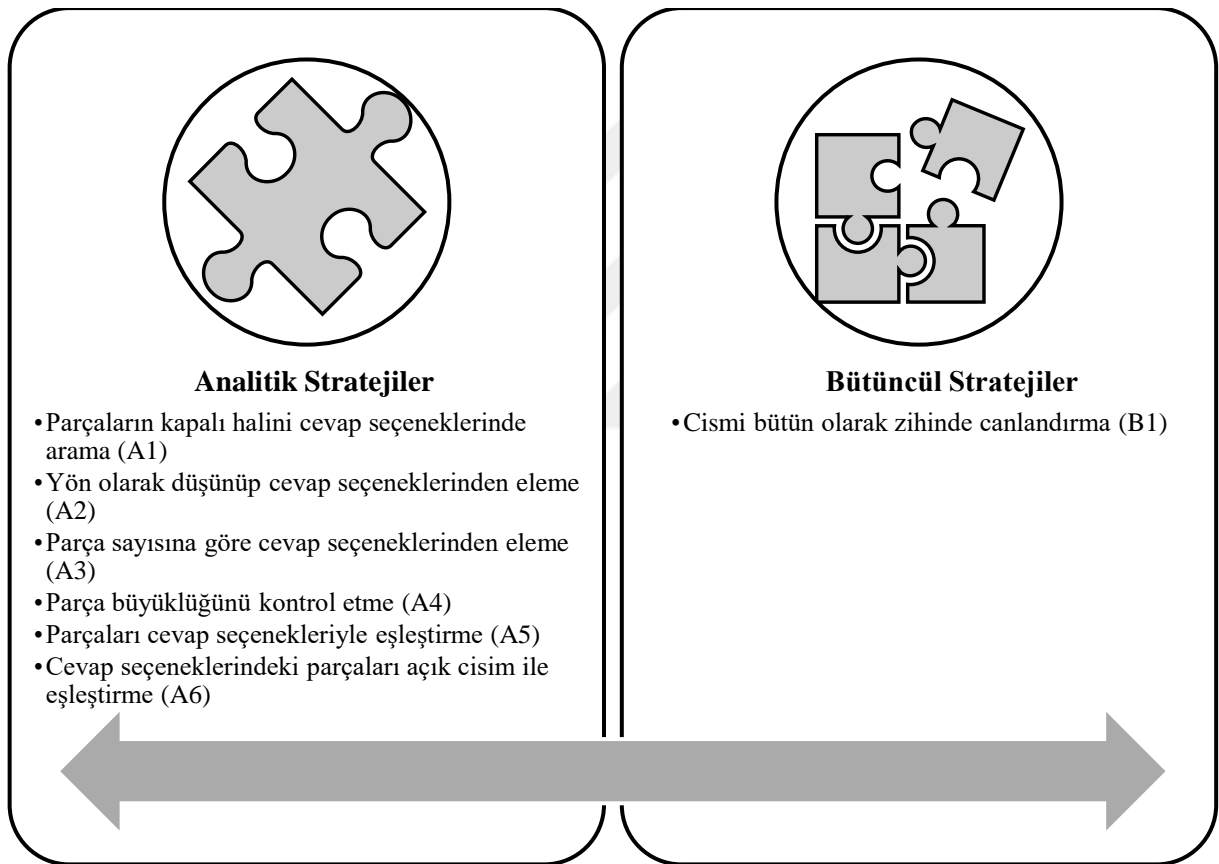
$$SG/RN > \text{ÇG}_1, \text{ÇG}_2 > \text{ÇG}_4$$

4.6. Altıncı Alt Probleme İlişkin Bulgular

Bu bölümde “ÜY ve ÜYO öğrenciler uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı gerektiren görevlerde hangi uzamsal stratejileri kullanmaktadır?” alt problemine ilişkin bulgular sunulmuştur.

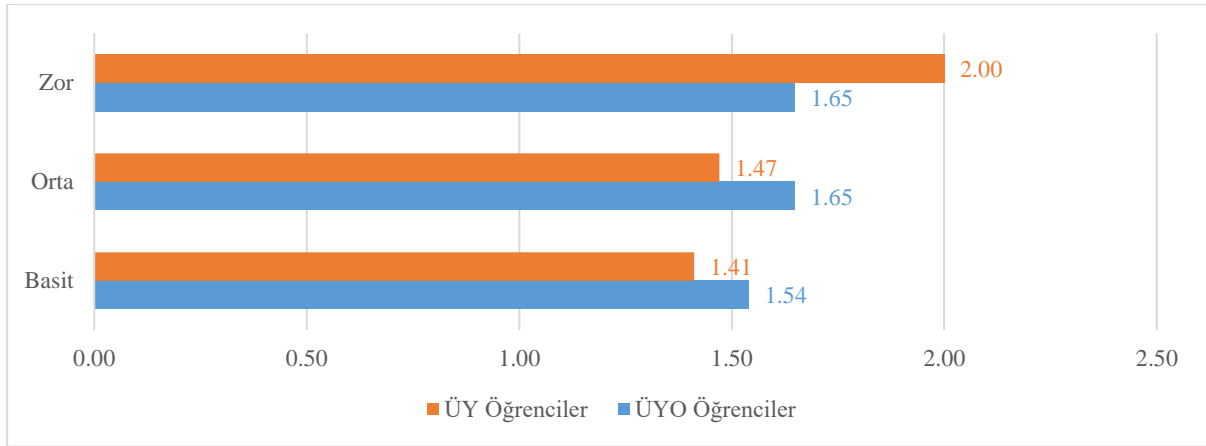
4.6.1. Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan stratejiler

Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde kullandığı stratejilerin belirlenebilmesi için PUGT'nin açılımlar bölümünde yer alan üç farklı zorluk düzeyindeki görevler ele alınmıştır. Öncelikle görevlerde kullanılan bütüncül ve analitik strateji çeşitleri incelenmiştir.



Şekil 4.25. Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan stratejiler.

Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan analitik stratejiler altı başlık altında sınıflandırılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca “cismi bütün olarak zihinde canlandırma” stratejisinin kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.25). Öğrencilerin farklı zorluk düzeyine sahip uzamsal görselleştirme görevlerinde kullandığı stratejiler ayrı ayrı incelenmiştir. Öğrenciler bir görevde birden fazla strateji kullanabildiği için her bir görevde kullanılan strateji sayısı farklılık gösterebilmektedir. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde kullandığı ortalama strateji sayıları Şekil 4.26’da verilmiştir.



Şekil 4.26. Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan ortalama strateji sayılarının dağılımı.

Şekil 4.26 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin basit görevde kullandığı strateji sayısının en az olduğu görülmektedir. Orta ve zor görevde kullandığı ortalama strateji sayısı ise benzerlik göstermektedir ($\bar{X}_b=1,54$; $\bar{X}_o=1,65$; $\bar{X}_z=1,65$). ÜY öğrencilerde ise görevin zorluk düzeyi arttıkça ortalama kullanılan strateji sayısında artış yaşanmıştır ($\bar{X}_b=1,41$; $\bar{X}_o=1,47$; $\bar{X}_z=2,00$). Basit ve orta zorluk düzeyinde ÜYO öğrenciler daha fazla strateji kullanırken zor görevde ÜY öğrenciler daha fazla strateji kullanmıştır. Öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.78’de verilmiştir.

Tablo 4.78. Basit uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	8	33,33	21	36,84	29	35,80
A2	0	0,00	2	3,51	2	2,47
A3	0	0,00	1	1,75	1	1,23
A4	3	12,50	3	5,26	6	7,41
A5	5	20,83	5	8,77	10	12,35
A6	3	12,50	5	8,77	8	9,88
B1	5	20,83	20	35,09	25	30,86

Tablo 4.78 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %36,84) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cisim bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %35,09), parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %8,77), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %8,77), parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %5,26), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %3,51) ve parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %1,75) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin basit uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji de parçaların kapalı halini cevap

seçeneklerinde arama (A1, 33,33) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %20,83), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %20,83), parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %12,50) ve cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %12,50) takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %35,80) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %30,86), parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %12,35), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %9,88), parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %7,41), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %2,47) ve parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %1,23) stratejileri takip etmektedir. Öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.79’da verilmiştir.

Tablo 4.79. Orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	5	20,00	23	37,70	28	32,56
A2	1	4,00	0	0,00	1	1,16
A3	1	4,00	2	3,28	3	3,49
A4	1	4,00	3	4,92	4	4,65
A5	9	36,00	19	31,15	28	32,56
A6	3	12,00	5	8,20	8	9,30
B1	5	20,00	9	14,75	14	16,28

Tablo 4.79 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin orta düzey zorluğa sahip uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %37,70) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %31,15), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %14,75), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %8,20), parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %4,92) ve parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %3,28) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin orta düzey zorluğa sahip uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji ise parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %36,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %20,00), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %20,00), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %12,00), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %4,00), parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %4,00) ve parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %4,00) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap

seçeneklerinde arama (A1, %32,56) ve parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %32,56) stratejisi olmuştur. Bu stratejileri sırasıyla cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %16,28), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6] (%9,30), parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %4,65), parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %3,49) ve yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %1,16) stratejileri takip etmektedir. Öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.80’de verilmiştir.

Tablo 4.80. Zor uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan stratejiler.

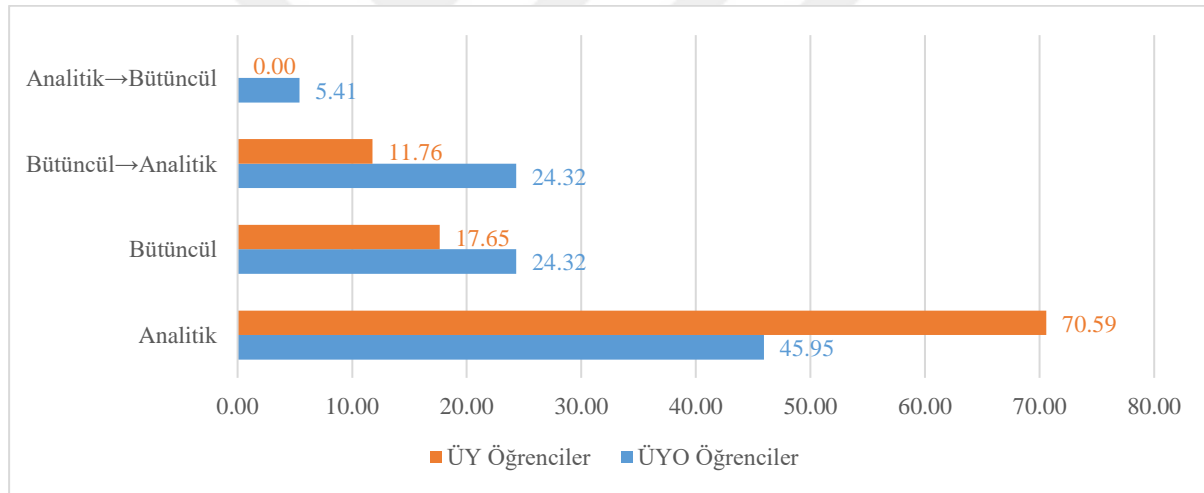
Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	8	23,53	27	44,26	35	36,84
A2	2	5,88	1	1,64	3	3,16
A3	2	5,88	1	1,64	3	3,16
A4	1	2,94	1	1,64	2	2,11
A5	10	29,41	16	26,23	26	27,37
A6	4	11,76	3	4,92	7	7,37
B1	7	20,59	12	19,67	19	20,00

Tablo 4.80 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %44,26) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %26,23), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %19,67), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %4,92), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %1,64), parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %1,64) ve parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %1,64) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji ise parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %29,41) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %23,53), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %20,59), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %11,76), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %5,88), parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme (A3, %5,88) ve parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %2,94) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama (A1, %36,84) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme (A5, %27,37), cismi bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %20,00), cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme (A6, %7,37), yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme (A2, %3,16), parça sayısına göre cevap

seçeneklerinden eleme (A3, %3,16) ve parça büyüklüğünü kontrol etme (A4, %2,11) stratejileri takip etmektedir.

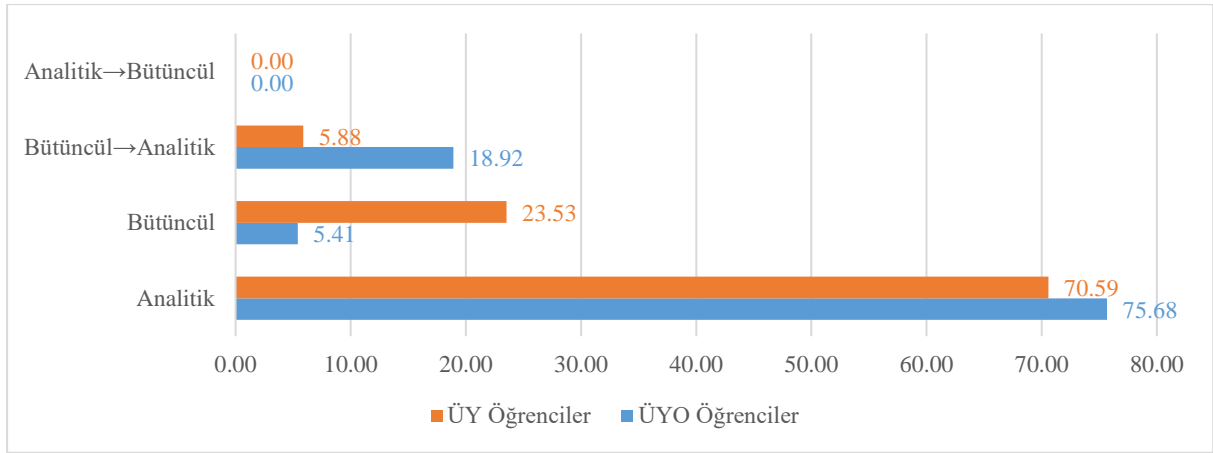
Zor uzamsal görselleştirme görevinde öğrencilerin genel olarak ilgi çekici veya ayırt edilebilir parçaları referans aldığı belirlenmiştir. Örnek öğrenci ifadeleri şu şekildedir: “AL8: Üçgen olan kısımlar ayırt edilebilir olduğu için”, “AL27: Ben daha çok şuradaki şekli garip olan parçalara odaklandım. Diğerleri çoğunda ayırt edilemeyebilir ama o üçgeni alıp çekmişsin gibi olan parça ayırt edilebilir”, “AL31: Daha çok belirleyici parçaları görmeye çalışıyorum”, “BİLSEM6: Sonra buna baktım bu çok spesifik bir parça zaten”, “BİLSEM16: Şuradaki şekil bana ayırt edici gelecekmiş gibi geldi”.

Son olarak, öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde kullandığı stratejiler arası geçişleri incelenmiştir. Basit uzamsal görselleştirme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.27’de verilmiştir.



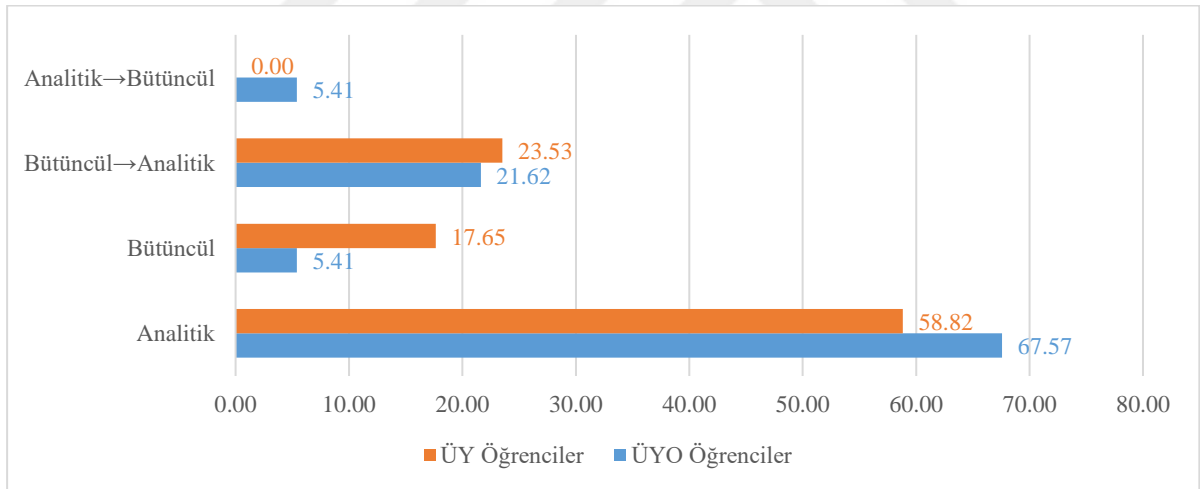
Şekil 4.27. Basit uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Şekil 4.27 incelendiğinde, basit zorluk düzeyindeki görevin çözümünde ÜYO öğrencilerin %45,95’i analitik strateji, %24,32’si bütüncül strateji, %24,32’si bütüncül→analitik strateji, %5,41’i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %70,59’u analitik strateji, %17,65’i bütüncül strateji, %11,76’sı bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrenciler analitik→bütüncül stratejisi kullanmamıştır. Orta zorluğa sahip uzamsal görselleştirme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.28’de verilmiştir.



Şekil 4.28. Orta zorluğa sahip uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Orta zorluk düzeyindeki görevde ÜYO öğrencilerin %75,68'i analitik strateji, %18,92'si bütüncül→analitik strateji, %5,41'i bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %70,59'u analitik strateji, %23,53'ü bütüncül strateji, %5,88'i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. Her iki grupta da analitik→bütüncül strateji kullanılmamıştır. Zor uzamsal görselleştirme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.29'de verilmiştir.



Şekil 4.29. Zor uzamsal görselleştirme görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Zor düzeydeki görevde ÜYO öğrencilerin %67,57'si analitik strateji, %21,62'si bütüncül→analitik strateji, %5,41'i bütüncül strateji ve %5,41'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %58,82'si analitik strateji, %23,53'ü bütüncül→analitik strateji, %17,65'i bütüncül strateji kullanmıştır. Bu görevde ÜY öğrenciler analitik→bütüncül stratejisi kullanmamıştır.

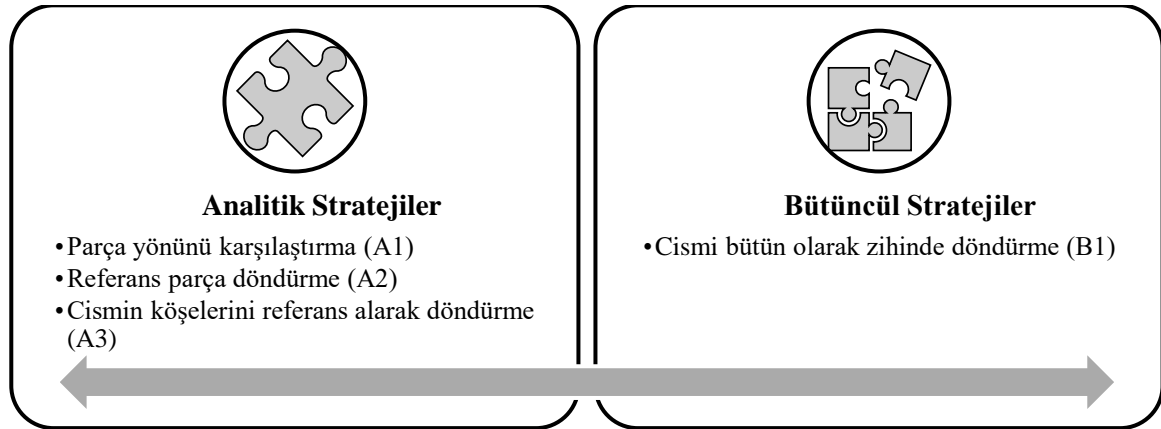
Analitik ve bütüncül strateji arası yapılan geçişler detaylı incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğu görülmektedir. ÜYO öğrencilerin basit görevde %29,73'ü, orta zorluktaki görevde %18,92'si, zor görevde %27,03'ü görev esnasında analitik ve bütüncül strateji arasında strateji değişikliği yapmıştır. ÜY öğrencilerin ise basit görevde %11,76'sı, orta zorluktaki görevde %5,88'i, zor görevde %23,53'ü görev esnasında strateji değişikliği yapmıştır. Ayrıca grafikler incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin nadiren de olsa analitik→bütüncül stratejisini kullandığı ancak ÜY öğrencilerin hiçbir görevde bu stratejiyi kullanmadığı görülmektedir (Şekil 4.27-29).

4.6.2. Zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan stratejiler

Öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde kullandığı stratejilerin belirlenebilmesi için PUGT'nin döndürme bölümünde yer alan üç farklı zorluk düzeyindeki görevler ele alınmıştır. Görev iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada öğrenciye bir cismin döndürülmeden önceki ve sonraki hali verilmektedir. Öğrencinin iki görseli inceleyerek cismin dönme kuralına karar vermesi gerekmektedir. İkinci aşamada ise belirlenen dönme kuralını görevde verilen cisme uygulaması beklenmektedir. Bu sebeple iki aşamada kullanılan stratejiler ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

Dönme kuralına karar verme aşaması

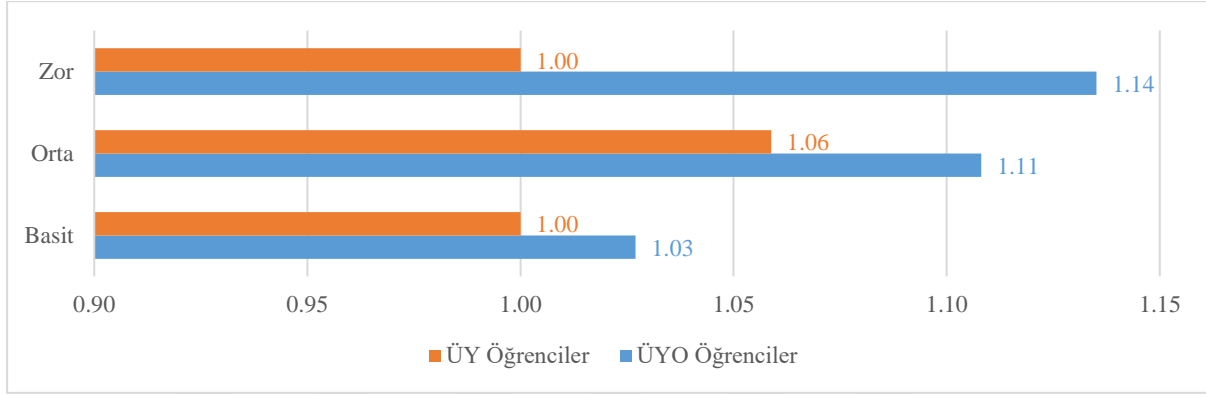
Öncelikli olarak zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken kullanılan bütüncül ve analitik strateji çeşitleri incelenmiştir.



Şekil 4.30. Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralı belirlemede kullanılan stratejiler.

Dönme kuralını belirlerken kullanılan analitik stratejiler “parça yönün karşılaştırma”, “referans parça döndürme” ve “cismin köşelerini referans alarak döndürme” olmak üzere üç başlık altında sınıflandırılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca “cismi bütün olarak zihinde döndürme” stratejisinin kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.30). Öğrencilerin farklı

zorluk düzeyine sahip zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken kullandığı stratejiler ayrı ayrı incelenmiştir. Öğrenciler bir görevde birden fazla strateji kullanabildiği için her bir görevde kullanılan strateji sayısı farklılık gösterebilmektedir. Öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken kullandığı ortalama strateji sayıları Şekil 4.31’te verilmiştir.



Şekil 4.31. Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralı belirlemede kullanılan ortalama strateji sayılarının dağılımı.

Şekil 4.31 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin görev zorluğuna göre kullandığı ortalama strateji sayısının artış gösterdiği görülmektedir ($\bar{X}_b=1,03$; $\bar{X}_o=1,11$; $\bar{X}_z=1,14$). ÜY öğrencilerde ise kullanılan strateji sayısında anlamlı bir değişim görülmemektedir. Orta zorluktaki görevde strateji kullanım sayısında bir artış gözlenmekle birlikte zor görevde kullanılan strateji sayısı tekrar düşüş yaşamıştır ($\bar{X}_b=1,00$; $\bar{X}_o=1,06$; $\bar{X}_z=1,00$). Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla strateji kullanma eğiliminde olmuştur. Öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullandığı stratejiler Tablo 4.81’de verilmiştir.

Tablo 4.81. Basit zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
A1	10	58,82	23	60,53	33	60,00
A2	0	0,00	2	5,26	2	3,64
A3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
B1	7	41,18	13	34,21	20	36,36

Tablo 4.81 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %60,53) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %34,21) ve referans parça döndürme (A2, %5,26) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin basit

zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji de parça yönünü karşılaştırma (A1, %58,82) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %41,18) stratejisi takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %60,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %36,36) ve referans parça döndürme (A2, %3,64) stratejileri takip etmektedir. Cismin köşelerini referans olarak döndürme A3 stratejisi ise hiç kullanılmamıştır. Öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullandığı stratejiler Tablo 4.82’de verilmiştir.

Tablo 4.82. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	9	50,00	21	51,22	30	50,85
A2	0	0,00	2	4,88	2	3,39
A3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
B1	9	50,00	18	43,90	27	45,76

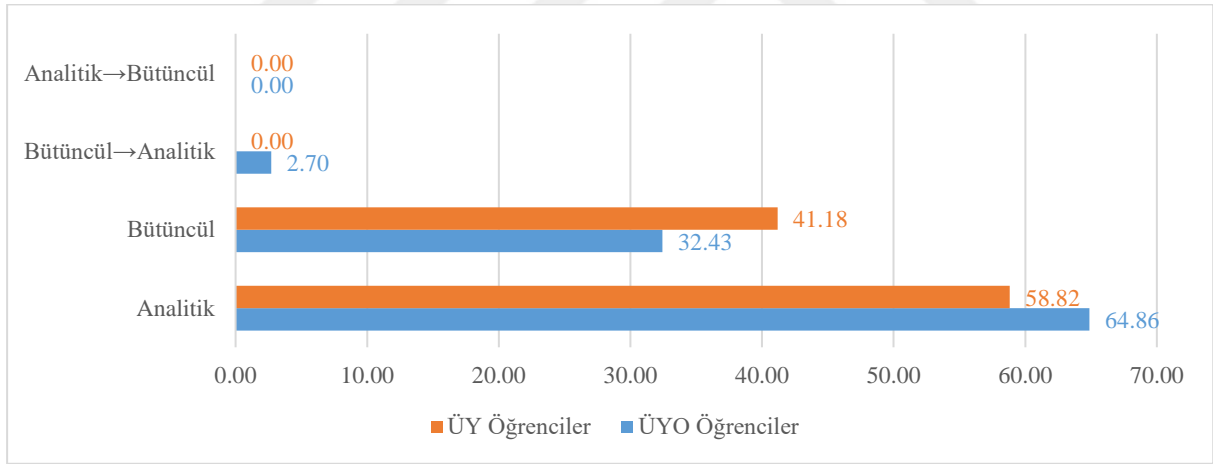
Tablo 4.82 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %51,22) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %43,90) ve referans parça döndürme (A2, %4,88) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji de parça yönünü karşılaştırma (A1, %50,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %50,00) stratejisi takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %50,85) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %45,76) ve referans parça döndürme (A2, %3,39) stratejileri takip etmektedir. Cismin köşelerini referans olarak döndürme A3 stratejisi ise hiç kullanılmamıştır. Öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullandığı stratejiler Tablo 4.83’te verilmiştir.

Tablo 4.83. Zor zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	8	47,06	25	59,52	33	55,93
A2	3	17,65	1	2,38	4	6,78
A3	0	0,00	1	2,38	1	1,69
B1	6	35,29	15	35,71	21	35,59

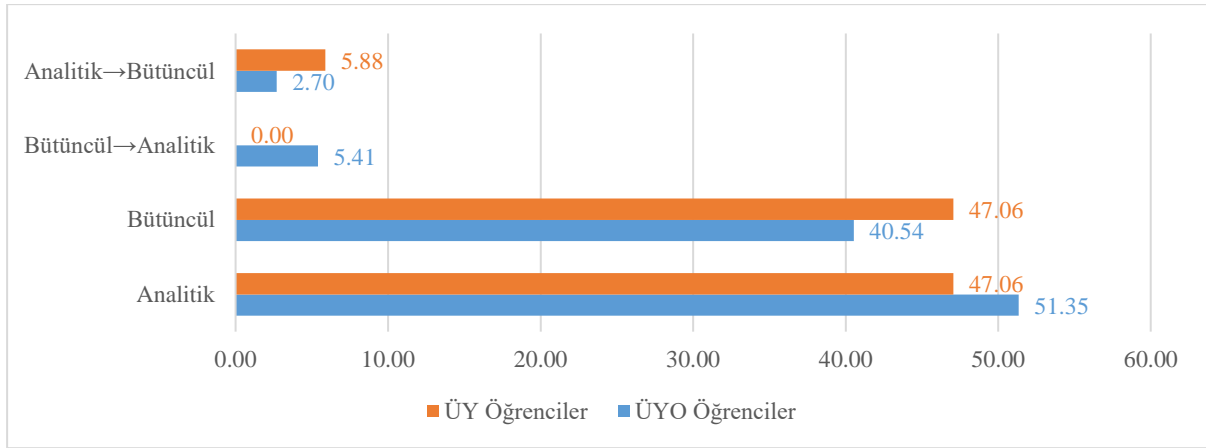
Tablo 4.83 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %59,52) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %35,71), referans parça döndürme (A2, %2,38) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %2,38) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji de parça yönünü karşılaştırma (A1, %47,06) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %35,29) ve referans parça döndürme (A2, %17,65) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji parça yönünü karşılaştırma (A1, %55,93) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %35,59), referans parça döndürme [A2] (%6,78) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %1,69) stratejileri takip etmektedir.

Son olarak, öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken kullandığı stratejiler arası geçişleri incelenmiştir. Basit zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.32’de verilmiştir.



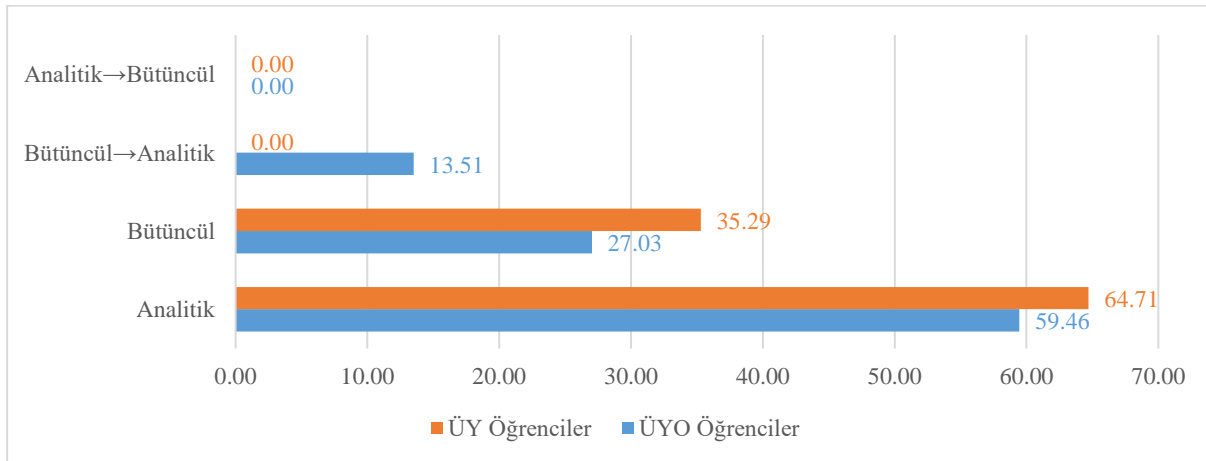
Şekil 4.32. Basit zihinsel döndürme görevinde dönme kuralı belirlerken kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Şekil 4.32 incelendiğinde, basit zorluk düzeyindeki görevde dönme kuralının belirlenmesinde ÜYO öğrencilerin %64,86’sı analitik strateji, %32,43’ü bütüncül strateji ve %2,70’i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %58,82’si analitik strateji ve %41,18’i bütüncül strateji kullanmıştır. ÜYO öğrencilerde analitik→bütüncül stratejisi hiç kullanılmazken ÜY öğrencilerde hem bütüncül→analitik hem de analitik→bütüncül stratejisi hiç kullanılmamıştır. Orta zorluğa sahip zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.33’te verilmiştir.



Şekil 4.33. Orta zorluğa sahip zihinsel döndürme görevinde dönme kuralı belirlerken kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Şekil 4.33 incelendiğinde, orta zorluk düzeyindeki görevde dönme kuralının belirlenmesinde ÜYO öğrencilerin %51,35'i analitik strateji, %40,54'ü bütüncül strateji, %5,41'i bütüncül→analitik strateji ve %2,70'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %47,06'sı analitik strateji, %47,06'sı bütüncül strateji ve %5,88'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerde bütüncül→analitik stratejisi hiç kullanılmamıştır. Zor zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.34'te verilmiştir.



Şekil 4.34. Zor zihinsel döndürme görevinde dönme kuralı belirlerken kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

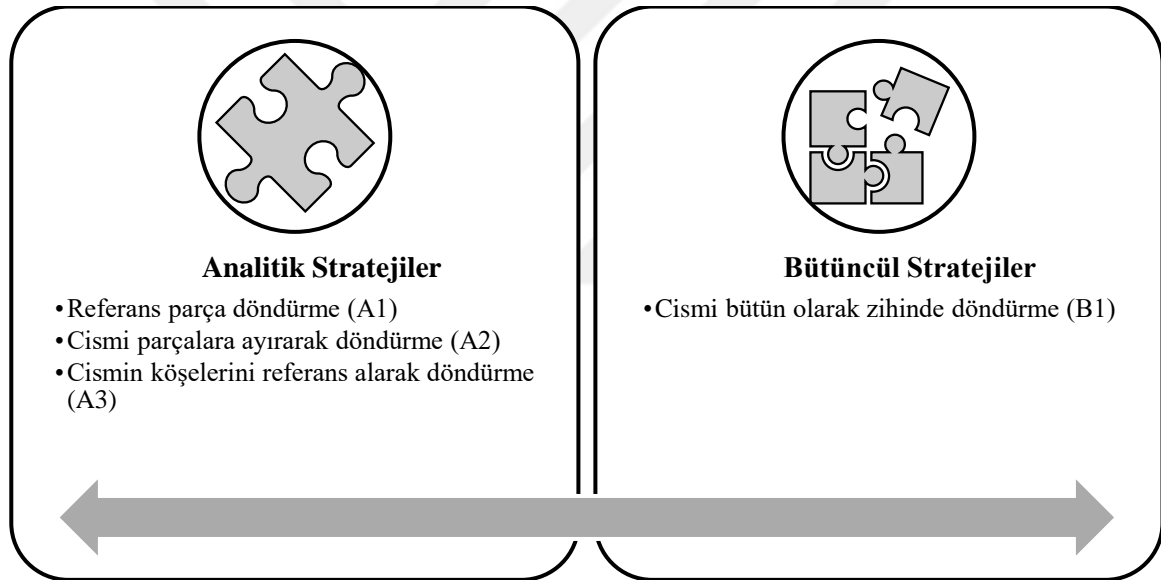
Şekil 4.34 incelendiğinde, zor düzeydeki görevin dönme kuralının belirlenmesinde ÜYO öğrencilerin %59,46'sı analitik strateji, %27,03'ü bütüncül strateji ve %13,51'i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %64,71'i analitik strateji ve %35,29'u bütüncül strateji kullanmıştır. ÜYO öğrencilerde analitik→bütüncül stratejisi hiç

kullanılmazken ÜY öğrencilerde hem bütüncül→analitik hem de analitik→bütüncül stratejisi hiç kullanılmamıştır.

Analitik ve bütüncül strateji arası yapılan geçişler detaylı incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğu görülmektedir (Şekil 4.32-34). ÜYO öğrencilerin basit görevde %2,70'i, orta zorluktaki görevde %8,11'i, zor görevde %13,51'i görev esnasında analitik ve bütüncül strateji arasında strateji değişikliği yapmıştır. ÜY öğrencilerin ise %5,88'i orta zorluktaki görevde görev esnasında strateji değişikliği yapmıştır. Basit ve zor görevlerde ise strateji değişikliği hiç yapılmamıştır.

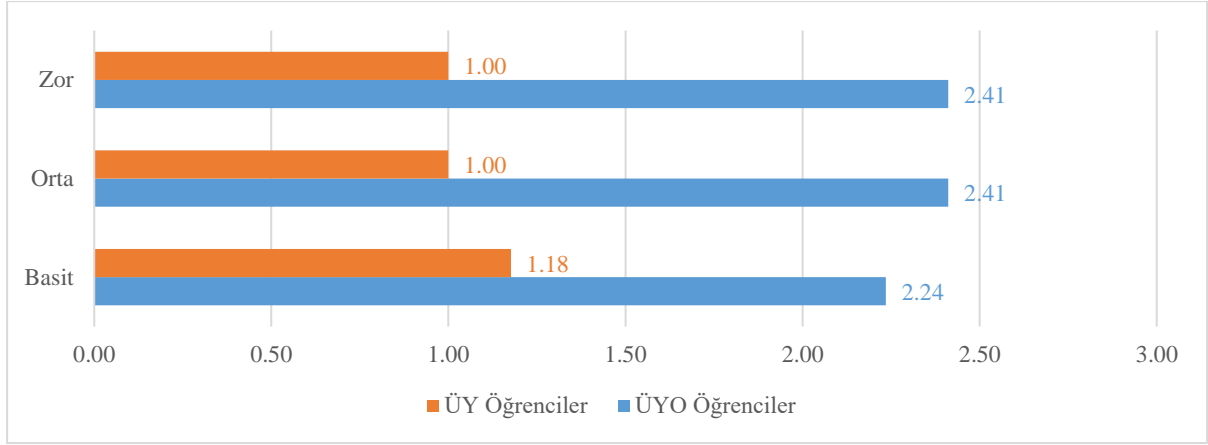
Verilen cismi döndürme aşaması

Bu bölümde öncelikli olarak zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullanılan bütüncül ve analitik strateji çeşitleri incelenmiştir.



Şekil 4.35. Zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullanılan stratejiler.

Zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullanılan analitik stratejiler “referans parça döndürme”, “cismi parçalara ayırarak döndürme” ve “cismin köşelerini referans alarak döndürme” olmak üzere dört başlık altında sınıflandırılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca “cismi bütün olarak zihinde döndürme” stratejisinin kullanıldığı tespit edilmiştir (Şekil 4.35). Öğrencilerin farklı zorluk düzeyine sahip zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullandığı stratejiler ayrı ayrı incelenmiştir. Öğrenciler bir görevde birden fazla strateji kullanabildiği için her bir görevde kullanılan strateji sayısı farklılık gösterebilmektedir. Öğrencilerin verilen cismi döndürürken kullandığı ortalama strateji sayıları Şekil 4.36’da verilmiştir.



Şekil 4.36. Zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullanılan ortalama strateji sayılarının dağılımı.

Şekil 4.36 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki görevde basit zorluktaki göreve göre daha fazla strateji kullandığı görülmektedir. Ancak zor görev ile orta zorluktaki görev arasında böyle bir artış görülmemektedir ($\bar{X}_b=2,24$; $\bar{X}_o=2,41$; $\bar{X}_z=2,41$). ÜY öğrencilerde ise orta zorluktaki ve zor görevde basit göreve göre daha az strateji kullandığı görülmektedir. Ancak zor görev ile orta zorluktaki görev arasında böyle bir değişim görülmemektedir ($\bar{X}_b=1,18$; $\bar{X}_o=1,00$; $\bar{X}_z=1,00$). Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla strateji kullanma eğiliminde olmuştur. Öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullandığı stratejiler Tablo 4.84’te verilmiştir.

Tablo 4.84. Basit zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
A1	5	25,00	9	23,68	14	24,14
A2	1	5,00	1	2,63	2	3,45
A3	0	0,00	0	0,00	0	0,00
B1	14	70,00	28	73,68	42	72,41

Tablo 4.84 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %73,68) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %23,68) ve cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %2,63) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin basit zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji de cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %70,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %25,00) ve cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %5,00) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %72,41) stratejisi olmuştur. Bu

stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %24,14) ve cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %3,45) stratejileri takip etmektedir. Cismin köşelerini referans alarak döndürme A3 stratejisi ise hiç kullanılmamıştır. Öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullandığı stratejiler Tablo 4.85’te verilmiştir.

Tablo 4.85. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	5	29,41	18	43,90	23	39,66
A2	4	23,53	4	9,76	8	13,79
A3	0	0,00	1	2,44	1	1,72
B1	8	47,06	18	43,90	26	44,83

Tablo 4.85 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %43,90) ve referans parça döndürme (A1, %43,90) stratejileri olmuştur. Bu stratejileri sırasıyla cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %9,76) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %2,44) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde dönme kuralını belirlerken en fazla kullandığı strateji de cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %47,06) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %29,41) ve cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %23,53) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerde cismin köşelerini referans alarak döndürme A3 stratejisi hiç kullanılmamıştır. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %44,83) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %39,66), cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %13,79) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %1,72) stratejileri takip etmektedir. Öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullandığı stratejiler Tablo 4.86’da verilmiştir.

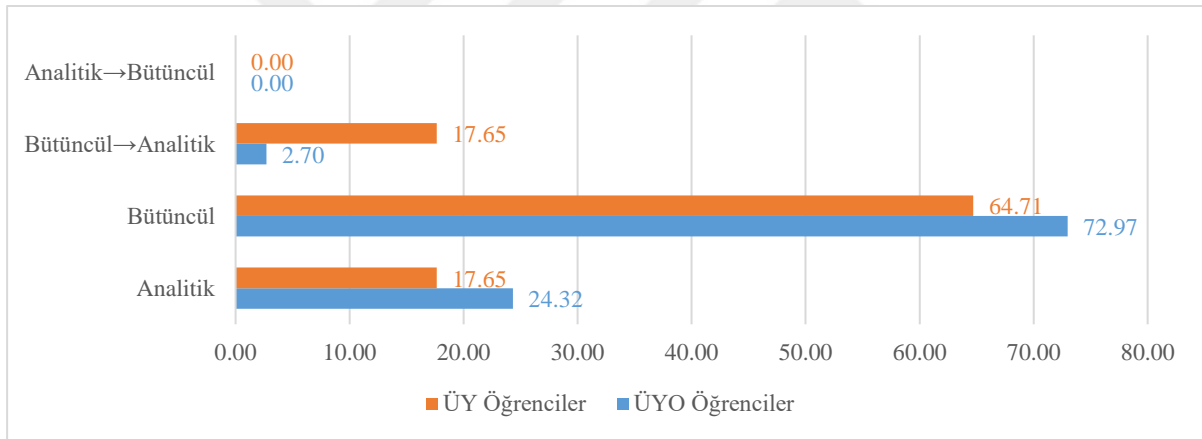
Tablo 4.86. Zor zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	6	35,29	15	36,59	21	36,21
A2	2	11,76	5	12,20	7	12,07
A3	0	0,00	3	7,32	3	5,17
B1	9	52,94	18	43,90	27	46,55

Tablo 4.86 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %43,90) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %36,59), cismi

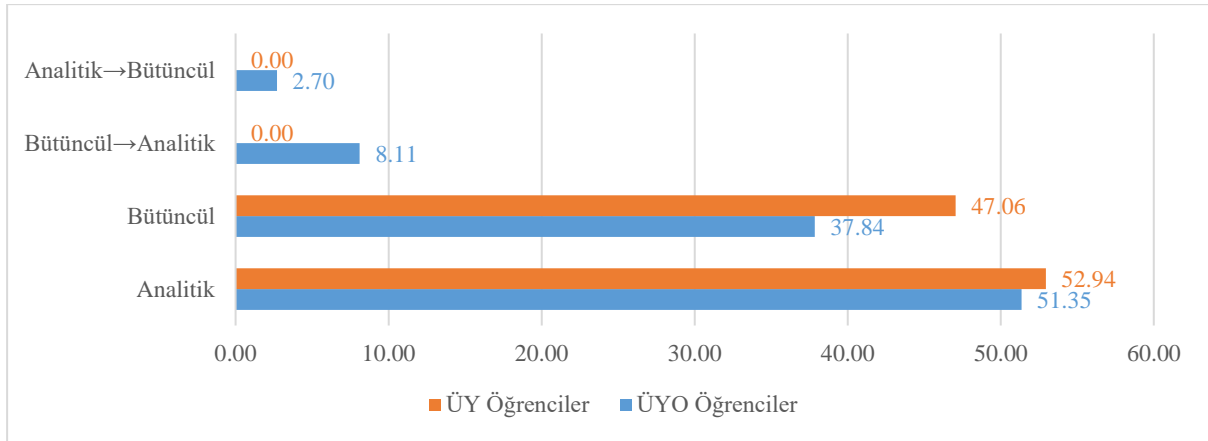
parçalara ayırarak döndürme (A2, %12,20) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %7,32) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin zor zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken en fazla kullandığı strateji de cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %52,94) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %35,29) ve cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %11,76) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerde cismin köşelerini referans alarak döndürme A3 stratejisi hiç kullanılmamıştır. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismi bütün olarak zihinde döndürme (B1, %46,55) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parça döndürme (A1, %36,21), cismi parçalara ayırarak döndürme (A2, %12,07) ve cismin köşelerini referans alarak döndürme (A3, %5,17) stratejileri takip etmektedir.

Son olarak, öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken kullandığı stratejiler arası geçişleri incelenmiştir. Basit zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.37’de verilmiştir.



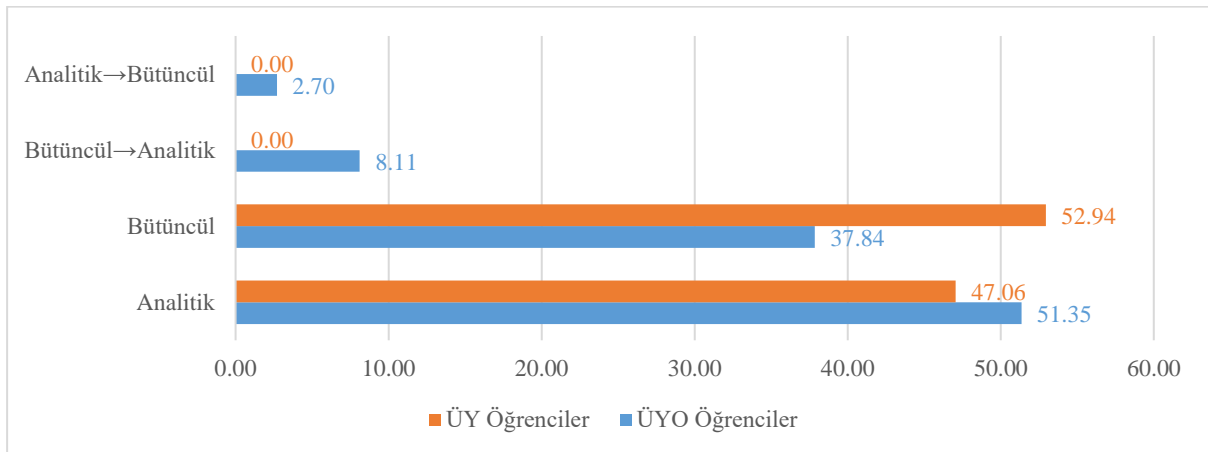
Şekil 4.37. Basit zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Şekil 4.37 incelendiğinde, basit zorluk düzeyindeki görevde verilen cismin döndürülmesinde ÜYO öğrencilerin %72,97’si bütüncül strateji, %24,32’si analitik strateji ve %2,70’i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %64,71’i bütüncül strateji, %17,65’i analitik strateji ve %17,65’i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. Her iki grupta da analitik→bütüncül stratejisi hiç kullanılmamıştır. Orta zorluğa sahip zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.38’de verilmiştir.



Şekil 4.38. Orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan strateji değişikliği yüzdesi.

Şekil 4.38 incelendiğinde, orta zorluk düzeyindeki görevde verilen cismin döndürülmesinde ÜYO öğrencilerin %51,35'i analitik strateji, %37,84'ü bütüncül strateji, %8,11'i bütüncül→analitik strateji ve %2,70'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %52,94'ü bütüncül strateji ve %47,06'sı analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerde bütüncül→analitik ve analitik→bütüncül stratejileri hiç kullanılmamıştır. Zor zihinsel döndürme görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.39'de verilmiştir.



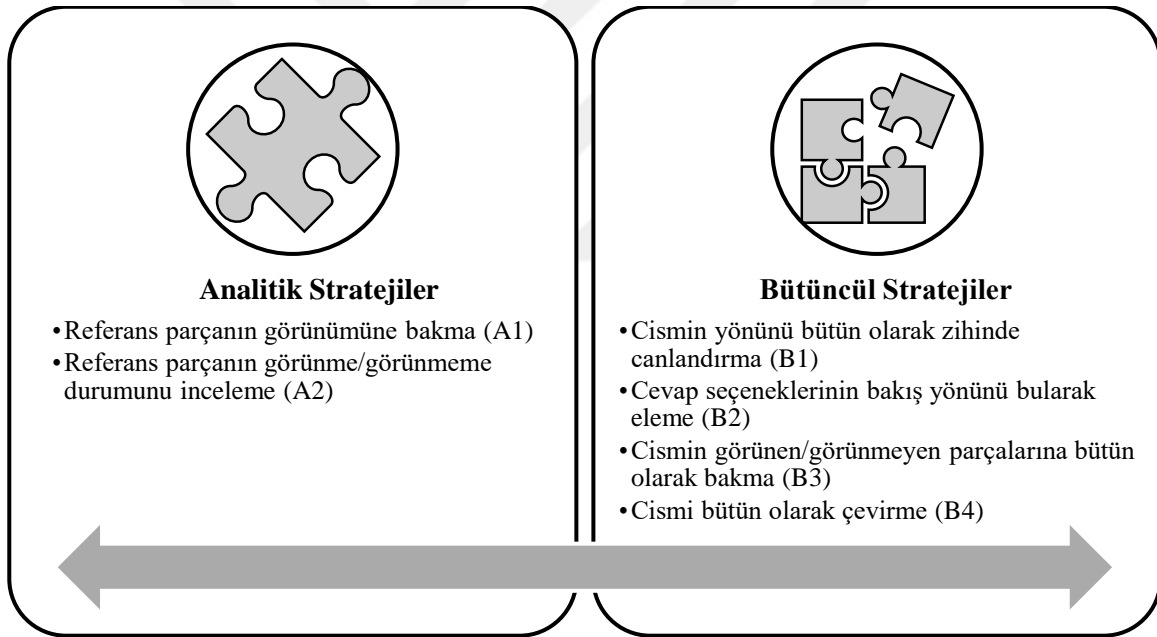
Şekil 4.39. Zor zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken kullanılan strateji değişikliği yüzdesi.

Şekil 4.39 incelendiğinde, zor görevde verilen cismin döndürülmesinde ÜYO öğrencilerin %51,35'i analitik strateji, %37,84'ü bütüncül strateji, %8,11'i bütüncül→analitik strateji ve %2,70'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %52,94'ü bütüncül strateji ve %47,06'sı analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerde bütüncül→analitik ve analitik→bütüncül stratejileri hiç kullanılmamıştır.

Analitik ve bütüncül strateji arası yapılan geçişler detaylı incelendiğinde, basit zihinsel döndürme görevinde ÜY öğrencilerin stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğu görülürken orta zorluktaki ve zor görevlerde ÜYO öğrencilerin stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğu görülmektedir (Şekil 4.37-39). ÜYO öğrencilerin basit görevde %2,70'i, orta zorluktaki görevde %10,81'i, zor görevde %10,81'i görev esnasında analitik ve bütüncül strateji arasında strateji değişikliği yapmıştır. ÜY öğrencilerin ise basit görevde %17,65'i görev esnasında strateji değişikliği yapmıştır. Bu grup orta zorluktaki ve zor görevlerde ise strateji değişikliği yapmamıştır.

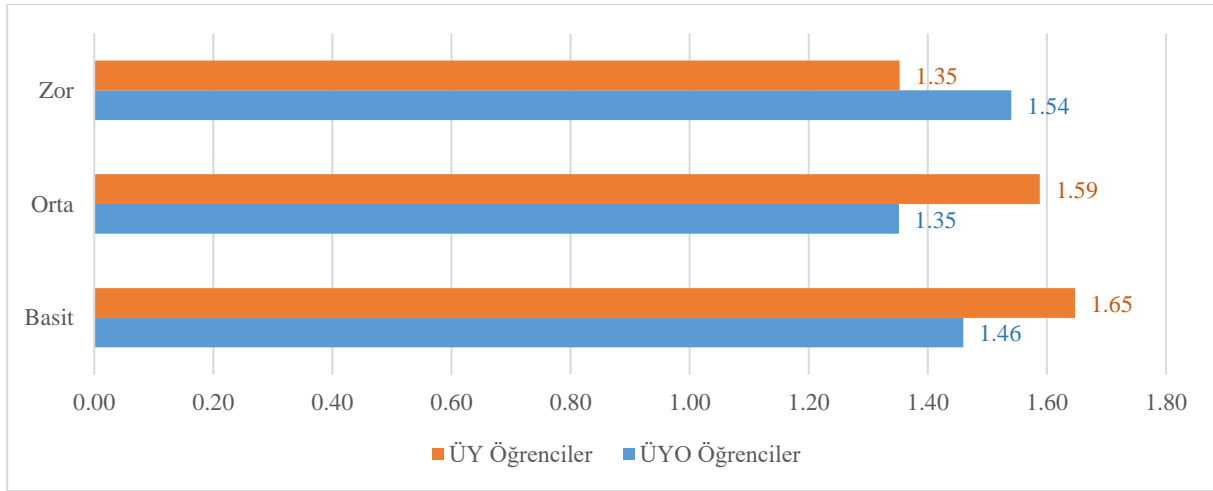
4.6.3. Uzamsal algı görevlerinde kullanılan stratejiler

Öğrencilerin uzamsal algı görevlerinde kullandığı stratejilerin belirlenebilmesi için PUGT'nin görünüm bölümlerinde yer alan üç farklı zorluk düzeyindeki görevler ele alınmıştır. Öncelikle görevlerde kullanılan bütüncül ve analitik strateji çeşitleri incelenmiştir.



Şekil 4.40. Uzamsal algı görevlerinde kullanılan stratejiler.

Uzamsal algı görevlerinde kullanılan analitik stratejiler temel olarak iki başlık altında sınıflandırılırken bütüncül stratejiler dört başlık altında sınıflandırılmıştır (Şekil 4.40). Öğrencilerin farklı zorluk düzeyine sahip uzamsal algı görevlerinde kullandığı stratejiler ayrı ayrı incelenmiştir. Öğrenciler bir görevde birden fazla strateji kullanabildiği için her bir görevde kullanılan strateji sayısı farklılık gösterebilmektedir. Öğrencilerin uzamsal algı görevlerinde kullandığı ortalama strateji sayıları Şekil 4.41'de verilmiştir.



Şekil 4.41. Uzamsal algı görevlerinde kullanılan ortalama strateji sayılarının dağılımı.

Şekil 4.41 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin en az stratejiyi orta zorluktaki görevde kullandığı görülmektedir. Bu grupta en fazla strateji kullanımı ise zor uzamsal algı görevinde gerçekleşmiştir ($\bar{X}_b=1,46$; $\bar{X}_o=1,35$; $\bar{X}_z=1,54$). ÜY öğrencilerde ise görevin zorluk düzeyi arttıkça ortalama kullanılan strateji sayısında azalma yaşanmıştır ($\bar{X}_b=1,65$; $\bar{X}_o=1,59$; $\bar{X}_z=1,35$). Basit ve orta zorluk düzeyinde ÜY öğrenciler daha fazla strateji kullanırken zor görevde ÜYO öğrenciler daha fazla strateji kullanmıştır. Öğrencilerin basit uzamsal algı görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.87’de verilmiştir.

Tablo 4.87. Basit uzamsal algı görevinde kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	n	%	n	%	n	%
A1	5	17,86	14	25,93	19	23,17
A2	1	3,57	9	16,67	10	12,20
B1	11	39,29	16	29,63	27	32,93
B2	4	14,29	5	9,26	9	10,98
B3	4	14,29	9	16,67	13	15,85
B4	3	10,71	1	1,85	4	4,88

Tablo 4.87 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin basit uzamsal algı görevinde en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %29,63) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %25,93), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %16,67), cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %16,67), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %9,26) ve cismi bütün olarak çevirme (B4, %1,85) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin basit uzamsal algı görevinde en fazla kullandığı strateji de cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %39,29) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans

parçanın görünümüne bakma (A1, %17,86), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %14,29), cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %14,29), cismi bütün olarak çevirme (B4, %10,71) ve referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %3,57) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %32,93) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %23,17), cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %15,85), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %12,20), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %10,98) ve cismi bütün olarak çevirme (B4, %4,88) stratejileri takip etmektedir. Öğrencilerin orta zorluktaki uzamsal algı görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.88’de verilmiştir.

Tablo 4.88. Orta zorluktaki uzamsal algı görevinde kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	4	14,81	10	20,00	14	18,18
A2	3	11,11	7	14,00	10	12,99
B1	14	51,85	16	32,00	30	38,96
B2	2	7,41	5	10,00	7	9,09
B3	3	11,11	11	22,00	14	18,18
B4	1	3,70	1	2,00	2	2,60

Tablo 4.88 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin orta düzey zorluğa sahip uzamsal algı görevinde en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %32,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %22,00), referans parçanın görünümüne bakma (A1, %20,00), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %14,00), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %10,00) ve cismi bütün olarak çevirme (B4, %2,00) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin orta düzey zorluğa sahip uzamsal algı görevinde en fazla kullandığı strateji ise cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %51,85) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %14,81), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %11,11), cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %11,11), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %7,41) ve cismi bütün olarak çevirme (B4, %3,70) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %38,96) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %18,18), cismin görünen/görünmeyen

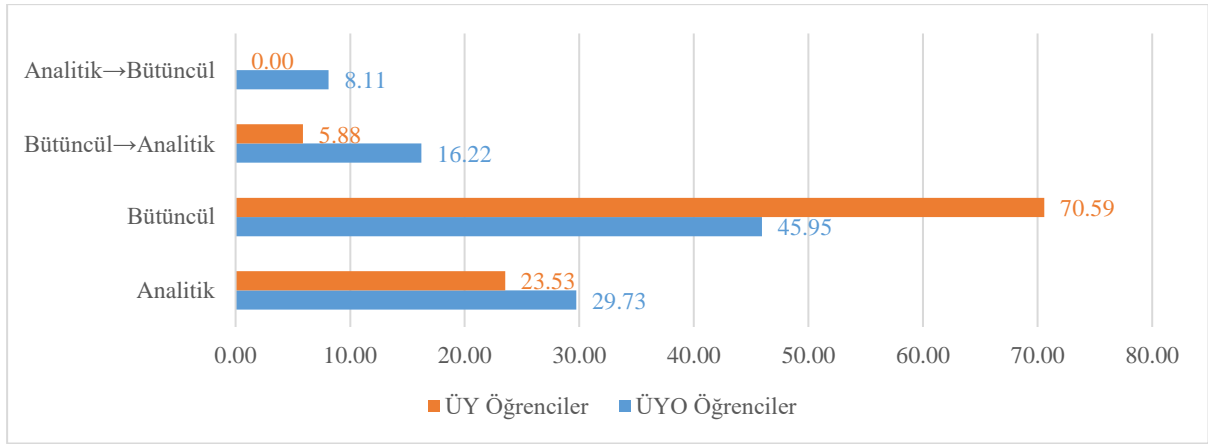
parçalarına bütün olarak bakma (B3, %18,18), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %12,99), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %9,09) ve cismi bütün olarak çevirme (B4, %2,60) stratejileri takip etmektedir. Öğrencilerin zor uzamsal algı görevinde kullandığı stratejiler Tablo 4.89’da verilmiştir.

Tablo 4.89. Zor uzamsal algı görevinde kullanılan stratejiler.

Strateji	ÜY Öğrenciler		ÜYO Öğrenciler		Toplam	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
A1	7	30,43	13	22,81	20	25,00
A2	4	17,39	11	19,30	15	18,75
B1	10	43,48	22	38,60	32	40,00
B2	1	4,35	7	12,28	8	10,00
B3	1	4,35	4	7,02	5	6,25
B4	0	0,00	0	0,00	0	0,00

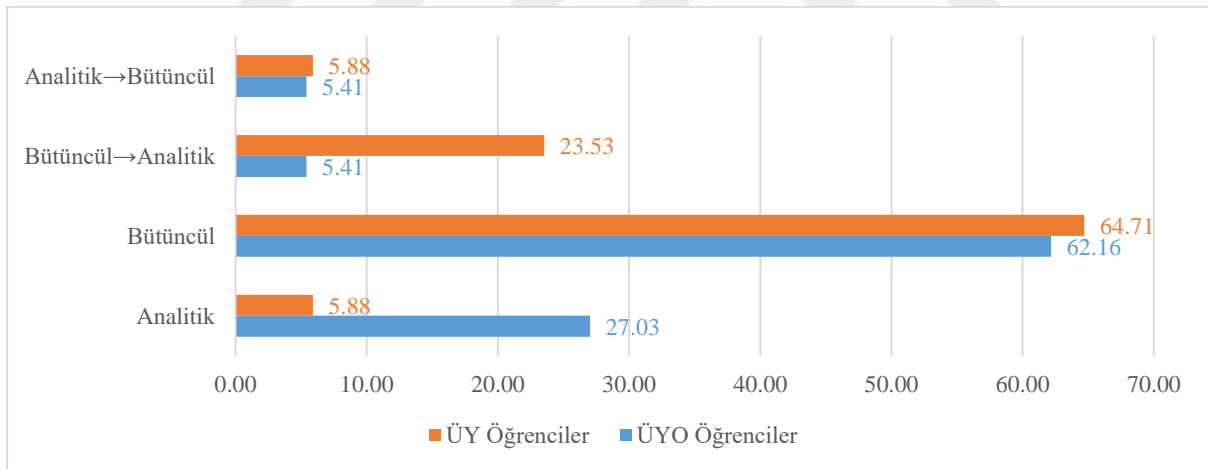
Tablo 4.89 incelendiğinde, ÜYO öğrencilerin zor uzamsal görselleştirme görevinde en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %38,60) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %22,81), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %19,30), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %12,28) ve cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %7,02) stratejileri takip etmektedir. ÜY öğrencilerin zor uzamsal algı görevinde en fazla kullandığı strateji ise cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %43,48) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %30,43), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %17,39), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %4,35) ve cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %4,35) stratejileri takip etmektedir. İki grup birlikte değerlendirildiğinde ise öğrencilerin en fazla kullandığı strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma (B1, %40,00) stratejisi olmuştur. Bu stratejiyi sırasıyla referans parçanın görünümüne bakma (A1, %25,00), referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme (A2, %18,75), cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme (B2, %10,00) ve cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma (B3, %6,25) stratejileri takip etmektedir. Bu görevde iki grup da cismi bütün olarak çevirme B4 stratejisini kullanmamıştır.

Son olarak, öğrencilerin uzamsal algı görevlerinde kullandığı stratejiler arası geçişleri incelenmiştir. Basit uzamsal algı görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.42’de verilmiştir.



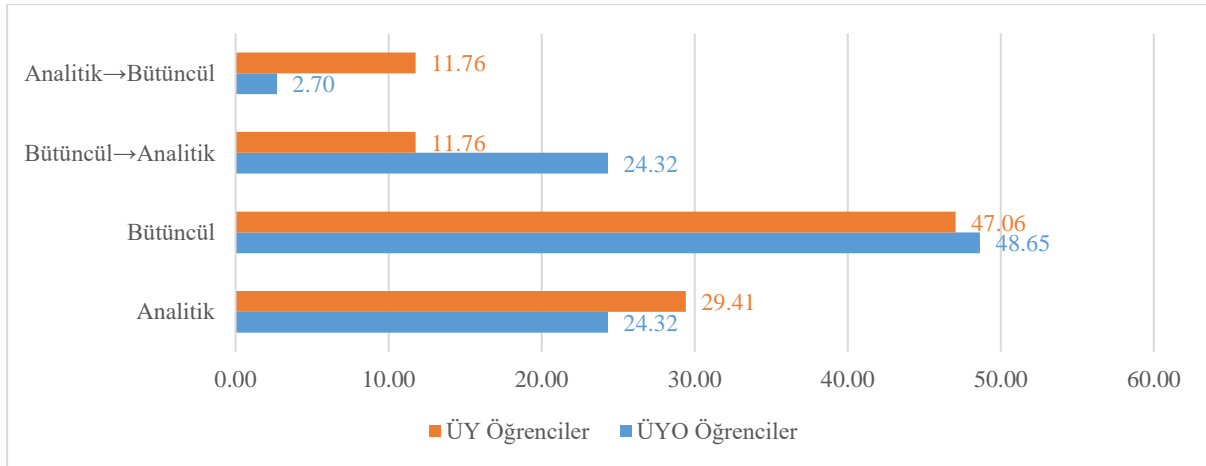
Şekil 4.42. Basit uzamsal algı görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Şekil 4.42 incelendiğinde, basit zorluk düzeyindeki görevin çözümünde ÜYO öğrencilerin %45,95'i bütüncül strateji, %29,73'ü analitik strateji, %16,22'si bütüncül→analitik strateji, %8,11'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %70,59'u bütüncül strateji, %23,53'ü analitik strateji, %5,88'i bütüncül→analitik strateji kullanmıştır. ÜY öğrenciler analitik→bütüncül stratejisi kullanmamıştır. Orta zorluğa sahip uzamsal algı görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.43'te verilmiştir.



Şekil 4.43. Orta zorluğa sahip uzamsal algı görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Orta zorluk düzeyindeki görevde ÜYO öğrencilerin %62,16'sı bütüncül strateji, %27,03'ü analitik strateji, %5,41'i bütüncül→analitik strateji, %5,41'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %64,71'i bütüncül strateji, %23,53'ü bütüncül→analitik strateji, %5,88'i analitik strateji, %5,88'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. Zor uzamsal algı görevinde yapılan strateji değişikliklerine ait grafik Şekil 4.44'te verilmiştir.



Şekil 4.44. Zor uzamsal algı görevinde kullanılan strateji değişiklik yüzdesi.

Zor düzeydeki görevde ÜYO öğrencilerin %48,65'i bütüncül strateji, %24,32'si analitik strateji, %24,32'si bütüncül→analitik strateji, %2,70'i analitik→bütüncül strateji kullanmıştır. ÜY öğrencilerin ise %47,06'sı bütüncül strateji, %29,41'i analitik strateji, %11,76'sı bütüncül→analitik strateji, %11,76'sı analitik→bütüncül strateji kullanmıştır.

Analitik ve bütüncül strateji arası yapılan geçişler detaylı incelendiğinde, basit ve zor uzamsal algı görevlerinde ÜYO öğrenciler stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli iken orta zorluktaki uzamsal algı görevinde ÜY öğrencilerin stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğu görülmektedir. ÜYO öğrencilerin basit görevde %24,32'si, orta zorluktaki görevde %10,81'i, zor görevde %27,03'ü görev esnasında analitik ve bütüncül strateji arasında strateji değişikliği yapmıştır. ÜY öğrencilerin ise basit görevde %5,88'i, orta zorluktaki görevde %29,41'i, zor görevde %23,53'ü görev esnasında strateji değişikliği yapmıştır (Şekil 4.42-44).

Yapılan görüşmelerde ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre zor uzamsal algı görevindeki bakış noktasını anlamakta zorluk yaşadıkları tespit edilmiştir. Zor uzamsal algı görevinde bakış noktasının bulunduğu nokta cam fanusun arka yüzeyindedir. Ancak bazı öğrenciler cam fanusun ön yüzeyinde olduğunu düşünmüştür. Bu durumda ÜYO öğrenciler hızlıca cisim ile aynı görünen cevap seçeneğini işaretlemiş dolayısıyla görevi yanlış tamamlamıştır. Örnek öğrenci ifadeleri şu şekildedir: “AL28: Zaten üstten baktığımız için altları direk eledim”, “AL35: Asıl görmemiz gereken kısım benim aslında baktığım yönden görmem gereken kısım”, “AL36: Direkt baktığımda çok benzeri olacağını düşündüm burada hepsi aşağıdan görünüm”, “AL1: Zaten birebir bakış açımıla direk göz hizamda olduğu için”, “AL3: cisme en benzeyen şey Adana geldi o yüzden Adanayı işaretledim”, “AL5: Cisim tam

karşımızda diye şey yaptım ben onu baz alarak yaptım". ÜY öğrenciler ise ön yüzeyden bakıldığında cevap seçeneklerinde doğru cevaba ulaşamadığını fark ederek referans noktasının başka nasıl olabileceğini düşünmüş ve görevi tamamlamıştır. Örnek öğrenci ifadeleri şu şekildedir: "BİLSEM16: *Noktadan bakınca direkt biz bu şeklin aynısını göreceğimiz için şıklara baktım şıklarda bunun aynısı olmadığı için demek ki arkadan bakıyor dedim*", "BİLSEM17: *Üçgenin bana doğru bakması gerekiyordu. Öyle bir şık yoktu. O yüzden yönünü değiştirdim.*", "BİLSEM3: *Bunu ilk başta yüksekte düşündüm ama o zaman cevap çıkmıyordu arkadan düşündüm*", "BİLSEM4: *İlk başta bunu bize yakın olan köşeden sandım Ondan sonra bayağı ona baktım Ondan sonra onu bulamadım Sonra arka köşe olabilir dedim ona baktım*", "BİLSEM5: *İlk olarak o noktanın üst taraftaki konumundan bakıldığını düşündüm aradım yani nasıl diyeyim o şekilde nasıl görüneceğini düşündüm şıklarda onu aradım ama bulamayınca fark ettim ki aşağısından bakmış*", "BİLSEM6: *baktığımız yönden bakmaya çalıştım şıklardaki hiçbirisi olmuyordu sonra diğer köşelere baktım şeklin altına daha çok. Ondan sonra buradaki uzun bakışlarımda arkadan bakacağımızı anladım*", "BİLSEM12: *Bunda başta aynı olacak sandım ama sonra anladım alttaki köşeymiş*". Dolayısıyla ÜYO öğrenciler görevdeki bakış noktasını anlayamadığı için görevi hızlıca tamamlamıştır.

BÖLÜM 5

5. TARTIŞMA, SONUÇ VE ÖNERİLER

Mevcut çalışmada 9. sınıfa devam eden ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama süreci öğrencilerin göz hareketleri ve sesli düşünme verileri doğrultusunda incelenmiştir. Uzamsal yetenek görevleri uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı bileşenlerinden seçilmiştir. Öğrencilerin görev zorluğuna göre görev tamamlama süreçleri değişebileceğinden dolayı her bir uzamsal yetenek bileşenine ait basit, orta ve zor olmak üzere üç düzey görev kullanılmıştır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda elde edilen sonuçlar alan yazında yapılmış olan çalışmalar ile karşılaştırılarak alt problemler kapsamında başlıklar altında tartışılmıştır. Son olarak elde edilen sonuçlar bağlamında öneriler sunulmuştur.

5.1. Tartışma ve Sonuç

5.1.1. Öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerine ilişkin tartışma ve sonuç

Araştırma kapsamında ÜY ve ÜYO öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin nasıl farklılaştığı incelenmiştir. Araştırma neticesinde uzamsal yeteneğin bileşenlerini oluşturan uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı alanlarının her üçünde de ÜY öğrencilerin ortalama puanının ÜYO öğrencilerden daha yüksek olduğu belirlenmiştir. ÜY öğrencilerin en başarılı olduğu alan zihinsel döndürme görevleriyken ÜYO öğrencilerin en başarılı olduğu alan uzamsal algı görevleri olmuştur. Öğrencilerin uzamsal yetenek puanlarını daha iyi karşılaştırabilmek için araştırma kapsamında puanlar dört düzeyde kategorileştirilmiştir. Birinci düzey en düşük seviye iken dördüncü düzey en yüksek seviyedir. Öğrencilerin toplam uzamsal yetenek puanları bu kategorilere göre sınıflandırıldığında ÜY öğrencilerin yarısından fazlası dördüncü düzeyde yer alırken ÜYO öğrencilerin yarısından fazlası ise ikinci düzeyde yer almıştır. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme puanları karşılaştırıldığında, ÜY öğrencilerin büyük çoğunluğu üçüncü ve dördüncü düzeyde yer alırken ÜYO öğrencilerin büyük çoğunluğu ikinci ve üçüncü düzeyde yer almıştır. Öğrencilerin zihinsel döndürme puanları karşılaştırıldığında, ÜY öğrencilerin yarısından fazlası üçüncü düzeyde yer alırken geri kalan öğrenciler dördüncü düzeyde yer almıştır. Birinci ve ikinci düzeyde hiç öğrenci bulunmamaktadır. ÜYO öğrencilerin ise büyük çoğunluğu ikinci ve üçüncü düzeyde yer almıştır. Öğrencilerin uzamsal algı puanları karşılaştırıldığında, ÜY öğrencilerin yarısından fazlası dördüncü düzeyde yer alırken ÜYO öğrencilerin büyük

çoğunluğu ikinci ve üçüncü düzeyde yer almıştır. Bu bulgular da ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere göre daha yüksek uzamsal yeteneğe sahip olduğunu göstermektedir.

ÜY öğrencilerin akranlarına kıyasla daha üstün uzamsal yeteneğe sahip olduğunu istatistiksel olarak da destekleyebilmek için ayrıca inceleme yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere göre uzamsal yeteneğin incelenen tüm alanlarında (uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme, uzamsal algı) daha başarılı olduğu istatistiksel olarak da kanıtlanmıştır. Elde edilen bu sonuç, üstün yetenekli/zekalı olan ve olmayan öğrencilerin uzamsal yeteneklerini karşılaştıran çalışmalarla da desteklenmektedir. Marland (1972) üstün zekâlılığın özellikleri konusunda yayımladığı ilk resmi dokümanda üstün zekâlı öğrencilerin uzamsal becerileri kullanma konusunda akranlarına kıyasla çok daha başarılı olduğunu ifade etmiştir. Silverman (1993) da üstün zekâlı bireylerin cisimleri zihinlerinde çevirebilme, bu cisimleri farklı konumlanmalarında tanıyabilme, görüntülerini zihinlerinde yeniden oluşturabilme gibi uzamsal düşünce kapsamındaki bilişsel beceriler bakımından akranlarından ileri olduklarını vurgulamıştır. Özyaprak (2012) ilkökul 2. ve 3. sınıf öğrencileriyle yapmış olduğu çalışmada üstün zekâlı öğrencilerin görsel-uzamsal yetenekleri bakımından, normal zekâlı akranlarına kıyasla, daha başarılı olduklarını gözlemlemiştir. Van Garderen (2006) yaptığı incelemelerde ÜY öğrencilerin ortalama başarıya ve öğrenme güçlüğüne sahip öğrencilerden daha üstün uzamsal görselleştirme yeteneğine sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bayazıt ve Harput (2021) da ÜY öğrencilerin uzamsal düşüncenin bileşenlerini oluşturan uzamsal görselleştirme, uzamsal ilişki ve uzamsal yönelim alanlarının her üçünde de akranlarına kıyasla daha başarılı olduğunu ortaya koymuştur. Lewis vd. (1986) ve Park (2012) da yürüttükleri çalışmalarda ÜY öğrencilerin uzamsal yetenek konusunda akranlarından daha iyi olduğunu ortaya koymuştur.

ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre daha düşük başarı göstermeleri ÜYO öğrencilerin iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüler arasında dönüşümlerini hızlı şekilde yapamamasından kaynaklanabilir. Wu (2004) ve Gegenfurtner ve diğerlerine göre (2011) uzamsal yetenek konusunda acemi öğrencilerin iki boyutlu ve üç boyutlu görüntüler arasında görüntü değiştirme becerileri zayıf olduğundan öğrencilerin kısa süreli belleklerine bilişsel olarak aşırı yük binebilir. Dolayısıyla bu öğrenciler daha düşük performans gösterebilir. ÜYO öğrencilerin uzamsal olarak daha acemi olduğu düşünüldüğünde, ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre düşük performans göstermesi sonucunu öğrencilerin görüntü dönüşüm becerisi ile açıklamak mümkündür.

Göz izleme çalışmasının yapıldığı dokuz görev incelenerek görev zorluğuna göre öğrencilerin görevi doğru yanıt oranları incelenmiştir. Araştırma sonucunda her iki öğrenci grubu da en fazla doğru yanıtı basit görevlerde verirken en az doğru yanıtı zor görevlerde vermiştir. Bu durum SankaRanaRayanan ve diğerlerinin (2021) “öğrencilerin karmaşık görevlere kıyasla basit görevleri çözerken daha iyi puan aldıkları” sonucu ile paralellik göstermektedir.

Son olarak, göz izleme çalışmasında kullanılan görevlerin tümünü ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilerden daha fazla doğru yanıtlamıştır. Bu durum öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerine ilişkin yapılan tartışma bulgularını desteklemektedir. Ayrıca bu sonuçla birlikte araştırma kapsamında seçilen basit, orta ve zor görevlerin uzamsal yetenek görevlerinin genelini temsil ettiğini söylemek mümkündür. Dolayısıyla bu görevlerden elde edilen göz izleme sonuçlarının uzamsal yetenek alanlarına genellenebilir olduğunu kanıtlamaktadır.

5.1.2. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki göz hareketlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal görselleştirme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal görselleştirme görevlerinin tümünde ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanı üzerindeki ilk sabitleme zamanı daha kısadır. Yani, her iki öğrenci grubunun da ilk sabitlendiği nokta SG ilgi alanıdır. Bir ilgi alanı üzerindeki ilk sabitleme süresinin kısa olması ilgi alanının dikkat çekici özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Byrne vd., 1999). Öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Uzamsal görselleştirme görevlerinde en fazla bilgi içeren yer SG ilgi alanıdır. Dolayısıyla öğrenciler amaca yönelik davranmış ve bu alanı inceleyerek bilgi elde etmek istemiştir. Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde en fazla odaklandığı noktanın da SG ilgi alanı olması bu sonucu destekler niteliktedir.

Uzamsal görselleştirme görevlerinin çözümünde ÜYO öğrenciler genel olarak ilk üç sn içerisinde yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜY öğrenciler ise zor görevde ilk üç sn içerisinde odaklanma gerçekleştirirken basit ve orta zorluktaki görevde uzun süre sonra yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu durum ÜYO öğrencilerin görev hakkında yeterli bilgi toplamadan hemen bir alana odaklanma ve o alanı detaylı inceleme ihtiyacı duyduğunu göstermektedir. ÜY öğrencilerin ise zor görevde hızlıca bir noktaya yoğun odaklanma ihtiyacı duyduğu ancak diğer görevlerde hızlı göz hareketleri ile görevi çözmeye çalışarak daha sonra yoğun odaklandığına işaret etmektedir. Dolayısıyla ÜY öğrencilerin ilk yoğun sabitleme

süresi üzerinde görev karmaşıklığının etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Öğrencilerin bir bölgeye sabitlenmesi, beynin gözlerden gelen girdileri işlemeye hazır olduğunu göstermektedir (Matos, 2010). Bilginin işlenebilmesi için gözden beyine yeterli miktarda bilginin ulaşması gerekmektedir. Öğrenciler hızlı şekilde bir noktaya odaklandığında işlemek için yeterli bilgiye sahip olamayabilir. Bu da öğrenciler için zaman kaybına veya kafa karışıklığına sebep olabilir. Öğrencilerin görev tamamlama süreleri bu duruma kanıt niteliği taşımaktadır. Dolayısıyla uzamsal görselleştirme görevlerinde öğrencilerin ilk yoğun odaklanma süreleri ile görev tamamlama süresi arasında ilişki olduğu görülmektedir.

Öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerindeki göz hareketleri değerlendirildiğinde ÜY öğrencilerin genel olarak belirli bir bölgeye odaklandığı ancak ÜYO öğrencilerin daha geniş alana odaklandığı belirlenmiştir. Buradan ÜY öğrencilerin görevdeki cismin belirli bir parçası üzerinden görevi tamamlamaya çalıştığı ancak ÜYO öğrencilerin cismin çok sayıda parçasını kontrol ederek görevi tamamlayabildiği anlaşılmaktadır. Bu durum Wang ve diğerlerinin (2014a) ve Lin ve Lin'in (2014b) bulguları ile örtüşmektedir. Wang ve diğerlerinin (2014a) çalışmasına göre acemi öğrenciler uzman öğrencilere göre daha kaotik ve düzensiz göz hareketleri sergilemektedir. Lin ve Lin (2014b) de başarısız problem çözücülerin başarılı olanlara göre tüm diyagramı daha kapsamlı bir şekilde incelediğini ortaya koymuştur.

Son olarak, zor uzamsal görselleştirme görevinde her iki öğrenci grubu da genel olarak uç noktalara, küçük üçgen parçalara ve iç bükey dörtgen parçaya odaklanmıştır. Bu durum öğrencilerin görevi tamamlayabilmek için ilgi çekici referans parçalar aradığını göstermektedir. Öğrenciler genel olarak büyük ve fark edilebilir nesnelere odaklanma eğilimi göstermektedir (Baran vd., 2007). Ayrıca öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Dolayısıyla öğrencilerin yoğun olarak baktığı bu noktaların cisim üzerinde en bilgilendirici buldukları parçalar olduğunu söylemek de mümkündür. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde de bazı öğrenciler görev çözümünde ilgi çekici parçalar belirlediklerini ve o parçalara göre çözüm ürettiklerini ifade etmiştir. Bu sonuç öğrencilerin kullandıkları çözüm stratejileri ile de paralellik göstermektedir. Her iki öğrenci grubunun da en fazla kullandığı stratejiler analitik stratejiler olmuştur. ÜY öğrenciler en fazla parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme stratejisini kullanırken ÜYO öğrenciler parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama stratejisini kullanmıştır. Öğrencilerin bu stratejileri kullanabilmek için ilgi çekici parçaları referans alması ve bu parçalar üzerinde işlem gerçekleştirmesi gerekmektedir.

Zihinsel döndürme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Zihinsel döndürme görevlerinin genelinde ÜY ve ÜYO öğrencilerin ÖG₀ ilgi alanı üzerindeki ilk sabitleme süresi daha kısadır. Yalnızca basit görevde ÜYO öğrencilerin ÖG_S ilgi alanı üzerindeki ilk sabitleme süresi daha kısadır. Öğrenciler görev çözümlerinde ilk olarak bu ilgi alanlarına odaklanmıştır. Bir ilgi alanı üzerindeki ilk sabitleme süresinin kısa olması ilgi alanının dikkat çekici özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Byrne vd., 1999). Öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralının belirlenebilmesi için en fazla bilgi içeren yer ÖG₀ ve ÖG_S ilgi alanlarıdır. ÖG₀ ilgi alanı cismin döndürülmeden önceki halini ÖG_S ilgi alanı ise cismin döndürüldükten sonraki halini temsil etmektedir. Duchowski'ye (2017) göre görseller tutarlı ve sıralı bir şekilde incelenerek parça parça inşa edilmektedir. ÖG₀ ilgi alanının başlangıcı ÖG_S ilgi alanının ise sonucu ifade etmesinin öğrencilerin bakışını yönlendirmiş olabileceği düşünülmektedir. Karaca'nın (2023) çalışmasında da benzer şekilde sayı doğrusu üzerindeki okların öğrencilerin bakışını yönlendirdiği tespit edilmiştir.

Zihinsel döndürme görevlerinin çözümünde ÜYO öğrenciler genel olarak ilk üç sn içerisinde yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. ÜY öğrenciler ise zor görevde ilk üç sn içerisinde odaklanma gerçekleştirirken basit ve orta zorluktaki görevde uzun süre sonra yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu durum ÜYO öğrencilerin görev hakkında yeterli bilgi toplamadan hemen bir alana odaklanma ve o alanı detaylı inceleme ihtiyacı duyduğunu göstermektedir. ÜY öğrencilerin ise zor görevde hızlıca bir noktaya yoğun odaklanma ihtiyacı duyduğu ancak diğer görevlerde hızlı göz hareketleri ile görevi çözmeye çalışarak daha sonra yoğun odaklanma gerçekleştirdiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla ÜY öğrencilerin ilk yoğun sabitleme süresi üzerinde görev karmaşıklığının etkisi olduğunu söylemek mümkündür. Öğrencilerin bir bölgeye sabitlemesi, beynin gözlerden gelen girdileri işlemeye hazır olduğunu göstermektedir (Matos, 2010). Bilginin işlenebilmesi için gözden beyine yeterli miktarda bilginin ulaşması gerekmektedir. Öğrenciler hızlı şekilde bir noktaya odaklandığında işlemek için yeterli bilgiye sahip olamayabilir. Bu da öğrenciler için zaman kaybına veya kafa karışıklığına sebep olabilir.

Genel olarak öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerindeki göz hareketleri değerlendirildiğinde, her iki öğrenci grubunun da ÖG₀ ve ÖG_S cisimlerinin küçük çıkıntı parçalarına odaklandığı görülmektedir. Bu durum öğrencilerin kullandığı stratejilerle de

paralellik göstermektedir. Öğrenciler zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken genel olarak parça yönünü karşılaştırma stratejisini kullanmıştır. Bunun sebebi öğrencilerin bu küçük parçaları ilgi çekici ve fark edilebilir bulması olabilir. Öğrenciler bu ilgi çekici parçaları karşılaştırarak dönme kuralını belirlemeye çalışmıştır. Bu bulguya benzer şekilde Baran ve diğerleri de (2007) çalışmasında öğrencilerin genel olarak büyük ve fark edilebilir nesnelere odaklanma eğiliminde olduğunu bulmuştur. Bunun yanı sıra öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Dolayısıyla öğrencilerin yoğun olarak baktığı bu noktaların cisim üzerinde en bilgilendirici buldukları parçalar olduğunu söylemek de mümkündür. Görevlerin tamamlanmasında öğrenciler genel olarak soru görseli ile ÖGö ve ÖGs cisimlerine odaklanmıştır. Öğrenciler cevap seçeneklerine nispeten daha az odaklanmıştır. Buradan öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde genel olarak kuralın belirlenmesi ve kuralın soru görseline uygulanması ile uğraştığı anlaşılmaktadır. Öğrenciler cevap seçenekleri ile yoğun şekilde ilgilenmemiştir.

Zihinsel döndürme görevleri birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin genel olarak cisimlerin uç ve çıkıntı parçalarına odaklandığı görülmektedir. Bunun yanı sıra basit görevde öğrenciler soru görseli üzerindeki büyük kare prizma parçayı önemli ölçüde incelemiştir. İlgi çekici ve kolay fark edilebilir parçalar olması sebebiyle öğrencilerin bu parçalara odaklandığı düşünülmektedir. Öğrenciler genel olarak büyük ve fark edilebilir nesnelere odaklanma eğilimi göstermektedir (Baran vd., 2007). Ayrıca öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Dolayısıyla öğrencilerin yoğun olarak baktığı bu noktaların cisim üzerinde en bilgilendirici buldukları parçalar olduğunu söylemek de mümkündür.

Uzamsal algı görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal algı görevlerinin tümünde ÜY ve ÜYO öğrencilerin SG ilgi alanı üzerindeki ilk sabitlenme süresi daha kısadır. Öğrenciler görev çözümlerinde ilk olarak bu ilgi alanına odaklanmıştır. Bir ilgi alanı üzerindeki ilk sabitlenme süresinin kısa olması ilgi alanının dikkat çekici özelliklere sahip olduğunu göstermektedir (Byrne vd., 1999). Öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Uzamsal algı görevlerinde en fazla bilgi içeren yer SG ilgi alanlarıdır. Dolayısıyla öğrenciler amaca yönelik davranmış ve bu alanı öncelikle inceleyerek bilgi elde etmek istemiştir.

Öğrencilerin uzamsal algı görevlerinde en fazla odaklandığı noktanın da SG ilgi alanı olması bu sonucu destekler niteliktedir.

Uzamsal algı görevlerinin çözümünde ÜY öğrenciler bütün görevlerde ilk bakıştan uzun süre sonra yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu durum ÜY öğrencilerin tüm uzamsal algı görevlerinde önce hızlı göz hareketleri ile görevi çözmeye çalıştığı daha sonra yoğun odaklanma gerçekleştirdiğine işaret etmektedir. Bu da öğrencilerin görev hakkında yeterli bilgi elde ettikten sonra yoğun odaklanma gerçekleştirdiğini göstermektedir. Görev zorluğu arttıkça ÜY öğrencilerin ilk yoğun odaklanma süresi artmıştır. Dolayısıyla ÜY öğrencilerin ilk yoğun sabitlenme süresi üzerinde görev karmaşıklığının etkisi olduğunu söylemek mümkündür. ÜYO öğrenciler ise zor görevde ilk üç sn içerisinde odaklanma gerçekleştirirken basit ve orta zorluktaki görevde uzun süre sonra yoğun odaklanma gerçekleştirmiştir. Bu durum öğrencilerin orta ve zor uzamsal algı görevlerinde görev hakkında yeterli bilgi toplamadan hemen bir alana odaklanma ve o alanı detaylı inceleme ihtiyacı duyduğunu göstermektedir. Basit uzamsal algı görevinde ise öğrenciler genel olarak hızlı göz hareketleri gerçekleştirerek görev hakkında fazla bilgi elde etmek istemiştir. Bu durum öğrencilerin ilk görevde uzamsal algı görevinin doğası hakkında fikir sahibi olmaya çalışmasından kaynaklanabilir. Öğrencilerin bir bölgeye sabitlenmesi, beynin gözlerden gelen girdileri işlemeye hazır olduğunu göstermektedir (Matos, 2010). Bilginin işlenebilmesi için gözden beyine yeterli miktarda bilginin ulaşması gerekmektedir. Öğrenciler hızlı şekilde bir noktaya odaklandığında işlemek için yeterli bilgiye sahip olamayabilir. Bu da öğrenciler için zaman kaybına veya kafa karışıklığına sebep olabilir.

Basit uzamsal algı görevinde ÜY öğrenciler genel olarak SG ilgi alanının bakış noktasına yakın olan bölgesini incelemiştir. Benzer şekilde cevap seçeneklerinde de o bölgeyi incelemiştir. ÜYO öğrenciler ise SG ilgi alanının öncelikle kesik parçasına odaklanmıştır. Daha sonra bu ilgi alanının bakış noktasına yakın olan bölgesini incelemiştir. Cevap seçeneklerinde ise genel olarak cisimlerin kesik parçasını incelemiştir. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla kesik parçalardan hareket ederek görevi tamamladığı söylenebilir. Yapılan çalışmada ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla basit uzamsal görselleştirme görevinin çözümünde daha fazla analitik strateji kullanması bu bulguyu destekler niteliktedir. Bu durum alan yazın ile örtüşmektedir. ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla analitik strateji kullanması beklenen bir durumdur (Bayazıt & Harput, 2021, Glück & Fitting, 2003; Just & Carpenter, 1985).

Orta zorluktaki uzamsal algı görevinde ÜY ve ÜYO öğrenciler genel olarak küçük küp (çıkıntı) parçayı incelemiştir. Bu durum öğrencilerin bu parçayı ilgi çekici ve kolay fark edilebilir bulduğunu göstermektedir. Öğrenciler genel olarak büyük ve fark edilebilir nesnelere odaklanma eğilimi göstermektedir (Baran vd., 2007). Ayrıca öğrenciler genel olarak görsel uyarının en bilgilendirici kısımlarına odaklanmaktadır (Henderson & Ferreira, 2004). Dolayısıyla öğrencilerin yoğun olarak baktığı bu noktaların cisim üzerinde en bilgilendirici buldukları parçalar olduğunu söylemek de mümkündür.

Son olarak zor uzamsal algı görevinde her iki öğrenci grubu da cevap seçeneklerine yoğun şekilde odaklanmamıştır. Bu görevde öğrencilerin cisme bakılması istenen referans noktasını doğru belirleyemediği için cevap seçenekleri üzerinde yeterince odaklanamadığı düşünülmektedir. Bu durum öğrenci ifadelerinde de yer almaktadır. Öğrenciler genel olarak bakış noktasının hangi köşeden olduğunu tespit etmek ile uğraşmıştır. ÜY öğrenciler belirlediği bakış noktasından doğru cevaba ulaşamadığında bakış noktasını değiştirme esnekliği gösterebilmiştir. Bakış noktasının başka nasıl olabileceğini düşünerek doğru cevaba ulaşmaya çalışmıştır. Ancak ÜYO öğrenciler genel olarak bakış noktasının görünen yüzeyde olduğunu düşünerek diğer cevap seçeneklerini kontrol etmeden hızlıca ÇG₁ çeldiricisini seçmiştir. Öğrenciler ÇG₁ çeldiricisinin doğru cevap olmadığını düşünse bile bakış noktasını değiştirme konusunda direnç göstermiştir. Bakış noktasına göre en yakın buldukları cevap seçeneğinin ÇG₁ çeldiricisi olmasından dolayı bu seçeneği işaretlediklerini ifade etmişlerdir.

5.1.3. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama sürelerine ilişkin tartışma ve sonuç

Mevcut çalışmanın amaçlarından biri de öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerindeki tamamlama sürelerini karşılaştırmaktır. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerini tamamlama süreleri görev zorluk düzeyine göre incelenmiştir. Yani uzamsal yeteneğin tüm bileşenlerindeki aynı zorluk düzeyindeki görev kendi arasında karşılaştırılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda, basit ve orta zorluktaki görevlerin tamamlanma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark tespit edilmiştir. Basit uzamsal yetenek görevlerinden uzamsal algı görevi uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme görevinden daha hızlı tamamlanmıştır. Benzer şekilde orta zorluktaki uzamsal yetenek görevlerinde de uzamsal algı görevi uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme görevinden daha hızlı tamamlanmıştır. Ancak aynı zamanda orta zorluktaki görevlerden uzamsal görselleştirme görevi zihinsel döndürme görevinden daha hızlı tamamlanmıştır. Belirli bir görev üzerindeki bilişsel yükün artması ilgili görevin tamamlanma

süresini de artırmaktadır (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006). Dolayısıyla basit ve orta zorluktaki uzamsal algı görevinin benzer zorluk düzeyindeki uzamsal görselleştirme ve zihinsel döndürme görevlerinden daha az bilişsel yük gerektirdiği söylenebilir. Buna ek olarak orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinin de benzer zorluk düzeyindeki zihinsel döndürme görevinden daha az bilişsel yüke sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Basit uzamsal yetenek görevlerinden zihinsel döndürme görevi uzamsal görselleştirme görevine göre daha hızlı tamamlanmıştır. Ancak bu görevlerin tamamlanma süreleri arasında anlamlı bir fark belirlenmemiştir.

Öğrencilerin görev tamamlama süresinin üstün yeteneklilik durumuna göre değişip değişmediği de incelenmiştir. ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla uzamsal yetenek testinin zihinsel döndürme bileşeninin tümünü daha hızlı tamamlamıştır. Bu bulgu Roach ve diğerlerinin (2015) zihinsel döndürme yeteneği ile yanıt süresi arasında anlamlı bir ilişki olmadığına dair bulgusu ile örtüşmemektedir. Öğrencilerin her bir görevi tamamlama süresi ayrı ayrı karşılaştırılmıştır. Yapılan incelemede zihinsel döndürme görevlerinden basit ve zor görevlerin tamamlanma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere göre bu görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Aynı zamanda zihinsel döndürme görevlerinin ortalama tamamlanma süreleri karşılaştırılmıştır. Belirli bir görev üzerindeki bilişsel yük ile ilgili görevin tamamlanma süresi arasındaki pozitif ilişki düşünüldüğünde (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006) basit ve zor zihinsel döndürme görevlerinde ÜYO öğrencilerin daha fazla bilişsel yüke sahip olduğunu ifade etmek mümkündür. Bunun sebebi olarak ÜY öğrencilerin bu tarz zihinsel döndürme görevlerine daha fazla aşina olmaları ve nasıl çözeceklerini tahmin edebilmeleri gösterilebilir. Bir görevin karmaşıklığı hem görevin doğasının hem de görevi işleyen kişinin bilgisinin bir karışımıdır (Chen vd., 2023). Dolayısıyla belirli bir görev hakkında ön bilgi veya tecrübesi olan bireyler daha az bilişsel yüke sahip olmakta, daha hızlı ve sistematik çalışmaktadır (Chen vd., 2023; Lee vd., 2019). Normal öğrenciler genel olarak okullarda orta zorluktaki görevlerle çalışmaktadır. Öğrenciler basit veya zor görevle karşılaştığında ne yapacağını bilememektedir. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin orta zorluktaki görevi basit ve zor göreve göre daha hızlı tamamlamaları şaşırtıcı değildir.

Görevleri doğru veya yanlış tamamlayan öğrencilerin görev tamamlama sürelerinin nasıl farklılaştığı betimsel olarak değerlendirilmiştir. Basit ve orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevlerine doğru veya yanlış cevap veren ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere

kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Shore ve Kanevsky (1993) de ÜY öğrencilerin problem çözmeye daha hızlı olduğunu ifade etmektedir. Ancak zor uzamsal görselleştirme görevinde görevi doğru veya yanlış cevap veren ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha yavaş tamamlamıştır. Bu sonuç Shore ve Kanevsky'in (1993) ifadesi ile örtüşmemektedir. Shore ve Kanevsky (1993) ÜY öğrencilerin problem çözmeye hızlı olduğunu ancak çözüm planlama aşamasında daha fazla zaman harcadıklarını söylemektedir. Dolayısıyla bu durum ÜY öğrencilerin zor görevde çözüm yöntemini planlayabilmek için vakit harcamış olabileceğine işaret etmektedir. Bunlara ek olarak algılanan görev zorluğu arttıkça öğrencilerin görev üzerindeki bakış süreleri artmaktadır (Andrzejewska & Stolińska, 2016; Lin & Lin, 2014b). Dolayısıyla elde edilen sonuçlar ÜY öğrencilerin basit ve orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevlerini ÜYO öğrencilere kıyasla daha basit bulduğu ancak zor uzamsal görselleştirme görevini nispeten diğerlerinden daha karmaşık bulduğu için görev üzerinde daha fazla vakit harcamış olabilecekleri düşünülmektedir. ÜY öğrenciler zor uzamsal görselleştirme görevinde daha fazla bilişsel yüke sahipken ÜYO öğrenciler basit ve orta zorluktaki görevde daha fazla bilişsel yüke sahiptir. Görev zorluğu arttıkça görevleri doğru tamamlayan ÜY öğrencilerin görev tamamlama süresi artmıştır. Bu durum Duchowski (2017) ve Chen ve Yang'ın (2014) bulguları ile tutarlıdır. Ancak görevleri doğru tamamlayan ÜYO öğrenciler zor uzamsal görselleştirme görevini orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevinden daha kısa sürede tamamlamıştır. Bu durum Duchowski'nin (2017) ifadesi ile örtüşmemektedir. Ancak görev tamamlama süresini yalnızca görev karmaşıklığına bağlamak doğru değildir (Malcı, 2021). Bu öğrenciler zor uzamsal görselleştirme görevini çözemeyeceğini anladığı için pes etmiş ve görevi hızlı tamamlamış olabilir. Bu durum görevi doğru cevaplayan öğrenci sayısında da açıkça gözükmemektedir. Zor uzamsal görselleştirme görevini doğru çözen öğrenci sayısı orta zorluktaki görevi doğru çözen öğrenci sayısından daha azdır. Uzamsal görselleştirme görevinde yer alan görevlerin ortalama tamamlanma süreleri incelendiğinde ise görevlere doğru veya yanlış cevap veren öğrencilerden ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Dolayısıyla görev zorluğu (Duchowski, 2017) ve bilişsel yükün (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006) bakış süresi ile ilişkisi düşünüldüğünde uzamsal görselleştirme görevlerinin genel olarak ÜYO öğrencilere ÜY öğrencilerden daha fazla bilişsel yük getirdiği ve daha karmaşık geldiği anlaşılmaktadır.

Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde görevlere doğru veya yanlış cevap veren ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Shore ve Kanevsky (1993) de ÜY öğrencilerin problem çözmeye daha hızlı olduğunu ifade etmektedir. Buradan

ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla zihinsel döndürme görevlerindeki kuralı daha kolay belirleyebildiği ve hızlıca verilen cisme dönme kuralını uygulayabildikleri anlaşılmaktadır. ÜYO öğrencilerin ise dönme kuralını anlama ve kuralı verilen cisme uygulamada zorlandıkları için zihinsel döndürme görevlerinde ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla vakit harcadığı düşünülmektedir. Dolayısıyla görev zorluğu (Duchowski, 2017) ve bilişsel yükün (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006) bakış süresi ile ilişkisi düşünüldüğünde ÜYO öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla bilişsel yüke sahip olduğu ve bu görevlerin ÜYO öğrencilere daha karmaşık geldiği söylenebilir.

Uzamsal algı görevlerinde ise her bir görevde görev tamamlama süresine ilişkin bulgular değişiklik göstermiştir. Basit uzamsal algı görevine doğru cevap veren ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlarken göreve yanlış cevap veren öğrencilerden ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha yavaş tamamlamıştır. Görevi doğru cevaplayan ÜY öğrenci yüzdesinin ÜYO öğrenci yüzdesinden daha yüksek olduğu düşünüldüğünde ÜY öğrencilerin görevi hemen anladığı ve göreve doğru cevap verebildiği ancak ÜYO öğrencilerin ise görevi ilk başta yanlış veya eksik anladığı bu sebeple hızlı cevap verdiklerinde yanlış yaptıkları anlaşılmıştır. Bunun sebebi olarak ise öğrencilerin görevi basit olarak algılaması gösterilebilir. Görevi basit algılayan öğrenciler görevi daha hızlı tamamlamaktadır (Andrzejewska & Stolińska, 2016; Lin & Lin, 2014b). Ancak bu süreçte dikkatsizlik yapma ihtimalleri arttığı için görevi eksik veya yanlış anlama ihtimalleri ortaya çıkmaktadır. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin bu görevi tamamlayabilmek için dikkatli ve uzun süre düşünmesi gerekmiştir. Bunlara ek olarak görev zorluğu (Duchowski, 2017) ve bilişsel yükün (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006) bakış süresi ile ilişkisi düşünüldüğünde basit uzamsal algı görevinin görevi doğru tamamlayan ÜYO öğrencilere ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla bilişsel yük getirdiği ifade edilebilir. Orta zorluktaki uzamsal algı görevine doğru cevap veren öğrencilerden ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha yavaş tamamlarken göreve yanlış cevap veren öğrencilerden ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Buradan ÜY öğrencilerin bu görevde zorlandığı anlaşılmaktadır. Öğrenciler görevi doğru şekilde tamamlamak için dikkatli ve uzun süre düşünmüştür. Görevi tam olarak anlayıp mantıklı çözüm üretemeyen öğrencilerin ise hızlıca bir cevap seçeneğini cevap olarak söylediği dolayısıyla görevi yanlış tamamladığı düşünülmektedir. ÜYO öğrencilerin ise görevi daha hızlı anladığı ve doğru cevabı verdiği görülmektedir. Görevi anlayamayan ÜYO öğrenciler ise hemen pes etmemiş görevi tamamlamak için fazlaca zaman harcamıştır. Dolayısıyla görev zorluğu (Duchowski, 2017) ve

bilişsel yükün (Demir-Kaymak, 2015; Just & Carpenter, 1976; Kılıç, 2006) bakış süresi ile ilişkisi düşünüldüğünde görevi doğru tamamlayan ÜY öğrencilere ÜYO öğrencilere kıyasla daha fazla bilişsel yük getirdiği ve daha karmaşık geldiği ifade edilebilir.

Zor uzamsal algı görevinde ise göreve doğru veya yanlış cevap veren öğrencilerden ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha yavaş tamamlamıştır. Buradan ÜY öğrencilerin görevi anlamakta zorlandığı anlaşılmaktadır. Görevi doğru çözenler de yanlış çözenler de görev üzerinde fazlaca zaman harcamıştır. ÜYO öğrencilerin ise görevi yanlış anladığı için basit olarak algıladığı ve dolayısıyla görevi hızlıca tamamladığı düşünülmektedir. Öğrencilerle yapılan görüşmeler de bu durumu destekler niteliktedir. Zor uzamsal algı görevinde referans noktasının bulunduğu nokta cam fanusun arka yüzeyindedir. Ancak bazı öğrenciler cam fanusun ön yüzeyinde olduğunu düşünmüştür. Bu durumda ÜYO öğrenciler hızlıca cisim ile aynı görünen cevap seçeneğini işaretlemiş dolayısıyla görevi yanlış tamamlamıştır. ÜY öğrenciler ise ön yüzeyden bakıldığında cevap seçeneklerinde doğru cevaba ulaşamadığını fark ederek referans noktasının başka nasıl olabileceğini düşünmüş ve görevi tamamlamıştır. Dolayısıyla ÜYO öğrenciler görevdeki bakış noktasını anlayamadığı için görevi hızlıca tamamlamıştır. Sonuç olarak ÜYO öğrenciler bakış noktasını farklı düşündüğü için görevi basit olarak algılamış ve hızlı tamamlamıştır. Bu durum öğrencilerin bakış süresinin algılanan zorluk ile pozitif ilişkili olduğu bilgisiyle tutarlıdır (Andrzejewska & Stolińska, 2016; Lin & Lin, 2014b). Uzamsal algı görevinde yer alan görevlerin ortalama tamamlanma süreleri incelendiğinde ise görevlere doğru cevap veren ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Göreve yanlış cevap veren öğrencilerde ise ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla görevleri daha hızlı tamamlamıştır. Bu sonuç Shore & Kanevsky'in (1993) ÜY öğrencilerin problem çözmeye daha hızlı olduğu ifadesi ile tam olarak örtüşmemektedir. Öğrencilerin doğru veya yanlış cevaplama durumuna göre görev tamamlama süreleri farklılık göstermektedir. Bu sonuç uzamsal algı görevlerinde genel olarak ÜY öğrencilerin daha temkinli olup görevlerin çözümü için fazlaca zaman harcadığında doğru cevaba ulaştığına işaret etmektedir.

5.1.4. Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinde ilgilenilen alanlardaki bakış sürelerine ilişkin tartışma ve sonuç

Mevcut çalışmanın amaçlarından bir diğeri öğrencilerin uzamsal yetenek görevleri üzerindeki ilgi alanlarına bakış sürelerini karşılaştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda her bir görev kendi içerisinde incelenmiştir.

Uzamsal görselleştirme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal görselleştirme görevlerinin tümünde ÜY ve ÜYO öğrencilerin ilgi alanlarına bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Her iki öğrenci grubu da uzamsal görselleştirme görevlerinin tümünde istatistiksel olarak en uzun süre SG ilgi alanına bakmıştır. Sabitleme süresinin işleme çabası (processing effort) ile ilişkisi düşünüldüğünde (Rayner, 1998) öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak SG ilgi alanını bilişsel olarak işlemeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin ilk bakış noktasının da SG ilgi alanı üzerinde olması bu sonucu destekler niteliktedir. Bu durum Baran ve diğerlerinin (2007) yürüttüğü çalışma ile paralellik göstermektedir. Baran vd. (2007) tangram parçaları ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin genel olarak tangram parçalarının olduğu bölgeye odaklanmaktan ziyade problem durumunun olduğu bölgeye odaklandığını bulmuştur. Bu durum öğrencilerin görev ve çözüm yöntemi arasında ilişki aradığı için görevin ana şeması üzerinde daha fazla bekleme süresine sahip olduklarına ilişkin bulgularla uyumludur (Malcı, 2021; Norqvist vd., 2019). Uzamsal görselleştirme görevlerinde problemin ana şeması soru görseli üzerinde yer aldığı için öğrencilerin SG ilgi alanına bakması makuldür. Bu durum öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir.

Öğrenciler karmaşık, tanımlanması zor ve önemli olan yapılara daha uzun süre odaklanmaktadır (Chen & Yang, 2014; Duchowski, 2017; Dussias, 2010; Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Rayner vd., 2006). İstatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmasa da basit görevde ÜY öğrenciler en fazla ÇG₁ ve ÇG₃ çeldiricilerine odaklanırken ÜYO öğrenciler ÇG₃ ve ÇG₄ çeldiricilerine odaklanmıştır. Her iki grup için de ÇG₃ çeldiricisi önemli bir çeldirici olmuştur. Orta zorluktaki görevde ise ÜY öğrenciler en fazla ÇG₃, ÇG₄ ve ÇG₁ çeldiricilerine odaklanırken ÜYO öğrenciler ÇG₃ ve ÇG₁ çeldiricilerine odaklanmıştır. Her iki grup için de ÇG₃ ve ÇG₁ çeldiricileri önemli birer çeldirici olmuştur. Son olarak zor görevde ise her iki öğrenci grubu da en fazla ÇG₃ ve ÇG₂ çeldiricilerine odaklanmıştır. Çeldiriciler üzerindeki uzun süreli sabitlemeler bu çeldiricileri okumanın zorlaştığını, çeldiricilere bilişsel dikkatin arttığını veya çeldiricilerin belirli bir bölümünün ilgi çekici bulunduğunu gösterebilir (Andrá vd., 2015; Hartmann vd., 2015; Jacob & Karn, 2003; Ooms, 2012; Ooms vd., 2015). Dolayısıyla öğrenciler için bu çeldiricilerin güçlü ve öğrencileri zorlayıcı çeldiriciler olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumlar öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir.

Zihinsel döndürme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde ÜY ve ÜYO öğrencilerin ilgi alanlarına bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Buna göre basit görevde her iki öğrenci grubu da en fazla SG ilgi alanına odaklanırken orta zorluktaki görevde SG ve ÖGö ilgi alanlarına odaklanmıştır. Zor görevde ise ÜY öğrenciler ÖGö ve SG ilgi alanlarına daha uzun süre odaklanırken ÜYO öğrenciler ise ÖGö ilgi alanına odaklanmıştır. Buradan öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde genel olarak en uzun süre SG ve ÖGö ilgi alanlarına baktığı anlaşılmaktadır. Sabitlenme süresinin işleme çabası ile ilişkisi düşünüldüğünde (Rayner, 1998) öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak SG ve ÖGö ilgi alanlarını bilişsel olarak işlemeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Bu sonuç Baran ve diğerlerinin (2007) yürüttüğü çalışma ile paralellik göstermektedir. Baran vd. (2007) tangram parçaları ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin genel olarak tangram parçalarının olduğu bölgeye odaklanmaktan ziyade problem durumunun olduğu bölgeye odaklandığını bulmuştur. Bu durum öğrencilerin görev ve çözüm yöntemi arasında ilişki aradığı için görevin ana şeması üzerinde daha fazla bekleme süresine sahip olduklarına ilişkin bulgularla uyumludur (Malcı, 2021; Norqvist vd., 2019). Öğrencilere sunulan zihinsel döndürme görevleri iki aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada ana şema ÖGö ilgi alanı iken ikinci aşamada SG ilgi alanıdır. Dolayısıyla öğrencilerin bu alanlara bakması makuldür. Bu durum öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir. Son olarak, öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde SG, ÖGö ve ÖGs ilgi alanlarına uzun süre bakmaları öğrencilerin bir görevi çözmek için zihinsel döndürme gerektiren alana daha fazla sabitlendikleri sonucuyla da uyumludur (Galili vd., 2020).

Öğrenciler karmaşık, tanımlanması zor ve önemli olan yapılara daha uzun süre odaklanmaktadır (Chen & Yang, 2014; Duchowski, 2017; Dussias, 2010; Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Rayner vd., 2006). İstatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmasa da basit görevde her iki öğrenci grubu da sırasıyla en fazla ÇG₄, ÇG₂ ve ÇG₃ çeldiricilerine odaklanmıştır. Orta zorluktaki görevde her iki öğrenci grubu da ÇG₂ ve ÇG₃ çeldiricilerine yoğun şekilde odaklanmıştır. ÜY öğrenciler ÇG₃ çeldiricisine en fazla odaklanırken ÜYO öğrenciler ÇG₂ çeldiricisine odaklanmıştır. Zor görevde ise ÜY öğrenciler en fazla ÇG₄ ve ÇG₁ çeldiricilerine odaklanırken ÜYO öğrenciler ÇG₄ ve ÇG₃ çeldiricilerine odaklanmıştır. Her iki grup için de ÇG₄ çeldiricisi önemli bir çeldirici olmuştur. Çeldiriciler üzerindeki uzun süreli sabitlenmeler bu çeldiricileri okumanın zorlaştığını, çeldiricilere bilişsel dikkatin arttığını veya çeldiricilerin belirli bir bölümünün ilgi çekici bulunduğunu gösterebilir (Andrá vd., 2015;

Hartmann vd., 2015; Jacob & Karn, 2003; Ooms, 2012; Ooms vd., 2015). Dolayısıyla öğrenciler için bu çeldiricilerin güçlü ve öğrencileri zorlayıcı çeldiriciler olduğunu söylemek mümkündür. Bu durumlar öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir.

Uzamsal algı görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal algı görevlerinin tümünde ÜY ve ÜYO öğrencilerin ilgi alanlarına bakış süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık tespit edilmiştir. Her iki öğrenci grubu da uzamsal algı görevlerinin tümünde istatistiksel olarak en uzun süre SG ilgi alanına bakmıştır. Sabitlenme süresinin işleme çabası ile ilişkisi düşünüldüğünde (Rayner, 1998) öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak SG ilgi alanını bilişsel olarak işlemeye çalıştığı anlaşılmaktadır. Öğrencilerin ilk bakış noktasının da SG ilgi alanı üzerinde olması bu sonucu destekler niteliktedir. Bu durum Baran ve diğerlerinin (2007) yürüttüğü çalışma ile paralellik göstermektedir. Baran vd. (2007) tangram parçaları ile yürüttüğü çalışmada öğrencilerin genel olarak tangram parçalarının olduğu bölgeye odaklanmaktan ziyade problem durumunun olduğu bölgeye odaklandığını bulmuştur. Bu durum öğrencilerin görev ve çözüm yöntemi arasında ilişki aradığı için görevin ana şeması üzerinde daha fazla bekleme süresine sahip olduklarına ilişkin bulgularla uyumludur (Malcı, 2021; Norqvist vd., 2019). Uzamsal algı görevlerinde problemin ana şeması soru görseli üzerinde yer aldığı için öğrencilerin SG ilgi alanına bakması makuldür. Bu durum öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir.

Öğrenciler karmaşık, tanımlanması zor ve önemli olan yapılara daha uzun süre odaklanmaktadır (Chen & Yang, 2014; Duchowski, 2017; Dussias, 2010; Just & Carpenter, 1980; Rayner, 1998; Rayner vd., 2006). İstatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmasa da basit görevde her iki öğrenci grubu da en fazla sırasıyla ÇG₃ ve ÇG₂ çeldiricilerine odaklanmıştır. Orta zorluktaki görevde en fazla sırasıyla ÇG₁ ve ÇG₃ çeldiricilerine odaklanmıştır. Zor uzamsal algı görevinde ise ÜY öğrenciler en fazla sırasıyla ÇG₃ ve ÇG₄ çeldiricilerine odaklanırken ÜYO öğrenciler sırasıyla ÇG₃ ve ÇG₁ çeldiricilerine odaklanmıştır. Her iki grup için de ÇG₃ çeldiricisi önemli bir çeldirici olmuştur. Çeldiriciler üzerindeki uzun süreli sabitlenmeler bu çeldiricileri okumanın zorlaştığını, çeldiricilere bilişsel dikkatin arttığını veya çeldiricilerin belirli bir bölümünün ilgi çekici bulunduğunu gösterebilir (Andrá vd., 2015; Hartmann vd., 2015; Jacob & Karn, 2003; Ooms, 2012; Ooms vd., 2015). Dolayısıyla öğrenciler için bu çeldiricilerin güçlü ve öğrencileri zorlayıcı çeldiriciler olduğunu söylemek

mümkündür. Bu durumlar öğrencilerin göz hareketlerine ait ısı haritalarında da açıkça görülmektedir.

5.1.5.Öğrencilerin uzamsal yetenek görevlerinde kullandığı stratejilere ilişkin tartışma ve sonuç

Uzamsal görselleştirme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Mevcut çalışmada uzamsal görselleştirme görevlerinde analitik stratejilerden parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama, yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme, parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme, parça büyüklüğünü kontrol etme, parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme ve cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme olmak üzere altı farklı strateji kullanılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca cismi bütün olarak zihinde canlandırma stratejisi kullanılmıştır.

ÜY öğrenciler uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak sırasıyla parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama, parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme ve cismi bütün olarak zihinde canlandırma stratejilerinden yararlanmışlardır. ÜYO öğrenciler de benzer şekilde orta zorluktaki ve zor görevde sırasıyla parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama, parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme ve cismi bütün olarak zihinde canlandırma stratejilerinden faydalanmışlardır. Ancak basit görevde genel olarak parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama ve cismi bütün olarak zihinde canlandırma stratejilerinden yararlanmışlardır.

Uzamsal görselleştirme görevlerinde her iki öğrenci grubu da genel olarak analitik stratejileri tercih etmiştir. Bu durum Burin ve diğerlerinin (2000) bulgusu ile paralellik göstermektedir. Burin vd. (2000) uzamsal görselleştirme görevlerinin genellikle uzamsal olmayan yani analitik bir yaklaşımla çözüldüğünü bulmuştur. Bunlara ek olarak basit uzamsal görselleştirme görevinde ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla daha fazla analitik strateji kullanırken orta ve zor görevde ÜYO öğrenciler daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Bu durum alan yazınla tam olarak uyum göstermemektedir. Alan yazına göre ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere göre daha fazla bütüncül strateji kullanması beklenmektedir (Bayazıt & Harput, 2021; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Just & Carpenter, 1985; Lohman & Kyllonen, 1983). ÜY öğrenciler orta ve zor görevlerde diğer öğrencilere kıyasla daha fazla bütüncül strateji kullanırken basit görevde tam tersi olmuştur. Bu durumun ÜY öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevini anlama çabasıyla kaynaklandığı düşünülmektedir. İlk görevde öğrenciler görevi anlayabilmek için daha fazla detaylara odaklanmış olabilir. Sonraki görevlerde ise önceki deneyimlerinden yola çıkarak görevleri daha

bütüncül çözüme eğilimi göstermiş olabilir. ÜY öğrenciler önceki öğrenme deneyimlerinden elde ettikleri bilgileri yeni durumlara başarıyla transfer edebilir (Çağlar, 2004).

Uzamsal görselleştirme görevlerinin çözümünde bazı öğrenciler sadece analitik veya bütüncül stratejileri kullanırken bazı öğrenciler bu stratejiler arasında da geçiş yapmıştır. Bu görevlerin tümünde öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca analitik stratejiler kullanarak görevleri tamamlamıştır. Bu durum Burin ve diğerlerinin (2000) bulgusu ile paralellik göstermektedir. Burin vd. (2000) uzamsal görselleştirme görevlerinin genellikle uzamsal olmayan yani analitik bir yaklaşımla çözüldüğünü bulmuştur. Ancak kullanılan strateji oranları görev karmaşıklığı arttıkça farklılık göstermektedir. Yalnızca analitik strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit görevde daha fazla iken orta ve zor görevde daha azdır. Yalnızca bütüncül strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit görevde daha az iken orta ve zor görevde daha fazladır.

Her iki öğrenci grubu da en az stratejiyi basit görevde kullanmıştır. ÜYO öğrenciler en fazla stratejiyi orta ve zor görevlerde kullanırken ÜY öğrenciler zor görevde kullanmıştır. En az stratejinin basit görevde kullanılması, basit görevlerin daha az bilişsel çaba gerektirirken karmaşık görevlerin bilişsel açıdan daha zorlu olmasından (SankaRanaRayanan vd., 2021) kaynaklanabilir. Uzamsal yetenek görevlerinde başarılı olabilmek için öğrencilerin strateji havuzundan uygun stratejiyi seçebilmesi ve stratejileri göreve uygun olarak uyarlayabilmesi gerekir (Cochran & Wheatley, 1989; Dünser, 2005; Fitting, 2002; Lohman & Kyllonen, 1983). Bu bağlamda öğrencilerin basit görevlerde uygun stratejiyi daha kolay belirleyebildiği ancak görev zorlaştıkça uygun strateji seçiminin de zorlaştığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla görev zorlaştıkça öğrenciler birden fazla strateji kullanma eğilimi göstermiştir.

Basit ve orta zorluk düzeyindeki uzamsal görselleştirme görevlerinde ÜYO öğrenciler daha fazla strateji kullanırken zor görevde ÜY öğrenciler daha fazla strateji kullanmıştır. Basit ve orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevlerinde ÜYO öğrenciler daha fazla strateji kullanmıştır. Bu durum basit ve orta zorluktaki uzamsal görselleştirme görevlerinde ÜYO öğrencilerin uygun stratejiyi belirleme ve bu stratejiyi göreve uygulamada ÜY öğrencilere göre daha fazla zorlandığını göstermektedir. Zor uzamsal görselleştirme görevinde ise ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere göre daha fazla strateji kullanmıştır. Bu durum ÜY öğrencilerin karmaşık görevlere yeni ve daha anlaşılır açıklamalar getirme, tatmin edici çözümler bulmak için çabalama ve onları en etkili, yararlı ve ekonomik yollarla çözüme konularındaki başarısından kaynaklanabilir (Maker vd., 1994; Sarouhim, 1999). ÜY öğrenciler problem çözümünde bir

dizi alternatif yaklaşım kullanarak esnek düşünebilir (Jacyné & Žukauskaitė, 2022; Shore & Kanevsky, 1993) ve problem durumu için uygun tepki tarzını benimsemeyi tercih ederler (Papadopoulos, 2020). Bu da öğrencilerin görev çözümünde kullanabilecekleri uygun stratejileri belirlemeye çalıştıklarına işaret etmektedir. Öğrenciler zor uzamsal görselleştirme görevi için en etkili stratejiyi bulmak için çabalamış ve fazla strateji kullanmış olabilir.

ÜY öğrencilerin basit ve orta zorluktaki görevlerde kullandıkları strateji sayıları birbirine çok yakınken zor görevde önemli artış göstermiştir. Bu durum basit ve orta zorluktaki görevler için öğrencilerin kullandığı stratejilerin otomatik hale geldiğini ancak zor görev daha karmaşık olduğu için yeni stratejiler arama ihtiyacı doğurduğunu göstermektedir. Sternberg (1985) de zeki bireylerin belirli bilişsel süreçleri otomatik hale getirerek görevlere yanıt verdiğini ifade etmektedir. ÜYO öğrencilerin ise ÜY öğrencilere göre bütün görevlerde kullandığı strateji sayılarının birbirine daha yakın olduğu görülmüştür. Bu durum ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak benzer stratejileri kullandığına ve görev içi stratejik esneklik göstermeye daha az eğilim gösterdiğine işaret etmektedir. Görevler arası stratejik esneklik için de benzer sonuçlar elde edilmiştir. ÜYO öğrenciler bütün uzamsal görselleştirme görevlerinde genel olarak aynı stratejiden yararlanmışlardır. ÜY öğrenciler ise basit görevde kullandığı stratejiyi orta zorluktaki ve zor görevde daha az kullanma eğilimi göstermiştir. Görev zorluğu arttığında yoğun olarak kullandıkları strateji değişiklik göstermiştir. Bu durum ÜYO öğrencilerin uzamsal görselleştirme görevlerinde görevler arası stratejik esnekliği daha az gösterdiğine işaret etmektedir. ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere kıyasla hem görev içi hem de görevler arası stratejik esnekliğe daha fazla sahip olduğu sonucu Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) sonuçları ile paralellik göstermektedir. Bu çalışmalar da ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Araştırma sonucunda, ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere göre hem görev içi hem de görevler arası stratejik esnekliğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ancak buna karşın ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla uzamsal görselleştirme görevlerinde analitik ve bütüncül stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olmuştur. Bu durum ÜY öğrencilerin stratejik esnekliğinin benzer strateji içerisinde gerçekleştiğine işaret etmektedir. Yani, analitik stratejilerden biri görev çözümünde işe yaramadıysa yine analitik stratejilerden başka bir strateji deneme eğilimi göstermişlerdir.

Görev esnasında bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve orta zorluktaki görevde daha az iken zor görevde daha fazladır. Son olarak ÜY öğrenciler hiçbir görevde analitik stratejilerden bütüncül stratejilere geçiş yapmazken ÜYO öğrenciler basit ve zor görevlerde az da olsa geçiş yapmıştır. Buradan öğrencilerin bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapmayı daha fazla tercih ettiği analitik stratejilerden bütüncül stratejilere ise nadiren geçiş yaptığı anlaşılmaktadır. Görev karmaşıklığı arttığında öğrenciler daha fazla analitik strateji kullanma eğilimi göstermektedir (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Dolayısıyla analitik strateji kullanmanın görev karmaşıklığını azaltmaya yardımcı olduğunu söylemek mümkündür. Bu sebeple öğrencilerin bütüncül strateji kullanarak çözemediği görevde analitik stratejiler denemesi makul bir yöntemdir. Ancak analitik strateji ile çözülemeyen bir görevin bütüncül stratejiler kullanılarak çözülmeye çalışılması makul bir yöntem olarak görülmemektedir. ÜYO öğrencilerin bu yöntemi kullanması öğrencileri başarısızlığa götüren sebeplerden biri olarak değerlendirilebilir.

Zihinsel döndürme görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Zihinsel döndürme görevleri temel olarak iki aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak öğrencilerden yukarıda verilen cisimlere göre göreve ait dönme kuralının belirlenmesi beklenmektedir. İkinci aşamada ise öğrencilerin belirlediği kuralı yeni cisme uygulaması istenmektedir. Öğrenciler bu aşamalarda farklı stratejiler kullanabileceğinden dolayı zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan stratejiler “dönme kuralına karar verme” ve “verilen cisimi döndürme” şeklinde iki aşamada incelenmiştir.

- Dönme kuralına karar verme aşaması

Mevcut çalışmada zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralı belirlenirken analitik stratejilerden parça yönünü karşılaştırma, referans parça döndürme ve cismin köşelerini referans olarak döndürme olmak üzere üç farklı strateji kullanılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca cisim bütün olarak zihinde döndürme stratejisi kullanılmıştır.

Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde dönme kuralını belirlerken her iki öğrenci grubu da genel olarak benzer stratejilerden yararlanmıştır. Bu stratejiler parça yönünü karşılaştırma ve cisim bütün olarak zihinde döndürme stratejileridir. Bu durum öğrencilerin göz hareketlerinde de açıkça görülmektedir. Öğrenciler genel olarak ÖG_ö ve ÖG_s cisimlerinin küçük çıkıntı parçalarına odaklanmıştır. Her iki öğrenci grubu da orta zorluktaki görev hariç

bütün görevlerde parça yönünü karşılaştırma stratejisini cismi bütün olarak zihinde döndürme stratejisinden daha fazla kullanmıştır. Orta zorluktaki görevde ÜY öğrenciler bu iki stratejiyi eşit oranda kullanmıştır. Bu bulgu ÜY öğrenciler ile ÜYO öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken görevler arası strateji esnekliğinin benzer olduğuna işaret etmektedir. Dolayısıyla elde edilen bu sonuç öğrencilerin dönme kuralını belirlemede sınırlı sayıda strateji kullanabildiğini göstermektedir. Bu durum Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonucu ile örtüşmemektedir. Öğrenciler dönme kuralını belirlemede zorlansa bile yeterince strateji değişikliği yapamamış genel olarak iki strateji tercih etmiştir.

Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken her iki öğrenci grubu da genel olarak analitik stratejileri tercih etmiştir. Yalnızca orta zorluktaki görevde ÜY öğrenciler analitik ve bütüncül stratejileri eşit oranda kullanmıştır. Bethell-Fox ve Shepard (1988) ile Juhel (1991) orta karmaşıklıkta görevlerde bazı bireylerin bütüncül strateji kullanırken bazı bireylerin analitik strateji kullandığını ifade etmiştir. ÜY öğrencilerin bütüncül ve analitik stratejileri eşit oranda kullanması bu ifade ile örtüşmektedir. Bütün zihinsel döndürme görevlerinde öğrenciler en fazla 'parça yönünü karşılaştırma' stratejisini kullanmıştır. Orta zorluktaki görevde ÜY öğrenciler bunun yanı sıra cismi bütün olarak zihinde döndürme stratejisini de kullanmıştır. Bunlara ek olarak basit ve orta zorluktaki zihinsel döndürme görevlerinde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Bu bulgu Bayazıt ve Harput (2021)'in çalışması ile paralellik göstermektedir. Bayazıt ve Harput (2021) çalışmasında ÜYO öğrencilerin uzamsal yönelim gerektiren görevlerde geometrik şekillerin köşe, kenar veya yüzlerini referans olarak kullandığı ancak ÜY öğrencilerin nesnelere imgelerini zihinlerinde oluşturarak bunları tek bir varlık olarak düşündüğü sonucuna ulaşmıştır. Bu da bize ÜY öğrencilerin bütüncül stratejiler kullanırken ÜYO öğrencilerin analitik stratejileri tercih ettiğini göstermektedir. Benzer şekilde alan yazındaki bazı çalışmalar (Cochran ve Wheatley, 1989; Glück ve Fitting, 2003; Just ve Carpenter, 1985; Lohman ve Kyllonen, 1983) üstün uzamsal yeteneğe sahip bireylerin gerçek uzamsal süreçleri yani bütüncül stratejileri kullandığı ancak diğerlerinin daha analitik stratejileri kullandığını ifade etmiştir. ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla daha üstün uzamsal yeteneğe sahiptir. Dolayısıyla da ÜY öğrenciler bütüncül stratejileri tercih ederken ÜYO öğrenciler analitik stratejileri tercih etmiştir. Zor zihinsel döndürme görevinde ise her iki öğrenci grubu da genel olarak analitik stratejileri tercih etmiş ve öğrencilerin analitik ve bütüncül strateji kullanma

oranları benzerlik göstermiştir. Bu durum görevin karmaşıklığından kaynaklanmış olabilir. Görev karmaşıklığı arttıkça analitik strateji kullanımı da artmaktadır (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Dolayısıyla ÜY öğrenciler görevin karmaşıklığını azaltabilmek için analitik stratejileri tercih etmiş olabilir.

Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken bazı öğrenciler sadece analitik veya bütüncül stratejileri kullanırken bazı öğrenciler bu stratejiler arasında da geçiş yapmıştır. Basit ve zor görevlerde öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca analitik stratejiler kullanarak görevleri tamamlamıştır. Ancak orta zorluktaki görevde ÜYO öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca analitik stratejiler kullanarak görevi tamamlarken ÜY öğrencilerde yalnızca analitik stratejiler ve yalnızca bütüncül stratejiler kullanan öğrenci sayısı eşittir. ÜY ve ÜYO öğrencilerin kullandığı strateji oranları görev karmaşıklığı arttıkça farklılık göstermektedir. Yalnızca analitik strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve orta zorluktaki görevde daha az iken zor görevde daha fazladır. Yalnızca bütüncül strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi bütün görevlerde diğer öğrencilere kıyasla daha fazladır.

ÜY öğrenciler zihinsel döndürme görevlerinin tümünde dönme kuralını belirlerken ortalama benzer sayıda strateji kullanırken en fazla stratejiyi orta zorluktaki görevde kullanmıştır. Bu öğrenciler görevlerde ortalama bir adet strateji kullanma eğilimi göstermiştir. Bu bulgu ÜY öğrencilerin genel olarak dönme kuralı belirlemek için uygun stratejiyi seçmekte zorluk yaşamadığına işaret etmektedir. Öğrencilerin geneli tek bir strateji ile dönme kuralını tespit etmeye çalışmıştır. Bu durum ÜY öğrencilerin bu görevlerde kullandığı bilişsel süreci otomatikleştirdiğini göstermektedir. Sternberg (1985) de zeki bireylerin belirli bilişsel süreçleri otomatikleştirerek görevlere yanıt verdiğini ifade etmektedir. ÜYO öğrencilerin ise kullandığı ortalama strateji sayısı görev zorluğuna göre artış göstermiştir. En az stratejiyi basit görevde kullanırken en fazla stratejiyi zor görevde kullanmıştır. Buradan ÜYO öğrencilerin görev karmaşıklığı arttığında uygun stratejiyi belirlemede zorlandığını ve daha fazla çaba göstermek zorunda kaldıklarını anlamak mümkündür. Bu durum basit görevlerin daha az bilişsel çaba gerektirirken karmaşık görevlerin bilişsel açıdan daha zorlu olmasından (SankaRanaRayanan vd., 2021) kaynaklanabilir. Uzamsal yetenek görevlerinde başarılı olabilmek için öğrencilerin strateji havuzundan uygun stratejiyi seçebilmesi ve stratejileri göreve uygun olarak uyarlayabilmesi gerekir (Cochran & Wheatley, 1989; Dünser, 2005; Fitting, 2002; Lohman & Kyllonen, 1983). Bu bağlamda öğrencilerin basit görevlerde uygun stratejiyi daha kolay

belirleyebildiği ancak görev zorlaştıkça uygun strateji seçiminin de zorlaştığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla görev zorlaştıkça öğrenciler birden fazla strateji kullanma eğilimi göstermiştir.

Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla strateji kullanma eğiliminde olmuştur. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin bu görevlerde görev içi stratejik esnekliğinin daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Bu durum Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonuçları ile örtüşmemektedir. ÜY öğrenciler genel olarak bir strateji ile görevi tamamlamıştır. Bu bulgu ÜY öğrencilerin daha az stratejik esneklik gösterdiğine işaret etmektedir. Dolayısıyla elde edilen sonuç Nazareth ve diğerlerinin (2019) bilişsel stratejiler arasında sıklıkla geçiş yapan bireylerin zihinsel döndürme görevlerinde daha başarılı olduğu bulgusu ile örtüşmemektedir. Uzamsal yetenek görevlerinde başarılı olabilmek için öğrencilerin fazla strateji kullanmasından ziyade strateji havuzundan uygun stratejiyi seçebilmesi ve stratejileri göreve uygun olarak uyarlayabilmesi gerekir (Cochran & Wheatley, 1989; Dünser, 2005; Fitting, 2002; Lohman & Kyllonen, 1983). Öğrenciler görevin çözümüne ulaştıktan sonra yeni stratejiler deneme ihtiyacı duymamaktadır (Keleş & Yazgan, 2022). Bu bağlamda ÜY öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde uygun stratejiyi daha kolay belirleyebildiğini söylemek mümkündür. ÜYO öğrencilerin ise basit görevlerde uygun stratejiyi kolayca belirleyebildiği ancak görev zorlaştıkça uygun strateji seçiminin de zorlaştığı anlaşılmaktadır. Dolayısıyla öğrenciler birden fazla strateji kullanma eğilimi göstermiştir. Bu durum ÜYO öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken uygun stratejiyi seçmekte ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla zorlandığını göstermektedir. Zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralı belirlenirken verilen iki cisim karşılaştırılarak benzerlik ve farklılıkları tespit edilmeye çalışılmaktadır. Böylece dönme kuralı belirlenmektedir. Dolayısıyla dönme kuralını belirlerken ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre daha fazla zorlanması ÜY öğrencilerin ilişkileri kolayca tanıyabilme becerisi ile açıklanabilir. ÜY öğrenciler gördükleri arasındaki ilişkileri ve benzerlikleri kolayca yakalayıp bu benzerliklerden yola çıkarak genellemeler yapabilir (Çağlar, 2004). Bunun yanı sıra neden-sonuç ilişkilerini anlayabilir ve olasılıklar üretme konusunda akıcı davranabilirler (Bakar, 2016; Bildiren, 2017).

Araştırma sonucunda, ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere göre hem görev içi hem de görevler arası stratejik esnekliğinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla bu görevlerde analitik ve bütüncül stratejiler arasında geçiş

yapmaya daha eğilimli olmuştur. Bu durum ÜYO öğrencilerin stratejik esnekliğinin farklı stratejiler arasında gerçekleşme potansiyelinin daha fazla olduğunu göstermektedir. Yani, bu öğrenciler analitik stratejilerden biri görev çözümünde işe yaramadıysa bütüncül stratejilerden başka bir strateji (ya da tam tersi) deneme eğilimi göstermişlerdir.

Görev esnasında ÜY öğrenciler hiçbir görevde bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapmazken ÜYO öğrenciler bütün görevlerde bu geçişi yapmıştır. Basit ve zor zihinsel döndürme görevlerinde öğrencilerin hiçbiri analitik stratejilerden bütüncül stratejilere geçiş yapmamıştır. Orta zorluktaki görevde ise ÜY öğrenciler diğer öğrencilere kıyasla analitik stratejilerden bütüncül stratejilere daha fazla geçiş yapmıştır. Buradan ÜY öğrencilerin sadece orta zorluktaki görevde analitik ve bütüncül stratejiler arası geçiş yaptığı ancak ÜYO öğrencilerin tüm görevlerde stratejiler arası geçiş yaptığı görülmüştür. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olduğunu söylemek mümkündür. Bunlara ek olarak ÜYO öğrenciler görev zorluğu arttıkça bütüncül stratejilerden analitik stratejilere daha fazla geçiş yapmıştır. Bu durum alan yazınla uyum göstermektedir. Görev karmaşıklığı ile analitik strateji kullanımı pozitif ilişkilidir (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Dolayısıyla analitik strateji kullanmak görev karmaşıklığını azaltmaya yardımcı olabilmektedir. Bu sebeple öğrencilerin bütüncül strateji kullanarak çözemediği görevde analitik stratejiler denemesi makul bir yöntem olarak değerlendirilmektedir.

- Verilen cismi döndürme aşaması

Mevcut çalışmada zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken analitik stratejilerden referans parça döndürme, cismi parçalara ayırarak döndürme ve cismin köşelerini referans alarak döndürme olmak üzere üç farklı strateji kullanılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise yalnızca cismi bütün olarak zihinde döndürme stratejisi kullanılmıştır. Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde verilen cismi döndürürken her iki öğrenci grubu da genel olarak benzer stratejilerden yararlanmışlardır. Bu stratejiler cismi bütün olarak zihinde döndürme ve referans parça döndürme stratejileridir. Her iki öğrenci grubu da orta zorluktaki görev hariç bütün görevlerde cismi bütün olarak zihinde döndürme stratejisini referans parça döndürme stratejisinden daha fazla kullanmıştır. Orta zorluktaki görevde ÜYO öğrenciler bu iki stratejiyi eşit oranda kullanmıştır. Bu bulgu zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken ÜY öğrenciler ile ÜYO öğrencilerin görevler arası stratejik esnekliğinin benzer olduğuna işaret

etmektedir. Dolayısıyla elde edilen bu sonuç öğrencilerin verilen cismi döndürmede sınırlı sayıda strateji kullanabildiğini göstermektedir. Bu durum zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken de benzer şekilde görülmüştür. Elde edilen sonuç Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonucu ile örtüşmemektedir. Öğrenciler dönme kuralını belirlerken olduğu gibi verilen cismi döndürürken de zorlansa bile yeterince strateji değişikliği yapamamış genel olarak iki stratejiyi tercih etmiştir.

Basit zihinsel döndürme görevinde verilen cismi döndürürken her iki öğrenci grubu da genel olarak bütüncül stratejileri tercih ederken orta zorluktaki görevde analitik stratejileri tercih etmiştir. Zor zihinsel döndürme görevinde ise ÜY öğrenciler genel olarak bütüncül stratejileri tercih ederken ÜYO öğrenciler analitik stratejileri tercih etmiştir. ÜYO öğrencilerin basit görevde genel olarak bütüncül strateji kullanması görev karmaşıklığı ile analitik strateji kullanımı arasındaki pozitif ilişki ile açıklanabilir. Görev karmaşıklığı arttıkça analitik strateji kullanımı da artmaktadır (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Bu durum ÜY öğrencilerde de görülmektedir. Öğrenciler basit görevde bütüncül strateji kullanırken orta zorluktaki görevde analitik strateji kullanma eğilimi göstermişlerdir. Ancak zor görevde yeniden bütüncül strateji kullanımı göstermeleri bu ifade ile örtüşmemektedir. ÜY öğrenciler orta zorluktaki zihinsel döndürme görevinde analitik strateji kullanırken zorlanmış olabilir ve dolayısıyla zor görevde bütüncül strateji kullanma eğilimi göstermiş olabilir. ÜY öğrenciler önceki öğrenme deneyimlerinden elde ettikleri bilgileri yeni durumlara başarıyla transfer edebilir (Çağlar, 2004).

Basit zihinsel döndürme görevinde ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere göre daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Orta zorluktaki ve zor görevde ise ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere göre daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Bu durum alan yazınla tam olarak uyuşmamaktadır. Alan yazına göre ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere kıyasla daha fazla bütüncül strateji kullanmaktadır (Bayazıt & Harput, 2021; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Just & Carpenter, 1985; Lohman & Kyllonen, 1983). Bu durum orta ve zor zihinsel döndürme görevinde benzer şekilde görülürken basit zihinsel döndürme görevinde görülmemiştir. Ancak basit zihinsel döndürme görevinde analitik strateji kullanan öğrenci sayıları birbirine çok yakın olduğu için bu uyuşmazlık önemli görülmemiştir.

Zihinsel döndürme görevlerinde verilen cismi döndürürken bazı öğrenciler sadece analitik veya bütüncül stratejileri kullanırken bazı öğrenciler bu stratejiler arasında da geçiş

yapmıştır. Basit görevde öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca bütüncül stratejiler kullanarak görevi tamamlarken orta zorluktaki görevde öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca analitik stratejiler kullanarak görevi tamamlamıştır. Zor görevde ise ÜY öğrencilerin büyük çoğunluğu görevi yalnızca bütüncül stratejiler kullanarak tamamlarken ÜYO öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca analitik stratejiler kullanarak görevi tamamlamıştır. Yalnızca analitik strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve zor görevde daha az iken orta zorluktaki görevde daha fazladır. Yalnızca bütüncül strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit görevde daha az iken orta ve zor görevde daha fazladır.

ÜYO öğrenciler orta ve zor görevlerde verilen cismi döndürürken ortalama aynı sayıda strateji kullanırken en az stratejiyi basit görevde kullanmıştır. Buradan ÜYO öğrencilerin görev karmaşıklığı arttığında uygun stratejiyi belirlemede zorlandığını ve daha fazla çaba göstermek zorunda kaldıklarını anlamak mümkündür. Bu durum basit görevlerin daha az bilişsel çaba gerektirirken karmaşık görevlerin bilişsel açıdan daha zorlu olması (SankaRanaRayanan vd., 2021) ile açıklanabilir. ÜY öğrenciler ise orta ve zor görevlerde ortalama aynı sayıda strateji kullanırken en fazla stratejiyi basit görevde kullanmıştır. Bu durum SankaRanaRayanan ve diğerlerinin (2021) ifadesi ile örtüşmemektedir. ÜY öğrenciler önceki deneyimlerinden elde ettikleri bilgileri farklı durumlara başarıyla transfer etme yeteneğine sahiptir (Çağlar, 2004). Ayrıca ÜY öğrenciler problemleri çözerken strateji seçiminde ekonomik olmak isterler (Çağlar, 2004) ve problem durumu için uygun tepki tarzını benimsemeyi tercih ederler (Papadopoulos, 2020). Dolayısıyla zihinsel döndürme görevlerinde öğrenciler kullanabilecekleri uygun stratejiyi bulabilmek için ilk görevde birçok strateji denemiş olabilir. Görevler ilerledikçe ise basit görevdeki deneyimini yeni görevlere transfer etmiş ve böylece görevlerde denenilen strateji sayısı azalmış olabilir.

Zihinsel döndürme görevlerinin tümünde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla strateji kullanma eğiliminde olmuştur. Dolayısıyla ÜYO öğrencilerin bu görevlerde görev içi stratejik esnekliğinin daha yüksek olduğunu söylemek mümkündür. Bu sonuç zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını belirlerken öğrencilerin kullandığı stratejilerde de benzer şekilde görülmektedir. Ancak bu durum Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonuçları ile örtüşmemektedir. ÜY öğrenciler genel olarak her görevi ortalama bir strateji ile çözebilirken ÜYO öğrenciler ikiden fazla strateji kullanma eğilimi göstermiştir. Bu bulgu Nazareth ve diğerlerinin (2019) bilişsel stratejiler arasında sıklıkla geçiş yapan bireylerin

zihinsel döndürme görevlerinde daha başarılı olduğu bulgusu ile örtüşmemektedir. Uzamsal yetenek görevlerinde başarılı olabilmek için öğrencilerin fazla strateji kullanmasından ziyade strateji havuzundan uygun stratejiyi seçebilmesi ve stratejileri göreve uygun olarak uyarlayabilmesi gerekir (Cochran & Wheatley, 1989; Dünser, 2005; Fitting, 2002; Lohman & Kyllonen, 1983). Bu bağlamda ÜY öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde uygun stratejiyi daha kolay belirleyebildiğini söylemek mümkündür. ÜY öğrenciler problemleri çözerken strateji seçiminde ekonomik olmak isterler (Çağlar, 2004) ve problem durumu için uygun tepki tarzını benimsemeyi tercih ederler (Papadopoulos, 2020). Dolayısıyla öğrenciler basit görevde uygun stratejiyi belirledikten sonra orta zorluktaki ve zor görevlerde farklı stratejiler deneme ihtiyacı duymamış olabilir. Belirledikleri stratejiyi otomatikleştirerek benzer görevlerde kullanma eğilimi göstermiş olabilirler. Görevlerde kullanılan stratejilerin detaylı incelenmesinde de öğrencilerin genel olarak basit stratejide kullandığı stratejiyi orta ve zor görevlerde kullanma eğilimi gösterdiği görülmüştür. Bu durum Sternberg'in (1985) zeki bireylerin belirli bilişsel süreçleri otomatikleştirerek görevlere yanıt verdiği ifadesi ile örtüşmektedir. Sonuç olarak ÜYO öğrencilerin zihinsel döndürme görevlerinde dönme kuralını verilen cisme uygularken uygun stratejiyi seçmekte ÜY öğrencilere kıyasla daha fazla zorlandığını söylemek mümkündür.

Zihinsel döndürme görevlerinde öğrencilerin analitik ve bütüncül stratejiler arasında geçiş yapma eğilimleri görev zorluğuna göre değişiklik göstermiştir. Basit görevde ÜY öğrenciler stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimliken orta zorluktaki ve zor görevlerde ÜYO öğrenciler stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olmuştur. ÜY öğrenciler yalnızca basit görevde bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yaparken ÜYO öğrenciler bütün görevlerde geçiş yapmıştır. Basit görevde bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapan ÜY öğrenci sayısı ÜYO öğrenci sayısından daha fazladır. Son olarak ÜY öğrenciler hiçbir görevde analitik stratejilerden bütüncül stratejilere geçiş yapmazken ÜYO öğrenciler orta ve zor görevlerde az da olsa geçiş yapmıştır. Buradan öğrencilerin bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapmayı daha fazla tercih ettiği analitik stratejilerden bütüncül stratejilere ise nadiren geçiş yaptığı anlaşılmaktadır. Karmaşık görevlerde öğrenciler daha fazla analitik strateji kullanma eğilimi göstermektedir (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Dolayısıyla analitik strateji kullanmanın görev karmaşıklığını azaltmaya yardımcı olduğunu söylemek mümkündür. Bu sebeple öğrencilerin bütüncül strateji kullanarak çözemediği görevde analitik stratejiler denemesi makul bir yöntemdir. Ancak analitik strateji ile çözülemeyen bir görevin

bütüncül stratejiler kullanılarak çözülmeye çalışılması makul bir yöntem olarak görülmektedir. ÜY öğrencilerin basit görevde bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yaparken orta ve zor görevlerde stratejiler arası geçiş yapmaması dikkat çekici bir bulgudur. Bu durum bize öğrencilerin basit görevde uygun strateji seçimini yapabildiğini göstermektedir. Dolayısıyla öğrenciler daha sonraki görevlerde net bir şekilde kendilerine uygun stratejiyi (analitik veya bütüncül) kullanmıştır.

Uzamsal algı görevlerine ilişkin tartışma ve sonuç

Mevcut çalışmada uzamsal algı görevlerinde analitik stratejilerden referans parçanın görünümüne bakma ve referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme olmak üzere iki farklı strateji kullanılmıştır. Bütüncül strateji olarak ise cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma, cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme, cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma ve cismi bütün olarak çevirme olmak üzere dört farklı strateji kullanılmıştır.

Uzamsal algı görevlerinin tümünde her iki öğrenci grubunun da en fazla kullandığı strateji benzerlik göstermiştir. Bu strateji cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma stratejisidir. Orta zorluktaki görev hariç diğer görevlerin tümünde öğrenciler ikincil olarak referans parçanın görünümüne bakma stratejisini kullanmıştır. Orta zorluktaki görevde ise ÜY öğrenciler referans parçanın görünümüne bakma stratejisini kullanırken ÜYO öğrenciler cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma stratejisini kullanmıştır. Bu bulgu basit ve zor uzamsal algı görevlerinde ÜY öğrenciler ile ÜYO öğrencilerin görevler arası strateji esnekliğinin benzer olduğuna işaret etmektedir. Elde edilen bu sonuç öğrencilerin bu görevlerde sınırlı sayıda strateji kullanabildiğini göstermektedir. Ancak orta zorluktaki görevde ÜYO öğrencilerin ÜY öğrencilere kıyasla nispeten daha esnek davrandığı görülmektedir. Dolayısıyla bu görevde ÜYO öğrenciler az da olsa farklı stratejiler kullanma eğilimi göstermiştir. Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğunu ifade etmektedir. Ancak uzamsal algı görevlerinden elde edilen sonuçlar bu ifade ile örtüşmemektedir.

Uzamsal algı görevlerinde her iki öğrenci grubu da genel olarak bütüncül stratejileri tercih etmiştir. Bu bulgu Bayazıt ve Harput'un (2021) çalışması ile örtüşmemektedir. Bayazıt ve Harput (2021) çalışmasında ÜYO öğrencilerin uzamsal yönelim gerektiren görevlerde geometrik şekillerin köşe, kenar veya yüzlerini referans olarak kullandığı ancak ÜY öğrencilerin nesnelere imgelerini zihinlerinde oluşturarak bunları tek bir varlık olarak

düşündüğü sonucuna ulaşmıştır. Bu da bize ÜY öğrencilerin bütüncül stratejiler kullanırken ÜYO öğrencilerin analitik stratejileri tercih ettiğini göstermektedir. Mevcut araştırmada ise ÜY öğrencilerin yanı sıra ÜYO öğrencilerin de genel olarak bütüncül stratejileri tercih ettiği sonucuna ulaşılmıştır. Basit ve orta zorluktaki uzamsal algı görevinde ÜYO öğrenciler ÜY öğrencilere göre daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Zor görevde ise ÜY öğrenciler ÜYO öğrencilere göre daha fazla analitik strateji kullanmıştır. Bu durum alan yazınla tam olarak uyum göstermemektedir. Alan yazına göre ÜY öğrencilerin ÜYO öğrencilere göre daha fazla bütüncül strateji kullanması beklenmektedir (Bayazıt & Harput, 2021; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Just & Carpenter, 1985; Lohman & Kyllonen, 1983). ÜY öğrenciler basit ve orta zorluktaki görevlerde diğer öğrencilere kıyasla daha fazla bütüncül strateji kullanırken zor görevde tam tersi olmuştur. Bu durum görevin karmaşıklığından kaynaklanmış olabilir. Görev karmaşıklığı arttıkça analitik strateji kullanımı da artmaktadır (Barratt, 1953; Cochran & Wheatley, 1989; Glück & Fitting, 2003; Lohman & Kyllonen, 1983; Myers, 1957). Dolayısıyla ÜY öğrenciler görevin karmaşıklığını azaltabilmek için zor görevde ÜYO öğrencilere kıyasla analitik stratejileri daha fazla tercih etmiş olabilir.

Uzamsal algı görevlerinin çözümünde bazı öğrenciler sadece analitik veya bütüncül stratejileri kullanırken bazı öğrenciler bu stratejiler arasında da geçiş yapmıştır. Bu görevlerin tümünde öğrencilerin büyük çoğunluğu yalnızca bütüncül stratejiler kullanarak görevleri tamamlamıştır. Ancak kullanılan strateji oranları görev karmaşıklığı arttıkça farklılık göstermektedir. Yalnızca analitik strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve orta zorluktaki görevde daha az iken zor görevde daha fazladır. Yalnızca bütüncül strateji kullanan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve orta zorluktaki görevde daha fazla iken zor görevde daha azdır.

ÜY öğrencilerin uzamsal algı görevlerinde kullandığı strateji sayısı ile görev karmaşıklığının ters ilişkiye sahip olduğu görülmüştür. Görev zorluğu arttıkça ÜY öğrencilerin kullandığı ortalama strateji sayısı düşmüştür. Bu durum SankaRanaRayanan ve diğerlerinin (2021) basit görevlerin daha az bilişsel çaba gerektirirken karmaşık görevlerin bilişsel açıdan daha zorlu olduğuna yönelik ifadesi ile örtüşmemektedir. ÜY öğrenciler genellemelerinden ve öğrenme deneyimlerinden elde ettikleri bilgileri farklı durumlara ve alanlara başarıyla transfer edebilme becerisine sahiptir (Çağlar, 2004). Ayrıca ÜY öğrenciler problemleri çözerken strateji seçiminde ekonomik olmak isterler (Çağlar, 2004) ve problem durumu için uygun tepki tarzını benimsemeyi tercih ederler (Papadopoulos, 2020). Dolayısıyla uzamsal algı görevlerinde

öğrenciler kullanabilecekleri uygun stratejiyi bulabilmek için ilk görevlerde birçok strateji denemiş olabilir. Dolayısıyla görevler ilerledikçe bir önceki görevdeki deneyimini yeni göreve transfer etmiş ve böylece görevlerde denenen strateji sayısı azalmış olabilir. ÜYO öğrenciler ise en fazla stratejiyi zor görevde kullanırken en az stratejiyi orta zorluktaki görevde kullanmıştır. Bu durum öğrencilerin diğer görevlere kıyasla zor uzamsal algı görevinin doğasını anlamakta zorluk yaşadıklarına işaret etmektedir.

Basit ve orta zorluktaki görevlerde ÜY öğrenciler daha fazla strateji kullanırken zor uzamsal algı görevinde ÜYO öğrenciler daha fazla strateji kullanmıştır. Dolayısıyla basit ve orta zorluktaki görevlerde ÜY öğrenciler daha fazla stratejik esneklik göstermiştir. Bu durum Jaušovec (1991) ve Dover ve Shore'ın (1991) ÜY öğrencilerin normal öğrencilere göre problem çözümünde daha fazla stratejik esnekliğe sahip olduğu sonuçları ile paralellik göstermektedir. Zor görevde ise ÜYO öğrenciler daha fazla esneklik göstermiştir. Bu durum ilgili alan yazınla örtüşmemekte ve görevin doğasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Zor uzamsal algı görevinde cisme bakılması istenen nokta iki farklı şekilde algılamaya müsaittir. Öğrenciler cam fanusun ön yüzeyinden bakıldığını düşünebileceği gibi cam fanusun arka yüzeyinden bakıldığını da düşünebilir. Öğrencilerle yapılan görüşmelerde ÜY öğrencilerin verilen bakış noktasını hızlıca anladıkları görülmüştür. Ancak ÜYO öğrenciler bakış noktasını yanlış algıladıkları için göreve yanlış bakış açısından bakarak çözüm üretmeye çalışmıştır. Dolayısıyla doğru cevaba ulaşabilmek için farklı stratejiler kullanmak zorunda kalmıştır.

Basit ve zor uzamsal algı görevlerinde ÜYO öğrenciler uzamsal algı görevlerinde analitik ve bütüncül stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli iken orta zorluktaki uzamsal algı görevinde ÜY öğrenciler stratejiler arasında geçiş yapmaya daha eğilimli olmuştur. Görev esnasında bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapan ÜY öğrenci yüzdesi diğer öğrencilere kıyasla basit ve zor görevde daha az iken orta zorluktaki görevde daha fazladır. Son olarak basit görevde ÜY öğrenciler analitik stratejilerden bütüncül stratejilere geçiş yapmazken ÜYO öğrenciler geçiş yapmıştır. Orta ve zor görevlerde ise ÜY öğrenciler diğer öğrencilere göre analitik stratejilerden bütüncül stratejilere daha fazla geçiş yapmıştır. Buradan öğrencilerin bütüncül stratejilerden analitik stratejilere geçiş yapmayı daha fazla tercih ettiği analitik stratejilerden bütüncül stratejilere ise nadiren geçiş yaptığı anlaşılmaktadır.

5.2. Öneriler

5.2.1. Araştırmacılara yönelik öneriler

Mevcut çalışmada uzamsal yeteneğin uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı bileşenleri PUGT aracılığıyla incelenmiştir. Aynı uzamsal yetenek alanlarını ölçen daha güncel ve farklı testlerle benzer çalışmalar gerçekleştirilebilir. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular karşılaştırılabilir.

Mevcut çalışma, uzamsal yeteneğin üç bileşeni (uzamsal görselleştirme, zihinsel döndürme ve uzamsal algı) üzerine inşa edilmiştir. Bu bileşenler dışındaki uzamsal yetenek alanları için de benzer çalışmalar yürütülebilir.

Mevcut çalışma, 9. sınıfa devam eden ÜY ve ÜYO öğrencileri ile gerçekleştirilmiştir. ÜY öğrencileri BİLSEM'den seçilirken ÜYO öğrencileri Anadolu liselerinden seçilmiştir. Elde edilen sonuçların farklı yaş gruplarına genellenebilmesi için farklı yaş grubundan ve farklı eğitimsel geçmişe sahip öğrenci grupları ile çalışma tekrarlanabilir. Ayrıca öğrenme güçlüğü çeken öğrenciler ile çalışılarak bu öğrencilere ait bulgular üstün yetenekli ve normal öğrencilerle karşılaştırılabilir.

Mevcut araştırma, ekran tabanlı göz izleme çalışması olması sebebiyle çalışmada görevler hazır olarak sunulmuştur. Mobil göz izleme araçları kullanılarak öğrencilerin somut bir şekilde görevleri tamamlamasını gerektiren araştırmalar tasarlanabilir. Böylece öğrencilerin uzamsal yetenek düzeylerini etkilediği düşünülen ikinci ve üçüncü boyut arasındaki dönüşüm becerileri faktörü ortadan kaldırılmış olur.

Mevcut araştırma sonucunda ÜY ve ÜYO öğrencilerin odaklandıkları noktalar, kullandıkları uzamsal stratejiler vs. belirlenmiştir. Bu bilgiler öğrencilerin görevleri gerçekleştirme yöntemi hakkında fikir vermektedir. Öğrencileri yanlış cevaba sürükleyen yöntemlerin tespiti öğrencilerde uzamsal yetenek gelişimi için önemli bir adımdır. Gelecek araştırmalarda bu yöntemler incelenerek bir öğrenme ortamı tasarımı yapılabilir.

5.2.2. Uygulamaya yönelik öneriler

Yüksek karmaşıklığa sahip görevlerde grup çalışması bilişsel yükü azaltmaktadır (Kirschner vd., 2009, 2011). Dolayısıyla, öğrencilere fazla bilişsel yük getirdiği tespit edilen görevlerde öğrencilerin grup çalışması yapmalarını teşvik edilebilir.

Görev üzerindeki bilişsel yükün artması ilgili görevin tamamlanma süresini de etkilemektedir (Demir-Kaymak, 2015; Kılıç, 2006; McDonald & Stevenson, 1996; Paas vd., 2003). Bu sebeple, çalışma kapsamında öğrencilere fazla bilişsel yük getirdiği tespit edilen görevlerde öğrencilere ek süre verilmesi tavsiye edilmektedir. Bu sayede öğrenciler görevi yeterince keşfetme fırsatı yakalayacaktır.

Öğrencilerin görevlerde belirli stratejilere bağlı kalması görevin çözümünü zorlaştırabilmektedir. Bu sebeple, öğrencilerin stratejik esnekliğe sahip olması önemli görülmektedir. Yapılan çalışmalar stratejik esnekliğin eğitim yoluyla geliştirilebileceğine işaret etmektedir (Arslan & Yazgan, 2015; Elia vd., 2009; Gavaz vd., 2021; Zhang, 2010). Öğretmen dersinde her görev için ayrı strateji olduğunu belirtirse öğrenciler bu stratejileri ezberleyerek görevi tamamlamaya çalışabilir. Bu sebeple, öğretmenler öğrencilerine uzamsal yetenek görevlerinde kullanabileceği çok sayıda strateji olduğunu fark ettirmelidir. Bunun yanı sıra öğretmenlerin öğrencilerini etkili stratejiler geliştirme ve kullanma konusunda teşvik etmesi önerilmektedir. Bu sayede, öğrenciler uzamsal yetenek görevlerinin çözümü konusunda kendilerine güvenebilir ve esneklik geliştirebilirler.

Algılanan görev zorluğu arttıkça öğrencilerin görev üzerindeki bakış süreleri artmaktadır (Andrzejewska & Stolińska, 2016; Lin & Lin, 2014b). Yapılan çalışmada elde edilen bazı sonuçların algılanan zorluk düzeyinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Ancak mevcut çalışma öğrencilerin algılanan zorluk düzeyini belirlemediğinden bu neden-sonuç ilişkisi için bir kanıt niteliği taşımamaktadır. Dolayısıyla, gelecek çalışmalarda öğrencilerin algılanan zorluk düzeyi de belirlenerek kurulan bu neden-sonuç ilişkisi test edilebilir.

Öğrenciler uygun stratejiyi belirlese bile stratejiyi doğru kullanma konusunda sorun yaşayabilir. Bu sebeple, öğretmenlere öğrencilerinin stratejilerini analiz etmesi önerilmektedir. Bu sayede öğrencilerin bireysel olarak yaşadığı problemler keşfedilebilir ve uygun şekilde giderilebilir.

KAYNAKLAR

- Abrahamson, D., Bakker, A., Duijzer, C. A., Shayan, S., & van der Schaaf, M. (2017). Eye-tracking the emergence of attentional anchors in a mathematics learning tablet activity. In C. Was, F. Sansosti, & B. Morris (Eds.), *Eye-tracking technology applications in educational research* (pp. 166-194). IGI Global.
- Alemdag, E., & Cagiltay, K. (2018). A systematic review of eye tracking research on multimedia learning. *Computers & Education*, *125*, 413-428. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.06.023>
- Alexander, G. M., & Son, T. (2007). Androgens and eye movements in women and men during a test of mental rotation ability. *Hormones and Behavior*, *52*(2), 197-204. <https://doi.org/10.1016/j.yhbeh.2007.01.011>
- Allen, M. J. (1974). Sex differences in spatial problem-solving styles. *Perceptual and Motor Skills*, *39*(2), 843-846. <https://doi.org/10.2466/pms.1974.39.2.843>
- Allen, M. J., & Hogeland, R. (1978). Spatial problem-solving strategies as functions of sex. *Perceptual and Motor Skills*, *47*(2), 348-350. <https://doi.org/10.2466/pms.1978.47.2.348>
- Anderson, J. R., Bothell, D., & Douglass, S. (2004). Eye movements do not reflect retrieval processes: Limits of the eye-mind hypothesis. *Psychological Science*, *15*(4), 225-231. <https://doi.org/10.1111/j.0956-7976.2004.00656.x>
- Andrá, C., Lindström, P., Arzarello, F., Holmqvist, K., Robutti, O., & Sabena, C. (2015). Reading mathematics representations: An eye-tracking study. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *13*(2), 237-259. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9484-y>
- Andrienko, G., Andrienko, N., Burch, M., & Weiskopf, D. (2012). Visual analytics methodology for eye movement studies. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, *18*(12), 2889-2898. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2012.276>
- Andrzejewska, M., & Stolińska, A. (2016). Comparing the difficulty of tasks using eye tracking combined with subjective and behavioural criteria. *Journal of Eye Movement Research*, *9*(3). <https://doi.org/10.16910/jemr.9.3.3>
- Arslan, C., & Yazgan, Y. (2015). Common and flexible use of mathematical non routine problem solving strategies. *American Journal of Educational Research*, *3*(12), 1519-1523. <https://doi.org/10.12691/education-3-12-6>
- Bahçıvan, E. (2022). *Mental rotation test performance of university students: Eye tracking study* [Master's thesis]. Middle East Technical University.
- Bakar, A. Y. A. (2016). Digital classroom: An innovative teaching and learning technique for gifted learners using ICT. *Creative Education*, *7*, 55-61. <https://doi.org/10.4236/ce.2016.71006>

- Ball, L. J., Eger, N., Stevens, R., & Dodd, J. (2006). Applying the PEEP method in usability testing. *Interfaces*, 67, 15-19.
- Baran, B., Dogusoy, B., & Cagiltay, K. (2007). How do adults solve digital tangram problems? Analyzing cognitive strategies through eye tracking approach. In J. A. Jacko (Ed.), *Human-Computer interaction. HCI intelligent multimodal interaction environments. Lecture notes in computer science: Vol. 4552* (Part III, pp. 555–563). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-540-73110-8_60
- Barratt, E. S. (1953). An analysis of verbal reports of solving spatial problems as an aid in defining spatial factors. *The Journal of Psychology*, 36(1), 17–25. <https://doi.org/10.1080/00223980.1953.9712874>
- Bayazıt, İ., & Harput, D. (2021). Üstün zekâlı ve normal zekâlı öğrencilerin uzamsal düşünme becerilerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. *Mediterranean Educational Research Journal/Akdeniz Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 15(35), 95-129. <https://doi.org/10.29329/mjer.2020.340.5>
- Berberoğlu, G. (2007). *Türk bakış açısından PISA araştırma sonuçları*. <http://www.konrad.org.tr/Egitimturk/07girayberberoglu.pdf> adresinden edinilmiştir.
- Bethell-Fox, C. E., & Shepard, R. N. (1988). Mental rotation: Effects of stimulus complexity and familiarity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14(1), 12–23. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.14.1.12>
- Biedert, R., Buscher, G., & Dengel, A. (2009). The eye book: Using eye tracking to enhance the reading experience. *Informatik-Spektrum*, 33(3), 272-281. <https://doi.org/10.1007/s00287-009-0381-2>
- Bildiren, A. (2017). Developmental characteristics of gifted children aged 0-6 years: parental observations. *Early Child Development and Care*, 188 (8), 997–1011. <https://doi.org/10.1080/03004430.2017.1389919>
- Blignaut, P., & Wium, D. (2014). Eye-tracking data quality as affected by ethnicity and experimental design. *Behavior Research Methods*, 46(1), 67-80. <https://doi.org/10.3758/s13428-013-0343-0>
- Bodner, G. M., & Guay, R. B. (1997). The Purdue visualization of rotations test. *The Chemical Educator*, 2(4), 1-17. <https://doi.org/10.1007/s00897970138a>
- Bojko, A. (2013). *Eye tracking the user experience: A practical guide to research*. Rosenfeld Media.
- Bolt, R. A. (1981). Gaze-orchestrated dynamic windows. *ACM SIGGRAPH Computer Graphics*, 15(3), 109-119. <https://doi.org/10.1145/965161.806796>
- Boren, T., & Ramey, J. (2000). Thinking aloud: reconciling theory and practice. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(3), 261–278. <https://doi.org/10.1109/47.867942>
- Borys, M., & Plechawska-Wójcik, M. (2017). Eye-tracking metrics in perception and visual attention research. *EJMT*, 3, 11-23.

- Burin, D. I., Delgado, A. R., & Prieto, G. (2000). Solution strategies and gender differences in spatial visualization tasks. *Psicológica*, 21(2), 275-286.
- Buswell, G. T. (1935). *How people look at pictures: a study of the psychology and perception in art*. Chicago University Press.
- Büyüköztürk, Ş., Kılıç-Çakmak, E., Akgün, Ö., Karadeniz, Ş., & Demirel, F. (2017). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (23. Baskı). Pegem Akademi.
- Byrne, M. D., Anderson, J. R., Douglass, S., & Matessa, M. (1999). Eye tracking the visual search of click-down menus. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 402-409). <https://doi.org/10.1145/302979.303118>
- Can, A. (2019). *SPSS ile bilimsel araştırma sürecinde nicel veri analizi* (7. Baskı). Pegem Akademi.
- Cantürk-Günhan, B., Turgut, M., & Yılmaz, S. (2009). Spatial ability of a mathematics teacher: The case of Oya. *IBSU Scientific Journal*, 1 (3), 151-158.
- Carroll, J. B. (1993). *Human cognitive abilities: A survey of factor-analytic studies*. Cambridge University Press.
- Carter, B. T., & Luke, S. G. (2020). Best practices in eye tracking research. *International Journal of Psychophysiology*, 155, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2020.05.010>
- Castellanos, F. X., Marvasti, F. F., Ducharme, J. L., Walter, J. M., Israel, M. E., Krain, A., ... Hommer, D. W. (2000). Executive function oculomotor tasks in girls with ADHD. *Journal of the American Academy of Child & Adolescent Psychiatry*, 39(5), 644-650. <https://doi.org/10.1097/00004583-200005000-00019>
- Chan, D. W. (2007). Gender differences in spatial ability: Relationship to spatial experience among Chinese gifted students in Hong Kong. *Roeper Review*, 29(4), 277-282. <https://doi.org/10.1080/02783190709554423>
- Chandler, P., & Sweller, J. (1991). Cognitive load theory and the format of instruction. *Cognition and Instruction*, 8(4), 293-332. https://doi.org/10.1207/s1532690xci0804_2
- Chen, H. C., Lai, H. D., & Chiu, F. C. (2010). Eye tracking technology for learning and education. *Journal of Research in Education Sciences*, 55(4), 39-68. <https://doi.org/10.3966/2073753X2010125504002>
- Chen, O., Paas, F., & Sweller, J. (2023). A cognitive load theory approach to defining and measuring task complexity through element interactivity. *Educational Psychology Review*, 35(2), 63. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09782-w>
- Chen, Y. C., & Yang, F. Y. (2014). Probing the relationship between process of spatial problems solving and science learning: An eye tracking approach. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 579-603. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9504-y>

- Clark, B. (1988). *Growing up gifted: Developing the potential of children at home and at school*. Merrill.
- Clark, R. C. (1995). *Authorware, multimedia, and instructional methods*. Macromedia Inc. San Francisco.
- Clark, R., Nguyen, F., & Sweller, J. (2005). *Efficiency in learning: Evidence-based guidelines to manage cognitive load*. Pfeiffer.
- Clay, V., König, P., & Koenig, S. (2019). Eye tracking in virtual reality. *Journal of Eye Movement Research*, 12(1), 1-18. <https://doi.org/10.16910/jemr.12.1.3>
- Čiuladienė, G. (2012). Gabių vaikų situacija mokykloje: konfliktinė sąveika su bendraklasiais ir mokytojais ir jos korekcija. *Acta Paedagogica Vilnensia*, 28, 133–147.
- Cochran, K. F., & Wheatley, G. H. (1989). Ability and sex-related differences in cognitive strategies on spatial tasks. *The Journal of General Psychology*, 116(1), 43-55. <https://doi.org/10.1080/00221309.1989.9711109>
- Colangelo, N., & Davis, G. A. (2003). Introduction and overview. In N. Colangelo & G. A. Davis (Eds.), *Handbook of gifted education* (pp. 7-8). Allyn and Bacon.
- Conklin, K., & Pellicer-Sánchez, A. (2016). Using eye-tracking in applied linguistics and second language research. *Second Language Research*, 32(3), 453-467. <https://doi.org/10.1177/0267658316637401>
- Cooper, L. A. (1976). Individual differences in visual comparison processes. *Perception & Psychophysics*, 19(5), 433–444. <https://doi.org/10.3758/BF03199404>
- Cooper, G., & Sweller, J. (1987). Effects of schema acquisition and rule automation on mathematical problem-solving transfer. *Journal of Educational Psychology*, 79(4), 347-362.
- Cornsweet, T., & Crane, H. (1973). *U.S. Patent No. 3,724,932*. U.S. Patent and Trademark Office.
- Coşkun, A., & Çağiltay, K. (2022). A systematic review of eye-tracking-based research on animated multimedia learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(2), 581-598. <https://doi.org/10.1111/jcal.12629>
- Cowan, N. (2001). The magical number 4 in short-term memory: A reconsideration of mental storage capacity. *Behavioral and Brain Sciences*, 24(01), 87-114. <https://doi.org/10.1017/S0140525X01003922>
- Cowen, L., Ball, L. J., & Delin, J. (2002). An eye movement analysis of web page usability. In X., Faulkner, J., Finlay, & F., Détienne (Eds.) *People and computers* (pp. 317-336), Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-0105-5_19
- Creswell, J. W. (2018). *Nitel araştırma yöntemleri: Beş yaklaşıma göre nitel araştırma ve araştırma deseni*. M. Bütün & S. B. Demir (Çev. Ed.). (s. 69-109). Siyasal Kitabevi.

- Çağlar, D. (2004). Üstün zekâlı çocukların özellikleri. R. Şirin, A. Kulaksızoğlu, & A. E. Bilgili (Ed.), *Üstün yetenekli çocuklar: Seçilmiş makaleler kitabı* (s. 111-125) içinde. Çocuk Vakfı Yayınları.
- Çuhadaroğlu, A. (2020). Bilgiyi işleme kuramı. Ş. Işık (Ed.), *Eğitim psikolojisi* (s. 453-478). Pegem Akademi.
- Dehaene, S. (2009). *How do we read? Reading in the brain: The science and evolution of a human invention*. Penguin.
- Demir-Kaymak, Z. (2015). *Bulut bilişim araçlarının çalışma türünün ve görev zorluğunun bilişsel yük ve öğrenme üzerindeki etkisi* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Sakarya Üniversitesi.
- Demirbilek, M. (2004). *Effects of interface windowing modes and individual differences on disorientation and cognitive load in a hypermedia learning environment* [Doctoral dissertation]. University of Florida.
- Demirel, S. (2023). *2. sınıf öğrencilerinin uzamsal görselleştirme becerileri üzerine test geliştirme çalışması* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- DeVellis, R.F. (2012). *Scale development: Theory and applications* (3rd ed.). Sage
- Dias, P., & Sousa, P. (1997). Understanding navigation and disorientation in hypermedia learning environments. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 6 (2), 173-185.
- Djamasbi, S., Tullis, T., Hsu, J., Mazuera, E., Osberg, K., & Bosch, J. (2007). Gender preferences in web design: usability testing through eye tracking. *AMCIS 2007 Proceedings*, 133.
- Djamasbi, S. (2014). Eye tracking and web experience. *AIS Transactions on Human-Computer Interaction*, 6(2), 37-54. <https://doi.org/10.17705/1thci.00060>
- Dodge, R. (1903). Five types of eye movement in the horizontal meridian plane of the field of regard. *American Journal of Physiology-Legacy Content*, 8(4), 307-329. <https://doi.org/10.1152/ajplegacy.1903.8.4.307>
- Dodge, R. (1906). Recent studies in the correlation of eye movement and visual perception. *Psychological Bulletin*, 3(3), 85-92. <https://doi.org/10.1037/h0071225>
- Dodge, R., & Cline, T. S. (1901). The angle velocity of eye movements. *Psychological Review*, 8(2), 145-157. <https://doi.org/10.1037/h0076100>
- Dover, A., & Shore, B. M. (1991). Giftedness and flexibility on a mathematical set-breaking task. *Gifted Child Quarterly*, 35(2), 99-105. <https://doi.org/10.1177/001698629103500209>
- Drews, A. (2010). Membrane fouling in membrane bioreactors—characterisation, contradictions, cause and cures. *Journal of Membrane Science*, 363(1-2), 1-28. <https://doi.org/10.1016/j.memsci.2010.06.046>

- Duchowski, A.T., Price, M.M., Meyer, M., & Orero, P. (2012). Aggregate gaze visualization with realtime heatmaps. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications, ETRA'12* (pp. 13–20). ACM. <https://doi.org/10.1145/2168556.2168558>
- Duchowski, A. T. (2017). *Eye tracking methodology: Theory and practice* (3rd ed.). Springer.
- Duffy, S. A. (1992). Eye movements and complex comprehension processes. In K. Rayner (Eds.), *Eye movements and visual cognition scene perception and reading* (pp. 462-471). Springer-Verlag.
- Dussias, P. E. (2010). Uses of eye-tracking data in second language sentence processing research. *Annual Review of Applied Linguistics*, 30, 149-166. <https://doi.org/10.1017/S026719051000005X>
- Dünser, A. (2005). *Trainierbarkeit der raumvorstellung mit augmented reality* [Doctoral dissertation]. University of Vienna.
- Eckstein, M. K., Guerra-Carrillo, B., Miller Singley, A. T., & Bunge, S. A. (2017). Beyond eye gaze: What else can eyetracking reveal about cognition and cognitive development? *Developmental Cognitive Neuroscience*, 25, 69-91. <https://doi.org/10.1016/j.dcn.2016.11.001>
- Eger, N., Ball, L. J., Stevens, R., & Dodd, J. (2007). Cueing retrospective verbal reports in usability testing through eye-movement replay. In *Proceedings of HCI 2007 The 21st British HCI Group Annual Conference University of Lancaster, UK 21* (pp. 1-9).
- Einhäuser, W., & König, P. (2010). Getting real-sensory processing of natural stimuli. *Current Opinion in Neurobiology*, 20(3), 389–395. <https://doi.org/10.1016/j.conb.2010.03.010>
- Ekstrom, R. B., French, J. W., & Harman, H. H. (1979). Cognitive factors: Their identification and replication. *Multivariate Behavioral Research Monographs*, 79(2), 3-84.
- Elbabour, F., Alhadreti, O., & Mayhew, P. (2017). Eye tracking in retrospective think-aloud usability testing: Is there added value? *Journal of Usability Studies*, 12(3), 95-110.
- Elia, I., van den Heuvel-Panhuizen, M., & Kolovou, A. (2009). Exploring strategy use and strategy flexibility in non-routine problem solving by primary school high achievers in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 41, 605-618. <https://doi.org/10.1007/s11858-009-0184-6>
- Elling, S., Lentz, L., & de Jong, M. (2011). Retrospective think-aloud method. In *Proceedings of the 2011 Annual Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '11* (s. 1161-1170). <https://doi.org/10.1145/1978942.1979116>
- Ericsson, K.A., & Simon, H.A (1996). *Protocol analysis: Verbal reports as data* (Revised ed.). MIT Press.
- Eryilmaz-Çevirgen, A. (2012). *Causal relations among 12th grade students' geometry knowledge, spatial ability, gender, and school type* [Doctoral dissertation]. Middle East Technical University.

- Ferrari, F., Spillmann, K. P., Knecht, C. P., Bektaş, K., & Muehlethaler, C. M. (2018). Improved pilot training using head and eye tracking system. In *Eye Tracking for Spatial Research, Proceedings of the 3rd International Workshop (ET4S)* (pp. 58-63). ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000222482>
- Field, A. (2000). *Discovering statistics using SPSS for Windows*. Sage Publication.
- Fitting, S. (2002). *Orientierungsstrategien in virtuellen umgebungen—Interindividuelle unterschiede und interventionseffekte (Orientation strategies in virtual environments—Individual differences and intervention effects)*. [Unpublished master's thesis]. Free University.
- Freedman, R. J., & Rovegno, L. (1981). Ocular dominance, cognitive strategy, and sex differences in spatial ability. *Perceptual and Motor Skills*, 52(2), 651–654. <https://doi.org/10.2466/pms.1981.52.2.651>
- Galili, H., Babai, R., & Stavy, R. (2020). Intuitive interference in geometry: An eye-tracking study. *Mind, Brain, and Education*, 14(2), 155-166. <https://doi.org/10.1111/mbe.12231>
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of multiple intelligences*. Basic Books.
- Gavaz, H. O., Yazgan, Y., & Arslan, Ç. (2021). Non-routine problem solving and strategy flexibility: A quasi-experimental study. *Journal of Pedagogical Research*, 5 (3), 40-54. <https://doi.org/10.33902/JPR.2021370581>.
- Gegenfurtner, A., Lehtinen, E., & Säljö, R. (2011). Expertise differences in the comprehension of visualizations: A meta-analysis of eye-tracking research in professional domains. *Educational Psychology Review*, 23, 523-552. <https://doi.org/10.1007/s10648-011-9174-7>
- George, D., & Mallery, P. (2016). *IBM SPSS statistics 23 step by step: A simple guide and reference* (4th ed.). Routledge.
- Gilliland, A. R. (1921). Photographic methods for studying reading. *Visual Education*, 2, 21-26.
- Glaholt, M. G., & Reingold, E. M. (2011). Eye movement monitoring as a process tracing methodology in decision making research. *Journal of Neuroscience, Psychology, and Economics*, 4(2), 125–146. <https://doi.org/10.1037/a0020692>
- Glück, J. (1999). *Spatial strategies-Kognitive Strategien bei räumlichen Leistungen (Spatial strategies—strategy use in spatial cognition)* [Unpublished doctoral dissertation]. University of Vienna.
- Glück, J., & Fitting, S. (2003). Spatial strategy selection: Interesting incremental information. *International Journal of Testing*, 3(3), 293-308. https://doi.org/10.1207/S15327574IJT0303_7
- Glück, J., Machat, R., Jirasko, M., & Rollett, B. (2002). Training-related changes in solution strategy in a spatial test: An application of item response models. *Learning and Individual Differences*, 13(1), 1-22. [https://doi.org/10.1016/S1041-6080\(01\)00042-5](https://doi.org/10.1016/S1041-6080(01)00042-5)

- Gohm, C. L., Humphreys, L. G., & Yao, G. (1998). Underachievement among spatially gifted students. *American Educational Research Journal*, 35(3), 515-531. <https://doi.org/10.3102/00028312035003>
- Goldberg, J. H., & Helfman, J. I. (2010). Scanpath clustering and aggregation. In *Proceedings of the 2010 Symposium on Eye-Tracking Research & Applications* (pp. 227-234). <https://doi.org/10.1145/1743666.1743721>
- Goldberg, J., & Helfman, J. (2011). Eye tracking for visualization evaluation: Reading values on linear versus radial graphs. *Information Visualization*, 10(3), 182-195. <https://doi.org/10.1177/1473871611406623>
- Goldberg, J. H., & Kotval, X. P. (1999). Computer interface evaluation using eye movements: methods and constructs. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 24(6), 631-645. [https://doi.org/10.1016/S0169-8141\(98\)00068-7](https://doi.org/10.1016/S0169-8141(98)00068-7)
- Goldberg, J. H., Stimson, M. J., Lewenstein, M., Scott, N., & Wichansky, A. M. (2002). Eye tracking in web search tasks: design implications. In *Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications* (pp. 51-58). <https://doi.org/10.1145/507072.507082>
- Guan, Z., Lee, S., Cuddihy, E., & Ramey, J. (2006). The validity of the stimulated retrospective think-aloud method as measured by eye tracking. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '06* (pp. 1253-1262). <https://doi.org/10.1145/1124772.1124961>
- Guay, R. (1976). *Purdue spatial vizualization test*. Purdue Research Foundation.
- Guttman, R., Epstein, E. E., Amir, M., & Guttman, L. (1990). A structural theory of spatial abilities. *Applied Psychological Measurement*, 14(3), 217-236. <https://doi.org/10.1177/014662169001400301>
- Halpern, D. F. (2012). *Sex differences in cognitive abilities* (Fourth Edition). Psychology press.
- Hansen, J. P. (1991). The use of eye mark recordings to support verbal retrospection in software testing. *Acta Psychologica*, 76(1), 31-49. [https://doi.org/10.1016/0001-6918\(91\)90052-2](https://doi.org/10.1016/0001-6918(91)90052-2)
- Hansen, D. W., & Pece, A. E. (2005). Eye tracking in the wild. *Computer Vision and Image Understanding*, 98(1), 155-181. <https://doi.org/10.1016/j.cviu.2004.07.013>
- Hartman, N. W., & Bertoline, G. R. (2005). Spatial abilities and virtual technologies: Examining the computer graphics learning environment. In *Ninth International Conference on Information Visualisation (IV'05)* (pp. 992-997). IEEE. <https://doi.org/10.1109/IV.2005.120>
- Hartmann, M., Mast, F.W., & Fischer, M. H. (2015). Spatial biases during mental arithmetic: Evidence from eye movements on a blank screen. *Frontiers in Psychology*, 6(1), 1-8. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00012>
- Hartridge, H., & Thomson, L. C. (1948). Methods of investigating eye movements. *The British Journal of Ophthalmology*, 32(9), 581-591. <https://doi.org/10.1136/bjo.32.9.581>

- Henderson, J. M., & Ferreira, F. (2004). Scene perception for psycholinguists. In J. M. Henderson & F. Ferreira (Eds.), *The interface of language, vision, and action: Eye movements and the visual world* (pp. 1-58). Psychology Press.
- Hessels, R. S., Andersson, R., Hooge, I. T., Nyström, M., & Kemner, C. (2015). Consequences of eye color, positioning, and head movement for eye-tracking data quality in infant research. *Infancy, 20*(6), 601-633. <https://doi.org/10.1111/infa.12093>
- Hessels, R. S., Kemner, C., van den Boomen, C., & Hooge, I. T. (2016). The area-of-interest problem in eyetracking research: A noise-robust solution for face and sparse stimuli. *Behavior Research Methods, 48*, 1694-1712. <https://doi.org/10.3758/s13428-015-0676-y>
- Hindal, H. S. (2014). Visual-spatial learning: A characteristic of gifted students. *European Scientific Journal, 10*(13), 557-574.
- Holmqvist, K., Nyström, M., Andersson, R., Dewhurst, R., Jarodzka, H., & Van de Weijer, J. (2011). *Eye tracking: A comprehensive guide to methods and measures*. Oxford University.
- Holmqvist, K., Nyström, M., & Mulvey, F. (2012). Eye tracker data quality: what it is and how to measure it. In *Proceedings of the Symposium on Eye Tracking Research and Applications ETRA '12* (pp. 45-52). ACM. <https://doi.org/10.1145/2168556.2168563>
- Hornof, A. J., & Halverson, T. (2002). Cleaning up systematic error in eye-tracking data by using required fixation locations. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers, 34*(4), 592-604. <https://doi.org/10.3758/BF03195487>
- Horsley, M. (2014). Eye tracking as a research method in social and marketing applications. In M. Horsley, M. Eliot, B. A. Knight, R. Reilly (Eds.), *Current trends in eye tracking research* (pp. 179-182). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-02868-2>
- Hoyek, N., Collet, C., Rastello, O., Fargier, P., Thiriet, P., & Guillot, A. (2009). Enhancement of mental rotation abilities and its effect on anatomy learning. *Teaching and Learning in Medicine, 21*(3), 201-206. <https://doi.org/10.1080/10401330903014178>
- Huey, E. B. (1898). Preliminary experiments in the physiology and psychology of reading. *The American Journal of Psychology, 9*(4), 575-586. <https://doi.org/10.2307/1412192>
- Hunziker, H. W. (1970). Visuelle Informationsaufnahme und Intelligenz: Eine Untersuchung ueber die Augenfixationen beim Problemlösen. *Schweizerische Zeitschrift fuer Psychologie, 29*, 165-171.
- Hyrskykari, A., Ovaska, S., Majaranta, P., Rähkä, K. J., & Lehtinen, M. (2008). Gaze path stimulation in retrospective think-aloud. *Journal of Eye Movement Research, 2*(4), 1-18. <https://doi.org/10.16910/jemr.2.4.5>
- Irwin, D. E., & Brockmole, J. R. (2000). Mental rotation is suppressed during saccadic eye movements. *Psychonomic Bulletin & Review, 7*(4), 654-661. <https://doi.org/10.3758/BF03213003>

- Jacob, R. J., & Karn, K. S. (2003). Eye tracking in human-computer interaction and usability research: Ready to deliver the promises. In J. Hyönä, R. Radach and H. Deubel (Eds.), *The mind's eye: Cognitive and applied aspects of eye movement research* (pp. 573-605). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-044451020-4/50031-1>
- Jacynè, R., & Žukauskaitė, E. (2022). The education of gifted pre-school children using information communication technology: the opinions of teachers. *Regional Formation and Development Studies: Journal of Social Sciences.*, (2), 43-53. <https://doi.org/10.15181/rfds.v37i2.2420>
- Janssen, J., Kirschner, F., Erkens, G., Kirschner, P. A., & Paas, F. (2010). Making the black box of collaborative learning transparent: Combining process-oriented and cognitive load approaches. *Educational Psychology Review*, 22(2), 139-154. <https://doi.org/10.1007/s10648-010-9131-x>
- Jaušovec, N. (1991). Flexible strategy use: A characteristic of gifted problem solving. *Creativity Research Journal*, 4(4), 349-366. <https://doi.org/10.1080/10400419109534411>
- Javal, L. É. (1878). Essai sur la physiologie de la lecture. *Annales d'Oculistique*, 80, 97-117.
- Javal, L. É. (1879). Essai sur la physiologie de la lecture. *Annales d'Oculistique*, 81, 61-73.
- Josephson, S., & Holmes, M. E. (2002). Visual attention to repeated internet images: testing the scanpath theory on the world wide web. In *Proceedings of the 2002 Symposium on Eye Tracking Research & Applications* (pp. 43-49). <https://doi.org/10.1145/507072.507081>
- Judd, C. H., McAllister, C. N., & Steele, W. M. (1905). General introduction to a series of studies of eye movements by means of kinoscopic photographs. *Psychological Review Monographs*, 7(1), 1-16.
- Juhel, J. (1991). Spatial abilities and individual differences in visual information processing. *Intelligence*, 15(1), 117-137. [https://doi.org/10.1016/0160-2896\(91\)90025-9](https://doi.org/10.1016/0160-2896(91)90025-9)
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1976). Eye fixations and cognitive processes. *Cognitive Psychology*, 8(4), 441-480. [https://doi.org/10.1016/0010-0285\(76\)90015-3](https://doi.org/10.1016/0010-0285(76)90015-3)
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1980). A theory of reading: From eye fixations to comprehension. *Psychological Review*, 87(4), 329-354. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.87.4.329>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1984). Using eye fixations to study reading comprehension. In D. E. Kieras & M. A. Just (Eds.), *New methods in reading comprehension research* (pp. 151-182). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429505379-8>
- Just, M. A., & Carpenter, P. A. (1985). Cognitive coordinate systems: Accounts of mental rotation and individual differences in spatial ability. *Psychological Review*, 92(2), 137-172. <https://doi.org/10.1037/0033-295x.92.2.137>
- Kalyuga, S. (2009). *Cognitive load factors in instructional design for advanced learners*. Nova Science Publishers.

- Karaca, H. (2023). *Ortaokul öğrencilerinin tam sayılarla toplama işleminde kullanılan temsiller üzerindeki göz hareketlerinin incelenmesi: Bir göz izleme çalışması* [Yayımlanmamış doktora tezi]. Necmettin Erbakan Üniversitesi.
- Karagöz, Y. (2017). *SPSS ve AMOS uygulamalı nicel-nitel-karma bilimsel araştırma yöntemleri ve yayın etiği*. Nobel Yayınları.
- Karn, K. S., Ellis, S., & Juliano, C. (1999). The hunt for usability: Tracking eye movements. In *CHI'99 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 173-173). ACM.
- Keleş, T., & Yazgan, Y. (2022). Indicators of gifted students' strategic flexibility in non-routine problem solving. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 53(10), 2797-2818. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2105760>
- Kerr-Gaffney, J., Harrison, A., & Tchanturia, K. (2019). Eye-tracking research in eating disorders: A systematic review. *International Journal of Eating Disorders*, 52(1), 3-27. <https://doi.org/10.1002/eat.22998>
- Khine, M. S. (2016). *Visual-spatial ability in STEM education*. Springer International Pu.
- Khine, M. S. (2017). Spatial cognition: Key to STEM success. In M. S. Khine (Eds.), *Visual-spatial Ability in STEM Education* (pp. 3-8). Springer International Publishing.
- Khooshabeh, P., & Hegarty, M. (2010). Representations of shape during mental rotation. In *2010 AAAI Spring Symposium Series*.
- Kılıç, E. (2006). *Çoklu ortamlara dayalı öğretimde paralel tasarım ve görev zorluğunun üniversite öğrencilerinin başarılarına ve bilişsel yüklenmelerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Ankara Üniversitesi.
- Kirschner, P. (2002). Cognitive load theory: Implications of cognitive load theory on the design of learning. *Learning and Instruction*, 12(1), 1-10. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7)
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2009). A cognitive load approach to collaborative learning: United brains for complex tasks. *Educational Psychology Review*, 21, 31-42. <https://doi.org/10.1007/s10648-008-9095-2>
- Kirschner, F., Paas, F., & Kirschner, P. A. (2011). Task complexity as a driver for collaborative learning efficiency: The collective working-memory effect. *Applied Cognitive Psychology*, 25(4), 615-624. <https://doi.org/10.1002/acp.1730>
- Kirsh, D. (2000). A few thoughts on cognitive overload. *Intellectica*, 1(30), 19-51. <https://doi.org/10.3406/intel.2000.1592>
- Koriat, A., & Norman, J. (1984). What is rotated in mental rotation? *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 10(3), 421-434. <https://doi.org/10.1037/0278-7393.10.3.421>
- Kotval, X. P., & Goldberg, J. H. (1998). Eye movements and interface component grouping: An evaluation method. In *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*

- Annual Meeting* (pp. 486-490). SAGE Publications.
<https://doi.org/10.1177/154193129804200509>
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., & Hegarty, M. (2007). Spatial visualization in physics problem solving. *Cognitive Science*, 31(4), 549-579.
<https://doi.org/10.1080/15326900701399897>
- Krichevets, A. N., Shvarts, A. Y., & Chumachenko, D. V. (2014). Perceptual action of novices and experts in operating visual representations of a mathematical concept. *Психология. Журнал Высшей школы экономики*, 11(3), 55–78.
- Kuusela, H., & Paul, P. (2000). A comparison of concurrent and retrospective verbal protocol analysis. *The American Journal of Psychology*, 113(3), 387-404.
<https://doi.org/10.2307/1423365>
- Kyllonen, P. C. Lohman, D. F., & Snow, R. E. (1984a). Effects of aptitudes, strategy training, and task facets on spatial task performance. *Journal of Educational Psychology*, 76(1), 130–145. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.1.130>
- Kyllonen, P. C. Lohman, D. F., & Woltz, D. J. (1984b). Componential modeling of alternative strategies for performing spatial tasks. *Journal of Educational Psychology*, 76(6), 1325-1345. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.6.1325>
- Lai, M.L., Tsai, M. J., Yang, F.Y., Hsu, C.Y., Liu, T.C., Lee, S.W.Y., Lee, M.H., Chiou, G.L., Liang, J.C., & Tsai, C.C. (2013). A review of using eye-tracking technology in exploring learning from 2000 to 2012. *Educational Research Review*, 10, 90-115.
<https://doi.org/10.1016/j.edurev.2013.10.001>
- Lee, J. Y., Donkers, J., Jarodzka, H., & Van Merriënboer, J. J. (2019). How prior knowledge affects problem-solving performance in a medical simulation game: Using game-logs and eye-tracking. *Computers in Human Behavior*, 99, 268–277.
<https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.035>
- LeCompte, M.D., & Goetz, J.P. (1982). Problems of reliability and validity in ethnographic research. *Review of Educational Research*, 52(1), 31-60.
<https://doi.org/10.3102/00346543052001031>
- Lewis, C. (1982). *Using the "thinking-aloud" method in cognitive interface design*. IBM TJ Watson Research Center.
- Lewis, M., Feiring, C., & McGuffog, C. (1986). Profiles of young gifted and normal children: Skills and abilities as related to sex and handedness. *Topics in Early Childhood Special Education*, 6(1), 9–22. <https://doi.org/10.1177/027112148600600105>
- Lin, J. J. H., & Lin, S. S. J. (2014a). Cognitive load for configuration comprehension in computer-supported geometry problem solving: An eye movement perspective. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 605–627.
<https://doi.org/10.1007/s10763-013-9479-8>
- Lin, J. J. H., & Lin, S. S. J. (2014b). Tracking eye movements when solving geometry problems with handwriting devices. *Journal of Eye Movement Research*, 7(1), 1–15.
<https://doi.org/10.16910/jemr.7.1.2>

- Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (1985). *Naturalistic inquiry*. Sage Publications.
- Linn, M., & Petersen, A. (1985). Emergence and characterization of sex differences in spatial ability: A meta-analysis. *Child Development*, 56(6), 1479-1498. <https://doi.org/10.2307/1130467>
- Liu, R. D., Wang, J., Star, J. R., Zhen, R., Jiang, R. H., & Fu, X. C. (2018). Turning potential flexibility into flexible performance: Moderating effect of self-efficacy and use of flexible cognition. *Frontiers in Psychology*, 9, 646. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.00646>
- Liversedge, S. P., & Findlay, J. M. (2000). Saccadic eye movements and cognition. *Trends in Cognitive Sciences*, 4(1), 6-14. [https://doi.org/10.1016/S1364-6613\(99\)01418-7](https://doi.org/10.1016/S1364-6613(99)01418-7)
- Liversedge, S. P., Paterson, K. B., & Pickering, M. J. (1998). Eye movements and measures of reading time. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 55-75). Elsevier Science Ltd. <https://doi.org/10.1016/b978-008043361-5/50004-3>
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes, and knowledge. In R. J. Sternberg (Ed.), *Advances in the psychology of human intelligence* (pp. 181–248). Erlbaum.
- Lohman, D. F. (1993). Spatial ability and g. In I. Dennis, & P. Tapsfield (Eds.), *Human abilities: Their nature and measurement* (pp. 97–116). Erlbaum
- Lohman, D. F., & Kyllonen, P. C. (1983). Individual differences in solution strategy on spatial tasks. In D. F. Dillon, & R. R. Schmeck (Eds.), *Individual differences in cognition* (pp. 105–135). Academic Press
- Low, C. S., & Chew, C. M. (2019). Strategy flexibility in mathematics education. In C. S. Lim, C. M. Chew, & B. Sriraman (Eds.), *Mathematics education from an Asian perspective (Contemporary research and practice series)* (pp. 85–105). USM Press.
- Mackworth, N. H., & Thomas, E. L. (1962). Head-mounted eye-marker camera. *Journal of the Optical Society of America*, 52(6), 713-716. <https://doi.org/10.1364/JOSA.52.000713>
- Majaranta, P., & Bulling, A. (2014). Eye tracking and eye-based human-computer interaction. In S. H. Fairclough, & K. Gilleade (Eds.), *Advances in physiological computing* (pp. 39-65). Springer-Verlag.
- Maker, C. J., Nielson, A. B., & Rogers, J. A. (1994). Giftedness, diversity, and problem solving. *Teaching Exceptional Children*, 27(1), 4-19.
- Malci, E. (2021). *Examining 10th grade students' problem solving processes in geometry using eye tracking technology* [Master's thesis]. Middle East Technical University.
- Marland, S. P. Jr. (1972). *Education of the gifted and talented, Vol 1. Report to the Congress of the United States by the US Commissioner of Education*. US Government Printing Office.
- Mason, J., & Johnston-Wilder, S. (2006). *Designing and using mathematical tasks*. Tarquin Publications.

- Matos, R. (2010). *Designing eye tracking experiments to measure human behavior*. Tobii Technology.
- Matarić, M. J., & Pomplun, M. (1998). Fixation behavior in observation and imitation of human movement. *Cognitive Brain Research*, 7(2), 191–202. [https://doi.org/10.1016/S0926-6410\(98\)00025-1](https://doi.org/10.1016/S0926-6410(98)00025-1)
- Maurage, P., Bollen, Z., Masson, N., & D'Hondt, F. (2021). Eye tracking studies exploring cognitive and affective processes among alcohol drinkers: a systematic review and perspectives. *Neuropsychology Review*, 31, 167–201. <https://doi.org/10.1007/s11065-020-09458-0>
- Mayer, R. E. (2014). Multimedia instruction. In J. M. Spector, M. D. Merrill, J. Elen, & M. J. Bishop (Eds.), *Handbook of research on educational communications and technology* (pp. 385-400).
- Mayer, R. E. (2021). *Multimedia learning* (3rd ed.). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2022). Cognitive theory of multimedia learning. In R. E. Mayer & L. Fiorella (Eds.), *The Cambridge handbook of multimedia learning* (3rd ed., pp. 57–72). Cambridge University Press.
- Mayer, R. E. (2024). The past, present, and future of the cognitive theory of multimedia learning. *Educational Psychology Review*, 36, 8. <https://doi.org/10.1007/s10648-023-09842-1>.
- McDonald, S., & Stevenson, R. J. (1996). Disorientation in hypertext: the effects of three text structures on navigating performance. *Applied Ergonomics*, 27(1), 61-68. [https://doi.org/10.1016/0003-6870\(95\)00073-9](https://doi.org/10.1016/0003-6870(95)00073-9)
- McGrew, K. S. (2005). *The Cattell-Horn-Carroll theory of cognitive abilities: Past, present, and future*. In D. P. Flanagan, & P. L. Harrison (Eds.), *Contemporary intellectual assessment: Theories, tests, and issues* (pp. 136–181). The Guilford Press.
- MEB (2017). *Çocuk gelişimi ve eğitimi: Üstün zekâlılar ve özel yetenekliler*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- MEB (2018). *Matematik dersi öğretim programı (İlkokul ve ortaokul 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. sınıflar)*. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Merriam, S. B. (2013). *Nitel araştırma: Desen ve uygulama için bir rehber*. S. Turan (Çev. Ed.). (s. 21-37). Nobel Yayıncılık.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Miles, W. R., & Shen, E. (1925). Photographic recording of eye movements in the reading of Chinese in vertical and horizontal axes; method and preliminary results. *Journal of Experimental Psychology*, 8(5), 344–362. <https://doi.org/10.1037/h0068589>

- Miller, G. (1956). The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information. *Psychological Review*, 63(2), 81-97. <https://doi.org/10.1037/h0043158>
- Molich, R., & Dumas, J. S. (2008). Comparative usability evaluation (CUE-4). *Behaviour & Information Technology*, 27(3), 263-281. <https://doi.org/10.1080/01449290600959062>
- Moore, A. D. (1992). Gifted and talented children and youth. In L. M. Bullock (Ed.), *Exceptionalities in children and youth* (pp. 420-448).
- Morgan, G. A., Leech, N. L., Gloeckner, G. W., & Barrett, K. C. (2004). *SPSS for introductory statistics: Use and interpretation* (2nd ed.). Psychology Press.
- Mumaw, R. J., Pellegrino, J. W., Kail, R. V., & Carter, P. (1984). Different slopes for different folks: Process analysis of spatial aptitude. *Memory & Cognition*, 12(5), 515-521. <https://doi.org/10.3758/BF03198314>
- Munoz, D. P., & Everling, S. (2004). Look away: the anti-saccade task and the voluntary control of eye movement. *Nature Reviews Neuroscience*, 5(3), 218-228. <https://doi.org/10.1038/nrn1345>
- Murray, T. (2001). Characteristics and affordances of adaptive hyperbooks. In *Proceedings of WebNet 2001* (pp. 23-27).
- Myers, C. T. (1957). Some observations of problem solving in spatial relations tests. *ETS Research Bulletin Series, 1958* (2), 1-32. <https://doi.org/10.1002/j.2333-8504.1958.tb00937.x>
- Nazareth, A. (2015). *Factors affecting adult mental rotation performance* [Doctoral dissertation]. Florida International University. <https://doi.org/10.25148/etd.FIDC000115>
- Nazareth, A., Killick, R., Dick, A. S., & Pruden, S. M. (2019). Strategy selection versus flexibility: Using eye-trackers to investigate strategy use during mental rotation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 45(2), 232-245. <https://doi.org/10.1037/xlm0000574>
- Nielsen, J., Clemmensen, T., & Yssing, C. (2002). Get-ting access to what goes on in people's heads? Reflec-tions on the think-aloud technique. In *Proceedings of the Second Nordic Conference on Human-Computer Interaction* (NordiCHI 2002) (pp. 101-110). <https://doi.org/10.1145/572020.572033>
- Norqvist, M., Jonsson, B., Lithner, J., Qwillbard, T., & Holm, L. (2019). Investigating algorithmic and creative reasoning strategies by eye tracking. *The Journal of Mathematical Behavior*, 55, 100701.
- Noton, D., & Stark, L. (1971). Scanpaths in saccadic eye movements while viewing and recognizing patterns. *Vision Research*, 11(9), 929-942. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(71\)90213-6](https://doi.org/10.1016/0042-6989(71)90213-6)

- Nyström, M., Andersson, R., Holmqvist, K., & Van De Weijer, J. (2013). The influence of calibration method and eye physiology on eyetracking data quality. *Behavior Research Methods*, 45(1), 272-288. <https://doi.org/10.3758/s13428-012-0247-4>
- Obersteiner, A., & Tumpek, C. (2016). Measuring fraction comparison strategies with eye-tracking. *ZDM*, 48(3), 255–266. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0742-z>
- Olmsted-Hawala, E. L., Murphy, E. D., Hawala, S., & Ashenfelter, K. T. (2010). Think-aloud protocols: a comparison of three think-aloud protocols for use in testing data-dissemination web sites for usability. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2381-2390). <https://doi.org/10.1145/1753326.1753685>
- Olsen, A., Smolentzov, L., & Strandvall, T. (2010). Comparing different eye tracking cues when using theretrospective think aloud method in usability testing. In *Proceedings of the 24th BCS Interaction Specialist Group Conference* (pp. 45–53).
- Ooms, K. (2012). *Maps, how do users see them?: An in depth investigation of the map users' cognitive processes* [Unpublished doctoral dissertation]. Ghent University.
- Ooms, K., Coltekin, A., De Maeyer, P., Dupont, L., Fabrikant, S., Incoul, A., Kuhn, M., Slabbinck, H., Vansteenkiste, P., & Van der Haegen, L. (2015). Combining user logging with eye tracking for interactive and dynamic applications. *Behavior Research Methods*, 47(4), 977-993. <https://doi.org/10.3758/s13428-014-0542-3>
- Orquin, J. L., Ashby, N. J., & Clarke, A. D. (2016). Areas of interest as a signal detection problem in behavioral eye-tracking research. *Journal of Behavioral Decision Making*, 29(2-3), 103-115. <https://doi.org/10.1002/bdm.1867>
- Oyekoya, O., & Stentiford, F. (2004). Exploring human eye behaviour using a model of visual attention. In *Proceedings of the 17th International Conference on Pattern Recognition, 2004. ICPR 2004.* (Vol. 4, pp. 945-948). IEEE.
- Özyaprak, M. (2012). Üstün zekâlı olan ve olmayan öğrencilerin görsel uzamsal yeteneklerinin düzeylerinin karşılaştırılması. *Türk Üstün Zekâ ve Eğitim Dergisi*, 2, 137-153. <https://dergipark.org.tr/en/pub/tuzed/issue/58905/849393>
- Paas, F., Tuovinen, J. E., Tabbers, H., & van Gerven, P. M. (2003). Cognitive load measurement as a means to advance cognitive load theory. *Educational Psychologist*, 38(1) 63-71. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3801_8
- Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (1994). Instructional control of cognitive load in the training of complex cognitive tasks. *Educational Psychology Review*, 6(4) 51–71. <https://doi.org/10.1007/BF02213420>
- Paas, F., Van Merriënboer, J. J. G., & Adam, J. J. (1994). Measurement of cognitive load in instructional research. *Perceptual and Motor Skills*, 79(1), 419-430. <https://doi.org/10.2466/pms.1994.79.1.419>
- Pallant, J. (2020). *SPSS kullanma kılavuzu: IBM SPSS ile adım adım veri analizi* (3. Baskı). (S. Balcı, & B. Ahi, Çev.). Anı Yayıncılık.

- Pantziara, M., Gagatsis, A., & Elia, I. (2009). Using diagrams as tools for the solution of non-routine mathematical problems. *Educational Studies in Mathematics*, 72, 39-60. <https://doi.org/10.1007/s10649-009-9181-5>
- Papadopoulos, D. (2020). Psychological framework for gifted children's cognitive and socio-emotional development: A review of the research literature and implications. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 8(1), 305-323. <https://doi.org/10.17478/jegys.666308>
- Park, S. S. (2012). Assessing Korean middle school students' spatial ability: Comparison between gifted students and general students. *Journal of Gifted/Talented Education*, 22(2), 371-386. <https://doi.org/10.9722/JGTE.2012.22.2.371>
- Patton, M. Q. (2014). *Qualitative research & evaluation methods: Integrating theory and practice*. Sage Publications.
- Peruzzini, M., Grandi, F., & Pellicciari, M. (2020). Exploring the potential of Operator 4.0 interface and monitoring. *Computers & Industrial Engineering*, 139, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.12.047>
- Plużyczka, M. (2018). The first hundred years: A history of eye tracking as a research method. *Applied Linguistics Papers*, 25(4), 101-116.
- Pickering, S. J., Phye, G., & Corporation, E. (2006). *Working memory and education*. Academic Press.
- Poole, A., Ball, L. J., & Phillips, P. (2005). In search of salience: A response-time and eye-movement analysis of bookmark recognition. In *People and Computers XVIII—Design for Life* (pp. 363-378). Springer.
- Quaiser-Pohl, C., Rohe, A. M., & Amberger, T. (2010). The solution strategy as an indicator of the developmental stage of preschool children's mental-rotation ability. *Journal of Individual Differences*, 31(2), 95-100. <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000017>
- Rahal, R. M., & Fiedler, S. (2019). Understanding cognitive and affective mechanisms in social psychology through eye-tracking. *Journal of Experimental Social Psychology*, 85, 103842. <https://doi.org/10.1016/j.jesp.2019.103842>
- Ramsey, T.D. (1996). *The effects of multimedia interface design on original learning and retention* [Master's thesis]. Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Rayner, K. (1995). Eye movements and cognitive processes in reading, visual search, and scene perception. In J.M. Findlay, R. Walker, & R.W. Kentridge (Eds.), *Eye movement research: Mechanisms, processes, and applications* (pp. 3-21). Elsevier Science.
- Rayner, K. (1998). Eye movements in reading and information processing: 20 years of research. *Psychological Bulletin*, 124(3), 372-422. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.124.3.372>
- Rayner, K. (2009). The 35th Sir Frederick Bartlett Lecture: Eye movements and attention in reading, scene perception, and visual search. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 62(8), 1457-1506. <https://doi.org/10.1080/17470210902816461>

- Rayner, K., Chace, K. H., Slattery, T. J., & Ashby, J. (2006). Eye movements as reflections of comprehension processes in reading. *Scientific Studies of Reading*, 10(3), 241-255. https://doi.org/10.1207/s1532799xssr1003_3
- Rayner, K., Pollatsek, A., Ashby, J., & Clifton Jr, C. (2012). *Psychology of reading*. Psychology Press.
- Reichle, E. D., Pollatsek, A., Fisher, D. L., & Rayner, K. (1998). Toward a model of eye movement control in reading. *Psychological Review*, 105(1), 125-157. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.105.1.125>
- Rhenius, D., & Deffner, G. (1990). Evaluation of concurrent thinking aloud using eye-tracking data. *Proceedings of the Human Factors Society Annual Meeting*, 34(17), 1265–1269. <https://doi.org/10.1177/154193129003401719>
- Roach, V. A., Fraser, G. M., Kryklywy, J. H., Mitchell, D. G. V., & Wilson, T. D. (2015). The eye of the beholder: Can patterns in eye movement reveal aptitudes for spatial reasoning? *Anatomical Sciences Education*, 9(4), 357–366. <https://doi.org/10.1002/ase.1583>
- Roach, V. A., Fraser, G. M., Kryklywy, J. H., Mitchell, D. G., & Wilson, T. D. (2017). Time limits in testing: An analysis of eye movements and visual attention in spatial problem solving. *Anatomical Sciences Education*, 10(6), 528-537. <https://doi.org/10.1002/ase.1695>
- Roach, V. A., Fraser, G. M., Kryklywy, J. H., Mitchell, D. G., & Wilson, T. D. (2018). Guiding low spatial ability individuals through visual cueing: The dual importance of where and when to look. *Anatomical Sciences Education*, 12(1), 32-42. <https://doi.org/10.1002/ase.1783>
- Russell, M. (2005). Using eye-tracking data to understand first impressions of a website. *Usability News*, 7(1), 1- 14.
- Russo, J. E. (1979). A software system for the collection of retrospective protocols prompted by eye fixations. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 11(2), 177-179. <https://doi.org/10.3758/bf03205643>
- Russo, J.E., Johnson, E.J., & Stephens, D.L. (1989). The validity of verbal protocols. *Memory & Cognition* 17, 759–769. <https://doi.org/10.3758/BF03202637>
- Salvucci, D. D. (2000). An interactive model-based environment for eye-movement protocol analysis and visualization. In *Proceedings of the 2000 Symposium on Eye Tracking Research & Applications* (pp. 57-63). <https://doi.org/10.1145/355017.355026>
- Salvucci, D. D., & Goldberg, J. H. (2000). Identifying fixations and saccades in eye-tracking protocols. In *Proceedings of the 2000 Symposium on Eye Tracking Research & Applications* (pp. 71-78). <https://doi.org/10.1145/355017.355028>
- SankaRanaRayanan, R., Kwon, K., & Cho, Y. (2021). Exploring the differences between individuals and groups during the problem-solving process: The collective working-memory effect and the role of collaborative interactions. *Journal of Interactive Learning Research*, 32(1), 43-66.

- Sarouphim, K. (1999). DISCOVER: A promising alternative assessment for the identification of gifted minorities. *Gifted Child Quarterly*, 43(4), 244 – 251. <https://doi.org/10.1177/00169862990430040>
- Schall, A., & Bergstrom J. R. (2014). Introduction to eye tracking. In J. R. Bergstrom, & A. J. Schall (Eds.), *Eye tracking in user experience design* (pp. 3-26). Morgan Kaufmann. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408138-3.00001-7>
- Schreier, M. (2012). *Qualitative content analysis in practice*. Sage Publications.
- Schultz, K. (1991). The contribution of solution strategy to spatial performance. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 45(4), 474–491. <https://doi.org/10.1037/h0084301>
- Sennersten, C. (2008). *Gameplay (3D Game engine+ Ray tracing= Visual attention through eye tracking)* [Unpublished doctoral dissertation]. Blekinge Institute of Technology.
- Sevimli, E. (2009). Matematik öğretmen adaylarının belirli integral konusundaki temsil tercihlerinin uzamsal yetenek ve akademik başarı bağlamında incelenmesi [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Marmara Üniversitesi.
- Shackel, B. (1960). Note on mobile eye viewpoint recording. *Journal of the Optical Society of America*, 50(8), 763. <https://doi.org/10.1364/josa.50.000763>
- Sharif, B., & Maletic, J. I. (2010). An eye tracking study on the effects of layout in understanding the role of design patterns. In *2010 IEEE International Conference on Software Maintenance* (pp. 1-10). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSM.2010.5609582>
- Shayan, S., Abrahamson, D., Bakker, A., Duijzer, A. C. G., & Van der Schaaf, M. F. (2017). Eye-tracking the emergence of attentional anchors in a mathematics learning tablet activity. In C. Was, F. Sansosti, & B. Morris (Eds.), *Eye-tracking technology applications in educational research* (pp. 166–194). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1005-5.ch009>
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171(3972), 701-703. <https://doi.org/10.1126/science.171.3972.701>
- Shore, B. M., & Kanevsky, L. S. (1993). Thinking processes: Being and becoming gifted. *International Handbook of Research and Development of Giftedness and Talent*, 1, 133-147.
- Silverman, L. K. (1993). The quest for meaning: Counseling issues with gifted children and adolescents. In Silverman, L. K. (Ed.), *Counseling the gifted and talented* (pp. 29-50). Love Publishing Company.
- Slavin, R. E. (1991). *Educational psychology: Theory into practice*. Prentice Hall New Jersey.
- Spivey, M., Richardson, D., & Dale, R. (2009). The movement of eye and hand as a window into language and cognition. In E. Morsella, J. A. Bargh, & P. M. Gollwitzer (Ed.), *Social Cognition and Social Neuroscience. Oxford Handbook of Human Action* (pp. 225–249). Oxford University Press.

- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2008). Flexibility in problem solving: The case of equation solving. *Learning and Instruction*, 18(6), 565-579. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2007.09.018>
- Staub, A., & Rayner, K. (2007). Eye movements and on-line comprehension processes. In G. Gaskell (Ed.), *The Oxford handbook of psycholinguistics* (pp. 327– 342). Oxford University Press.
- Sternberg, R. J. (1985). *Beyond IQ: A triarchic theory of human intelligence*. Yale University Press.
- Strasser, I., Koller, I., Strauß, S., Csisinko, M., Kaufmann, H., & Glück, J. (2010). Use of strategy in a 3-dimensional spatial ability test. *Journal of Individual Differences*, 31(2), 74–77. <https://doi.org/10.1027/1614-0001/a000013>
- Strauss, A., & Corbin, J. (1998). *Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques*. Sage Publishing.
- Strohmaier, A. R., MacKay, K. J., Obersteiner, A., & Reiss, K. M. (2020). Eye-tracking methodology in mathematics education research: A systematic literature review. *Educational Studies in Mathematics*, 104, 147-200. <https://doi.org/10.1007/s10649-020-09948-1>
- Strong, S., & Smith, R. (2001). Spatial visualization: Fundamentals and trends in engineering graphics. *Journal of Industrial Technology*, 18(1), 1-6.
- Sungkur, R. K., Antoaroo, M. A., & Beeharry, A. (2016). Eye tracking system for enhanced learning experiences. *Education and Information Technologies*, 21(6), 1785-1806. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9418-0>
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12(2), 257-285. https://doi.org/10.1207/s15516709cog1202_4
- Sweller, J. (2003). Evolution of human cognitive architecture. *Psychology of Learning and Motivation*, 43, 215-266.
- Sweller, J. (2004). Instructional design consequences of an analogy between evolution by natural selection and human cognitive architecture. *Instructional Science*, 32(1), 9-31. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021808.72598.4d>
- Tabachnick, B. G., & Fidell, L. S. (2007). *Using multivariate statistics*. Allyn & Bacon.
- Tapley, S. M., & Bryden, M. P. (1977). An investigation of sex differences in spatial ability: mental rotation of three-dimensional objects. *Canadian Journal of Psychology/Revue Canadienne de Psychologie*, 31(3), 122–130. <https://doi.org/10.1037/h0081655>
- Tartre, L. A. (1990). Spatial orientation skill and mathematical problem solving. *Journal for Research in Mathematics Education*, 21(3), 216-229. <https://doi.org/10.5951/jresematheduc.21.3.0216>
- Tatler, B. W., Kirtley, C., Macdonald, R. G., Mitchell, K. M., & Savage, S. W. (2014). The active eye: Perspectives on eye movement research. In M. Horsley, M. Eliot, B. A.

- Knight, & R. Reilly (Eds.), *Current trends in eye tracking research* (pp. 3–16). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-02868-2_1
- Taylor, K. L., & Dionne, J.-P. (2000). Accessing problem-solving strategy knowledge: The complementary use of concurrent verbal protocols and retrospective debriefing. *Journal of Educational Psychology*, 92(3), 413–425. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.92.3.413>
- Terry, P. W. (1921). The reading problem in arithmetic. *Journal of Educational Psychology*, 12(7), 365–377. <https://doi.org/10.1037/h0076019>
- Thibaut, J. P., & French, R. M. (2016). Analogical reasoning, control and executive functions: a developmental investigation with eye-tracking. *Cognitive Development*, 38, 10-26. <https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2015.12.002>
- Tobii Technology. (2009). *Guidelines for using the retrospective think aloud protocol with eye tracking*. Erişim adresi: https://stemedhub.org/resources/2181/download/RTA_guidelines_eyetracking_tobii_shortpaper.pdf
- Turğut, M. (2007). *İlköğretim II. kademedeki öğrencilerin uzamsal yeteneklerinin incelenmesi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Dokuz Eylül Üniversitesi.
- Turgut, M., Cantürk-Gürgan, B., & Yılmaz, S. (2009). Uzamsal yetenek hakkında bir bilgi seviyesi incelenmesi. *E-Journal of World Sciences Academy*, 4 (2), 317-326.
- Türkmen, G. (2013). *Neural and ocular correlates of visuospatial problem solving processes* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Orta Doğu Teknik Üniversitesi.
- Underwood, G., & Radach, R. (1998). Eye guidance and visual information processing: Reading, visual search, picture perception and driving. In G. Underwood (Ed.), *Eye guidance in reading and scene perception* (pp. 1–28). Elsevier Science Ltd.
- Uygan, C. (2011). *Katı cisimlerin öğretiminde google sketchup ve somut model destekli uygulamaların ilköğretim matematik öğretmeni adaylarının uzamsal yeteneklerine etkisi* [Yayımlanmamış yüksek lisans tezi]. Eskişehir Osmangazi Üniversitesi.
- Uzamsal. (2024). *Oxford Learner's Dictionaries* içinde. Erişim adresi: <https://www.oxfordlearnersdictionaries.com/definition/english/spatial?q=spatial>
- Van De Merwe, K., Van Dijk, H., & Zon, R. (2012). Eye movements as an indicator of situation awareness in a flight simulator experiment. *The International Journal of Aviation Psychology*, 22(1), 78-95. <https://doi.org/10.1080/10508414.2012.635129>
- Van Den Haak, M., De Jong, M., & Schellens, J. P. (2003). Retrospective vs. concurrent thinkaloud protocols: Testing the usability of an online library catalogue. *Behaviour & Information Technology*, 22(5), 339–351. <https://doi.org/10.1080/0044929031000>
- Van Garderen, D. (2006). Spatial visualization, visual imagery, and mathematical problem solving of students with varying abilities. *Journal of Learning Disabilities*, 39(6), 496-506. <https://doi.org/10.1177/00222194060390060201>

- Van Gerven, P., Paas, F., Van Merrinboer, J., & Schmidt, H. (2002). Cognitive load theory and aging: Effects of worked examples on training efficiency. *Learning and Instruction*, 12(1), 87-105. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00017-2](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00017-2)
- Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. (2004). Process-oriented worked examples: Improving transfer performance through enhanced understanding. *Instructional Science*, 32(1), 83-98. <https://doi.org/10.1023/B:TRUC.0000021810.70784.b0>
- Van Gog, T., Paas, F., van Merriënboer, J. J. G., & Witte, P. (2005). Uncovering the problem-solving process: Cued retrospective reporting versus concurrent and retrospective reporting. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11(4), 237–244. <https://doi.org/10.1037/1076-898x.11.4.237>
- Van Gog, T., & Jarodzka, H. (2013). Eye tracking as a tool to study and enhance cognitive and metacognitive processes in computer-based learning environments. In R. Azevedo, & V. Aleven (Eds.), *International handbook of metacognition and learning technologies* (pp. 143-156). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-5546-3_10
- Van Someren, M., Barnard, Y., & Sandberg, J. (1994). *The think aloud method: A practical guide modelling cognitive processes*. Academic Press.
- Verdine, B. N., Bungler, A., Athanasopoulou, A., Golinkoff, R. M., & Hirsh-Pasek, K. (2017). Shape up: An eye-tracking study of preschoolers' shape name processing and spatial development. *Developmental Psychology*, 53(10), 1869–1880. <https://doi.org/10.1037/dev0000384>
- Verhoeven, L., Schnotz, W., & Paas, F. (2009). Cognitive load in interactive knowledge construction. *Learning and Instruction*, 19(5), 369-375. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2009.02.002>
- Wade, N. J., & Tatler, B. W. (2005). *The moving tablet of the eye: The origins of modern eye movement research*. Oxford University Press.
- Wade, N. J., & Tatler, B. W. (2011). Origins and applications of eye movement research. In S. P. Liversedge, I. D. Gilchrist, & S. Everling (Eds.), *The Oxford handbook of eye movements* (pp. 17–43). Oxford University Press.
- Wang, H.-S., Chen, Y.-T., & Lin, C.H. (2014a). The learning benefits of using eye trackers to enhance the geospatial abilities of elementary school students. *British Journal of Educational Technology*, 45(2), 340-355. <https://doi.org/10.1111/bjet.12011>
- Wang, Q., Yang, S., Liu, M., Cao, Z., & Ma, Q. (2014b). An eye-tracking study of website complexity from cognitive load perspective. *Decision Support Systems*, 62, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.dss.2014.02.007>
- Wang, J., Zhai, S., & Su, H. (2001). Chinese input with keyboard and eye-tracking: an anatomical study. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 349-356). <https://doi.org/10.1145/365024.365298>
- Was, C., Sansosti, F., & Morris, B. (Eds.). (2017). *Eye-tracking technology applications in educational research*. IGI, Global

- Wass, S. V., Forssman, L., & Leppänen, J. (2014). Robustness and precision: how data quality may influence key dependent variables in infant eye-tracker analyses. *Infancy* 19, 427–460. <https://doi.org/10.1111/infa.12055>
- Wedel, M., & Pieters, R. (2008). A review of eye-tracking research in marketing. *Review of Marketing Research*, 123–147. [https://doi.org/10.1108/s1548-6435\(2008\)0000004009](https://doi.org/10.1108/s1548-6435(2008)0000004009)
- Wendt, P. E., & Risberg, J. (1994). Cortical activation during visual spatial processing: Relation between hemispheric asymmetry of blood flow and performance. *Brain and Cognition*, 24(1), 87-103. <https://doi.org/10.1006/brcg.1994.1005>
- Winke, P. M., Godfroid, A., & Gass, S. M. (2013). Introduction to the special issue: Eye-movement recordings in second language research. *Studies in Second Language Acquisition*, 35(2), 205-212. <https://doi.org/10.1017/S027226311200085X>
- Wu, M.-Y. (2004). *The study of spatial ability learning for fourth graders: take solid geometric net as an example* [Unpublished master's thesis]. National Taipei University of Education.
- Yarbus, A. L. (1967). *Eye movements and vision*. Springer.
- Yoon, S. Y., & Mann, E. L. (2017). Exploring the spatial ability of undergraduate students: association with gender, STEM majors, and gifted program membership. *Gifted Child Quarterly*, 61(4), 313-327. <https://doi.org/10.1177/0016986217722614>
- Young, L. R., & Sheena, D. (1975). Survey of eye movement recording methods. *Behavior Research Methods & Instrumentation*, 7(5), 397-429. <https://doi.org/10.3758/bf03201553>
- Yıldırım, A., & Şimşek, H. (2018). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri* (11. Baskı). Seçkin Yayıncılık.
- Yılmaz, M., Özyurt, Y., Yandı, A., & Özdemir, Y. (2023). Modeling field dependent and field independent individuals: An eye tracking study. In H. Yaman, & B. Yıldız (Eds.), *Cognitive styles and eye tracking* (pp. 46-96). ISRES Publishing
- Zhang, P. (2010). *Inference on students' problem-solving performances through three case studies* [Unpublished master's thesis]. Ohio State University.

EKLER

Ek 1. Etik Kurul Kararı



NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
BAŞKANLIĞI
ETİK KURUL KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi/Sayısı ve Karar No	Tarih :11/11/2022 Toplantı Sayısı: 12 Karar No :2022/396
Araştırmanın Başlığı	Üstün Yetenekli Olan ve Olmayan Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi: Bir Göz İzleme Çalışması
Sorumlu Araştırmacı	Prof. Dr. Erhan ERTEKİN
Yardımcı Araştırmacı	Arş. Gör. Berna YILDIZHAN
Etik Kurul Kararı	11905 sayılı başvuru değerlendirilmiş olup, başvuru ile ilgili Etik Kurul tarafından “Uygun” kararı verilmiştir.

ASLİ GİBİDİR
~~11/11/2022~~

Dr. Öğr. Üyesi ~~Mustafa~~ AYDIN
Başkan Yardımcısı

Çalışma başlığı değişikliğinden dolayı alınan Etik Kurul Kararı



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırmalar Etik Kurulu



Sayı : E-66991687-050.04-576955
Konu : Etik Kurul Kararı

08.10.2024

SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KURUL KARARI

Etik Kurul Toplantı Tarihi/Sayısı ve Karar No	Tarih :04/10/2024 Toplantı Sayısı:18 Karar No :2024/742
Araştırmanın Eski Başlığı	Üstün Yetenekli Olan ve Olmayan Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi: Bir Göz İzleme Çalışması.
Araştırmanın Yeni Başlığı	Üstün Yetenekli Olan ve Olmayan 9. sınıf Öğrencilerinin Uzamsal Yeteneklerinin Göz İzleme Yöntemiyle İncelenmesi
Sorumlu Araştırmacı	Prof. Dr. Erhan ERTEKİN
Yardımcı Araştırmacı	Arş. Gör. Berna YILDIZHAN KÖKTEN
Etik Kurul Kararı	21195 sayılı başvuru Etik Kurul tarafından değerlendirilmiş olup, tez başlığı değişikliğinin bilimsel araştırma etiği açısından “Uygun” olduğuna karar verilmiştir.

Doç. Dr. Ahmet KURNAZ
Etik Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu : 8HRO-85H1-0EUP Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/necmettin-erbakan-ebys>

Adres:
Telefon No :
e-Posta :

Fax No :
İnternet Adresi : <http://www.erbakan.edu.tr>

Bilgi İçin :Ömer Faruk ÖZDEN
Bilgisayar İşletmeni
Telefon No:



Ek 2. Araştırma İzin Belgesi



T.C.
KONYA VALİLİĞİ
İl Millî Eğitim Müdürlüğü



Sayı : E-83688308-605.99-64985141
Konu : Araştırma İzni (Berna YILDIZHAN)

05.12.2022

DAĞITIM YERLERİNE

- İlgi : a) Millî Eğitim Bakanlığının (Yenilik ve Eğitim Teknolojileri Genel Müdürlüğü) 21.01.2020 tarihli ve 2020/2 sayılı Genelgesi.
b) 29/11/2022 tarihli ve E.48178250-300-274945 sayılı yazınız.
c) 05/12/2022 tarihli Araştırma İzinleri Değerlendirme Komisyonu Tutanağı.

Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitimi Bilimleri Enstitüsü Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı Matematik Eğitimi Bilim Dalı Doktora Programı öğrencisi Berna YILDIZHAN'ın "Üstün Yetenekli Olan ve Olmayan Öğrencilerin Uzamsal Yeteneklerinin İncelenmesi: Bir Göz İzleme Çalışması" konulu araştırmasını uygulama talebi incelenmiştir.

Araştırmanın; Karatay, Meram ve Selçuklu ilçelerinde bulunan ekli listede adı yazılı ortaöğretim kurumlarında ve bilim sanat merkezlerinde eğitim gören öğrencilere eğitim öğretimi aksatmamak ve ilgi (a) Genelgede belirtilen açıklamalara uyulması kaydıyla gerçekleştirilmesi ilgi (c) komisyon tutanağı ile uygun görülmektedir. Müdürlüğümüze bağlı eğitim kurumlarındaki çalışmaların 2022-2023 eğitim öğretim yılı içerisinde tamamlanması zorunludur. Araştırma kapsamında yürütülecek çalışmaların 2022-2023 eğitim öğretim yılında tamamlanmaması durumunda Müdürlüğümüzden tekrar izin alınması gerekmektedir.

Araştırmada Müdürlüğümüz tarafından onaylanarak gönderilen veri toplama araçlarının kullanılması, elde edilecek kişisel verilerin gizliliği hususuna dikkat edilmesi ve araştırma sonucunun çalışma bitiminden itibaren 30 gün içerisinde elektronik ortamda istatistik42@meb.gov.tr e-posta adresine gönderilmesi gerekmektedir.

Arz/Rica ederim.

Murat YİĞİT
İl Millî Eğitim Müdürü

Ek:

- 1-Genelge (3 Sayfa)
- 2-Katılımcı ve Veli Onam Formu (2 Sayfa)
- 3-Purdue Uzamsal Görselleştirme Testi (22 Sayfa)
- 4-Düşünme Stilleri Envanteri (3 Sayfa)
- 5-Okul Listesi (1 Sayfa)

Dağıtım:

Gereği:
Necmettin Erbakan Üniversitesi Rektörlüğüne

Bilgi:
Karatay, Meram ve Selçuklu
İlçe Millî Eğitim Müdürlüğüne

Bu belge güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Adres : Akabe Mahallesi Demirsatan Sokak No:4 Karatay/Konya

Belge Doğrulama Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/meb-ebys>

Telefon No : 0 (332) 353 30 50

Bilgi için: Ali Naci IŞIK -1325

E-Posta: istatistik42@meb.gov.tr

Unvan : Veri Hazırlama ve Kontrol İşletmeni

Keşif Adresi : meb@hs01.kep.tr

İnternet Adresi: <http://konya.meb.gov.tr>

Faks:3323515940

Bu evrak güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır. <https://evraksorgu.meb.gov.tr> adresinden **c7cb-10bc-32ee-ab33-eb59** kodu ile teyit edilebilir.



Ek 3. PUGT Kullanım İzni

Kime: Siz

1.11.2022 Sal 20:01

Yanıtla Tümüü yanıtla İlet

PSVTrrar 183 KB

Sauna Scribner (1) (1).pdf 9 MB

PSVT CEVAP ANAHTARLdoc 46 KB

3 ek (9 MB) Tümüü OneDrive'a kaydet Tümüü indir

İyi günler Berna Hocam,

Purdue Spatial Visualization Test'in maddeleri sözel bir ifade içermiyor. Sadece her bir bölümünün (Developments, Rotations, Views) başında kısa birer yönerge ve örnek bir sorunun çözümü yer almaktadır. Benim çevirisini yaptığım kısımlar da bunlar. Testin Türkçe yönergelerini, testin maddelerini (Scribner'in doktora tezinin eklerinde), testin yanıt anahtarını ekte görebilirsiniz.

Yönergeleri çalışmanızda kullanmanızda bir sakınca bulunmamaktadır.

Çalışmanızda kolaylıklar dilerim.

Saygılarımla.

Dr. Öğr. Üyesi Candaş Uygan

Ek 4. Gönüllü Katılımcı Onay Formu



NECMETTİN ERBAKAN ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
GÖNÜLLÜ KATILIMCI ONAY FORMU
(Katılımcı Bilgisi Olmadan Doldurulmalıdır)

Sizi Berna YILDIZHAN tarafından yürütülen "ÜSTÜN YETENEKLİ OLAN VE OLMAYAN ÖĞRENCİLERİN UZAMSAL YETENEKLERİNİN İNCELENMESİ: BİR GÖZ İZLEME ÇALIŞMASI" başlıklı araştırmaya davet ediyoruz. Bu araştırmanın amacı üstün yetenekli olan ve olmayan öğrencilerin uzamsal yetenek gerektiren görevlerin çözümündeki göz hareketlerini incelemek ve karşılaştırmaktır. Araştırmada sizden tahminen 120 dakika ayırmanız istenmektedir.

Bu çalışmaya katılmak tamamen **GÖNÜLLÜLÜK** esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün sorulara, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle vermenizdir. **Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir.** Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahipsiniz.

Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup **KİŞİSEL BİLGİLERİNİZ GİZLİ TUTULACAKTIR**; ancak verileriniz yayın amacı ile kullanılabilir.

Eğer araştırmanın amacı ile ilgili verilen bu bilgiler dışında, şimdi veya sonra daha fazla bilgiye ihtiyaç duyarsanız, araştırmacıya şimdi sorabilir veya aşağıdaki iletişim bilgilerinden ulaşabilirsiniz.

Yardımcı Araştırmacı/Sorumlu Araştırmacı Tarafından Doldurulacak	
Katılımcının kişisel bilgilerinin gizli tutulacağını, katılımcının çalışma kapsamında sağlayacağı tüm verilerin etik kurallara göre işleneceğini ve bu etik kuralların ihlali durumunda, ortaya çıkacak tüm sorumluluğu kabul ettiğimi beyan ederim.	
Unvanı, Adı-Soyadı:	Prof. Dr. Erhan ERTEKİN
Tarih:	09.11.2022
İmza:	
Yetişkin Katılımcının Kendisi tarafından doldurulacak	
<input type="checkbox"/> Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve katılmam istenen çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü olarak üzerime düşen sorumlulukları anladım.	
<input type="checkbox"/> Çalışma hakkında yazılı/sözlü açıklama araştırmacı tarafından yapıldı ve kişisel bilgilerimin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.	
<input type="checkbox"/> Bu koşullarda, araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmayı kabul ediyorum.	
18 Yaş Altı Kısıtlı Katılımcının Velisi/Vasisi tarafından doldurulacak	
<input checked="" type="checkbox"/> Yukarıda yer alan ve araştırmadan önce katılımcıya verilmesi gereken bilgileri okudum ve bu çalışmanın kapsamını ve amacını, gönüllü katılımcılara düşen sorumlulukları anladım.	
<input checked="" type="checkbox"/> Çalışma hakkında yazılı/sözlü açıklama araştırmacı tarafından yapıldı ve katılımcının kişisel bilgilerinin özenle korunacağı konusunda yeterli güven verildi.	
<input checked="" type="checkbox"/> Bu koşullarda, Velisi/Vasisi bulunduğum 'nın araştırmaya kendi isteğimle, hiçbir baskı ve telkin olmaksızın katılmasını kabul ediyorum.	
Araştırma tamamlandığında genel/özel sonuçların benimle paylaşılmasını	<input checked="" type="checkbox"/> İstiyorum <input type="checkbox"/> İstemiyorum
Adı-Soyadı:	
veya Katılımcı Kodu:	
Tarih:	
İmza:	
İletişim Bilgileri (İsteğe bağlı):	

Bu form, katılımcının kendisi/velisi/vasisi tarafından imzalandıktan sonra araştırmacıya teslim edilecektir. Ayrıca talep edildiği takdirde, bu formun bir nüshası katılımcıya verilecektir.

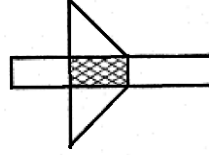
B.Ü.

Ek 5. Deneme Oturumunda Yer Alan Görevler

Uzamsal Yetenek
Bileşenleri

Görevler

Uzamsal
Görselleştirme



A



B



C



D



E



Zihinsel
Döndürme



cismi döndürülerek



haline getiriliyor



cismi aynı şekilde döndürülürse
aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?

A



B



C



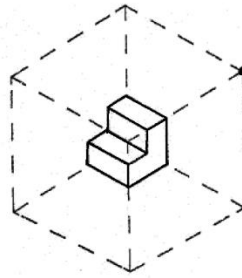
D



E



Uzamsal Algı



A



B



C



D

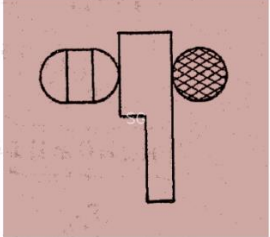
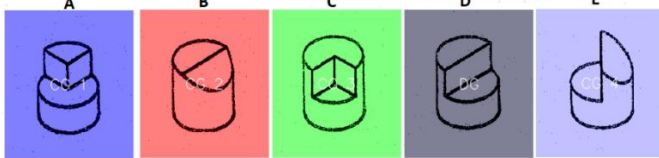
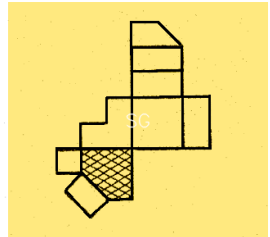
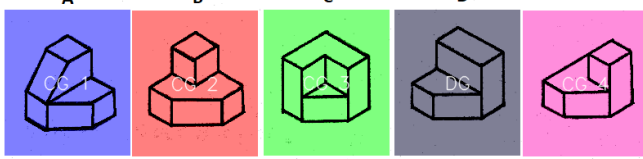
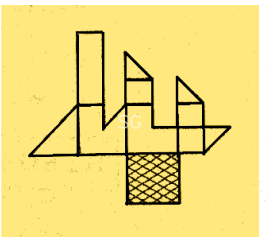
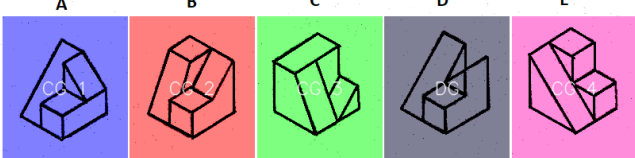


E

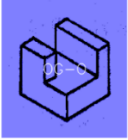


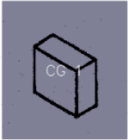


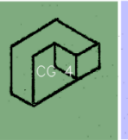
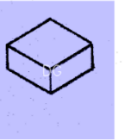
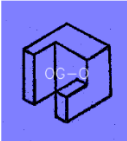
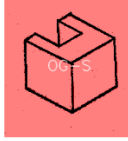

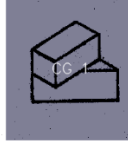

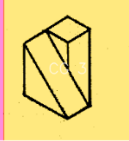





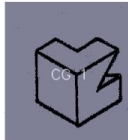



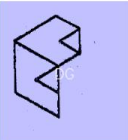


Ek 6. Asıl Uygulamada Yer Alan Görevler ve İlgi Alanları

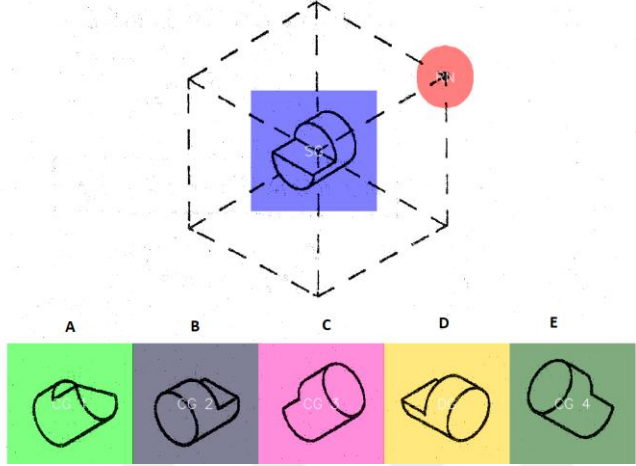
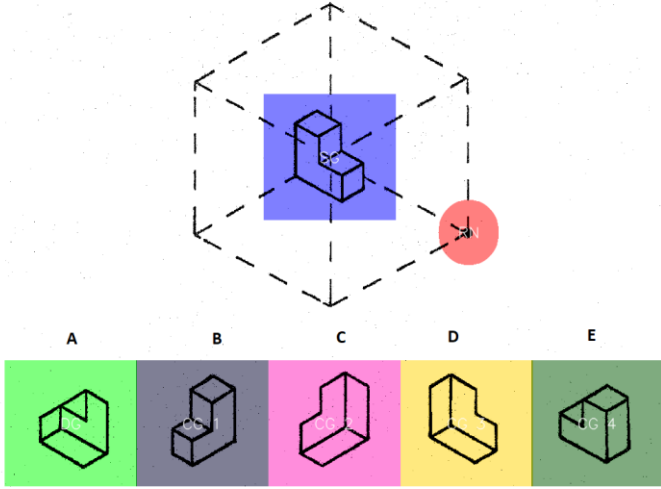
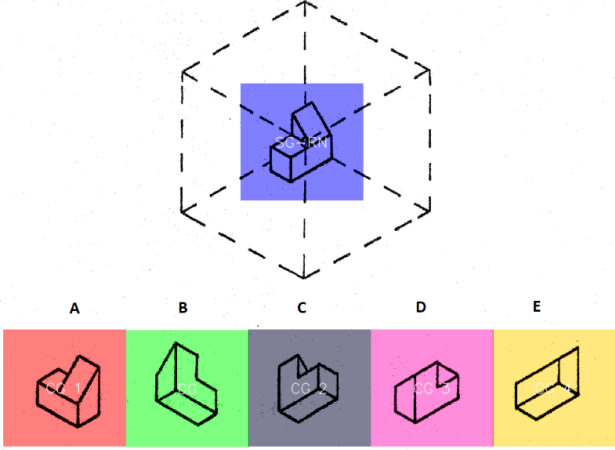
Tablo 3.5. Uzamsal görselleştirme bileşenine ait görevler ve ilgi alanları

Zorluk Düzeyi	Görevler
Basit	 
Orta	 
Zor	 

Tablo 3.6. Zihinsel döndürme bileşenine ait görevler ve ilgi alanları

Zorluk Düzeyi	Görevler				
Basit		cismi döndürülerek		haline getiriliyor	
		cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?			
	A	B	C	D	E
					
Orta		cismi döndürülerek		haline getiriliyor.	
		cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?			
	A	B	C	D	E
					
Zor		cismi döndürülerek		haline getiriliyor	
		cismi aynı şekilde döndürülürse aşağıdakilerden hangisi gibi görünür?			
	A	B	C	D	E
					

Tablo 3.7. Uzamsal algı bileşenine ait görevler ve ilgi alanları

Zorluk Düzeyi	Görevler
Basit	
Orta	
Zor	

Ek 7. Uzamsal Yetenek Bileşenlerinde Kullanılan Stratejilere Ait Kodlama Örnekleri

Tablo 3.8. Uzamsal görselleştirme görevlerinde kullanılan stratejilere ait kodlama örnekleri

Strateji	Alt Strateji	Kod	Açıklama	Örnek İfade
Analitik Strateji	Parçaların kapalı halini cevap seçeneklerinde arama	A1	Açık hali verilen cisimde herhangi bir parça kapatıldığında oluşan görüntüyü cevap seçeneklerinde arama	AL29 _{orta} : <i>Tabanı kapatmaya çalışarak diğer şıklara baktım...</i>
				AL11 _{orta} : <i>Parçaların bir kısmını kafamda birleştirdim daha sonra şıklardan eleyerek</i>
				AL25 _{zor} : <i>Üstteki uzun dikdörtgen bir de yanındaki üçgen birleşmesine baktım</i>
	Yön olarak düşünüp cevap seçeneklerinden eleme	A2	Cismin veya bir parçanın yönüne bakarak karar verme	AL20 _{basit} : <i>Bize dönüktür diye düşündüm</i>
				AL16 _{zor} : <i>Edirne'deki rampa sol tarafta kaldığı için...</i>
	Parça sayısına göre cevap seçeneklerinden eleme	A3	Açık hali verilen cisim ile cevap seçenekleri arasında parça sayısının karşılaştırılması	BİLSEM6 _{zor} : <i>..... sonra yönüne baktım</i>
Parça büyüklüğünü kontrol etme	A4	Cismin veya bir parçanın büyüklüğüne bakarak karar verme	AL22 _{basit} : <i>B değil çünkü o zaman iki tane olacaktı. Burda iki tane var orda üç tane var</i>	
			AL17 _{orta} : <i>Tabandaki köşe sayısını saydım</i>	
			BİLSEM14 _{zor} : <i>Yanında şunlardan 2 tane kare olacaktı</i>	
Parçaları cevap seçenekleriyle eşleştirme	A5	Açık hali verilen cisimde yer alan parçaları cevap seçenekleri ile eşleştirme	AL21 _{basit} : <i>Ceyhan'da daha bir dairenin dörtte üçü gibi gözüküyordu</i>	
			AL35 _{basit} : <i>Bunlar yarımken bunlarda parça alınmış gibi. Mesela %25 i alınmış burada %75 i alınmış</i>	
			BİLSEM7 _{zor} : <i>C şıkkındaki bir tane kule çok küçüktü</i>	
Cevap seçeneklerindeki parçaları açık cisim ile eşleştirme	A6	Cevap seçeneklerinde yer alan cisimlerin parçalarını açık hali verilen cisim ile karşılaştırma	AL31 _{basit} : <i>Şurasına dikkat etmeye çalıştım onu şıklarda aramaya çalıştım</i>	
			AL24 _{orta} : <i>Çok fazla şekil olunca şıklarla eşleştirmeye çalıştım</i>	
			AL27 _{orta} : <i>Hangisinde düzgün şekilde büyük bir kare vardır diye şıklara baktım</i>	
Bütüncül Strateji	Cismi bütün olarak zihinde canlandırma	B1	Açık hali verilen cisimi kapatarak zihninde bütün olarak hayal etme	AL9 _{basit} : <i>B şıkkında böyle yamuk şekil vardı O hiç değildi dedim orada zaten böyle küçük küçük dikdörtgenler var falan</i>
				AL27 _{orta} : <i>Mesela E de küçük bir kare vardı ki onun da şuradaki olduğunu düşündüm</i>
				BİLSEM16 _{zor} : <i>A'yı eledim çünkü onda sadece şöyle bir kare vardı, tabanın hemen üstündeki oluyormuş gibi geldi A'yı eledim. B'de zaten yan kesik oluyor. Ama bunun burasında bir şey var. Yani şöyle bir şey oluyordu öyle bir şekilmiş gibi geldi.</i>
Bütüncül Strateji	Cismi bütün olarak zihinde canlandırma	B1	Açık hali verilen cisimi kapatarak zihninde bütün olarak hayal etme	BİLSEM8 _{basit} : <i>Kafamda birleştirmeye çalıştım</i>
				AL8 _{orta} : <i>Önce tabanı buldum Ondan sonra şekli aynı şekilde üstüne kapatmaya çalıştım Önce merdivene benzeyen şeyi kapattım diğer tarafları da aynı önümde şekil varmış gibi düşünerek üç boyutluymuş gibi düşünerek kapattım</i>

AL36_{zor}: İlk başta o sol taraftaki dikdörtgenden başladım orayı kapatmayı denedim Sonra diğer tarafa baktım Onu kapattım ve birbirlerine zıt olduğunu düşündüm Ondan sonra tabana getirdim tabanından bu şekilde olduğunu düşündüm



Tablo 3.9. Zihinsel döndürme görevlerinde kullanılan stratejilere ait kodlama örnekleri

Aşama	Strateji	Alt Strateji	Kod	Açıklama	Örnek İfade
Dönme Kuralını Belirleme	Analitik Strateji	Parça yönünü karşılaştırma	A1	Verilen iki cisimdeki parçaların ilk durum ve son durumdaki konumlarını karşılaştırma	BİLSEM10 _{basit} : <i>Üst kısmın nereye geldiğine baktım. İki dikdörtgen var ya yukarıda onların nereye geldiğine baktım onlar yana yatmış</i>
					AL5 _{orta} : <i>Soldaki cismin arka tarafı yani yere bakan tarafı u şeklinde Burada da üstte u şeklinde yani ters çevrilmiş</i>
					AL28 _{zor} : <i>Küçük parça bu sefer hani aşağıya dönmüş ve döndürülmüş</i>
		Referans parça döndürme	A2	İlk cisimde referans alınan bir parçanın döndürülerek ikinci cisimdeki konuma getirilmesi	AL4 _{basit} : <i>Şu küçük bölmenin nasıl geri geleceğini düşündüm küçük çıkıntıyı ve onu şöyle yukarı ters çevirip öne şöyle yaptım.</i>
					AL13 _{orta} : <i>Parçadan yola çıktım L şeklindeki o taraftan döndürdüm</i>
					AL14 _{zor} : <i>..... sonra üstteki çıkıntıyı parça olarak sol üst köşeden sağ alt köşeye çevirdim</i>
		Cismin köşelerini referans alarak döndürme	A3	İlk cisimde referans alınan bazı köşelerin döndürülerek ikinci cisimdeki konuma getirilmesi	AL13 _{zor} : <i>..... sonra köşelere baktım köşelerden çevirdim</i>
Bütüncül Strateji	Bütüncül Strateji	Cismi bütün olarak zihinde döndürme	B1	İlk cismi bütün olarak döndürerek ikinci cismin konumuna getirme	AL7 _{zor} : <i>Üstteki cismi tamamen çevirmeye çalıştım</i>
					AL14 _{zor} : <i>Sağdan sola çevirirken bütün olarak çevirdim</i>
					BİLSEM3 _{zor} : <i>Bunu az önceki gibi ters çevirdim sonra ona göre sol tarafa kaydırdım yine</i>
Verilen Cismi Döndürme	Analitik Strateji	Referans parça döndürme	A1	Cisimde referans alınan bir parçanın dönme kuralına uygun olarak döndürülmesi	AL24 _{basit} : <i>Küçük parçayı döndürmeye çalıştım Onun da aşağı doğru geleceğini düşünerek Edirne dedim</i>
					BİLSEM8 _{orta} : <i>Üçgene odaklandım Öyle üçgenin dönmesi nasıl olur diye</i>
					AL19 _{zor} : <i>Üçgen prizma var ya oranın alta geleceğini düşündüm</i>
			A2	Cismin parçalara ayrılarak her bir	BİLSEM5 _{orta} : <i>Üçgenle onları ayrı ayrı hayal ettim</i>

	Cismi parçalara ayırarak döndürme		parçanın ayrı ayrı dönme kuralına uygun olarak döndürülmesi	AL18 _{orta} : <i>Aşağıdaki önce üçgeni çevirmeye çalıştım sonra yanındaki dikdörtgene baktım biraz</i>
				AL7 _{zor} : <i>Parça çevirmeye çalıştım oradaki küp şeklini aldım elime diğerini de aynı şekilde yanına getirerek Edirne şikkını seçtim</i>
	Cismin köşelerini referans alarak döndürme	A3	Cisimde referans alınan bazı köşelerin dönme kuralına uygun olarak döndürülmesi	AL37 _{orta} : <i>Aşağıdaki cismin köşelerinden yola çıkarak yani üçgenin ucuyla dikdörtgenin ucu nereye gelir</i>
				AL4 _{zor} : <i>Şu üçgenin ucunu aşağı doğru dönmesi gerektiğini düşündüm</i>
				AL13 _{zor} : <i>.... sonra köşelere baktım köşelerden çevirdim</i>
Bütüncül Strateji	Cismi bütün olarak zihinde döndürme	B1	Cismin bir bütün halinde dönme kuralına uygun olarak döndürülmesi	AL9 _{basit} : <i>Direkt kendim çevirdim elimde varmış gibi</i>
				AL17 _{zor} : <i>..... sonra şeklin tamamını bütün şekilde çeviriyorum</i>
				BİLSEM11 _{zor} : <i>Bir üçgen sanki ayaklarının üzerinde duruyormuş gibi olması gerekiyordu o yüzden yukarda yüksek bir parça olması gerekiyordu</i>

Tablo 3.10. Uzamsal algı görevlerinde kullanılan stratejilere ait kodlama örnekleri

Strateji	Alt Strateji	Kod	Açıklama	Örnek İfade
Analitik Strateji	Referans parçanın görünümüne bakma	A1	Cisim üzerinden alınan referans parçanın nasıl görüneceğini belirleme	AL15 _{basit} : İlk başta yuvarlağa odaklandım yuvarlağın nasıl görünebileceğini düşündüm BİLSEM11 _{orta} : Şu küçük karenin birazcık daha uzak olması gerektiğini düşündüm AL8 _{zor} : Eğimli olan bölümün az daha küçük gözükceğini düşündüm
	Referans parçanın görünme/görünmeme durumunu inceleme	A2	Cisim üzerinden alınan referans parçanın görünme ve görünmeme durumunu belirleme	AL34 _{basit} : Önce bi daire görmemiz gerekiyor sağ üstten baktığım için AL34 _{orta} : Şu aşağıdaki dörtgeni görmemiz gerekiyor şeklin altındaki AL6 _{zor} : Yukarıdan baktığı için aşağı tabanı gözükkenleri eledim
Bütüncül Strateji	Cismin yönünü bütün olarak zihinde canlandırma	B1	Cismin bütün olarak yönünün nasıl gözükceğini zihinde canlandırma	AL5 _{basit} : Cisim sola doğru bakıyor yani sağ üstten baktığımızda. Yani cismin yönüne baktım AL32 _{orta} : Sağ alt köşeden bakacağım için yukarıda görecektim. Bide sol tarafa doğru olacaktı AL29 _{zor} : Genel olarak şeklin nasıl görünmesi gerektiği yönüne baktım
	Cevap seçeneklerinin bakış yönünü bularak eleme	B2	Cevap seçeneklerindeki görüntülerin elde edilebilmesi için hangi köşelerden bakılması gerektiğini tespit etme	BİLSEM16 _{basit} : A'da şu noktadan bakınca göreceğim vardı. E'de şu noktadan bakınca göreceğim vardı. D'de yukarıdan AL36 _{orta} : B'de de yukardan bakmış gibi geldi AL17 _{zor} : A'nın şu köşeden olması gerekiyor B'nin öbür arka köşeden olması gerekiyor
	Cismin görünen/görünmeyen parçalarına bütün olarak bakma	B3	Cismin görünmesi veya görünmemesi gereken parçalarını bütün olarak değerlendirme	AL12 _{basit} : O köşeden bakınca sağ değil sol tarafını görmemiz lazım yani D gibi görmemiz lazım işte AL9 _{zor} : Tüm şeklin görüleceğini zannediyordum ben öbür taraf gözükmeyecek sadece kare karenin üst kısmı öbür taraf zaten gözükcek
Cismi bütün olarak çevirme	Cismi bütün olarak çevirme	B4	Cismi bütün olarak çevirerek referans noktasını göz hizasına getirme	AL27 _{basit} : Oradan bakmaktansa şekli kendime çevirdim BİLSEM5 _{basit} : Bakış açımın nereden olmasını istediği yere bakıp onun o şekilde nasıl görüneceğini hayal ederek elimde bir kısmını döndürüyordum gibi BİLSEM9 _{orta} : Kafamda şekli çevirdim