



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATTEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNMENİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME
BECERİLERİNE VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE
ETKİSİ ÜZERİNE BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI**

NIHAL DÜZALAN

DANIŞMAN

DOÇ. DR. NESLİHAN USTA

BARTIN-2022



T.C.

BARTIN ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI

**BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNMENİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNE VE
PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR META-ANALİZ
ÇALIŞMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nihal DÜZALAN

BARTIN-2022

BEYANNAME

Bartın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre Doç. Dr. Neslihan USTA danışmanlığında hazırlamış olduğum “BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNMENİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNE VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI” başlıklı yüksek lisans tezimin bilimsel etik değerlere ve kurallara uygun, özgün bir çalışma olduğunu, aksinin tespit edilmesi halinde her türlü yasal yaptırımını kabul edeceğimi beyan ederim.

04.08.2022

Nihal DÜZALAN



ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimim süresince yardım, bilgi ve tecrübelerini her zaman benimle paylaşan, eğitimim için sürekli destekleyen hakkı ödenmez değerli hocam ve tez danışmanım Doç. Dr. Neslihan USTA'ya sonsuz teşekkür ve minnetlerimi sunarım. Matematiğin zorluğuna karşın matematiği ve matematik eğitimi alanını sevilesi hale getirdirdiği, her zaman yanımda olduğu ve desteklediği, bildiklerini sabırla ve yorulmadan bana aktardığı için sayın hocama müteşekkirim.

Yaşadığım şu ana kadar, her koşulda, maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen ve eğitimim için hiçbir fedakârlıktan kaçınmayan biricik annem Tezcan DÜZALAN'a, babam Ali DÜZALAN'a ve benim için çok değerli kardeşim İsmail DÜZALAN'a en kalbi şükranlarımı sunuyorum.

Lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca beni her koşulda destekleyen, çalışmamda motive eden ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Dilek AYDIN ve Gizem KAPLAN'a tüm kalbimle teşekkür ediyorum.

Nihal DÜZALAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNMENİN BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİLERİNE VE PROBLEM ÇÖZME BECERİLERİNE ETKİSİ ÜZERİNE BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

Nihal DÜZALAN

Bartın Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Neslihan USTA

Bartın-2022, sayfa: 152

Bu araştırmada bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve problem çözme becerilerine olan etkisini incelemek amacıyla meta-analiz yapılmıştır. Meta-analiz yöntemi için araştırma konusuna uygun deney ve kontrol grubu bulunan deneysel çalışmalar kullanılmıştır. Kullanılan tam deneysel ya da yarı deneysel çalışmalar içerisinden seçilen çalışmalarda grup ortalamasının, örneklem sayısının ve standart sapmaların yer almasına dikkat edilmiştir. Araştırmanın amacına uygun çalışmalara ilk olarak 2013 yılında rastlandığı için 2013 yılından başlayıp (Mingo, 2013) 2021 yılının sonuna kadar yayınlanmış olan makale (Arık ve Topçu (2021); Aumgri ve Pimdee (2021); Chen, Tsui, Lee (2021); Gao ve Hew (2021); Hooshyar (2021); Hooshyar, Pedaste, Yang, Malva, Hwang, Wang, Lim ve Delev (2021); Hooshyar, Malva, Yang, Pedaste, Wang ve Lim (2021); Hsu ve Liang (2021); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Relkin, Ruiter ve Bers (2021); Sun, Hu ve Zhou (2021); Wei, Lin, Meng, Tan, Kong ve Kinshuk (2021); Wu ve Chen (2021)) ve tezler (Kılıç, 2021; Rhodes, 2021)) incelenmiştir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisini ortaya koyan 32 çalışma ve bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin problem çözme becerilerine etkisini ortaya koyan 9 çalışma dâhil edilme kriterlerine uygun bulunmuştur. Bazı çalışmalar bilgi işlemsel düşünme becerilerine etki büyüklükleri bakımından birden

fazla kullanıldığından etki büyüklükleri dikkate alındığında çalışma sayısı bilgi işlemsel düşünme teması için 39'a yükselmiştir. Bilgi işlemsel düşünme becerilerine etki teması altında 39 çalışmanın ayrı ayrı etki büyüklükleri hesaplanarak genel etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Benzer şekilde problem çözme becerilerine etki teması altında 9 çalışma dâhil edilme kriterlerine uygun bulunmuştur. 39 çalışmanın örneklemin grubunu 5143 kişi, 9 çalışmanın örneklem grubunu 802 kişi oluşturmaktadır. Meta-analiz araştırması yapılırken verilerin analizinde R ve metafor paketinden (versiyon 3.4.0) yararlanılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme becerilerine etki teması altında Q testine göre, sonuçların heterojen olması ($Q(38)=396.6081$, $p<0.0001$, $\tau^2=2.6986$, $I^2=\%98.5059$)) nedeniyle rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etki büyüklüğü 0,77 bulunmuştur. Buna göre bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde olumlu ve geniş düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir. Problem çözmeye etki teması altında Q testine göre, sonuçların heterojen olması ($Q(8)=22.7527$, $p=0.0037$, $\tau^2=0.0756$, $I^2=\%60.5424$)) nedeniyle rastgele etkiler modeli kullanılmıştır. Araştırma sonucunda bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine olan etki büyüklüğü 0,34 bulunmuştur. Buna göre bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin problem çözme becerileri üzerinde olumlu ve küçük düzeyde etkiye sahip olduğu görülmektedir.

Bu araştırmanın analizi 2022 yılının başında yapıldığından 2022 yılında yapılan bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan çalışmalar eklenememiştir. Bu temelde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve problem çözme becerilerine etkisinin farklı branşlarda ve farklı sınıf düzeylerinde daha fazla araştırılması önerilmektedir. Benzer şekilde literatür taraması sonucunda bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili olarak matematik alanında kısıtlı çalışmaya rastlandığından matematik ve matematik eğitime yönelik çeşitli araştırmalar yapılması önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilgi işlemsel düşünme, problem çözme, meta-analiz.

ABSTRACT

M. Sc. Thesis

A META-ANALYSIS STUDY ON THE EFFECT OF COMPUTATIONAL THINKING ON COMPUTATIONAL THINKING SKILLS AND PROBLEM SOLVING

Nihal DUZALAN

Bartın University

Graduate School

Department of Mathematics and Science Education

Thesis Advisor: Assoc. Prof. Dr. Neslihan USTA

Bartın-2022, pp: 152

In this study, a meta-analysis was conducted to examine the effect of teaching based on computational thinking on computational thinking skills and problem-solving skills. For the meta-analysis method, experimental studies with experimental and control groups appropriate to the research subject were used. In the studies selected from the full experimental or semi-experimental studies used, attention was paid to the inclusion of group mean, number of samples and standard deviations. Since the studies suitable for the purpose of the research were first encountered in 2013 (Mingo, 2013) , the articles (Arık ve Topçu (2021); Aumgri ve Pimdee (2021); Chen, Tsui, Lee (2021); Gao ve Hew (2021); Hooshyar (2021); Hooshyar, Pedaste, Yang, Malva, Hwang, Wang, Lim ve Delev (2021); Hooshyar, Malva, Yang, Pedaste, Wang ve Lim (2021); Hsu ve Liang (2021); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Relkin, Ruiter ve Bers (2021); Sun, Hu ve Zhou (2021); Wei, Lin, Meng, Tan, Kong ve Kinshuk (2021); Wu ve Chen (2021)) and theses (Kılıç, 2021; Rhodes, 2021) published starting from 2013 until the end of 2021 were examined. 32 studies revealing the effect of teaching on computational thinking skills and 9 studies revealing the effect of teaching on computational thinking on problem-solving skills were found to be in

accordance with the inclusion criteria. Since some studies were used more than once in terms of impact sizes on computational thinking skills, the number of studies increased to 39 for the computational thinking theme when the effect sizes were taken into consideration. Under the theme of impact on computational thinking skills, the overall effect size was calculated by calculating the effect sizes of 39 studies separately. Similarly, 9 studies under the theme of impact on problem solving skills were found to be suitable for inclusion criteria. The sample group of 39 studies consisted of 5143 people, and the sample group of 9 studies consisted of 802 people. When conducting the meta-analysis research, R and the metaphor package (version 3.4.0) were used in the analysis of the data. According to Q test under the theme of influence on computational thinking skills, a random effects model was used due to the heterogeneity of the results ($Q(38)=396.6081$, $p<0.0001$, $\tau^2=2.6986$, $I^2=98.5059$). As a result of the research, the effect size of the teaching on the basis of computational thinking on the computational thinking skills of the learners was found to be 0.77. Accordingly, it is seen that teaching on the basis of computational thinking has a positive and broad impact on computational thinking skills. According to the Q test under the theme of effect on problem solving, a random effects model was used because the results were heterogeneous ($Q(8)=22.7527$, $p=0.0037$, $\tau^2=0.0756$, $I^2=60.5424$). As a result of the research, the effect size of the teaching on the basis of computational thinking on the problem solving skills of the learners was found to be 0.34. Accordingly, it is seen that teaching on the basis of computational thinking has a positive and small impact on problem-solving skills. Since the analysis of this research was carried out at the beginning of 2022, the studies conducted on the basis of computational thinking in 2022 could not be added. It is recommended that the effect of teaching on this basis on computational thinking skills and problem-solving skills should be further investigated in different branches and at different grade levels. Similarly, as a result of the literature review, since there is limited work in the field of mathematics related to computational thinking, it is recommended to conduct various researches on mathematics and mathematics education.

Keywords: Computational Thinking, problem solving, meta analysis.

İÇİNDEKİLER

BEYANNAME	ii
ÖNSÖZ	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	xiv
EKLER DİZİNİ	xvii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xviii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problem Durumu	Error! Bookmark not defined.
1.2. Araştırmanın Amacı	3
1.2.1 Alt Problemler	4
1.3. Araştırmanın Önemi	6
1.4. Araştırmanın Varsayımları	8
1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ	9
2.1. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Tanımı ve Tarihçesi	9
2.2. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Boyutları	Error! Bookmark not defined.3
2.2.1 Ayırıştırma (Decomposition)	15
2.2.2 Örüntü Bulma/ Tanımlama (Pattern Recognition)	Error! Bookmark not defined.7
2.2.3 Soyutlama (Abstraction)	17
2.2.4 Algoritmalar/ Algoritmik Düşünme (Algorithms/ Algorithmic Thinking)	20
2.2.5 Otomasyon (Automation)	21
2.2.6 Paralleleştirme (Parallelization)	21
2.2.7 Genelleme (Generalization)	21
2.2.8 Değerlendirme/ Test Etme (Evaluation/ Testing)	22
2.2.9 Hata Ayıklama (Debugging)	23
2.2.10 Problem Çözme (Problem Solving)	23
2.3. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Matematiksel Düşünme	24

2.4. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Matematik Eğitimi	26
2.5. Eğitim Alanında Bilgi İşlemsel Düşünmeyle İlgili Yapılan Çalışmalar	28
2.5.1 Türkiye'de Yapılan Çalışmalar	28
2.5.2 Yurt dışında Yapılan Çalışmalar	33
2.6. Problem Çözmenin Tanımı ve Problem Çözme Basamakları	40
2.7. Eğitim Alanında Bilgi İşlemsel Düşünme Temelinde Problem Çözmeyle İlgili Yapılan Çalışmalar	42
2.7.1 Türkiye'de Yapılan Çalışmalar	43
2.7.2 Yurt dışında Yapılan Çalışmalar	44
3. MATERYAL VE METOT	46
3.1. Araştırma Modeli	46
3.2. Çalışma Grubu	47
3.3. Verilerin Toplanması	48
3.4. Veri Toplama Araçları	54
3.5. Dahil Edilme Kriterleri	54
3.6. Hariç Tutulma Kriterleri	55
3.7. Çalışmaların Kodlanması	56
3.8. Meta-analize Dahil Edilen Çalışmalar	56
3.9. Verilerin Analizi	59
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	62
4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular	62
4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular	72
4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular	75
4.4. Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular	78
4.5. Beşinci Alt Probleme Ait Bulgular	82
4.6. Altıncı Alt Probleme Ait Bulgular	85
4.7. Yedinci Alt Probleme Ait Bulgular	87
4.8. Sekizinci Alt Probleme Ait Bulgular	91
4.9. Dokuzuncu Alt Probleme Ait Bulgular	97
4.10. Onuncu Alt Probleme Ait Bulgular	99
4.11. On Birinci Alt Probleme Ait Bulgular	102
4.12. On İkinci Alt Probleme Ait Bulgular	104
4.13. On Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular	Error! Bookmark not defined.07

4.14. On Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular	108
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	111
5.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Teması Altındaki Sonuç ve Öneriler ...	Error! Bookmark not defined.11
5.2. Problem Çözme Teması Altındaki Sonuç ve Öneriler	Error! Bookmark not defined.15
KAYNAKLAR	120
EKLER	151



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
No	No
2.1: Bilgi işlemsel düşünmenin Türkçe literatürdeki karşılıkları	11
2.2: Bilgi işlemsel düşünme ve matematiksel düşünme özellikleri.....	25
3.1: PRISMA yöntemine göre akış şeması	49
4.1: Bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkiyi inceleyen çalışmalara ait orman grafiği.....	63
4.2: Yayın yanlılığı için huni grafiği (bilgi işlemsel düşünme teması).....	65
4.3: Bilgi işlemsel düşünmenin ülkelere göre orman grafiği	73
4.4: Bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yapıldığı yıllar	75
4.5: Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri	76
4.6: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türleri.....	77
4.7: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmalara katılan öğrenenlerin öğrenim seviyeleri	78
4.8: Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenim seviyelerine göre orman grafiği	80
4.9: Bilgi işlemsel düşünmenin örneklem büyüklüklerine göre orman grafiği	83
4.10: Bilgi işlemsel düşünmenin yayın türlerine göre orman grafiği	86
4.11: Bilgi işlemsel düşünmenin yayın yıllarına göre orman grafiği	89
4.12: Bilgi işlemsel düşünmenin problem çözme becerisine olan etkisini inceleyen çalışmalara ait orman grafiği.....	92
4.13: Yayın yanlılığı için huni grafiği (problem çözme teması)	94
4.14: Problem çözme temasının ülkelere göre orman grafiği	98
4.15: Türkiye’de ve yurt dışında yıllara göre problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların sayısı.....	100
4.16: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri	100
4.17: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türleri.....	Error! Bookmark not defined.
4.18: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmalara katılan öğrenenlerin öğrenim seviyeleri ..	Error! Bookmark not defined.

4.19: Problem çözmenin öğrenim seviyelerine göre orman grafiğı ...**Error! Bookmark not defined.**

4.20: Problem çözmenin örneklem büyüklüklerine göre orman grafiğı ... **Error! Bookmark not defined.**

4.21: Problem çözmenin yayın türlerine göre orman grafiğı**Error! Bookmark not defined.**

4.22: Problem çözmenin yayın yıllarına göre orman grafiğı**Error! Bookmark not defined.**



TABLÖLER DİZİNİ

Tablo No	Sayfa No
2.1: Bilgi işlemsel düşünme kavramına ilişkin literatürde bulunan tanımlar Error! Bookmark not defined.	
2.2: Araştırmacılara göre bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutları. Error! Bookmark not defined. 4	
3.1: Bilgi işlemsel düşünmenin öğretime yönelik çeşitli yaklaşımlar 51	
3.2: Meta-analizde kullanılan çalışmaların yayın türüne göre dağılımı Error! Bookmark not defined.	
3.3: Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini içeren çalışmaların özellikleri Error! Bookmark not defined. 7	
3.4: Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisini içeren çalışmaların özellikleri 59	
3.5: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması. Error! Bookmark not defined. 0	
3.6: Çalışmaların I^2 testine göre heterojenlik düzeyinin sınıflandırılması 61	
4.1: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması.....64	
4.2: Genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçları Error! Bookmark not defined.	
4.3: Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi sonuçları 67	
4.4: Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları Error! Bookmark not defined.	
4.5: Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi sonuçları 68	
4.6: Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi kırılmış sonuçları 68	
4.7: Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi sonuçları 69	
4.8: Orwin'in Güvenli N Yöntemi sonuçları Error! Bookmark not defined. 0	
4.9: Ükelere göre etki büyüklükleri Error! Bookmark not defined. 4	
4.10: Ükelere göre grupların farklılıkları Error! Bookmark not defined. 4	

4.11: Öğrenim seviyelerine göre etki büyüklükleri	Error! Bookmark not defined.
4.12: Öğrenim seviyelerine göre grupların farklılıkları	Error! Bookmark not defined.
4.13: Örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklükleri	84
4.14: Örneklem büyüklüklerine göre grupların farklılıkları	Error! Bookmark not defined.
4.15: Yayın türlerine göre etki büyüklükleri	Error! Bookmark not defined.
4.16: Yayın türlerine göre grupların farklılıkları	Error! Bookmark not defined.
4.17: Yayın yıllarına göre etki büyüklükleri	90
4.18: Yayın yıllarına göre grupların farklılıkları	90
4.19: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması	Error! Bookmark not defined.
4.20: Genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçları	93
4.21: Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi sonuçları	95
4.22: Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları	Error! Bookmark not defined.
4.23: Ükelere göre etki büyüklükleri	98
4.24: Ükelere göre grupların farklılıkları	99
4.25: Öğrenim seviyelerine göre etki büyüklükleri	Error! Bookmark not defined.
4.26: Öğrenim seviyelerine göre grupların farklılıkları	Error! Bookmark not defined.
4.27: Örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklükleri	Error! Bookmark not defined.
4.28: Örneklem büyüklüklerine göre grupların farklılıkları	106
4.29: Yayın türlerine göre etki büyüklükleri	108
4.30: Yayın türlerine göre grupların farklılıkları	108
4.31: Yayın yıllarına göre etki büyüklükleri	Error! Bookmark not defined.
4.32: Yayın yıllarına göre grupların farklılıkları	Error! Bookmark not defined.

EKLER DİZİNİ

Ek

Sayfa

No

No

No table of figures entries found.

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

n	: Örneklem sayısı
$\bar{X}$	: Grup ortalaması
S	: Standart sapma
sd	: Serbestlik derecesi
Q	: Q istatistiği
k	: Çalışma sayısı
p	: İstatistiksel anlamlılık
r	: Korelasyon katsayısı
τ^2	: Gerçek etki büyüklüğünün varyansı (Tau kare)
t^2	: Etki büyüklüğüne ilişkin toplam varyansın oranı (İota kare)
χ^2	: ki kare dağılımı
d/g	: Standartlaştırılmış etki büyüklüğü
vd.	: ve diğerleri

KISALTMALAR

MEB	: Milli Eğitim Bakanlığı
EB	: Etki Büyüklüğü
NRC	: National Research Council (Ulusal Araştırma Konseyi)
ISTE	: Eğitim teknolojileri Uluslararası Topluluğu (International Society for Technology in Education)
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İş birliği Örgütü)
STEM	: Science, Technology, Engineering ve Mathematics (Fen, Teknoloji,

Mühendislik ve Matematik)
: Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses
PRISMA Statement (Sistematik İncelemeler ve Meta-Analizler için Tercih Edilen
Raporlama Öğeleri Beyanı)





1. GİRİŞ

Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili olarak 2013–2021 yılları arasında yapılan çalışmalar kapsamında bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünmeye ve problem çözmeye etkisinin meta-analiz yöntemiyle ele alındığı araştırmanın bu bölümünde problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, varsayımları ve araştırmanın sınırlılıkları yer almaktadır. Arık ve Topçu (2021); Aumgri ve Pimdee (2021); Basu (2016); Chen, Tsui ve Lee (2021); Gao ve Hew (2021); Günbatar (2020); Hooshyar (2021); Hooshyar, Malva, Yang, Pedaste, Wang ve Lim (2021); Hooshyar, Pedaste, Yang, Malva, Hwang, Wang, Lim ve Delev (2021); Hsu ve Liang (2021); Hutchins, Biswas, Marótil, Lédeczi, Grover, Wolf, Blair, Chin, Conlin, Basu ve McElhaney (2019); Jenkins (2018); Jun, Han ve Kim (2016); Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020) Kılıç (2021); Kim, Oh ve Kim (2020); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Matere, Cathy Weng, Melese Astatke, Hsia ve Fan (2021); Mingo (2013); Olmo Munoz, Cozar-Gutierrez ve Gonzales- Calero (2020); Oluk, Korkmaz ve Oluk (2018); Relkin, Ruiter ve Bers (2021); Rhodes (2021); Rodríguez-Martínez, González-Calero ve Sáez-López (2020); Saritepeci (2020); Sun, Hu ve Zhou (2021); Tsai ve Tsai (2017); Walliman (2015); Wei, Lin, Meng, Tan, Kong ve Kinshuk (2021); Wu ve Chen (2021); Yıldız (2018) ve Yünkül, Durak, Çankaya ve Mısırlı (2017) bilgi işlemsel düşünme teması içinde meta-analize dahil edilen çalışmalardır. Booth (2013); Gao ve Hew (2021); Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020); Li, Xie, Vongkulluksn, Stein ve Zhang (2021); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Ma, Zhao, Wang, Wan, Cavanaugh ve Liu (2021); Saritepeci (2020); Sung, Ahn, Black (2017) ve Yıldız (2018) problem çözme teması içinde meta-analize dâhil edilen çalışmalardır.

1.1. Problem Durumu

21. yüzyılda hızla değişim gösteren dünya koşulları, çeşitli alanlarda olduğu gibi teknolojiyle iç içe olan alanlarda da hızla dönüşümlere yol açmaya devam etmektedir. Günümüzde ülkelerin önem verdikleri noktalardan biri olan teknoloji bilginin hayata yansımasıdır. İyi bir gelecek sağlayabilmek için ülkeler teknolojilerini geliştirme konusunda rekabet içindedir. Bu rekabetin temel sebepleri içinde ekonomi yer almaktadır. Ülkeler, başka devletlerin gerisinde kalmamak ve ekonomilerini daha ileriye taşıyabilmek için yarış halindedir. Teknolojik gelişmelerin temelinde yer alan matematik, fen ve mühendislik bilimlerinin

eğitimi konusunda insanların geliştirilmesi gerekmektedir (Zollman, 2012). Gelişmiş ülkeler özellikle bu alanların eğitimine yönelik milyar dolarlık bütçeler ayırmaktadır (Breiner, Harkness, Johnson ve Koehler, 2012). Hala daha varlığını sürdüren geleneksel eğitimde disiplinler arası yaklaşım yeterince kullanılmamaktadır. Eğitim yatırımlarına rağmen ilişkili olması gereken bilgiler genellikle birbirinden bağımsız olarak öğretilmeye devam etmektedir. Böyle bir durumda eğitim, ezber odaklı ve günlük hayata oldukça uzak bir şekilde gerçekleşmektedir (Bissaker, 2014). İçinde bulunduğumuz bilgi çağında, iş gücüne yarar sağlayacak bireylerin bilgi ve becerilerini harmanlayabilmeleri istenmektedir (Aygün, Atalay, Kılıç ve Yaşar, 2016). 21.yüzyıl becerilerinde iyi bir yurttaş olmanın yanında etkin bir yurttaş olmak vurgulanmaktadır (Dede, 2010). Bireylerden yaratıcılık, analitik ve eleştirel düşünme, günlük hayatta karşılaşılan problemleri çözme, etkili karar verme, araştırma ve sorgulama becerilerine sahip olmaları beklenmektedir (Partnership for 21st Century Learning (P21), 2015; Wagner, 2008). Bu doğrultuda ülkelerin özellikle eğitim alanında yenileşme hareketleri de devam etmektedir. Türkiye’ de Millî Eğitim Bakanlığı Fen ve Matematik Öğretim Programları’nda (2018) öğrencilere kazandırılmak istenen beceriler arasında; medya ve bilgi okuryazarlığı, iletişim, işbirlikli öğrenme, yeniliklere açık olma, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi beceriler yer almaktadır (MEB, 2018). Bu beceriler aynı zamanda 21.yüzyıl becerilerinin içeriğinde de bulunmaktadır. Öğretim programlarının en önemli özelliklerinden biri de öğrencilere çağımıza uygun üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılmasını amaçlamasıdır. Modern eğitim yaklaşımlarına göre öğrenci eğitim süreci boyunca merkezdedir ve öğrencilerin üst düzey zihinsel becerilerini geliştirmelerini amaçlanmaktadır. Bilgi ve becerilerini günlük yaşamda aktif olarak kullanabilen, problem çözebilen, girişimci, dijital yetkinliklere sahip ve öğrenmeyi bilen donanımlı bireyler üst düzey öğrenme becerilerine sahip bireyler olarak kabul edilmektedir. Bilim ve teknolojiadaki gelişmelerle birlikte bireyin yeniliklere uyum sağlayabilmesi için düşünme ve üst düzey düşünme becerilerini kullanması gerekmektedir (Söylemez, 2018). Üst düzey düşünme becerileri, bireyin kendi düşünme sürecinde bilinçli olması, bu süreçleri yönetmesi, kontrolü sağlayabilmesi ve gerektiğinde geliştirebilmesini kapsayan beceriler bütünü olarak tanımlanabilir. Üst düzey düşünebilen bireyler kendi zihinsel süreçlerini anlayarak bunları ölçebilir ve öğrenmelerini artırmak için bu süreçleri düzenleyip etkili bir biçimde kullanabilir. Üst düzey düşünme becerileri içerik olarak birleştirme, mantıksal muhakeme yapma, problem çözme ve kavrayarak anlamlandırma sürecini kapsamaktadır (Donald, 2002). Bilgi işlemsel düşünme hakkında literatür incelendiğinde bu kavramı ortaya

atan ve geliştirilmesine katkı sağlayan araştırmacılar bilgi işlemsel düşünmenin üst düzey becerilere yönelik bir beceri olduğunu belirtmektedirler (Yokuş, 2022). Wing (2008; 2011), Lu ve Fletcher (2009), Shute vd. (2017), Çetin (2016) ve Üzümcü (2019) bilgi işlemsel düşünmenin üst düzey düşünme becerilerinin içinde bulunduğu görüşünü desteklemektedirler. Bu durumda günümüzde sahip olunması gereken beceriler arasında bulunan bilgi işlemsel düşünme, MEB (2018)'in öğrencilere kazandırılmasını gerekli gördüğü becerilerle yüksek oranda uyumludur (Yokuş, 2022). Bu bağlamda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisine sahip olmaları günümüzde önemli görüleceği ve öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde olumlu bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Sengupte, Kinnebrew, Basu, Biswas, ve Clark, (2013) bilgi işlemsel düşünmenin ilk önce bilgisayar bilimleri alanındaki beceriler içerisinde olduğu değerlendirilse de özünde problemlerin tanımlanması, problemlerin çözümü için tahmin yürütülmesi, problemin soyutlanması ve çözüm yollarının geliştirilmesini içeren geniş bir kavram olduğunu ifade etmektedirler.

Literatür incelenip değerlendirildiğinde bu konuyu çalışan araştırmacılar bilgi işlemsel düşünmeyle yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisini ölçmek ya da geliştirmek amacıyla çeşitli çalışmalar ortaya koymuştur (Korkmaz, Çakır ve Özden, 2015; Yadav, Zhou, Mayfield, Hambruch ve Korb, 2014; Barr ve Stephenson, 2011). Fakat bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme becerilerini ve problem çözme becerilerini genel olarak ne düzeyde etkilediğini inceleyen bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Bu araştırma ile Türkiye’de ve yurt dışında eğitim alanında bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan çalışmaların yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü ve öğrenim seviyesini içeren bağımsız değişkenlere göre genel etkisinin ve etki düzeyleri arasında anlamlı farkın olup olmadığının belirlenmeye çalışılacaktır.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bilgi işlemsel düşünme alanında yapılmış çalışmalar incelendiğinde bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerde geliştirilmesi gereken bir beceri olduğu ve önemi üzerinde durulduğu görülmektedir. Bu çalışmalarda bilgi işlemsel düşünme ile problem çözme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar da bulunmaktadır (Gonzalez, Gonzales ve

Fernandez, 2017; Yadav vd., 2016). Bunun bir sebebi bilgi işlemsel düşünmenin matematiksel düşünmeden faydalanması gerçeğidir (Wing, 2011). Bilgi işlemsel düşünmenin problem çözme adımlarında matematiksel düşünmeyle ortak yönleri bulunmaktadır (Korkmaz ve vd., 2015). Bilgi işlemsel düşünme becerisinin problem çözme becerisi ile ilişkisini çeşitli yönlerden inceleyen çalışmalara rastlanmasına rağmen bilgi işlemsel düşünmenin problem çözme becerilerine yönelik etki büyüklüğünü ortaya koymuş çalışmalara rastlanamamıştır. 21. yüzyıl becerileri içinde oldukça önemli bir konumunun olduğu düşünülen bu becerilerin bir arada ve ayrıca problem çözme ile ilişkisindeki etki büyüklüğünü ortaya çıkarmak amacıyla yapılan bu çalışmanın literatüre önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çerçevede doğrultusunda bu araştırmanın amacı bilgi işlemsel düşünme temelli yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisini inceleyen çalışmaların ortalama etki büyüklüğünün ne düzeyde olduğunu ve bilgi işlemsel düşünme temelli yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisini inceleyen çalışmaların ortalama etki büyüklüğünün ne düzeyde olduğunu incelemektir. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin 21. yüzyılda her birey için gerekli olduğu düşünüldüğünde araştırma alt problemlerinde ve bulgularında “öğrenci” yerine daha genel bir kitleyi kapsayan “öğrenen” ifadesi kullanılmıştır.

Bu araştırmanın sonunda, meta-analiz yöntemi kullanılarak bilgi işlemsel düşünme temelli yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerisine etkisini ve bilgi işlemsel düşünme temelli yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların ortalama etki büyüklüğü hakkında genel bir görüş elde edilmektedir. Bu ana amaç çerçevesinde aşağıdaki alt problemlere cevap aranmaktadır.

1.2.1 Alt Problemler

Bu araştırmanın alt problemleri aşağıda verilmektedir.

- 1) Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Bilgi işlemsel düşünme becerileri için hangi genel yargıya varılabilir?
- 2) Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre olumlu etki

göstermekte midir? Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullandığı ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?

- 3) Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, öğrenim seviyesi) göre dağılımı nasıldır?
- 4) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine (okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 5) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 6) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 7) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 8) Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların problem çözme becerisine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Problem çözme becerileri için hangi genel yargıya varılabilir?
- 9) Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin problem çözme becerilerinde Türkiye’de ve yurt dışında olumlu etki göstermekte midir? Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı

ve problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?

- 10) Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, öğrenim seviyesi) göre dağılımı nasıldır?
- 11) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine (okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 12) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 13) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?
- 14) Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

21. yüzyıl becerilerinden olan bilgi işlemsel düşünmenin yapılan araştırmalar sonucunda ve bilim insanlarının görüşleri dahilinde hem matematik hem de fen öğretim programlarına dâhil edilmesi gerekmektedir (Gonzales vd., 2017). Örneğin Brezilya’da bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik araştırmalarda artış görüldüğü ancak bu beceriye yönelik öğretim programı seçimi, değerlendirme ve pedagoji üzerine literatürde boşluklar bulunduğu ortaya çıkmıştır (Santos, Araujo ve Bittencourt, 2018). Ayrıca Grover’ın (2017) araştırması

sonucunda K-12 programlarının içeriğinde bilgi işlemsel düşünme ile ilgili önemli boşlukların olduğu görülmüştür. Araştırmaların sonuçları hakkında genel bir bakış açısının sağlanması ve yapılan çalışmaların meta-analizi yoluyla genel bir görüşün elde edebilmesi amacıyla bu çalışmanın yapılmasına karar verilmiştir. Bu bağlamda bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların ortalama etki büyüklüğünün ve bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların ortalama etki büyüklüğünün belirlenmesi önem taşımaktadır. Bu kapsamda araştırma, bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerilerine etkisini inceleyen araştırmaların öğrenenlerin öğrenim seviyelerine, çalışmaların yayın türüne ve yayın yılına, Türkiye’de ve yurt dışında yapılmış olmasına göre etki büyüklükleri arasında anlamlı bir farkın olup olmadığını meta-analiz yöntemi ile cevaplandırmayı hedeflemektedir. Dolayısıyla bu konunun bu kapsamda araştırılmasının ve genel bir kanının elde edilmeye çalışılmasının ileride yapılması planlanan araştırmalar için faydalı olabileceği düşünülmektedir. 21. yüzyıl becerilerinden olan bilgi işlemsel düşünme becerisi ve problem çözme becerisi günümüzde herkes için gerekli olan becerilerdendir. ISTE’ye (International Society for Technology in Education) (2015) göre, bilgi işlemsel düşünme teknoloji ile düşünceyi birleştiren güçlü bir problem çözme yaklaşımı ve yaratıcılık, algoritmik düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve işbirliğinin bir bileşimidir. Wing’e (2006) göre, bilgi işlemsel düşünme “bilgisayar bilimi için temel olan kavramları kullanarak problemleri çözme, sistemleri tasarlama ve insan davranışlarını anlama yoludur.” Matematiksel düşünmeyi, eleştirel düşünmeyi ve problem çözmeyi temel alan ve mühendislikte, bilgisayar bilimlerinde, eğitimde ve pek çok disiplinde ilginin giderek arttığı bilgi işlemsel düşünmenin matematik eğitimindeki etkisinin belirlenmesinin önemli olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, matematik bilimlerini kendisine temel alan ve kullanan bilgi işlemsel düşünmenin matematik eğitiminde kullanılmaması düşünülemez. Bu nedenle Türkiye’de ve yurt dışında eğitim alanında ve varsa matematik eğitimi alanında yapılan çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, öğrenim seviyesi, vb.) göre etkisinin ve etki düzeyleri arasında anlamlı farkın olup olmadığının belirlenmesinin ilgili konuda yapılacak çalışmaların yönünün belirlenmesinde etkili olacağı düşünülmektedir.

1.4. Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada;

1. Meta-analizde kullanılan makalelerin ve tezlerin geçerlik ve güvenilirliklerinin sağlandığı varsayılmaktadır.
2. Meta-analizde kullanılan makalelerin ve tezlerin bulgularının araştırmacılar tarafından objektif bir şekilde ortaya koyulduğu ve bilimsel etiğe uygun şekilde raporlaştırıldığı varsayılmaktadır.

1.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. Dâhil edilme ve hariç tutulma kriterlerini sağlayan çalışmalarla sınırlıdır.
2. Meta-analiz yönteminin sınırlılıkları ile sınırlıdır.
3. Bazı makalelerin istatistiksel verilerinin eksik olmasından dolayı çalışmaya dâhil edilebilecek nitelikte olmadıkları görüldüğünden bu çalışmalar araştırmaya dâhil edilmemiştir.
4. 2022 yılının başında meta-analiz yapıldığı için mevcut literatürde incelenen çalışmalar 2021 yılının sonuna kadar yapılan çalışmalarla sınırlıdır.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu bölümde bilgi işlemsel düşünmenin tanımı ve tarihçesi, alt boyutları ve tanımları, bilgi işlemsel düşünme ve matematiksel düşünme arasındaki ilişki, bilgi işlemsel düşünme, meta-analiz ve problem çözme ile ilgili literatürde yer alan Türkiye’de ve yurt dışında yapılan araştırmalara yer verilmektedir.

2.1. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Tanımı ve Tarihçesi

Son yıllarda bilgi işlemsel düşünme, çeşitli raporların ve araştırmaların odak noktası olmuştur (Guzdial 2008, Qualls, Grant ve Sherrell, 2011). Bilgi işlemsel düşünme, yeni bir fikir veya yapıya özgü bir düşünce değildir. Bilgisayar bilimi sayesinde büyümekte olan bir araştırma alanıdır (Wing, 2006). Bilgi işlemsel düşünme becerisi çoğunlukla bilgisayar bilimi ile ilişkilidir (Yolcu, 2018). Bu beceri bilgisayarın yazılım ve donanım sistemleri ile bir problemin çözülmesini sağlayacak istenilen duruma uygun komutların oluşturulması ve bu komutların kullanılmasıyla düzenlenen etkinliklerin uygulamasını içermektedir (Czerkawski ve Lyman, 2015). Bu kavramı ilk kez Seymour Papert kullanmıştır (Papert ve Harel, 1991). Papert (1996), geometrik problemlerin çözümünde bilgisayar ve yazılımların çözüm için nasıl kullanılması gerektiği üzerine araştırma yaparken; problemin çözümü ve verilerin arasındaki ilişkilerin açıklanmasında bilgi işlemsel düşünmenin kullanılabileceğini ortaya atmıştır. Ayrıca Papert’in LOGO programlama dilini geliştirme çalışması ve bilgisayarı yöneten çocuklar görüşü, bilgi işlemsel düşünmenin temelini oluşturmaktadır (Voogt, Fisser, Good, Mishra ve Yadav, 2015). Denning (2009), bilgi işlemsel düşünmenin 1950’li yıllara kadar uzanan bir geçmişinin olduğunu belirtmesine rağmen o yıllarda bilgi işlemsel düşünme, bir kavram olarak kullanılmasa da girdilerin çıktıya dönüştürülmesinde problemlerin analiz edilmesi için kullanılan algoritmik düşünme şekli olarak bilinmekteydi. Bilgi işlemsel düşünme, Papert tarafından ilk defa kullanılmış olsa da bu kavramın geniş kitlelerce tanınması Jeannette Wing tarafından sağlanmıştır (Csizmadia, Curzon, Dorling, Humphreys, Ng, Selby ve Woollard, 2015). Wing’ e (2006) göre bu düşünme becerisi, bilgisayarların pratik düşünmesi değil, bireylerin kendilerine ait düşünme becerisidir. Benzer olarak Sysło ve Kwiatkowska (2013) ve Mannila, Dagiene, Demo, Grgurina, Mirolo, Rolandsson ve Settle (2014), bilgi işlemsel düşünmeyi, bilgisayar programlama becerileri olarak değil bilgisayar programlama prensiplerini temel almış bir takım düşünme becerisi

olduğunu söylemektedir. Bilişsel süreçlere vurgu yapan Riley ve Hunt (2014) ise bilgi işlemsel düşünmeyi düşünme ve sorgulama yapma şeklinde ifade etmektedir. Dolayısıyla bilgi işlemsel düşünmenin analitik bir düşünme biçimi olduğu ifade edilmektedir (Wing, 2008). Bu nedenle son yıllarda bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik çalışmalar artmaktadır (Lu ve Fletcher 2009). Bu konu ile ilgili çalışmaları yürüten ülkelerin genel olarak ortak görüşü bilgi işlemsel düşünmenin erken yaşlardan itibaren bireylerde kazandırılması gereken bir beceri olması şeklindedir. Bu ülkeler bireylerde erken yaşlardan itibaren bilgi işlemse düşünme becerisinin kazandırılması amacıyla bir ders uygulamasının yararlı olacağı görüşündedirler (Lawanto, 2016; Sanford, 2013;Wing, 2008).

Bilgi işlemsel düşünme, genel olarak bir problemin incelenmesi ve çözülmesi için bilgisayarların güçlü yönlerinden faydalanma yeteneğidir. Bilgi işlemsel düşünme soyutlamanın, yinelemenin ve veri yapılarının hesaplanmasının temelleri hakkındaki bilgileri içermektedir. Ek olarak bir problemi veya bir görevi küçük hesaplama adımları şeklinde parçalama, temel kurallara uygun biçimde çözme, geri bildirimler doğrultusunda düzeltme, doğru çözümler üretme, çözümlerin formülleştirilmesi ile birlikte zor problemler karşısında kararlı olma ve karmaşık durumlarla mücadele etmede kendine güvenme becerilerini içermektedir (Barr, Harrison ve Conery, 2011; Senske,2011; Weintrop vd., 2016; Wing, 2006; Zhenrong, Wenming ve Rongsheng, 2009; Yolcu, 2018).

Lu ve Fletscher, (2009), bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarını aşağıdaki gibi açıklamaktadır;

- Bilgisayar bilimi temelindeki becerilerin, mekanizma ve sistemlerin planlanmasında ve problemlerin analiz edilmesinde uygulanmasıdır.
- Soyutlamanın problemlerin iyi anlaşılmasında ve doğru çözümlerin elde edilmesinde kullanılmasıdır.
- Başarılı bir sonuç elde edebilmek için matematiksel becerilerle algoritmik düşünmenin kullanılmasıdır.

Kert, Yeni ve Şahiner (2017) ve Kuleli (2019), uluslararası literatürde “Computational Thinking” kavramının uzun bir geçmişi olmasına rağmen genel sınırlarıyla ilgili belirsizliklerin halen var olduğunu ifade etmektedir. Bu kavramın tanımı ve değerlendirilmesi konusundaki belirsizlikler (Angeli, Voogt, Fluck, Webb, Cox, Malyn-

Smith ve Zagami, 2016), kavramın Türkçe karşılığının bulunması sürecinde de ortaya çıkmış ve ortak bir görüş birliğine ulaşılamamıştır. Sonuç olarak birbirinden farklı Türkçe çeviriler ulusal literatürde bulunmaktadır (Kalelioğlu vd., 2016; Özel, 2019). Bu tarz kavramlara çeşitli yerelleştirme çalışmalarının yapılması normal bir durumdur. Çünkü Piaget'in de dediği gibi (Bringuier, 1980), terimlerin tanımı bilimsel araştırmalarda terimlerin oluşturulmasından sonra gelir. Şekil 2.1'de "Computational Thinking" kavramının literatürde rastlanılan Türkçe karşılıkları verilmiştir.



Şekil 2.1: Bilgi işlemsel düşünmenin Türkçe literatürdeki karşılıkları

Miller'e (1956) göre "computational thinking" ifadesi bilginin zihinde işlenmesi anlamına gelmektedir. Bilgi işlemsel düşünmenin literatürde böyle anlam kazanması nedeniyle bu kavramın en doğru Türkçe karşılığının "bilgi işlemsel düşünme" olduğu düşünülmektedir (Bolat, 2020; Yağcı, 2018). Türkiye'de resmî kurumların çalışmaları ve yapılan yeni araştırmalar incelendiğinde computational thinking kavramının yaygın kullanımının "bilgi işlemsel düşünme" olarak karşımıza çıkmaktadır (MEB Talim Terbiye, 2018). Bu çalışmada da "computational thinking" kavramının Türkçe karşılığı olarak "bilgi işlemsel düşünme" ifadesi kullanılmıştır. Tablo 2.1'de kavramın daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli yazarların bilgi işlemsel düşünme tanımları verilmiştir.

Tablo 2.1: Bilgi işlemsel düşünme kavramına ilişkin literatürde bulunan tanımlar

Yazar	Tanım
Wing (2006)	Bilgisayar biliminin temel kavramları kullanılarak problem çözme, sistem tasarlama ve insan davranışlarını anlamının yoludur.
Wing (2008)	Analitik düşünebilme becerisidir.
Wing (2011)	Çözümlerin formülleştirilmesi konusunda düşünme sürecidir.
Cuny, Snyder ve Wing (2010)	Günümüzde problemlerin analizinde ve formülleştirilmesinde yer alan düşünme süreçleridir.
CSTA (Bilgisayar Öğretmenleri Topluluğu) (2011)	Problemleri çözmeye bilgisayarların kullanılacağı tarzda formülleştirme, verilerin organizasyonu ve analizi, etkili ve verimli çözümler oluşturmak amacıyla bilgisayarların gücünü kullanma yetkinliğidir.
ISTE (Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu) (2011)	Mantıksal düzenleme ve veri analizi, algoritmik düşünme ile çözümler oluşturma, etkili ve zengin muhtemel çözüm yollarına karar verme, analiz ve uygulamayı içeren bir problem çözme sürecidir.
ISTE (2015)	Günlük hayatta karşılaşılabilecek problemler karşısında teknoloji ile yaratıcı, eleştirel ve algoritmik düşünmenin harmanlanarak; analiz, sistem tasarlama, problem çözme, veri gösterimi, modelleme, yineleme ve paralelizasyon gibi becerileri bir bütün olarak kullanabilme yeteneğidir.
Voskoglou ve Buckley (2012)	Bilgisayar bilimi yöntemlerinin kullanılması sayesinde ortaya çıkan bir problem çözme durumudur ve bu doğrultuda eleştirel düşünmeyle birlikte elde edilen bilgiyi sentezleyerek karmaşık problemlerin çözümüdür.
Sysło ve Kwiatkowska (2013)	Yalnızca bilgisayar programlama için gerekli olan düşünme becerilerine değil temel hesaplama kurallarına da odaklanan düşünme becerileridir.
Selby (2014)	Problem çözme odaklı bir yaklaşımla soyutlama, değerlendirme, ayrıştırma, genelleme ve algoritmalarından yararlanılan düşünme süreçlerinin birleşimidir.
Csizmadia vd., (2015)	Düşünme becerilerini geliştirmek amacıyla öğrenmeye yardımcı olmaktır.
Curzon (2015)	İnsanların problem çözebilmesidir.
Özden (2015)	Sahip olunması gerekli olan bilgi, beceri ve tutum ile bilgisayarları karşılaşılan problemlere çözüm oluşturma amaçlı olarak bilgisayarları kullanma becerisidir.
Shailaja ve Sridaran (2015)	Matematik, mühendislik ve mantık gibi bilimsel alanlarda düşünme öğelerinin birleşimidir.
García-Peñalvo, 2016; Pinto-Llorente, Casillas-Martín, Cabezas-González ve García-Peñalvo (2018)	İleri seviyede soyutlama uygulaması ve problemleri çözme amaçlı algoritmik bir yaklaşımdır.
Minguell, Martínez, Bosch, Simó (2017)	Karar verme, otonomi ve grup çalışması yeteneklerini içeren, yeni ve yaratıcı çözümler arayabilen problemlerin analizini ve çözümünü yönlendirmenin bir yoludur.
Kert (2018)	Çeşitli düşünme becerilerini dâhil ederek problemi çözme ve çözümü ileriki zamanlarda da kullanılacak şekilde formüle etme sürecidir.

2.2. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Alt Boyutları

Bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarıyla ilgili araştırmacılar arasında net bir sınırlama yoktur ve çeşitli görüş ayrılıkları vardır (Cansu ve Cansu, 2019; Rich, Yadav ve Larimore, 2020). Bilgi işlemsel düşünme kavramıyla ilgili yapılan çalışmalarda literatürde farklılıklar olsa da aslında araştırmacıların benzer tanımlarla kavramın çerçevesini çizdikleri görülmektedir.

Bilgi işlemsel düşünme süreci içinde birçok alt boyut ve kavram yer almaktadır (Apostolellis, Stewart, Frisina ve Kafura, 2014; Basawapatna, Repenning, Koh ve Savignano, 2014; Csizmadia vd., 2015; Grover ve Pea, 2013; Kalelioğlu, Gülbahar ve Kukul, 2016; Lee, Martin ve Apone, 2014; Selby ve Woollard (2013). Yukarıda verilen Tablo 2.1’ de yer alan tanımlardan da anlaşılacağı üzere bilgi işlemsel düşünme becerisinin birden fazla alt boyutu bulunmaktadır. Bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarına ilişkin literatürde kesin olarak kabul görmüş bir alt boyut sayısı ve alt boyutların isimlerine ilişkin net bir bilgi bulunmamaktadır.

Bilgi işlemsel düşünmenin içeriği doğrultusunda araştırmacılar birbirine benzer olarak çeşitli alt boyutlar oluşturmuşlardır. Örneğin; Selby ve Woollard (2013), düşünme becerilerini yansıtan bilgi işlemsel düşünme becerilerinin beş boyutunu Wing’in bakış açısını genişleterek tanımlamıştır. Bu boyutlar problemi anlamak için soyutlamayı, problemin çözümünde daha küçük problemlere bölmek için ayrıştırmayı, problemin adım adım çözümünü bulmak için algoritmik düşünmeyi, çözümün etkililik/etkinlik düzeyini düşünmek için değerlendirmeyi ve daha geniş problem çözme yelpazesi için çözümü genellemeyi kapsamaktadır.

Bu konu kapsamında araştırmacıların çalışmalarında yer alan çeşitli alt boyutlar incelenmiştir. Literatürde çeşitli araştırmacılar tarafından kullanılan bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutları Tablo 2.2’de yer almaktadır.

Tablo. 2.2: Araştırmacılara göre bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutları

Kaynak	Alt Boyutlar
Ater-Kranov, Bryant, Orr, Wallace ve Zhang (2010)	Eleştirel düşünme, problem çözme
Wing (2006, 2008, 2011)	Soyutlama, algoritma, otomasyon, problem ayrıştırma, genelleme
Selby ve Woollard (2013)	Soyutlama, algoritmik düşünme, ayrıştırma, değerlendirme, genelleme
Barr ve Stephenson (2011)	Soyutlama, algoritma, otomasyon, problem ayrıştırma, paralelleştirme, benzetme
Kazimoglu, Kiernan, Bacon ve MacKinnon (2012)	Algoritma geliştirme, hata ayıklama, problem çözme, benzetme, sosyalleşme
Grover ve Pea (2013)	Soyutlama ve örüntü genelleme, algoritmik kontrol akışı kavramları, yapılandırılmış problem ayrıştırma, hata ayıklama ve sistematik hata tespiti, yineleme, özyineleme ve paralel düşünme, sembol sistemleri ve gösterimi, bilginin sistematik olarak işlenmesi
Lee vd. (2014)	Soyutlama, otomasyon, analiz
Csizmadia vd. (2015)	Soyutlama, algoritmik düşünme, ayrıştırma, mantıksal akıl yürütme, değerlendirme, genelleme
ISTE, (2015)	Algoritmik düşünme, yaratıcı düşünme, işbirlikli öğrenme, eleştirel düşünme ve problem çözme
Gretter ve Yadav (2016),	Soyutlama, ayrıştırma, örüntü tanıma ve algoritmik düşünme
Bocconi vd. 2016	Soyutlama, algoritmik düşünme, ayrıştırma, hata ayıklama, otomasyon ve genelleme
Angeli, Voogt, Fluck, Webb, Cox, Malyn-Smith ve Zagami, (2016)	Soyutlama, algoritma, ayrıştırma, hata ayıklama, genelleme
Kalelioğlu vd. (2016)	Soyutlama, algoritma tasarımı, otomasyon, ayrıştırma, örüntü genelleştirme, eş zamanlı çalışma, modelleme, örüntü tanıma, veri toplama-çözümleme ve sunma
Dagiene vd. (2017)	Soyutlama, algoritmik düşünme, ayrışma, değerlendirme, genelleme
Román-González, Moreno-León ve Robles (2017)	Soyutlama ve problem ayrıştırma, mantıksal düşünme, senkronizasyon, paralelleştirme, kullanıcı etkileşimi, akış kontrolü, temsili veri
Sondakh, Osman ve Zainudin, (2020)	Soyutlama, algoritmik düşünme, otomasyon, ayrıştırma, hata ayıklama, değerlendirme, genelleme, problem çözme, takım çalışması, iletişim ve ruhsal zekâ

Tablo 2.2’de bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarına rastlanan 16 çalışma yıllara göre sıralanarak verilmiştir. Bu çalışmaların genelinden elde edilen bulgularda soyutlama ve algoritma alt boyutlarının varlığının daha sık yer aldığı görülmektedir. Grover ve Pea (2013), soyutlama alt boyutunu örüntü genelleme ile birlikte tek bir boyut olarak almıştır. Benzer

şekilde Román-González vd., (2017) çalışmalarında soyutlama alt boyutuna problem ayrıştırmayı da dahil ederek soyutlama ve problem ayrıştırma alt boyutu şeklinde bir bütün olarak ele almıştır. Algoritma alt boyutuna çalışmalarında Kazimoglu, Kiernan, Bacon ve MacKinnon (2012) algoritma geliştirme, Grover ve Pea (2013) algoritmik kontrol akışı kavramları ve Kalelioğlu vd., (2016) algoritma tasarımı şeklinde yer vermiştir. Selby ve Woollard (2013), Csizmadia vd., (2015), Uluslararası Eğitimde Teknolojiler Birliği (ISTE) (2015), Sondakh, Osman ve Zainudin, (2020), Dagiene vd., (2017) ise bu alt boyutu algoritmik düşünme olarak ifade etmişlerdir.

Otomasyon, genelleme, hata ayıklama ve değerlendirme alt boyutlarının yaygın bir şekilde kuullanıldığı görülmektedir. Bunlardan daha az sıklıkta benzetme ve paralelleştirme alt boyutları yer almaktadır. Grover ve Pea'nin (2013) çalışmalarında hata ayıklama alt boyutunu hata ayıklama ve sistematik hata tespiti olarak daha ayrıntılı bir biçimde verilmiştir.

Ayrıştırma alt boyutuna sıklıkla rastlanırken bazı çalışmalarda bu boyut problem ayrıştırma olarak isimlendirilmiştir.

Ater-Kranov vd., (2010) bilgi işlemsel düşünme boyutlarını eleştirel düşünme ve problem çözme olarak iki farklı alt boyut olarak ele alırken Uluslararası Eğitimde Teknolojiler Birliği (ISTE) (2015), eleştirel düşünme ve problem çözme olarak tek alt boyutta ele almıştır. Bilgi işlemsel düşünmede takım çalışması, iletişim ve ruhsal zekâ, yineleme ve paralel düşünme, veri toplama-çözümleme ve sunma, modelleme, problem çözme, mantıksal düşünme, yaratıcı düşünme ve mantıksal akıl yürütme gibi düşünme becerileri gerektiren alt boyutların varlığı da söz konusudur.

Bilgi işlemsel düşünmeyi daha iyi anlayabilmek amacıyla bu alt boyutların içeriğinin bilinmesi oldukça önemlidir. Alt boyutlara ilişkin tanımlar aşağıda verilmektedir.

2.2.1 Ayrıştırma (Decomposition)

Ayrıştırma, bir şeyi daha küçük parçalara ayırmayı içerir ve analitik bir süreçtir. Başka bir ifadeyle büyük ve karmaşık bir problemi alt problemlere bölmeyi içerir (Angeli vd., 2016;

Selby ve Woollard 2013; National Research Council, 2010-Ulusal Araştırma Konseyi, 2010; Sondakh, Osman ve Zainudin, 2020). Ayırıştırma, karmaşık bir problemi daha küçük problemlerin bileşimi olarak düşünmektir ve bu tür problemleri çözmek için bilgi işlemsel düşünmeyi kullanmanın ilk adımıdır (Calderon, Skillicorn, Watt ve Perham, 2020). Csizmadia vd. (2015) ayırıştırmanın bilgi işlemsel düşünme için ilk adım olduğunu, genel problemi ele almayı ve bu problemi bir dizi yönetilebilir adıma ayırmayı içerdiğini belirtmiştir. Ayırıştırmayı iyi düzeyde yapmak bileşenlerin diğer problemlerin çözümlerinde yeniden kullanılmasını sağlar (Selby, 2014; Standl, 2017). Bu etkinliği özellikle matematikte oluşturmak oldukça kolaydır. Örneğin; öğrencilerden verilen bir problemin temel özelliklerini belirlemeleri ve ardından daha küçük problemlere ayırmaları istenir; üretilen bireysel çözümler ve oluşturulan algoritmaların nasıl bağlantılı olduğunu açıklamaları beklenir (Brigas ve Figueiredo, 2019).

Ayırıştırma, problemleri daha kolay çözülebilecek küçük parçalara ayırır. Bilgi işlemsel düşünme, çok karmaşık bir görev için kullanılırken veya tasarlanırken ayırıştırmayı kullanır (Wing, 2008). Öğrencilerden bir sorunu yönetmesi istendiğinde problemleri, daha kolay olan daha küçük ve basit parçalara ayırmaları beklenir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). Örneğin, çevrimiçi öğrenme görevinde verilen bir problem ifadesi, bireysel programlama alıştırmalarında sunulursa, öğrencilerden problemi birden fazla küçük parçalara ayırmaları istenir. Öğrencilerden problemin temel özelliklerini belirlemeleri ve daha sonra daha küçük problemler için bireysel çözümlerin hesaplama algoritmaları ile nasıl bağlantılı olduğunu belirtmeleri istenir (Moon, Do, Lee ve Choi, 2020).

Matematik dersinde sayıları basamaklarına ayırmak, Fen Bilimleri dersinde bir merminin hızını x ve y ekseninde bileşenlerine ayırıştırmak ve oyun geliştirme sürecinde yer alan bireylerin birbirlerinden bağımsız olarak oyunun farklı boyutlarını tasarlaması ayırıştırma alt boyutuna örnektir (Atiker 2019; Csizmadia vd., 2015).

Problem ayırıştırma (Problem decomposition) ise problemleri parçalara ayırma ve onları daha küçük ve daha anlaşılır bileşenlere ayırma yöntemidir. Bu yöntem aynı zamanda “Böl ve Yönet” olarak da bilinir (Cansu ve Cansu, 2019; Humphreys, 2015). Parçalar ileriki zamanlarda anlaşılabilir, ayrı ayrı çözülebilir, geliştirilebilir ve değerlendirilebilir. Böylece karmaşık problemleri çözmek daha kolay olur, yeni durumların anlaşılması sağlanır ve büyük

sistemlerin tasarımı daha da basitleşir (Csizmadia vd., 2015). Ayrıca Guzdial (2008), ayrıştırmayı problem çözme aşamasında çözüm oluştururken problemlerin belli parçalara ayrılarak sıralanmasının gerekli ve önemli olduğunu bilgi işlemsel düşünmeyi tanımlarken vurgulamıştır. Anderson (2016) bu durumu şöyle açıklamıştır: Bir araştırmada araştırmacılar deneysel sorulara genellikle bütünsel olarak yaklaşmazlar. Bunun yerine araştırmacı, problemi sistematik olarak yaklaşılabilir bir dizi "daha küçük" konuya bölecektir. Kullanılacak araştırma tasarımının türü, test edilecek deneklerin demografik özellikleri ve uyaran türleri gibi konuların tümü genel araştırma sorusundan ayrıştırılabilir alt problemlerine örnektir. Araştırmacı ayrıştırma sürecinde ayrıntıya ne kadar dikkat ederse çözüme ulaşmak için iyi formüle edilmiş bir dizi adım tasarlamak o kadar iyi olur.

2.2.2 Örüntü Bulma/ Tanımlama (Pattern Recognition)

Watanebe (1985)örüntü kavramını kargaşa olarak ifade ederken, Bishop (2006) düzenlilik şeklinde ifade eder. Örüntülerde farklı öğeler bir düzen içinde organize edilir. Örüntü, kendini tekrar eden her türlü bilgiyi yansıtır. Örüntü fiziksel ve somut olabilir veya doğası gereği daha kavramsal ve soyut olabilir (Anderson, 2016). Matematiksel çerçevede örüntü geometrik, sayı temeline dayanan ya da mantıksal ilişkileri kapsayan bir düzenliliktir (Çetin ve Uçar, 2018). Örüntü tanıma ayrıştırmayı kullanarak karmaşık sorunları ya da problemleri çözerken küçük parçalardan yola çıkarak benzerlikler bulma işlemidir (Shanmugam, Yassin ve Khalid, 2019). Bir veri grubunda veya seride benzerliklerin, farklılıkların belirlenmesiyle örüntüyü veya kuralı açığa çıkarmak esastır. Örüntü tanıma, örüntüleri belirleme, tanımlama, genişletme ve oluşturma sürecidir. Örüntü tanıma verilerin sınıflandırılmasını gerektirir. Örneğin, okul öncesi bir çocuk, blokları şekil veya renk gibi niteliklere göre sıraladığında örüntü tanımayı öğrenir (Brigas ve Figueiredo 2019). Örüntü tanıma sürecinde, problemi çözen problemde daha verimli bir şekilde bir çözüm tasarlamak için kullanılabilir tekrar eden örüntüler bulması beklenir (Csizmadia vd., 2015). Özetle örüntü tanıma belli bir serideki veya verilerin içindeki kuralların tanımlanması olarak açıklanabilir.

2.2.3 Soyutlama (Abstraction)

Bilgi işlemsel düşünmenin üçüncü adımıdır ve örüntüyü tanımlandıktan sonra örüntünün soyut bir temsilini oluşturmayı içerir. Bu nedenle problemi çözen kişi, örüntünün

ayrıntılarını filtrelemelidir, böylece örüntünün genelleştirilmiş bir temsili sorunu çözmek için kullanılabilir. Örneğin, bir örüntü tanımlandıktan sonra, araştırmacının bu örüntüyü genelleştirmesi gerekir. Böylece her denemede olması gerekenler için bir "plan" olarak kullanılabilir. Bu aşamada, problem artık sembolik olarak temsil edilmiştir ve bu sembolik temsil, örüntünün gözlemlendiği herhangi bir duruma uygulanabilir. Bilgi işlemsel düşünmenin bu aşamasından elde edilen soyut kalıp, aslında kalıbın tüm yinelemelerini temsil eden bir model haline gelir (Anderson, 2016).

Soyutlama, alakasız ayrıntıları çıkararak ilgili kalıpları bulmayı ve fikirleri somut ayrıntılardan ayırarak basitten karmaşığa doğru bir yaratma sürecini ele alır (Angeli vd., 2016; Wing, 2006). Bilgi işlemsel düşünmenin özü bir soyutlamadır (Wing, 2008). Soyutlama bir varlık veya nesneyle ilgili hangi bilgilerin saklanacağına ve hangilerinin göz ardı edileceğine karar verme becerisidir (Wing, 2011). Soyutlamanın varlığını yalnızca bir fikir olarak anlıyoruz. Soyutlamaları anlamak, göremediğimiz veya dokunamadığımız bir şeyi hayal etmek için genellemeye ihtiyaç vardır. Soyutlama öğrencilerin programlama kodlarını düzenlerken örüntüyü tanımalarını ve geliştirmelerini sağlar. Dolayısıyla bu yeterlik, öğrencilerin programlama kodu tasarımlarını kavramsallaştırma yeteneklerini de ifade eder (Brigas ve Figueiredo, 2019). Bilgi işlemsel düşünmenin bu alt boyutu sayesinde öğrenciler, önemli bilgileri gereksiz bilgilerden ayırabilir. Farklı komut dosyaları arasındaki ortak davranışları veya programlama yapılarını analiz edebilir. Farklı programlama ortamları arasındaki soyutlamaları tanımlayabilir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016).

Soyutlama bilgisayar biliminin içerisinde yer alan bir bileşendir (Armoni, 2012) ve nesnelerin belirleyici özelliklerinin analizini ve öteki detayların görmezden gelinmesini sağlamaktadır (Li, 2014). Bilgiyi ve ayrıntıyı azaltarak içeriğe odaklanmayı kolaylaştırır. Soyutlama bir başka ifadeyle hangi detayların geri planda kalacağını, hangilerinin ön planda bulunması gerektiğini kararlaştırma sürecidir (Wing, 2008). Soyutlama, bir eseri kolayca anlayabilmek için karmaşıklığın ortadan kaldırılmasına yardımcı olmaktadır (Csizmadia vd., 2015; Yadav, Stephenson ve Hong, 2017). Soyutlama becerisi öğrencilerin soyut işlem yapabildiği ortaokul döneminde kazandırılmaktadır. Matematik gibi derslerde denklemlerinin formülleştirilmesinde ve çözümünde soyutlama işlemine gereksinim duyulmaktadır (Wing, 2006). Gereksiz detaylardan uzaklaşıp konunun özüne inmek amacıyla sadeleştirme yapmak, çözüm sürecinde gerekli bilgileri kullanmak, çeşitli

problemlerin çözümünde veya bazı konuların anlaşılmasında modellemeye gitmek, yazılı ya da sözlü metinlerden verilmek istenen bilgiyi ayırtmak soyutlama işleminin bünyesinde yer alır. Bu beceri sayesinde bireyler karşlarına çıkan problemleri etkili bir biçimde bileşenlerine ayırma yeteneği elde edebilirler. Kısaca özetlemek gerekirse soyutlama alt boyutu problemlerin daha basit hale getirilmesini sağlamaktadır. Soyutlama yapmadan tüm detayları kafamızda tutmak zorunda kalsaydık, hiçbir şeyi asla yapamazdık (Selby, 2014; Standl, 2017).

Soyutlama, sorunları veya sistemleri düşünmeyi kolaylaştırır. Soyutlama, gereksiz ayrıntıyı ve değişken sayısını azaltarak bir eseri daha anlaşılır hale getirme sürecidir; bu nedenle daha basit çözümler sağlar. Bunun en iyi bilinen örneklerinden biri, Humphreys (2015) tarafından sağlanan Londra Metrosu örneğidir. Londra Metrosu haritası, yolcunun mesafe ve kesin coğrafi konum gibi gereksiz bilgi yükü olmadan yeraltı ağında gezinmesi için yeterli bilgiyi sağlar. Bir istasyondan diğerine bir rota planlamak için gerekli bilgileri tam olarak içeren bir temsildir. Kavramın daha iyi anlaşılmasını sağlamak için diğer konular için de benzer örnekler verilebilir (Wing, 2008):

Havuzların doldurulma oranları, çitle çevrilecek alanlar ve muhasebe hesaplamaları gibi matematikteki sözel ve hikâye tabanlı problemler, öğrencilerin gerekli ve gereksiz verileri ayırmaları ve cebir, geometri veya aritmetik çözümlerini sembolik dilde ifade etmeleri soyutlamaya örnek olarak verilebilir. Coğrafya derslerinde öğrenciler, mevcut çalışmalarıyla ilgili verilere erişim kolaylığı sayesinde dünya coğrafyasının büyüklüğünü göz ardı ederek özel haritalardan (fiziksel, topografik, politik, turistik vb.) yararlanırlar. Tarih derslerinde milli tarih veya dünya tarihi olarak öğretilen bireysel biyografiler gerçek dünya olaylarının birer soyut projeksiyonlarıdır (Cansu ve Cansu, 2019). Verilen bir problemin çözümü için modelleme yapmak soyutlamaya girmektedir (Angeli vd., 2016). Spesifik olarak Güneş sistemini özetleyen fiziksel bir model geliştirmek örnek olarak verilebilir (Yadav vd., 2016). Derslerde gereksiz detaylardan kurtulup konuyu sade bir şekilde ele almak, bir problem hakkında çözüm üretirken bilgileri süzgeçten geçirmek, öğrencilerden kısa bir hikâyenin veya makalenin ana fikrini bulmalarını isteyerek içerikte yer alan önemli bilgiyi bulmalarına yardımcı olmak birer soyutlamadır (Csizmadia vd., 2015).

2.2.4 Algoritmalar/ Algoritmik Düşünme (Algorithms/ Algorithmic Thinking)

Bir şeyin nasıl yapılması gerektiği konusunda veya bir problemin çözümü için adım adım planlanan kurallar kümesidir (Csizmadia vd., 2015; Perkovic ve Settle, 2010). Algoritma, bir problemi çözmeye yönelik bir dizi adımdır. Bir bilgisayarı programlamak ve cebirsel bir ispatı yapmak, algoritmalar oluşturmayı ve kullanmayı içerir. Algoritmik düşünme algoritmalar oluşturmayı içeren görevleri çözülebilmektir (Brigas ve Figueiredo 2019). Lundholm'e (2015) göre algoritma girdinin ve çıktının beklenen formda oluşturulması için geliştirilen basamaklı işlemlerdir. Algoritmik düşünme ise, problemlerin çözüm sürecinde yararlanılan, sıralamalarla, kaidelerle düşünme yolu ve çözümleri otomatikleştirmedir (Csizmadia vd., 2015) ve çözümleri otomatikleştirmektir (Lundholm, 2015). NRC (Amerika Ulusal Araştırma Kurulu)'na göre algoritmik düşünme; analiz, tekrar, basit verilerin organizasyonu (kaydetme, sınıflandırma, listeleme), genelleme ve parametreleştirme, algoritma ve programlama ve düzeltme becerilerini içerir (Barr vd., 2011). Brown (2015) algoritmik düşünmeyi karşılaşılan algoritmaları anlayabilme, uygulayabilme, değerlendirebilme ve üretebilme yeteneği olarak tanımlamaktadır. Algoritmik düşünme aynı zamanda problemlerin çözümü için bireylerin fikir alışverişinde bulunmalarına fırsat veren bir düşünme biçimidir (Kayama, Satoh, Kobayashi, Kunimune, Hashimoto ve Otani, 2014). Algoritmik düşünme becerisine sahip öğrenciler, bir işlemi gerçekleştirmek için adım adım özel ve açık talimatları pratik olarak yazabilir. Uygun algoritmik tekniklerin seçilmesi bilgi işlemsel düşünmenin çok önemli bir parçasıdır (Kazimoglu vd., 2012). Algoritmik düşünme, adımların sırasını dikkate almaktır. Bu düşünme, problemi çözerken gerekli olan talimatları geliştirmek için bir algoritma tasarımını içerir. Hali hazırda bilinenlerden yola çıkarak ve oradan başlayarak problemi çözmek için nasıl adımlar sergileneceğini planlamaktır (Selby ve Woollard, 2013; Standl, 2017). Problemleri çözmek için adım adım yönergeleri formüle etme yeteneğidir (Barr vd., 2011). Günlük hayatta bir probleme adım adım çözüm üretmeyle ilgili bir problem çözme becerisidir ve kodlamadan farklıdır (Selby, 2014). Programlama bir algoritma için zorunlu değildir: bir hedefe ulaşmaya yönelik herhangi bir dizi talimat bir algoritmadır. Bu nedenle bilgi işlemsel düşünme sürecinin bu aşaması için kodlama bir gereklilik değildir (Anderson, 2016). Günlük ağız hijyeni prosedürlerini alma adımları veya analitik kimya laboratuvarında bir bilimsel deney yürütme (Kaya, Newley, Yesilyurt ve Deniz, 2020), istenen sonuca ulaşmak amacıyla komutları sıralama, fen bilgisi dersinde bir hipotezi test ederken algoritma geliştirme, dünyaya ait çeşitli oluşumların adımlarını belirleme ve açıklama (Csizmadia vd., 2015) örnek olarak verilebilir. Atmatzidou ve

Demetriadis (2016) algoritmik düşünme becerisini kazanmış öğrencilerin algoritmik adımları açıkça belirleyebileceğini, belirli bir problem için farklı faydalı algoritmaları tanımlayabileceğini ve en uygun algoritmayı bulabileceğini vurgulamaktadırlar. Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin günlük hayatta karşılaşılabilecek problemlere yaratıcı çözümler üretebilme yeteneğini kapsadığı kabul edilirse ve bu çözümlerin algoritmik düşünme becerisiyle bağlantılı olduğu ve dolayısıyla bilgi işlemsel düşünme becerileri için algoritma alt boyutunun önemli bir bileşen olduğu sonucuna ulaşılabilir.

2.2.5 Otomasyon (Automation)

Otomasyon oluşturulan algoritmaların, bilgisayarlar ve teknolojik kaynaklar üzerinden diğer problemlere etkin bir şekilde uygulanabilmesi için yapılandırılmasıdır (Humphreys, 2015). Otomasyon otomatik olarak çalışan bir mekanizmanın kullanımı ile ilgilidir. Bilgi işlemsel düşünmede otomasyon, tasarlanan çözümü uygulayabilmek için bir aracın kullanımını ifade eder (Barr vd., 2011). Bir problem ifadesinin tanımlanmasından sonra öğrencilerin otomatikleştirilmiş algoritmalarla benzetme yapmaları beklenmektedir ve programlama kodlarının sembolik temsillerini yapmaları gerekmektedir (Moon, Do, Lee ve Choi, 2020).

2.2.6 Paralleştirme (Parallelization)

Bir amaca ulaşmak için eş zamanlı olarak eldeki kaynakları düzenlemektir (Batı, Çalışkan ve Yetişir, (2017). İki bağımsız olayı aynı anda yürütmek olarak ifade edilebilir. Örneğin bilimsel bir deneyde aynı anda iki değişkeni idare etme becerisidir (Kaya, Newley, Yesilyurt ve Deniz, 2020). Paralleleştirme büyük bir görevi tek başına gerçekleştirmek yerine daha küçük görevlerin aynı anda verimli bir şekilde işlenmesini sağlar (Özyol, 2019). Matematik alanında matris çarpımı yapabilmek, doğrusal denklem sistemlerini çözebilmek paralelleştirme becerisinin kullanımına örnektir. Aynı anda farklı parametrelerin çalıştırılması veya boru hatlarının döşenmesi örnek olarak verilebilir (Barr ve Stephenson 2011).

2.2.7 Genelleme (Generalization)

Genelleme önceki problemlerde tekrar kullanılabilecek veya benzer problemlere uygulanmış çözüm parçalarını tanıma yeteneğidir (Sondakh, Osman ve Zainudin, 2020). Genelleme

değişkenler çeşitlilik gösterse de algoritmaları veya formülleştirilmiş çözümleri farklı problemlere uyarlayabilme sürecidir (Humphreys, 2015; Kaya, Newley, Yeşilyurt ve Deniz, 2020). Problem çözme sürecini çok çeşitli problemlere aktarabilmek (Aristawati, Budiyanto ve Yuana, 2018; Selby ve Woollard, 2013) veya daha fazla olasılıklı durum/seçenek elde etmek için bir problemdeki mevcut bir çözümü genişletmektir (Atmatzidou ve Demetriadis, 2016). Soyutlama ilgili olmayan ayrıntıları gizleyerek karmaşıklığı azaltırken, genelleme benzer işlevleri yerine getiren birden çok varlığı tek bir yapıyla değiştirerek karmaşıklığı azaltır (Thalheim, 2000). Genelleme birden fazla senaryoda yeniden kullanılabilecek şeyler yaratmaktır. “Benzer problemlerin çözümünde de uygulanabilir mi ve bunun için ne gerekiyor? Çözüm nasıl geliştirilebilir ve otomatik hale getirilebilir?” sorularına cevap verir (Selby, 2014; Standl, 2017). İç açı değerleriyle bir karenin nasıl çizileceğini anlamak ve daha sonra daire çizerken aynı algoritmayı takip edebilmek (Selby ve Woollard, 2013); bir tekstil projesinde kumaş ihtiyacının tespitinde, matematik dersindeki fayans hesabı problemlerinin çözümünde izlenen yöntemi uyarlayabilmek (Selby, 2014); fen bilimlerinde doğa olaylarının meydana gelişini açıklarken geliştirilmiş teorileri kullanabilmek, bazı özel sorunları çözen algoritmaları benzer problemlerin çözümü için uyarlayabilmek, bir konu alanından diğerine fikirleri ve çözümleri aktarabilmek (Csizmadia vd., 2015); daha önceki ve mevcut durumdaki problem çözme yöntemleri arasında ortak noktaları belirleyip, yeni bir problemle karşılaşıldığında önceden kullanılan talimatları uygulayabilmek (Angeli vd., 2016) genelleme becerisine verilebilecek örneklerdir.

2.2.8 Değerlendirme/ Test Etme (Evaluation/ Testing)

Değerlendirme bilgi işlemsel düşünme sürecinin tamamlanıp sonuçların iyileştirilmesinin gerçekleştiği adımdır. Değerlendirme çözümü analiz etme, problemin çözümlerini geliştirme ve en uygun hale getirme yeteneğidir (Sondakh, Osman ve Zainudin, 2020). Değerlendirme scheuygun komutların kullanımını ve elde edilen çözümün kalitesini ortaya koymaktadır (Marcelino vd., 2017). Problemin çözümleri “Kısa sürede mi çözüldü? Kaynaklar verimli kullanıldı mı? Çözüm doğru mu? Bireyler çözümleri kolaylıkla uygulayabilirler mi?” gibi sorularla çeşitli yönlerden değerlendirilmektedir (Csizmadia vd., 2015). Örneğin, çocukları eğitmek amacıyla oluşturulan bir web sitesinin basit, motive edici, eğlenceli ve hedef kitlenin bilişsel düzeyine uygunluğu gibi özelliklere sahip olması beklenir. Web sitesi bu kapsamda yazılım, tasarım, kullanılabilirlik gibi boyutlarıyla alan uzmanları tarafından

değerlendirilmelidir (Atiker, 2019). Schneider ve Gersting (2013), bir algoritmanın işini tam olarak yerine getirmesinin yanında sistem kaynaklarını ve zamanı kullanma konusunda verimli, kolay anlaşılabilir ve aynı zamanda estetik özellikleri barındırması gerektiğini vurgulamışlardır. Bu nedenle bilgi işlemsel düşünme sürecinin değerlendirilip nasıl daha verimli düzenlenebileceğine değerlendirme sürecinin sonucunda karar verilmektedir.

Test etme ve hata ayıklamayı (Testing and debugging) bir bütün olarak ele alan araştırmacılar da vardır. Test, yapıtın yürütülmesi sırasında beklenmeyen hataları incelemeyi amaçlar. Test sonuçlarına göre hata ayıklama yapılır. Hata ayıklama yapıtın veri işlemesi başarılı bir şekilde çalışana kadar önceki programlama uygulamalarının iyileştirilmesidir. Test öğrencilerin değerlendirme eylemine odaklanır, hata ayıklama ise öğrencilerin programlama yapılarını geliştirmek için değiştirme girişimleri olarak tanımlanır (Moon, Do, Lee ve Choi, 2020).

2.2.9 Hata Ayıklama (Debugging)

Hata ayıklama olası sonuçları doğrulayabilmek için test, izleme ve mantıksal muhakeme gibi becerileri kullanarak analiz ve değerlendirmenin sistematik uygulamasıdır (Ceylan, 2020; Kinnunen ve Simon, 2010). Hata ayıklama eylemlerin yönergelere uymadığını fark etme ve hataları düzeltme becerisidir (Selby, 2014). Hata ayıklama tasarlanan çözümlerdeki olası hataların tespit edilmesini sağlar (Kazimoglu, Kiernan, Bacon ve MacKinnon, 2012). Bu beceri bir problem için tahmin planını düşünme (Mueller vd., 2017) ve talimatların çözümlere uymaması durumunda sorunu tanıma yeteneğini içerir (Angeli vd., 2016). Hata ayıklama bir çözüm veya programdaki sorunları bulma, ardından düzeltme ve sonucu iyileştirmek için çözümü değiştirmeyi içermektedir (Kaya, Newley, Yeşilyurt ve Deniz, 2020).

2.2.10 Problem Çözme (Problem Solving)

Literatürde bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarından biri olarak problem çözmeye de rastlanılmıştır. Bu nedenle problem çözme boyutu da açıklanmaktadır. Bu beceri sayesinde bireylerin yeni karşılaştıkları problemler karşısında bilgi ve kabiliyetlerini kullanma ve geliştirmeleri sağlanabilir (Erden ve Akman, 2004). Bilgi işlemsel düşünmenin alt

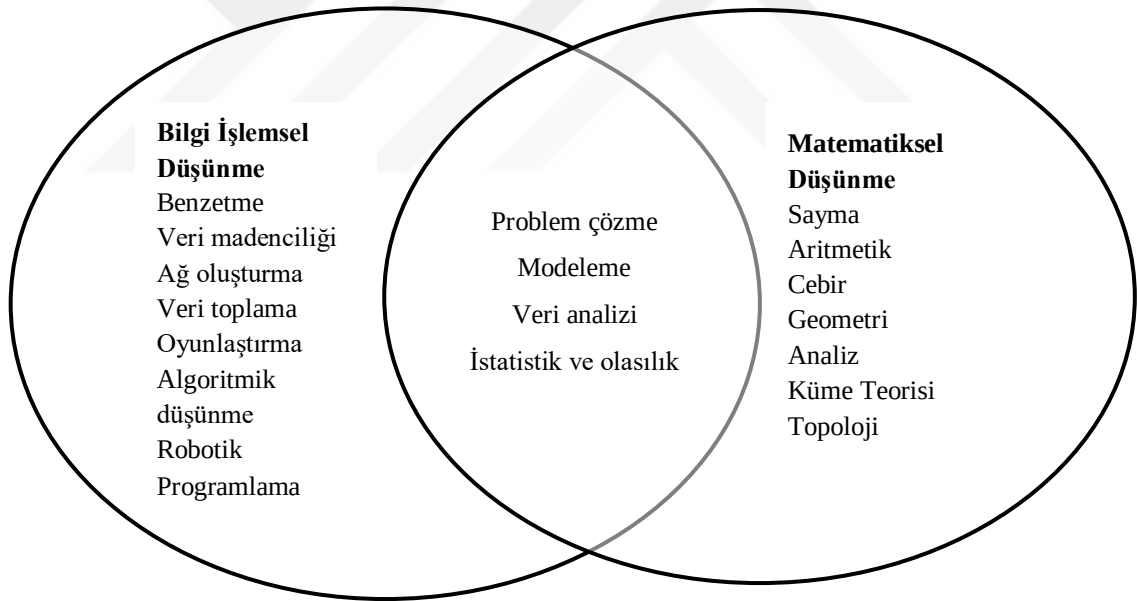
boyutlarından olan problem çözme becerisi herhangi bir konuda sorunu çözmek amacıyla önceden kazanılmış tecrübe ve yaşantılar yoluyla öğrenilmiş kuralların problemi çözmede kullanılması şeklinde tanımlanabilir (Patterson, DeBaryshe ve Ramsey, 1989). Bilgi işlemsel düşünme bir problem çözme süreci olarak ele alındığında, bir problemi parçalamak ve her bir parçayı ayrı ayrı çözmek ya da problemi daha anlaşılır biçimde modellemek olarak ifade edilebilir (Astrachan, 2009).

2.3. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Matematiksel Düşünme

Matematiksel düşünme öğrencilere kazandırılması hedeflenen temel becerilerden biridir (MEB,2018). Matematik öğretiminde matematiksel düşünme yollarının öğretilmesi ve geliştirilmesi beklenmektedir (Haylock ve Cockburn, 2003). Matematik öğretimine ek olarak tüm disiplinlerde matematiksel düşünme becerisinin kazandırılmasının oldukça önemli olduğu bilinmektedir (Tataroğlu Taşdan, Çelik ve Erduran, 2013). Matematiksel düşünme düşünceleri anlayabilmeyi, düşünceler arasındaki ilişkileri fark edebilmeyi, ilişkilerin bağlamlarını belirleyebilmeyi ve problem çözme becerilerini kullanabilmeyi içermektedir (Lutfiyya, 1998). Problem çözme ve matematiksel düşünme kavramlarının birçok araştırmacı tarafından birlikte ele alındığı görülmüştür (Burton, 1984; Cai, 2002; Dunlap, 2001; Henderson; 2002; Nunokawa, 2005; Polya, 1997). Farklı alanlardaki problem çözümlerinde de matematiksel düşünmeden yararlanılmaktadır (Burton, 1984). Problem çözme yaklaşımı, akıl yürütmeyi içeren matematiksel düşünmenin gelişimiyle ilişkilidir Baroody (2003). Matematiksel düşünme, matematiğin özünde bulunan bir düşünme biçimiyle birlikte problem çözme için örüntüleri aramaya dayanan bir sorgulama sürecidir (Nunokawa, 2005). Matematiksel düşünmenin gerçekleşmesi için problemin çözümü esnasında özelleştirme, genelleme yapma, tahmin, hipotez kurma, hipotezin doğruluğunu test etme gibi üst düzey düşünme becerilerine ihtiyaç duyulmaktadır (Yeşildere, 2006). Bu becerilerin kullanılmasını gerektiren matematiksel düşünme, bireylerin günlük hayatta karşılaştıkları olay ve durumlara doğru, hızlı ve sistematik olarak yaklaşımlarını sağlar (Sevgen, 2002). Matematiksel düşünme daha genel bir nitelikte tahmin etme, tümevarım, tümdengelim, genelleme, örnekleme ve doğrulama gibi süreçleri kapsayan bir küme olarak ifade edilmektedir (Liu, 2003). Alkan ve Güzel (2005) matematiksel düşünmeyi diğer düşünme türlerinden ayıran özellikleri tahmin, hipotez oluşturma, genelleme, örnek verme, hipotezi kontrol etme, soyutlama, akıl yürütme ve ispatlama sayesinde yeni bir çözüme veya

bilgiye ulaşma olarak açıklamaktadır.

Farklı araştırmacılar tarafından literatürde matematiksel düşünmenin farklı bileşenleri ortaya koyulmuştur. Mason, Burton ve Stacey (1991) özelleştirme, genelleme, tahminde bulunma, doğrulama ve ispat etme; Hacısalihoğlu, Mirasyedioğlu ve Akpınar, (2003) özelleştirme, genelleştirme, tahmin ve ispatlama; Tall (2002) ise soyutlama, sentez yapma, genelleme, modelleme, problem çözme ve ispat yapma gibi bileşenlerden matematiksel düşünmenin oluştuğunu belirtmiştir. Belirtilen bileşenlerden de anlaşılabacağı üzere matematiksel düşünme, bilgi işlemsel düşünmeyle yakından ilişkilidir (Karakoca, 2011). Bilgi işlemsel düşünme problem çözerken, modellerken, verileri analiz ederken veya istatistik ve olasılık hesabı yaparken temel becerilerin arasında yer alan matematiksel düşünmeyle ortak yolları kullanmaktadır. Bilgi işlemsel düşünme, matematiksel düşünme ve ikisinin ortak özellikleri (Sneider, Stephenson, Schafer ve Flick, 2014) Şekil 2.2’de verilmiştir.



Şekil 2.2: Bilgi işlemsel düşünme ve matematiksel düşünme özellikleri (Sneider vd., 2014)

Bilgi işlemsel düşünme, insan davranışlarını anlamlandırmak üzere problem çözmenin, sistem tasarlanmanın ve bilgisayar bilimleri alanının bir araya getirilmesiyle oluşan bir beceridir. Bilgi işlemsel düşünme becerileri içinde benzetme, veri madenciliği, ağ oluşturma, otomatik veri toplama, algoritmik düşünme, robotik ve programlara yer alırken matematiksel düşünmenin içinde sayma, aritmetik, cebir, geometri, analiz, küme teorisi ve topoloji yer almaktadır. Ortak özellikleri incelendiğinde problem çözme, modelleme, veri analizi ve yorumlama, istatistik ve

olasılık bu iki düşünme becerilerinde de yer almaktadır. Bilgi işlemsel düşünme ve matematiksel düşünmenin ortak paydasında buluşan problem çözme bilgi işlemsel düşünmenin temelinde yatan en temel ve en önemli beceridir (van Merriënboer, 2013). Yeni nesil öğrenenlerin iç içe harmanlanmış karmaşık problemleri çözme yeteneklerine sahip olmaları istenmektedir (Sonnleitner, Brunner, Keller ve Martin, 2014). Dolayısıyla öğrenenlerin bu becerilerini destekleyecek ve geliştirecek nitelikte öğrenme ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır (Kuleli, 2019). Bilgi işlemsel düşünme özellikle çözümü güç olan problemlerin çözülebilmesi için matematiksel düşünmeden yararlanmaktadır (Lu ve Fletscher 2009; Wing 2008; Wing, 2011). İç içe geçmiş problemler çözülürken bilgi işlemsel düşünme matematiksel düşünce ile ortak yolları kullanılmaktadır Korkmaz vd., (2015). Bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin problem çözme becerilerini ilerletme konusunda yardımcı olacağı düşünülmektedir (Yadav, Hong ve Stephenson (2016). Bilgi işlemsel düşünmenin matematiksel zekâ ve problem çözme becerisi ile yakından ilişkilidir (Barr vd., 2011; Gonzalez, Gonzalez ve Fernandez, 2017; Yadav, Zhou, Mayfield, Hambruch ve Korb, 2011; Yadav vd., 2016; Wing, 2011).

Buraya kadar olan kısımdan anlaşılacağı üzere bilgi işlemsel ile matematiksel düşünme arasında bir ilişkili olduğu son derece açıktır. Ancak şuna dikkat edilmelidir ki bilgi işlemsel düşünme, matematiksel düşünme ile ilişkilidir ancak aynı değildir (Barr vd., 2011). Tüm bilimlerin temellerinin matematiğe dayandığı düşünüldüğünde, bilgi işlemsel düşünme de matematiksel düşünceye dayanmaktadır (Wing, 2006).

2.4. Bilgi İşlemsel Düşünme ve Matematik Eğitimi

Bilgi işlemsel düşünmenin 21. yüzyıl becerisi olarak çocuklar ve tüm bireyler tarafından kullanılan temel beceriler (okuma-yazma, aritmetik matematik gibi) arasında olması beklenmektedir (Wing (2014). Bilgi işlemsel düşünme konusunda eğitim almış olan öğrenciler problem çözme, matematik ve doğa bilimleri alanlarında daha iyi performans sergilemektedirler (Rodriguesve vd., 2016). Bilgi işlemsel düşünme temel eğitimle bir araya getirildiğinde, bu durum matematik becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlamaktadır (Barcelos ve Silveira, 2012). Öğrenciler üzerindeki bilgi işlemsel düşünme becerileri ile matematik dersindeki akademik başarı, matematik dersine yönelik tutum ve düşünme stilleri değişkenleri yüksek oranda tahmin edilebilmektedir (Yıldız Durak ve Saritepeci, 2018). Bu konuda yapılan çeşitli çalışmalar incelendiğinde bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersine

olan tutum ve matematik dersinin akademik başarıya etkisinin olumlu yönde olduğu görülmektedir (Moursund 2006; Kafai ve Burke, 2013; Kalelioğlu ve Gülbahar, 2015).

ISTE (2016) bilgi işlemsel düşünmeyi tüm bireylerin günümüzde ve gelecekte gereksinim duyacakları önemli ve temel bir ihtiyaç niteliğinde görmektedir ve teknoloji ile bu düşünceyi birlikte güçlendiren bir problem çözme yaklaşımı olduğunu belirtmektedir. Bilgi işlemsel düşünme günümüzde ulusal ve uluslararası sınavlarda karşımıza çıkmaktadır. Türkiye’ de matematik dersi çerçevesinde ilköğretimden ortaöğretime geçerken yapılan Liselere Geçiş Sınavı’nda (LGS), sonrasında liseden üniversiteye geçerken yapılan Temel Yeterlilik Testi’nde (TYT) ve Akademik Personel ve Lisansüstü Eğitimi Sınavı’nda (ALES) artık bu alandaki sorulara da yer verilmektedir. Ayrıca 2021 yılında Ekonomik Kalkınma İş Birliği Örgütü (OECD) ülkelerinin katılımıyla gerçekleştirilen Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sınavında matematik okuryazarlığının altında bilgi işlemsel düşünme kavramlarıyla ilgili soruların bulunacağı duyurusu yapılmıştır (The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), 2019). Dolaylı yollarla sınavlarda karşımıza çıkan bilgi işlemsel düşünme her bireyin eğitimleri sürecinde öğrenmeleri gerekli bir beceridir. Matematik, fen bilimleri, müzik ve görsel sanatlar gibi farklı alanlarda ve farklı seviyelerde bilgi işlemsel düşünme becerileri disiplinler arası yöntemlerle öğretilir. Daha açık bir ifadeyle bilgi işlemsel düşünme sadece programlama ya da bilgisayar alanı ile ilgili değildir, çeşitli alanlarda yer almaktadır (Ceylan, 2020). Ayrıca literatürde birçok çalışma, matematik ve fen bilimleri alanlarında bilgi işlemsel düşünmenin uygulanabileceğini ve bu alanlara entegrasyonun gerçekleştirilebileceğini göstermektedir (Sarı ve Karaşahin, 2020; Üzümcü ve Bay, 2018).

Okullarda güncellenen öğretim programlarının içeriğine bakıldığında bilgi işlemsel düşünmenin sadece bilgisayar ve bilişim alanına özgü olmadığı görülmektedir. Fen ve matematik kavramlarını öğretmede programlamayla birlikte bilgi işlemsel düşünme temelinde hazırlanan ders içeriklerinin etkili araçlar olduğu ifade edilmektedir (Hambruch ve vd., 2009; Blikstein ve Wilensky, 2009). Matematik ve fen bilimleri alanlarında bilgi işlemsel düşünme ile ilgili doğrudan hedefler bulunmasa da dolaylı olarak programların içeriğine yerleştirildiği görülmektedir (Talim ve Terbiye Kurulu Milli Eğitim Bakanlığı Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı, 2018). Türkiye’de uygulamada olangucel Matematik Öğretim Programı, (2018) incelendiğinde bilgi işlemsel düşünmenin ünite içeriklerinde

belirgin şekilde yer almadığı ancak problem çözme becerileri içinde ortak noktalarının olduğu görülmektedir (Yokuş, 2022). Bilgi işlemsel düşünmenin öğretim programlarına dâhil edilmesiyle birlikte öğrencilerin matematiksel düşünme becerilerinin geliştiği görülmektedir (Oluk, 2017). Korkmaz vd., (2015)'nin çalışmalarında matematik ve fen bölümlerinde uygulanan programların öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerine diğer bölümlere göre anlamlı derecede daha fazla katkı sağladığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bilgi işlemsel düşünmenin öğretim programlarına entegrasyonunun henüz yeterli olmadığı bilinmektedir (Wilson ve Guzdial, 2010; Kong, 2016).

Barr ve Stephenson (2011) matematik eğitiminde bilgi işlemsel düşünme kavramlarını incelemiştir. Matematiksel bir soru veya problem üzerine düşünmek ve anlamak oldukça önemlidir. Örneğin olasılık problemlerinde madeni parayı veya zarı atmak öğrencinin veri toplama becerisini içermektedir. Zarın atış sayısını saymak ve sonuçlarını analiz etmek öğrenci için bir veri analizi yapmaktır. Öğrenci, verilerin temsili için daire grafiği, zaman grafiği veya çubuk grafiği çizebilir. Verilen ifade doğrultusunda işlem sırasını uygulamak öğrencinin problem çözme becerisini kullanmayı gerektirir. Cebir öğrenme alanında değişken kullanma veya problemde istenileni tanımlama soyutlamaya, uzun bölme işlemi yapma algoritmaya, geometri çizim araçları gibi araçları kullanma otomasyona, doğrusal denklem sistemlerini çözme veya matris çarpımı yapma paralelleştirmeye, kartezyen düzlemde fonksiyon grafiği çizme veya değişkenlerin değerlerini değiştirme simülasyona örnekler.

2.5. Eğitim Alanında Bilgi İşlemsel Düşünmeyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde eğitim alanında bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar Türkiye’de yapılan çalışmalar ve yurt dışında yapılan çalışmalar olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmiştir.

2.5.1 Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Akçay, Karahan ve Türk (2019) bilgi işlemsel düşünme becerileriyle ilişkili kodlama sürecinde ilköğretim 3. ve 4. sınıf öğrencilerinin öğrenme deneyimlerini derinlemesine incelemeyi amaçlamıştır. Öğrencilerin sınıf seviyelerine yönelik kodlama odaklı bir öğretim süreci geliştirilmiştir. Dört hafta süren çalışmada nitel araştırma yöntemlerinden biri olan

eylem araştırması yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcıları 16 kız ve 14 erkek olmak üzere 30 öğrenciden oluşmaktadır. Çalışmada öğrencilerin problem çözme becerisi kazandıkları ve bu süreçte öğrendiklerini günlük hayata aktarabildikleri görülmüştür. Öğrenciler kodlama eğitimini eğlenceli bulduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca bu deneyim sayesinde öğrencilerin motivasyonlarının arttığı görülmüştür.

Atiker (2019) doktora çalışmasında öğrencilere programlama öğretimi ile bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirmeye yönelik etkinlikler tasarlayarak öğrencilerin başarılarını incelemiştir. Karma yönteminin kullanıldığı çalışmanın nicel kısmında ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılarak Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği'nden, nitel kısmında ise yarı yapılandırılmış görüşme formundan yararlanılmıştır. 30 öğrenci deney grubunda, 30 öğrenci kontrol grubunda olmak üzere toplamda iki farklı şubeden 60 altıncı sınıf öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Deney grubunda programlama eğitiminde derste kullanılan etkinlikler bilgi işlemsel düşünme becerisiyle desteklenirken kontrol grubunda dersler geleneksel yöntemlerle yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda deney ve kontrol grubu arasında akademik başarı puanları ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Ölçeği puanlarında deney grubu lehine anlamlı fark bulunmuştur. Buna ek olarak deney grubundaki öğrencilerin problem çözme, mantıksal düşünme, planlı adımlar atma, iş birliğine dayalı çalışma ve yaratıcılık becerilerini kazandıkları gözlemlenmiştir.

Çakır ve Yaman (2018) çalışmalarında ters-yüz edilmiş sınıf modelinin öğrencilerin fen dersine olan başarılarına ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik etkisini incelemiştir. 7. sınıflardan 53 ortaokul öğrencisinin katıldığı bu çalışmada ön test-son test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Çalışmanın verileri Fen Bilimleri Testi ve Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği aracılığıyla elde edilmiştir. Ters-yüz edilmiş sınıf modelinin kullanıldığı deney grubu öğrencilerinin Fen Bilimleri Testi'nde daha başarılı oldukları görülürken bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark görülmemiştir.

Erümit, Şahin ve Karal (2020) Trabzon'da bir ortaokulda 6. sınıf öğrencilerine Yedi Adımda Programlama (YAP) öğretim modelinin kullanılmasının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelendiği bir çalışma yürütmüşlerdir. Çalışmaya 38 öğrenci katılmıştır ve çalışma 9 hafta boyunca devam etmiştir. Durum çalışması yönteminin

kullanıldığı çalışmada “Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği” veri toplama aracı olarak kullanılmıştır. YAP programlama modelinin uygulanmasıyla birlikte öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde pozitif yönde bir gelişme olduğu görülmüştür.

Gülbahar, Kert ve Kalelioğlu (2018) bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği geliştirmiştir. Çalışmaya 471 kız ve 445 erkek öğrenci olmak üzere toplamda 916 5. Ve 6. Sınıf öğrencileri katılmıştır. Genel tarama modelinin kullandığı bu çalışmada madde havuzu oluşturulmuş ve maddelerin yapı geçerliğini görmek için açımlayıcı faktör analizi kullanılmıştır. Madde uyum indeksleri için doğrulayıcı faktör analizinden yararlanılmıştır. Doğrulayıcı faktör analizleri sonucunda 39 maddeden 3 madde çıkarılmıştır. Çalışmanın analizleri sürecinde SPSS ve AMOS yazılımları kullanılmıştır. Ölçeğin 36 maddelik son form yapısının madde-toplam puan korelasyon değerlerinin 0.632 ile 0.386 arasında olduğu görülmüştür. Ayrıca Cronbach Alfa katsayılarının ise 0.762 ile 0.930 arasında olduğu ve t-testi sonuçlarının, üst %27 ile alt %27 grupların madde ortalamaları arasındaki tüm farkların anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Güler ve Dinci (2019) çalışmalarında Van’daki ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerileri ve öğrenme stilleri ile demografik özellikleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmanın katılımcılarını beşinci ve altıncı sınıf öğrencileri olmak üzere toplamda 292 öğrenci (149 kadın ve 143 erkek) oluşturmuştur. Verilerin analizinde doğrusal olmayan kanonik korelasyon analizi kullanılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme becerileri ile öğrenme stilleri ve demografik özellikler kümeleri arasında kuvvetli olmayan ilişki görülmüştür. Analiz sonucu birinci boyut için 0,39 iken ikini boyut için 0,256’dır. Öğrenme stillerini belirleme sürecinde en önemli faktörün problem çözme becerisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca sınıf düzeyine göre yapılan analiz sonuçları 5. sınıf öğrencilerinin Değiştiren öğrenme stiline yakın olduğunu, ters yönde bulunan 6. sınıf öğrencilerinin herhangi bir öğrenme stiline yakın olmadığını göstermiştir. Öğrencilerin öğrenme stilleri belirlenirken sınıf değişkeninin herhangi bir etkisinin olmadığı şeklinde ifade edilmiştir.

Kılıç, Korkmaz, Çakır ve Erdoğan (2019) meslek lisesi bilişim öğrencilerinin programlama çerçevesinde öz yeterlikleri, STEM (Science (Fen), Technology (Teknoloji), Engineering (Mühendislik) ve Mathematics (Matematik)) ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik algılarını araştırmışlardır. Çalışmada karma yöntem kullanılmıştır.

Çalışma grubunu nitel boyut için 15 meslek lisesi öğrencisi oluştururken nicel boyutunu 91 meslek lisesi öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmanın sonucunda meslek lisesi öğrencilerinin genellikle programlama konusunda öz yeterlik algılarının yüksek olduğu görülmüştür. Çalışmanın diğer parçalarını oluşturan bilgi işlemsel düşünme ve STEM beceri düzeylerini kapsayan algılarının orta düzeyde olduğu görülmüştür.

Oluk ve Korkmaz (2016) Scratch programının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini araştırmışlardır. Çalışma 5.sınıf düzeyinden 31 öğrenci ile gerçekleştirilmiştir. Scratch programı kullanılarak 6 haftada temel programlama dersleri işlenmiştir. Çalışma sonucunda 5.sınıf öğrencilerinin programlama ve bilgi işlemsel düşünme becerileri arasında yüksek bir ilişki olduğu görülmüştür.

Sinap (2017) programlama eğitiminde Arduino etkinliklerini kullanarak probleme dayalı öğrenmenin hangi değişikliklere yol açabileceğini araştırmıştır. 6 hafta boyunca 26 öğrenci ile birlikte çalışılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin büyük çoğunluğu Arduino etkinliklerine yönelik pozitif görüş belirtmişlerdir. Programlamayla ilgili olarak tutum ve problem çözme becerilerinin ön test-son test puanları arasında anlamlı düzeyde bir yükselme olduğu görülmüştür.

Uslu, Mumcu ve Eğin (2018) çalışmalarında görsel programlama kullanılarak hazırlanan etkinliklerin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemişlerdir. Karma yöntemin kullanıldığı çalışmanın nicel kısmında görsel programlama etkinliklerinin öğrenciler üzerindeki bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemek için yarı deneysel yöntemi seçmişlerdir. Nitel kısımda ise öğrencilerin etkinliklerin uygulandığı derslere ilişkin yansımalarını tespit etmek için odak grup görüşmeleri yapmışlardır. İki aşamada gerçekleştirilen çalışmanın ilk aşamasında öğrencilere Scratch ortamında etkinlikler yaptırılırken ikinci aşamada öğrenciler gruplara ayrılarak yine Scratch ortamında oyun tasarlamışlardır. Çalışma bir devlet okulunda öğrenim gören 55 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Nicel verilerin analizi sonucunda ölçümler arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Odak grup görüşmelerinin sonucunda öğrenciler bilgisayar bilimi alanına yönelik farkındalıklarının arttığını ve hayal güçlerinin geliştiğini düşündüklerini ifade etmişlerdir.

Usta ve Düzalan (2021) çalışmalarında Türkiye'de ve yurtdışında eğitimde bilişimsel düşünme üzerine yapılan çalışmaları (makaleleri) tematik bir çerçevede incelemişlerdir. Çalışmada betimsel araştırma yöntemlerinden biri olan tarama modeli kullanılmıştır. Araştırmanın verileri, eğitimde bilişimsel düşünme üzerine Türkçe ve İngilizce yazılmış, Türkiye ve yurtdışında yapılmış, 2012-2020 yılları arasında bilimsel dergilerde yayınlanmış 33 Türkçe ve 34 uluslararası makaleden oluşmaktadır. Çalışma sonucunda özellikle 2017 yılından itibaren hem Türkiye'de hem de yurt dışında bilişimsel düşünmeyi ele alan çalışmaların sayısında önemli bir artış olduğu görülmüştür. Türkiye'de Bilgisayar Teknolojileri dışındaki eğitim alanlarında yapılan çalışmaların sayısının sınırlı olduğu ve yurt dışında en çok çalışmanın matematik alanında yapıldığı ortaya çıkmıştır.

Usta ve Mirasyedioğlu (2021) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin 21. yüzyıl yetkinlikleri/becerileri ile ilişkisini araştırmayı ve eğitim ortamlarında bilgi işlemsel düşünmenin geliştirilmesini amaçlamışlardır. Çalışmada hesaplama, hesaplama teorisi, hesaplamalı bilim ve mühendislik ve matematik bilimlerinin tanımları verilmiş, bilgi işlemsel düşünmenin literatürdeki yeri ve önemi vurgulanmış ve bilgi işlemsel düşünme ile ilişkileri araştırılmıştır. Ayrıca bilgi işlemsel düşünmenin gelişiminde karşılaşılan zorluklardan bahsedilmiş ve bilgi işlemsel düşünmenin gelişimi hakkında açıklamalar yapılmıştır.

Yel (2021) çalışmasında öğrencilerin matematiksel modelleme özyeterliklerini ve bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerini farklı değişkenlere göre incelemiştir. Bir devlet üniversitesinde yapılan çalışmada veriler İlköğretim Matematik ve Matematik Öğretmenliği bölümlerinde öğrenim gören 190 öğretmen adayından kişisel bilgi formu, matematiksel modelleme öz-yeterlik ve bilgi işlemsel düşünme ölçekleri kullanılarak toplanmıştır. Bulgular matematik öğretmen adaylarının hem matematiksel modelleme özyeterliklerinin hem de bilgi işlemsel düşünme becerilerinin yüksek düzeyde olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğretmen adaylarının sınıf düzeyleri arttıkça matematiksel modelleme özyeterliklerinin ve bilgi işlemsel düşünme becerisinin de arttığı ortaya çıkmıştır.

Yokuş (2022) çalışmasında bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemek amacıyla bir meta-analiz çalışması yapmıştır. Meta-analiz için 2015-2020 yılları arasında uluslararası düzeydeki makale ve bildiriler kullanılmıştır. Veri toplama sürecinde

ulaşılan 1012 çalışma araştırmanın amacına uygun olarak incelenmiş ve çalışmaya 24 nicel çalışma dahil edilmiştir. Rastgele etkiler modeline göre yapılan çalışmada bilgi işlemsel düşünmenin ğrenci başarısı üzerinde yüksek düzeyde ve olumlu ortalama etki büyüklüğü hesaplanmıştır.

2.5.2 Yurt dışında Yapılan alışmalar

Atmatzidou ve Demetriadis (2016) eğitsel robotların kullanılmasıyla 15 ve 18 yaş grubundaki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini cinsiyet ve yaş değişkenlerine göre anlamlı bir fark gösterip göstermediğini incelemişlerdir. Çalışmaya 11 hafta boyunca farklı öğrenim seviyelerinden toplam 164 ğrenci katılmıştır. Haftada 2 saat eğitim yapılmıştır.2012-2013 eğitim ğretim yılında 8 robot eğitim semineri olarak planlanan çalışma 12 oturumluk seminerlerden oluşmuştur. Bu seminerlerde Lego Mindstormlar NXT2 teknolojisi kullanılmıştır. Çalışmada veri toplama araçları olarak iki ölçek kullanılmıştır. Dördüncü oturum sonrası birinci ölçek uygulanırken onuncu oturum sonrası ikinci ölçek uygulanmıştır. leklerde içerik olarak bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarından olan soyutlama, genelleme ve algoritma yer almaktadır. leklerde ek olarak problem zme ve programlama ile ilgili zmleri içeren ölçek maddeleri de bulunmaktadır. Bulgular yaş ve cinsiyet değişkenlerinden bağımsız olarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri seviyelerinin aynı düzeyde olduğunu göstermiştir. Kız ve erkek öğrencilerini bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerinin aynı olması için kız öğrencilerini daha fazla eğitim almaları gerektiği de çalışmada ortaya çıkan sonuçlardan biridir.

Barcelos ve Siveria (2012) alışmalarında bilgisayar bilimleri ile matematik eğitiminin temelleri arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Tarama yönteminin kullanıldığı çalışmada bilgi işlemsel dşnem tanımı verilmiş, matematikle olan ilişkisi açıklanmış ve bu beceriye sahip olan öğrencilerin yetkinlikleri açıklanmıştır.

Barr ve Stephenson (2011) bilgi işlemsel düşünme becerisi ile eğitimciler arasındaki boşluğu doldurmak amacıyla bir çalışma yapmışlardır. Ek olarak bilgi işlemsel düşünme için bir tanımlama çalışması yapmışlardır. Çalışma aynı zamanda bilgi işlemsel düşünme nin yer aldığı bir K-12 ğretim programı değişikliğini ve gerekli kaynakların belirlenmesini amaçladıkları bir projenin ilk bölümünü oluşturmaktadır. Çalışmanın sonucunda bilgi işlemsel düşünmenin temelini oluşturan kavramların disiplinler arası uygulanabilirliğinin

mümkün olduğu ifade edilmiştir.

Bers, Flannery, Kazakoff ve Sullivan (2014) çalışmalarında robot programlamanın bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Uygulama sürecinde TangibleK robot programlama aracı kullanılmıştır. Çalışmanın katılımcılarını 3 anaokulundan toplam 63 öğrenci oluşturmuştur. Çalışmanın sonucunda robot programlamanın bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirdiği görülmüştür.

Bower ve Falkner (2015) bireylerin öğrencilik yıllarında bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirebilmeleri için öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünme becerileri konusunda farkındalık kazanmaları gerektiğini ifade etmiştir. Bower ve Falkner 44 öğretmen adayının katılımıyla çalışmalarını yürütmüşler ve adaylardan 18'inin bilgi işlemsel düşünme kavramını daha önceden hiç duymadıklarını tespit etmişlerdir. Daha önce bu kavramı duyan öğretmen adaylarının bir kısmı ise bilgi işlemsel düşünme konusunda sorun yaşamalarının sebebi olarak bilgisayar becerilerinin yetersiz olmasını göstermişlerdir. Bu grupta yer alan öğretmen adayları %56'lık dilimi oluşturmaktadır ve teknoloji kullanımına yönelik kendilerine az miktarda güven duyabildiklerini söylemişlerdir.

Brennan ve Resnick (2012) Scratch programı ile çalışmanın bilgi işlemsel düşünme becerisini geliştirebileceğine ilişkin bir çalışma yapmışlardır. Çalışmanın katılımcılarını dünyanın farklı bölgelerinden 8 ile 17 yaş arasındaki 31 öğrenci oluşturmuştur. Bu 31 öğrenci aynı zamanda Scratch proje geliştiricisidir. Veriler bu toplulukla yapılan röportajlarla çevrimiçi olarak toplanmıştır. Sonuç olarak Scratch ile projeleri geliştiren öğrencilerin, bilgi işlemsel düşünme becerilerinde gelişme gösterdikleri görülmüştür.

Calao, Leon, Correa ve Robles (2015) çalışmalarında kodlama kullanımı aracılığıyla öğrenciler üzerindeki bilgi işlemsel düşünmenin gelişimini incelemişlerdir. Çalışma matematik derslerinde iletirilmiş olup 6.sınıf düzeyinden 42 öğrenci ile yürütülmüştür. Nicel yöntemlerden yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışma sonucunda matematik derslerinde verilen bu eğitimin matematiksel süreçleri pozitif yönde etkilediği görülmüştür.

Chalmers (2018) bir ilköğretim okulunda görevli öğretmenlerin derslerde robotik ve kodlama eğitimini nasıl verdiklerini incelemiştir. Bununla birlikte robotik ve kodlama

derslerinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisini incelemiştir. Uygulama sürecinde LEGO, WeDo robotik kitleri kullanılmıştır. Öğretmenlerle gerçekleştirilen görüşmeler sonucunda öğretmenler programlama eğitimi verme sürecinde sorun yaşamadıklarını fakat bilgi işlemsel düşünme becerilerini sınıf ortamına uyarlamada sorun yaşadıklarını ifade etmişlerdir. Robotik kitlerin kullanılmasıyla birlikte öğretmenlerin bilgi işlemsel düşünme kavramlarıyla ilgili olarak daha fazla farkındalığa oldukları görülmüştür. Öğretmenler robotikle birlikte STEM faaliyetleri uygulamalarının öğretmenlik yeteneklerine olan güvenlerini arttığını belirtmişlerdir.

Chan, Looi, Ho vd. (2020) çalışmalarında Singapur'da bir ortaokulda bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersine uyarlanmasının etkisini incelemiştir. Yarı deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada örneklem grubu 106 öğrenciden oluşmaktadır. Kontrol grubundaki öğrencilere geleneksel yöntemle, deney grubundaki öğrencilere bilgi işlemsel düşünmenin entegre edildiği program uygulanmıştır. Gruplar içinde ön test ve son test puanları arasında anlamlı fark bulunmuştur ancak deney ve kontrol grupları arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır. Çalışmanın sonucunda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik başarısı üzerinde anlamlı bir katkısının olmadığı görülmüştür.

Chaudhary, Agrawal, Sureka ve Sureka (2016) Lego robotik eğitim seti kullanımı aracılığıyla ilköğretim düzeyindeki öğrencilerin programlama ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini incelemişlerdir. Çalışmalarında Lego Mindstorms EV3 setinden yararlanmışlardır. Çalışmaya 7 yaşından 13 yaşına kadar toplam 9 öğrenci katılmıştır ve çalışma Hindistan'da bir yaz kampında gerçekleştirilmiştir. Öğrenciler çalışma sonunda robot tasarlama, robot yapımı ve programlama sürecinin heyecan verici olduğunu ifade etmişlerdir.

Chen, Shen, Barth-Cohen, Jiang, Huang ve Eltoukhy (2017) ilkokul öğrencilerine verilen robot programlama eğitiminin bilgi işlemsel düşünme ve akıl yürütme becerilerine olan etkisini incelemişlerdir. Bilgisayar Öğretmenleri Topluluğu (CSTA) tarafından belirlenen bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutları çerçevesinde geliştirilen robotik programlama eğitiminin etkili olup olmadığı bu çalışma ile incelenmiştir. Öğretmenlere 3 günlük eğitimin verilmesinden sonra bu eğitimlere katılan öğretmenlerin toplamda 767 öğrencisine haftalık 45-60'ar dakikalık robotik eğitimi 6 ay süreyle verilmiştir. Öğrenciler

uygulama sürecinde kendi programlarını geliştirerek sanal makinada bir robot üzerinde çalışmışlardır. Araştırmacılar tarafından geliştirilen bilgi işlemsel düşünme becerilerinin alt boyutlarını içeren 15 tane çoktan seçmeli ve 8 tane açık uçlu sorunun bulunduğu 23 maddelik test araştırmanın veri toplama aracıdır. Robotik programlama eğitimi sonunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri ön ve son testinde anlamlı bir fark bulunmuştur. Testte bulunan sorular günlük hayatta akıl yürütmeye dayalı etkinlikler temeline dayalı sorulardır.

Chiazzese, Fulantelli, Pipitone ve Taibi (2018) çalışmalarında ilkökul öğrencilerine yönelik bilgi işlemsel düşünme eğitimi üzerine bir projenin sonuçlarını aktarmışlardır. Bilgi İşlemsel Düşünme adı verilen proje sırasında, İtalya'daki bir ilkökuldan 81 öğrenciye Microsoft Kodu oyun geliştirme platformu aracılığıyla bilgisayar oyunlarının tasarımı ve geliştirilmesi konusunda rehberlik etmişlerdir. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme yeteneklerini ve becerilerini geliştirmek amacıyla öğrencilere farklı etkinlikler önerilmiştir. Araştırmacılar proje sürecinde doğrudan anlatım yaklaşımını benimsemişlerdir. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin öğrenme süreçleri devamlı olduğundan öğrenciler oyun geliştirme becerisini kazanmışlardır. Öğrencilerin Kodu kullanılarak bilgisayar oyunlarının tasarımı ve uygulanması, bilgisayar programlama algısı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğu gözlenmiştir.

Czerkawski ve Lyman (2015) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin yükseköğretim düzeyinde öğrenim gören öğrenciler üzerindeki mevcut potansiyelin ortaya çıkarılmasını ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin STEM konu alanları dışında diğer disiplinlerle ilgisinin olup olmadığını araştırmışlardır. Çalışmanın sonucunda yükseköğretim düzeyinde öğrenim gören öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin durumuna ilişkin bir bakış açısı ortaya koyulmuştur.

Fluck, Chin ve Ranmuthugala'nın (2018) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin ortaokul öğrencilerinin matematik dersindeki başarılarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma 434 öğrenciyle Avustralya'da yapılmıştır. Çalışma sonucunda öğrencilerin matematik dersi başarıları son test ortalamaları ön test ortalamalarına göre anlamlı şekilde yüksek çıkmıştır.

Garneli (2019) fen bilimleri dersinde bilimsel içerikli video oyunu yapımı gibi alternatif

öğrenme ortamının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini geliştirme ve öğrenci performansı üzerindeki etkisini incelemiştir. 35 öğrencinin bulunduğu iki farklı öğrenci grubuna beş haftalık uygulama yapılmıştır. Deneysel olarak yürütülen araştırmada kontrol grubundaki öğrencilerden öğretim programındaki içerikle birlikte projeler tasarlanması, deney grubundaki öğrencilerden bilimsel bir video oyunu inşa etmeleri istenmiştir. Çalışmada verilerin analizinde nicel ve nitel kod analizi yapılmıştır. Ayrıca öğrenci görüşleri de alınmıştır. Sonuç olarak video oyunu inşa eden deney grubundaki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisini kullanabildiği projeler üretebildiği görülmüştür. Dolayısıyla video oyunu inşa etmenin bilgi işlemsel düşünme becerisini arttırdığı görülmüştür.

Gonzales vd. (2017) matematik ve fen eğitime uygun olacak şekilde bir bilgi işlemsel düşünme tanımı önermek için bir çalışma yapmışlardır. Bu tanımı modelleme, sistem tasarlama, benzetme ve bilgi işlemsel düşünme ile problem çözme başlıkları altında detaylandırmışlardır. Çalışmanın verileri konuyla ilgili literatürden ve bilim insanlarıyla yapılan röportajlardan toplanmıştır. Çalışmanın sonucunda matematik ve fen öğretim programlarına bilgi işlemsel düşünme becerisinin dâhil edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Grover ve Pea (2013) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili makaleleri incelemişler ve K-12 seviyesi eğitim sürecinde bilgi işlemsel düşünme ile ilgili mevcut durumu belirlemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada bilgi işlemsel düşünmeyi destekleyen ortamlar ve araçlar açıklanmıştır. Bilgi işlemsel düşünmenin neden önemli olduğu, bilgi işlemsel düşünme konusunda yapılmış olan araştırmalar ve bilgi işlemsel düşünmeyi destekleyen çeşitli araçların kullanıldığı araştırmalar incelenmiştir.

Israel, Pearson, Tapia, Wherfel ve Reese (2015) sınırlı bilgisayar bilimi deneyimi olan ilkökul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünmeyi öğretime nasıl entegre edebileceklerini araştırmışlardır. Araştırmacılar dört aylık süre boyunca nitel yöntemlerden olan vaka analizi yöntemi doğrultusunda çalışmalarını sürdürmüşlerdir. Çalışma sonucunda ilkökul öğretmenlerinin ders planlarına bilgi işlemsel düşünmeyi dahil eden etkinlikler hazırlayabildikleri ifade edilmiştir.

Kallia vd. (2021) matematik eğitiminde bilgi işlemsel düşünmenin hangi yönlerinin ele alınabileceğini belirlemeyi amaçlamışlardır. İlk olarak matematik eğitimi araştırmalarında

ortaya çıkan bilgi işlemsel düşünmenin özelliklerini tanımlayan sistematik bir literatür taraması yapmışlardır. Daha sonra matematik eğitiminde bilgi işlemsel düşünmeyi kullanmaya yönelik 25 matematik ve bilgisayar uzmanının görüşlerini almışlardır. Çalışmada Delphi yöntemi kullanmışlardır. Literatür taramasının bulgularını destekleyen Delphi çalışmasının sonuçları, bilgi işlemsel düşünmenin matematik eğitiminde ele alınması gereken üç önemli yönünün olduğunu ortaya koymuştur. Bunlar problem çözme, bilişsel süreçler ve aktarımdır.

Kirwan, Costello ve Donlon (2018) ortaokul öğretmenlerinin bilgi işlemsel düşünme ve çevrimiçi öğrenme konusunda nasıl daha başarılı bir öğretim gerçekleştirebileceklerini araştırmışlardır. Araştırmalarına yardımcı olması için bilgi işlemsel düşünme ve çevrimiçi öğrenmenin ortak ele alındığı bir literatür taraması yapmışlardır. Çalışmada bilgi işlemsel düşünmenin çevrimiçi ortamda nasıl öğretildiği konusunda mevcut bilgiler sunulmuştur. Sistematik adımlarla ilerleyen çalışmada önce 800 adet makaleye rastlanmış ve belirlenen kriterler sonucu incelenecek makale sayısı 40'a düşürülmüştür. Bilgi işlemsel düşünme ile çevrimiçi ortamda başarıyı artırmak için görsel programlama dili yani oyun tasarımının, video oyunlarının oynatılmasının, görsel tabanlı olmayan programlama dilinin kullanılmasının ve çeşitli faaliyetler yapılmasının mümkün olduğu sonucuna varılmıştır.

Leonard vd. (2016) öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme stratejilerini geliştirmek amacıyla STEM aracılığıyla oyun tasarımı ve robotik kullanmışlardır. Çalışma 10 hafta boyunca 124 ortaokul öğrencisiyle yürütülmüştür. Çalışmada LEGO® EV3 robot teknolojisi kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda STEM için öğrencilerin tutumlarında herhangi bir değişime rastlanmamıştır fakat deney grubundaki öğrencilerin öz yeterlik algısının önemli derecede arttığı görülmüştür.

Lye ve Koh (2014) yaptıkları çalışmada literatürden 27 araştırmayı incelemişlerdir. Çalışmalarında programlamanın ilkökul öğretim programına nasıl dâhil edilebileceği, bilgi işlemsel düşünmenin gerektirdiği performansları ve bu düşüncenin öğrencinin gelişimi için hangi yaklaşımların sergilenmesi gerektiğini araştırmışlardır. İncelenen araştırmaların sonucunda sürükle-bırak mantığı ile hareket eden görsel programlama araçlarının kullanılmasının daha etkili olabileceği ortaya çıkmıştır.

Magana ve Coutinho (2016) mühendislik eğitiminde bilgi işlemsel düşünmenin kullanılabileceğini gösteren bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada disiplinli öğrenme ile modelleme ve benzetim uygulamalarının birlikte kullanımı önerilmiştir. Çalışmanın verileri akademisyen ve mühendislerden oluşan 37 kişilik bir gruptan elde edilmiştir. Veriler anket yöntemi ile toplanmıştır. Çalışmada zorlukların giderilmesinde lisans düzeyine entegre edilen bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kullanıldığı modelleme ve benzetim uygulamalarından yararlanılabileceği belirtilmiştir.

Orton, Weintrop, Beheshti, Horn, Jona, ve Wilensky (2016) bilgi işlemsel düşünme becerisi içeriğini lise fen ve matematik kursuna dahil etmişlerdir. 3 yıl boyunca düzenli olarak veriler elde edilmiştir. Veriler aracılığıyla öğrencilerin bilgisayar kullanımına ilişkin tutuma ve cinsiyete göre anlamlı bir fark gösterip göstermediği incelenmiştir. Çalışma sonucunda kız öğrencilerin bilgi işlemsel düşünmeyi öğrenme düzeylerinin erkek öğrencilere göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Öğrenciler matematik ve fen derslerinde bilgi işlemsel düşünmeyi ne kadar çok kullanırlarsa başarılarının da o kadar artacağını belirtmişlerdir.

Romero, Lepage ve Lille (2017) bilgi işlemsel düşünmenin farklı öğrenim seviyelerinde eksik tanımlanmış problemlerin çözülmesi yoluyla geliştirilebileceğini belirtmişler ve Scratch kullanılarak yaratıcı programlama etkinlikleri aracılığıyla bilgi işlemsel düşünmeyi ortaya çıkarmayı amaçlamışlardır. Kanada’da bir üniversite öğrenim gören 120 lisans öğrencisi çalışmaya katılmıştır. Programlama konusunda deneyimleri olmayan öğrencilerin çalışma sonunda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin arttığı görülmüştür.

Settle vd. (2012) çalışmalarını Chicago Üniversitesi ile birlikte yürütmüşlerdir. Bazı ülkelerin öğretim programlarında K-12 öğrencilerine yönelik bilgi işlemsel düşünme becerilerine yer vermiş olduklarını belirten araştırmacılar, ortaokul ve lise öğrenim seviyesinde 6 dersin (Bilgisayar, İngilizce, Tarih, Latince, Grafik ve Sanat) öğretim programını bilgi işlemsel düşünme becerilerini kazandıracak şekilde yeniden düzenlemişlerdir. Böylece derslerde uygulanan etkinlikler ve ölçme değerlendirme türü değişmiştir.

Sung ve Black (2020) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin ilkökul öğrencilerinin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma grubunu

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir ilkokulda öğrenim gören 115 ilkokul öğrencisi oluşturmaktadır. Bulgularda bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin matematik bilgi düzeylerini artırdığını göstermektedir. Sung vd.,'nin (2017) yaptığı bir diğer çalışmada da benzer sonuçlara rastlanmıştır. Matematik dersinde bilgi işlemsel düşünme becerileri kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkisini incelemeyi çalışmada bu çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre hazırlanana somutlaştırılmış etkinliklerin kullanımının öğrencilerin problemleri anlama ve çözme becerilerini geliştirdiği görülmüştür.

Voogt vd. (2015) bilgi işlemsel düşünme becerileri için taslak olarak öğretim programı planı örneği hazırlamışlardır. Çalışmada bilgi işlemsel düşünme kavramının eğitim aşamasında nasıl ele alınması gerektiği incelenmiş olup bu kavramın tanımlanmasındaki zorluklar açıklanmıştır.

Wing (2006) çalışmasında bilgi işlemsel düşünme kavramını açıklamıştır ve bu kavramın önemini, kimler tarafından kullanılabileceğini açıklamıştır. Ayrıca bu kavramın anlamına ve özelliklerine ayrıntılı olarak değinmiş, kavramın ne olup ne olmadığını derinlemesine ifade etmiştir.

Yadav, Mayfield, Zhou, Hambruch, ve Korb (2014) tarafından yapılan çalışmada bilgi işlemsel düşünme tanıtılarak çeşitli modüller tasarlanmış ve öğretmen adaylarının bilgi işlemsel düşünmeye yönelik tutumları incelenmiştir. Deneysel yöntemin kullanıldığı çalışmada deney grubunda 157, kontrol grubunda 200 öğretmen adayı bulunmuştur. Çalışmada öğretmen adaylarına modüllerin tanıtılmasıyla bilgi işlemsel düşünme ile ilgili bir bakış açısı kazandırılmaya çalışılmıştır. Daha sonra öğretmen adayları konuyla ilgili etkinlik geliştirmeye yönlendirilmiştir. Çalışmanın sonucunda katılımcılar bilgi işlemsel düşünmenin bilgisayar ve teknolojiye kullanımından daha fazlasını ifade ettiğini anladıklarını belirtmişlerdir. Ayrıca öğretmen adayları bu düşünme becerisini sınıflarında nasıl etkili bir biçimde kullanacaklarına dair fikirlerinin oluştuğunu ifade etmişlerdir.

2.6. Problem Çözmenin Tanımı ve Problem Çözme Basamakları

Bir problem durumu herkes için aynı problem durumu olmayabilir. Bir durumun problem teşkil etmesi için kişi tarafından problem olarak algılanması gerekmektedir. Problem, kişide bir rahatsızlık meydana getirmediği sürece çözüm için herhangi bir çaba gösterilmez ve

dolayısıyla kişi bunu problem olarak görmez (Develioğlu, 2006). Ayrıca bir durumun problem olarak görölmesi için o durumun kişiye düşünceşel ya da fizikşel açıdan rahatsızlık vermesi ve kararsızlık yaşatması gerekir (Karasar, 2006).

İnsan sosyal bir varlık olduğundan dolayı hayatının farklı alanlarında çeşitli problemlerle karşılaşmaktadır ve bu problemleri çözmek istemektedir. Problem çöşme, bir problem durumuyla ilk defa karşı karşıya gelen kişinin problemin çöşümü hakkında bir karmaşıa yaşaması ve bunu geçmişte öğrendiği bilgiler sayesinde yaşanan karmaşıayı atlatma çabasıdır (Türnükölü ve Yeşildere, 2005). Problem çöşmenin tek ortak tanımla ifade edilemeyecek düzeyde karmaşık ve oldukça geniş bir kavram olduğü birçok araştırmacı tarafından kabul edilmektedir (Green ve Gillhooly, 2005; Voskoglou ve Buckley, 2012). Polya (1973) problem çöşmeyi zorluklardan kurtulmanın yolunu bularak engelleri aşp ulaşılması zor bir hedefe varmak olarak açıklamaktadır. Problem çöşme kişiler için bilişşel bir aktivitedir ve günlük hayatta kişilerin karşısına çıkabilecek sorunların çöşümü için ortaya koydukları performansı içeren zihinsel bir süreçtir (Martinez, 2006). Problem çöşme hayatın her alanında yer almaktadır ve matematiğin önemli bir boyutudur.

Matematikşel problem çöşme problemin ifade edilmesinde veya çöşüm sürecinde analiz edilmesinde kelimelerin yetersiz kaldığı anda matematiği devreye sokmaktır (Wilson, Fernandez ve Hadaway, 1993). Problem çöşme farklı teknik ve yöntemlerle gerçekleştirilebilecek bilişşel bir beceri olarak ele alınmaktadır. Dolayısıyla problem çöşme becerisinin gelişimi için çeşitli problem çöşme tekniklerini öğrenmek ve farklı problem çöşme araçlarını kullanmak gerekmektedir. 21. yüzyılda bilgi işlemsel düşünme herkesin sahip olması gereken önemli bir problem çöşme becerisi olarak tanımlandığından dolayı bilgi işlemsel düşünme becerisi le problem çöşme becerisi arasında bir ilişkinin varlığından söz edilebilmektedir. Bilgi işlemsel düşünme geniş kapsamlı bir problem çöşme yöntemi olarak düşünölüdüğünde genel olarak matematikşel düşünmeyi de kapsayan eleştirel ve analitik düşünmenin bir çeşidi olarak kabul görmektedir (Wing, 2008). Bilgi işlemsel düşünmenin çeşitli problemler üzerinde örüntü tanıma, soyutlama, algoritmik düşünme ve değeriendirme gibi kendine has analiz etme gücü bulunmaktadır.

Altun (2013) Polya'nın (1997) dört aşamalı problem çöşme basamaklarını açıklamıştır. Birinci basamak problemin anlaşılmasını içerir. Bu basamakta problem dikkatli bir şekilde okunarak "Veriler ve koşullar nelerdir? Bilinmeyen nedir?" sorularına cevap verilmesi

beklenir. Cevap verilmesi beklenen soruların eksiksiz bir şekilde yanıtlanabilmesi problemin anlaşıldığı anlamına gelmektedir.

İkinci basamak problemin çözümü için plan yapmaktır. Bu basamakta problem içinde verilenler ve bilinmeyenler tespit edilir. Verilenler ve bilinmeyenler arasında bir ilişki aranır ancak herhangi bir ilişki bulunamıyorsa benzer problemlerin çözümlerinden yararlanılmalıdır. Problemi çözen kişi bu süreçte “Bu problem daha önce çözdüğüm problemlere benzer mi, benzer ise o problemleri nasıl çözdüm? Planladığım çözüm yönteminde verilerin hepsini kullanıyor muyum? Cevabın değer aralığını tahmin edebiliyor muyum?” sorularına cevap aramalıdır. Çözüm planını belirleme, uygun bir strateji geliştirmeyi gerektirmektedir. Problemin çözümü için farklı stratejiler kullanılabilmektedir. Liste yapma, diyagram oluşturma, tahmin ve kontrol etme, ilişki ve bağıntı bulma, değişken kullanarak eşitlik yazma, geriye doğru çalışma, benzer bir problemlerin çözümünden faydalanma, mantıksal muhakeme etme, eleme ve tablo çizme stratejileri bu stratejilere örnek olarak verilebilir (Altun, 2013).

Üçüncü basamak planın uygulanmasıdır. Çözüme adım adım gitmek amacıyla çözüm için karar verilen strateji veya stratejiler kullanılmaktadır. Her adımda uygulanan işlemler kontrol edilir. Problem çözülmezse önceki basamaklar tekrar gözden geçirilerek strateji tekrar denenir. Çözüme bir kez daha ulaşılamadığı takdirde strateji değişikliğine gidilir.

Dördüncü basamak elde edilen sonucun yani çözümün değerlendirilmesidir. Bu basamakta “Ne yaptık? Niçin yaptık?” sorularına cevaplar aranmaktadır. Çözümde yürütülen mantık, uygulanan çözüm yolu ve sonucun doğruluğu kontrol edilmektedir. Başka çözüm yolları varsa problem bu yollardan da çözülmelidir. Bu adımlar sayesinde çözümün değerlendirilmesi basamağında sonuçların anlamlılığı ve doğruluğu kontrol edilmektedir.

2.7. Eğitim Alanında Bilgi İşlemsel Düşünme Temelinde Problem Çözmeyle İlgili Yapılan Çalışmalar

Bu bölümde eğitim alanında bilgi işlemsel düşünme temelinde problem çözmeyle ilgili yapılan çalışmalara yer verilmiştir. Bu çalışmalar Türkiye’de yapılan çalışmalar ve yurt dışında yapılan çalışmalar olmak üzere ikiye ayrılarak incelenmiştir.

2.7.1 Türkiye’de Yapılan Çalışmalar

Bolat (2020) çember ve daire konusuyla ilgili STEM etkinliklerini geliştirmiş ve bu etkinliklerle öğrencilerin STEM alanlarındaki ilgilerini, bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerilerini incelemiştir. Bu etkinliklerle ilgili öğrenci görüşleri de alınmıştır. Çalışma 33 deney ve 33 kontrol grubu olmak üzere toplam 66 lise öğrencisiyle 5 hafta boyunca yürütülmüştür. Çalışmada etkinliklerin matematik dersi kapsamında yapılmasının öğrencilerin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin gelişmesini katkı sağladığı ortaya çıkmıştır. Çalışma sonucunda deney grubu lehine anlamlı düzeyde bir fark olduğu görülmüştür. Öğrenciler etkinliklerin uygulanma sürecinde işbirlikli çalışma konusunda ağırlıkla olarak olumsuz görüş belirtmişlerdir.

Deryal (2021) bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ile matematiksel problem çözme başarıları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. İlişkisel tarama modelinin kullanıldığı araştırmada rastgele örnekleme seçilmiştir. 5.ve 6. sınıf düzeyinde 257 ortaokul öğrencisiyle gerçekleştirilen çalışmada “Matematiksel Problem Çözme Başarı Testi” ve “Bilgi İşlemsel Düşünme Testi” ölçekleri kullanılmıştır. Cinsiyete bağlı olarak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme beceri düzeyleri ve matematiksel problem çözme başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmamıştır. Bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerinde 5. ve 6. sınıf öğrencileri arasında benzerlik varken matematiksel problem çözme başarılarının 6. Sınıfta 5.sınıfa göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Kodlama eğitimi alan ve okul dışında blok tabanlı kodlama etkinlikleriyle ilgilenen öğrencilerin, matematiksel problem çözme başarı puan ortalamalarının ve bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerinin kodlama eğitimi almayan ve bu tür etkinliklerle uğraşmayan öğrencilerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız Durak (2020) çalışmasında Scratch ve Alice programlama araçlarının yansıtıcı düşünme, problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada ön test son test kontrol gruplu yarı deneysel yöntem kullanılmıştır. Çalışma grubunu 5. sınıfta öğrenim gören 110 öğrenci oluşturmaktadır. Alice deney grubunda kullanılırken Scratch kontrol grubunda kullanılmıştır. Uygulamalar 8 hafta sürmüştür. Araştırma sonuçları Scratch ile öğretimin öğrencilerin yansıtıcı düşünme ve problem çözme becerilerini; Alice ile programlama öğretiminin ise öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerisini daha olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

2.7.2 Yurt dışında Yapılan Çalışmalar

Cui ve Ng (2021) blok tabanlı programlama yoluyla bir dizi problem çözme görevi verilen öğrencilerin yaşadıkları zorlukları araştırmışlardır. Çalışma grubunu 5. ve 6. sınıf öğrencileri oluşturmaktadır. Matematik dersi bağlamında bilgi işlemsel düşünmeye odaklanılmış bir sınıflandırmaya göre zorluklar analiz edilmiştir. Bilgi işlemsel düşünme ve matematiksel düşünme arasındaki farklardan kaynaklanan zorlukları aşmak için bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersinin kazanımlarına entegre edilmesinin gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Durak, Yılmaz ve Yılmaz (2019) çalışmalarında 6. ve 7. sınıf ortaokul öğrencilerinin problem çözmeye yönelik bilgi işlemsel düşünme, programlama özyeterliliği ve yansıtıcı düşünme becerilerine ilişkin beceri düzeylerini incelemiştir. Türkiye’de Batı Karadeniz bölgesinde yer alan bir ortaokulda öğrenim gören 55 öğrenci ile 10 haftalık bir uygulama yapılmıştır. Çalışmada öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin, programlama özyeterliliklerinin ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme düşüncelerinin orta düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ve programlama özyeterlilik düzeylerinin sınıf düzeylerine göre farklılık gösterdiği gözlenmiştir. Ayrıca bilgi işlemsel düşünme, programlama öz yeterlik ve problem çözmeye yönelik yansıtıcı düşünme düzeyleri arasında pozitif ve orta düzeyde bir ilişki olduğu bulunmuştur.

Gao ve Hew (2021) teoriye dayalı olan 5E Tabanlı ters-yüz edilmiş sınıf modelinin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme performanslarına etkisini incelemiştir. Çalışma kırsal bir okulda deney grubunda 125, kontrol grubunda 122 olmak üzere toplam 247 ilkökul öğrencisiyle yürütülen ve ön test-son testin kullanıldığı yarı deneysel bir çalışmadır. Çalışma sonucunda 5E tabanlı ters-yüz edilmiş sınıf modeliyle yapılan öğretimin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme kavramlarını anlama düzeylerini ve problem çözme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği görülmüştür.

Ma, Zhao, Wang, Wan, Cavanaugh ve Liu (2021) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmeyi ve problem çözmeyi birleştiren kavramsal bir çerçeveden yararlanmışlardır. Bir ilkökulda disiplinler arası yaklaşımla Scratch kursu tasarlanmış ve uygulanmıştır. Problem çözme yaklaşımının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkisi incelenmiştir. Öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerileri ve öz yeterlikleri cinsiyet değişkenine göre farklılık gösterip göstermediği incelenmiştir. Bilgisayar bilimleri dersi kapsamında 14 hafta boyunca uygulama yapılmıştır. Çalışma grubunu 63, 5. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Çalışmada ön test-son test eşdeğer olmayan bir grup oluşturulmuştur. Çalışmanın verileri

bilgi işlemsel düşünme ölçekleri, Scratch artefakt analizi ve odak grup görüşmeleri yoluyla toplanmıştır. Uygulama sonucunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini önemli ölçüde geliştirdiği; bilgi işlemsel düşünme özyeterlikleri, eleştirel, algoritmik ve problem çözme becerileri üzerinde olumlu bir etkisinin olduğu görülmüştür.

Yadav, Hong ve Stephenson (2016) çalışmalarında algoritma, soyutlama ve otomasyon dâhil olmak üzere temel bilgi işlemsel düşünme boyutları üzerinde çalışmışlardır. Öğretmenlerin sınıflarında bilgi işlemsel düşünmeyiderslerine nasıl entegre edecekleri ve öğrencilere bu beceriyi nasıl aşılayacakları konusunda, öğretim teknolojileri uzmanları ve profesyonel gelişim uzmanları tarafından verilen öneriler de çalışmanın diğer bölümünü oluşturmaktadır.



3. MATERYAL VE METOT

Bu bölümde araştırmanın modeli, çalışma grubu, verilerin toplanması, veri toplama araçları, dâhil edilme kriterleri, hariç tutulma kriterleri, çalışmaların kodlanması, meta-analize dâhil edilen çalışmalar ve verilerin analizi yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Araştırmada bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve problem çözme becerilerine etkisi üzerindeki etki büyüklüğünü belirlemek amacıyla meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Kelime anlamı olarak üst analiz ya da analizlerin bir araya toplanması anlamına gelen meta-analiz istatistiksel olarak, herhangi bir alanda yapılan araştırmalardan elde edilen bulguların bir araya toplanarak analiz edilmesi ve araştırmaya ait sonuçların analizinin yapılması anlamı gelmektedir (Dinçer, 2014; Johnson, Johnson ve Stanne, 2000). Meta-analiz birbirinden bağımsız şekilde yapılmış ve yayınlanmış çalışmaların sonuçlarını birleştirebilmek için kullanılan istatistiksel yöntemdir (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Dolayısıyla belirli bir alanda yapılmış çalışmaların sonuçları tutarlı bir biçimde derlenmektedir. Ayrıca meta-analiz çalışmaları sayesinde küçük örneklem birleştirilerek daha büyük örneklem elde edilebilmektedir (Ayaz, 2014).

Meta-analizin ortaya çıkma süreci incelendiğinde 17. ve 18. yüzyılda Gauss ve Laplace'ın farklı çalışmaları bir araya getirme çalışmaları ile başladığı ve meta analiz yönteminin temelini 20. Yüzyılın ilk yarısında atıldığı görülmektedir. Bu dönemde laboratuvar şartlarında yapılan çalışmaların daha fazla ve birbirinden bağlantısız olarak yapılması meta analiz yönteminin önem kazanmasında etkili olmuştur (Aktaş, 2019). Karl Pearson tarafından 1904'te tifo ve aşılama arasındaki ilişkiyi açıklamak için yapılan çalışmanın alan yazında ilk meta-analiz uygulaması olduğu bilinmektedir (Dinçer, 2014). Ayrıca Glass 1976 yılında meta-analiz ismini ilk olarak kullanmıştır. Sağlık bilimleri alanında farklı çalışmaların yapılmasıyla meta-analizin sosyal bilimlere geçişi Schmidt ve Hunter'ın (1977) ve Rosenthal ve Rubin'in (1978) farklı yöntemlerle gerçekleştirmiş oldukları meta-analiz çalışmaları ile sağlanmıştır (Kurt, 2021). Son yıllarda özellikle tıp, eğitim ve psikoloji gibi alanlarda meta-analiz çalışmalarının yapıldığı görülmektedir ve bu yöntemin kullanımı

araştırmaların sayısına paralel olarak artış göstermektedir (Aktaş, 2019). Gerçekleştirilen araştırmalarda konuyla ilgili derinlemesine bilgi edinme ve araştırmaların genellenebilir olması amacıyla meta-analiz yöntemi eğitim bilimleri alanında daha önemli hale gelmektedir (Yıldırım, 2021). Bu yöntem aynı amaçla ortaya koyulmuş çalışmaların sonuçlarının birleştirilip doğrulanabilir hale getirilmesini sağlamaktadır (Büyüköztürk vd., 2020). Yapılan çalışmaları bir düzen içinde sınıflandırabilmek, çalışmaların eğilimlerini belirleyebilmek ve sonuçlarını değerlendirebilmek oldukça önemlidir (Selçuk, Palancı, Kandemir ve Dünder, 2014). Bu kapsamda bu araştırmada 2021 yılının sonuna kadar yayınlanmış olan bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretim öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine ve problem çözme becerilerine etkisini inceleyen deneysel desenli çalışmaların sistematik incelemesi yapılmıştır. Araştırma konusuna uygun olan çalışmaların genel eğilimlerini belirlemek ve etkililik durumuna yönelik genel bir görüş oluşturabilmek amacıyla bu tez çalışmasında meta-analiz yöntemi tercih edilmiştir.

3.2. Çalışma Grubu

Bu tezin çalışma grubunu Türkiye’de ve yurt dışında yapılmış, Türkçe ve İngilizce dillerinde yayınlanmış dâhil edilme ve hariç tutulma kriterlerine uygun olan çalışmalar oluşturmaktadır. Arık ve Topçu (2021); Aumgri ve Pimdee (2021); Basu (2016); Chen, Tsui ve Lee (2021); Gao ve Hew (2021); Günbatar (2020); Hooshyar (2021); Hooshyar, Malva, Yang, Pedaste, Wang ve Lim (2021); Hooshyar, Pedaste, Yang, Malva, Hwang, Wang, Lim ve Delev (2021); Hsu ve Liang (2021); Hutchins, Biswas, Marótil, Lédeczi, Grover, Wolf, Blair, Chin, Conlin, Basu ve McElhaney (2019); Jenkins (2018); Jun, Han ve Kim (2016); Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020) Kılıç (2021); Kim, Oh ve Kim (2020); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Matere, Cathy Weng, Melese Astatke, Hsia ve Fan (2021); Mingo (2013); Olmo Munoz, Cozar-Gutierrez ve Gonzales- Calero (2020); Oluk, Korkmaz ve Oluk (2018); Relkin, Ruiter ve Bers (2021); Rhodes (2021); Rodríguez-Martínez, González-Calero ve Sáez-López (2020); Saritepeci (2020); Sun, Hu ve Zhou (2021); Tsai ve Tsai (2017); Walliman (2015); Wei, Lin, Meng, Tan, Kong ve Kinshuk (2021); Wu ve Chen (2021); Yıldız (2018) ve Yünkül, Durak, Çankaya ve Mısırlı (2017) bilgi işlemsel düşünme teması içinde meta-analize dahil edilen çalışmalardır. Booth (2013); Gao ve Hew (2021); Kaya, Korkmaz ve Çakır (2020); Li, Xie, Vongkulluksn, Stein ve Zhang (2021); Lin, Ma, Ma, Liu ve Tang (2021); Ma, Zhao, Wang, Wan, Cavanaugh ve Liu (2021); Saritepeci (2020); Sung,

Ahn, Black (2017) ve Yıldız (2018) problem çözme teması içinde meta-analize dâhil edilen çalışmalardır.

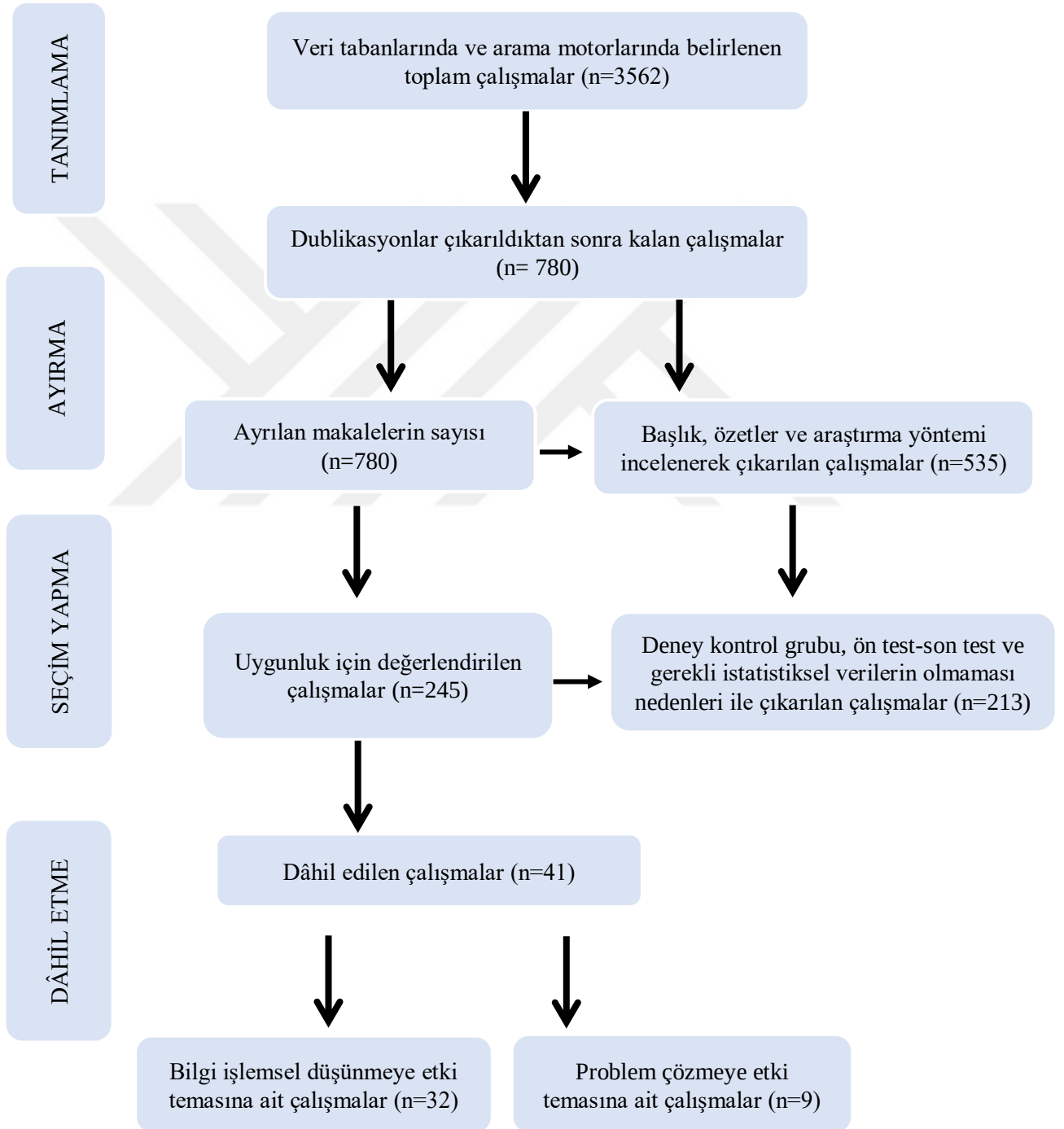
3.3. Verilerin Toplanması

Bu araştırmanın örneklemini Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve araştırmaya dâhil edilme kriterlerini sağlayan çalışmalar oluşturmaktadır. Bilgi işlemsel düşünme yöntemiyle yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini inceleyen çalışmalarla ilgili meta-analize 26 bilimsel makale ve 6 tez, problem çözmeye etkisini inceleyen çalışmalarla ilgili 8 bilimsel makale ve 1 tez olmak üzere toplam 9 çalışma dâhil edilmiştir. Çalışma kapsamında istenen özelliklere sahip tez ve makalelere ulaşabilmek için;

- Yüksek Öğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi’nden (YÖK-TEZ) konuyla ilgili olarak yayımlanmış ve yayımlanmamış tezler,
- TÜBİTAK tarafından kurulan akademik bilgi ağı ULAKBİM’den ulusal ve uluslararası makaleler,
- Türkiye ve yurt dışındaki kaynakları taramada, Google Akademik (Google Scholar) İnternet arama motoru,
- ProQuest Dissertations and Theses Global, EBSCOHOST, EMERALD Premier e-Journal, JSTOR Archive Journal Contentve, MathScinet, Web of Science, ERIC, Dergipark, Sage Journals, SOBIAD, Springer Link, Taylor ve Francis ve Wiley Online Library gibi evrensel çalışmaların yer aldığı web siteleri, e-kaynaklar ve veri tabanları taranmıştır.

Ayrıca tarama esnasında anahtar kelimelerin aranmasıyla ulaşılamayan tez ve makalelere ulaşmak amacıyla araştırmaya uygun olan tez ve makalelerin kaynakçaları da taranmıştır. Tarama anahtar kelimeleri “computational thinking”, “computational thinking AND problem solving”, “bilgi işlemsel düşünme”, “bilişimsel düşünme”, “bilgisayarca düşünme”, “bilgisayımsal düşünme” “hesaplamalı düşünme” ve “komputasyonel düşünme” ile sınırlı tutulmuştur. Anahtar kelimeler aracılığıyla yapılan alan yazın taraması sonucunda 3562 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu tür sistematik incelemelerde araştırmanın amacının belirlenmesi, araştırma kapsamının çizilmesi, dâhil edilme ve hariç tutulma kriterlerinin kullanılması, veri tarama yöntemlerinin netleştirilmesi ve verilerin toplanması aşamaları bulunmaktadır

(Lunny vd., 2016). Araştırmanın meta-analizinde kullanılacak çalışmaların tespitinde PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis) yöntemi izlenmiştir. Bu yöntemin kullanım amacı, meta-analiz ve sistematik derleme araştırmalarında izlenecek yolu göstermek ve araştırmaya yazılı bir rehber sağlamaktır (Moher, Liberati, Tetzlaff, Altman, ve PRISMA Group, 2009). Şekil 3.1’de PRISMA yöntemine göre akış şeması verilmiştir.



Şekil 3.1: PRISMA yöntemine göre akış şeması

Veri tabanlarında araştırma yapılırken filtreleme özelliği sayesinde diller İngilizce ve Türkçe olarak sınırlandırılmıştır. Veri tabanları ve dergilerden elden edilen çalışmaların öncelikle başlıkları ve özetleri incelenmiştir. Özet bölümünde çalışmaların içeriği ve yöntemi anlaşılmayan durumlarda ise tam metinler incelenmiştir. Dâhil edilme kriterlerine göre tek tek değerlendirilen çalışmalar, başlık isimleriyle kodlanacak şekilde bir Excel dosyasında birleştirilmiştir. Böylece farklı veri tabanlarında bulunan aynı tez ve makaleler gözle görülebilir bir hal almıştır ve dublikasyonlar elenmiştir. Veri tabanlarında ve arama motorlarında belirlenen toplam 3562 çalışmadan geriye 780 çalışma kalmıştır. Başlık, özetler ve araştırma yöntemi incelenerek 535 çalışma daha çıkarılmıştır. Meta-analize uygunluk için değerlendirilecek 245 çalışma kalmıştır. Dikkatli bir şekilde deney kontrol grubu, ön test-son test ve gerekli istatistiksel veriler incelenmiş ve bu verilerin ilgili çalışmalar içerisinde yer almaması nedeniyle 213 çalışma daha çıkarılmıştır. Araştırma konusuna ve dâhil edilme kriterlerine uygun olan 41 çalışmaya ulaşılmıştır. Bu 41 çalışma temalarına göre ayrılarak bilgi işlemsel düşünme teması için 32, problem çözmeye etki teması için 9 çalışma meta-analize dâhil edilmiştir. Bilgi işlemsel düşünmeye etki teması kısmında bir çalışmanın verileri altı farklı şekilde kullanılmıştır. İki çalışmanın verileri de iki farklı şekilde kullanılmıştır. Bazı çalışmalar bilgi işlemsel düşünme becerisi etki büyüklükleri bakımından birden fazla kullanıldığından etki büyüklükleri dikkate alındığında çalışma sayısı bilgi işlemsel düşünme teması için 39'a yükselmiştir. Meta-analize dâhil edilen çalışmaları kaynakçada belirtirken çalışmaların başına “*” sembolü koyulmuştur.

Araştırmanın örneklemini olacak çalışmalar seçilirken;

- Çalışma yayınlanma dilinin İngilizce veya Türkçe olmasına,
- Çalışma başlığında ve anahtar kelimeler kısmında İngilizce yayınlarda computational thinking kavramının yer alması ve Türkçe yayınlarda bilgi işlemsel düşünme, bilişimsel düşünme, bilgisayarca düşünme, bilgisayarlı düşünme, hesaplamalı düşünme veya komputasyonel düşünme kavramlarından birinin yer almasına,
- Çalışmanın nicel ve deneysel veya yarı deneysel olmasına,
- Araştırma için gerekli verileri (özellikle ortalama, standart sapma ve örneklem büyüklüğü) içermesine,
- Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmasına,
- 2021 yılının sonuna kadar yapılan çalışmaların olmasına dikkat edilmiştir.

Araştırmanın evren ve örneklemini oluşturma sürecinde ilk olarak bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların olmasına, ardından bu çalışmaların diğer kriterlere uygunluğuna bakılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin öğretilmesinde ve bu becerinin öğrenenlere kazandırılmasında çeşitli yaklaşımlar kullanılabilmektedir. Bu yaklaşımlar Tablo 3.1’ de verilmiştir.

Tablo 3.1: Bilgi işlemsel düşünmenin öğretimine yönelik çeşitli yaklaşımlar

Yaklaşımlar	Yazarlar
Programlama	Armoni ve Gal-Ezer, 2014; Ismail, Ngah ve Umar, 2010; Kafai ve Burke (2013); Kazakoff ve Bers, 2012; Lawanto, Close, Ames ve Brasiel, 2017; Yünkül, Durak, Çankaya, S. ve Mısırlı, 2017.
Görsel ve blok tabanlı programlama araçları (Logo, Scrach, Alice, Blockly, Flowol, Kodu Game Lab vb.)	Burke, 2012; Gülbahar, 2020 ; Lee Y-J., 2010; Lin ve Liu, 2012; Turvey, Potter, Burton, Allen ve Sharp, 2016, Gülbahar 2020 ; Weinberg (2013); Werner, Denner, Campe ve Kawamoto, 2012.
Metin tabanlı programlama araçları (Logo, Python, Small basic, Turtle vb.)	Gülbahar, 2020 ; Turvey, Potter, Burton, Allen ve Sharp, 2016; Papert (1993)
Sınıf içinde ve dışında gerçekleştirilen uygulamalar, dijital öyküler, oyunlar, modelleme, programlama etkinlikleri ve tasarımı (B3 etkinlikleri, littleBits yapı seti, Bilge Kunduz Uluslararası Enformatik ve Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinliği)	Apostotellis, Stewart, Frisina ve Kafura, 2014; Armoni ve Gal-Ezer, 2014; Basawapatna, Repenning, Koh ve Savignano, 2014; Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari ve Engelhardt, 2016; Boechler, Artym, Dejong, Carbonaro ve Stroulia, 2014; Curzon, McOwan, Plant ve Meagher, 2014; Gülbahar, 2020 , Gülbahar, Kalelioğlu, Doğan ve Karataş, (2020), Lee, Martin ve Apone, 2014; Lin ve Shaer 2016; Prater ve Mazur, 2014
Robot programlama araçları, robotik etkinlikler ve uygulamalar	Hardnett, 2008; Barut, Tuğtekin ve Kuzu, 2016; Weinberg 2013
Disiplinler arası uygulamalar ve etkinlikler	Khuri, 2008; Hambruch, Hoffman, Korb ve Haugan, 2009; Hsi ve Eisenberg, 2012; Peng, 2012; Weinberg (2013)
Bilgisayarsız uygulamalar,	Weinberg (2013)
Somut Kullanıcı Arayüzleri (SKA)	Antle ve Wise, 2013; Turchi ve Malizia, 2016

Programlama, bilgi işlemsel düşünmenin kavramlarını somutlaştırabilir ve öğrenme için bir araç haline getirilebilir (Armoni ve Gal-Ezer, 2014). Programlama bilgi işlemsel düşünmenin gelişmesinde oldukça etkili bir ortam sunar çünkü programlama sadece yazmak değil aynı zamanda bilgi işlemsel düşünmenin özünü oluşturan zihinsel olarak neyin yazıldığını anlayabilme becerisidir (Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari ve Engelhardt, 2016; Ismail, Ngah ve Umar, 2010; Kazakoff ve Bers, 2012). Bilgi işlemsel düşünmeyi öğretmek için öğrenenlerin düşüncelerini destekleyecek elverişli ortam ve uygun programlama dilleri seçilmelidir ve aşamalı bir şekilde ilerlenmelidir. Bilgi işlemsel düşünmenin öğreniminde, öğrenenlerin problemi iyi anlaması, problemin çözümünü belirlemesi, belirlenen çözüm için algoritma tasarlaması, çözümü uygun ortama kodlaması, muhtemel bir hata oluştuysa hatayı bulması ve sonucu tahmin etmesi oldukça önemlidir (Gülbahar, 2020). Turvey, Potter, Burton, Allen ve Sharp (2016) programlama aracılığıyla bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğretiminde metin tabanlı programlama (Logo, Python, Small basic vb.) ve görsel programlama (Scratch, Blockly, Flowol vb.) yazılımlarının kullanılabileceğini belirtmiştir. Small basic içinde yer alan Turtle yazılımı da erken yaşlarda bilgi işlemsel düşünme öğretiminde kullanılabilmektedir (Gülbahar, 2020; Papert, 1993). Ayrıca küçük yaştaki öğrenenlere blok tabanlı programlama ortamları (Scratch, Alice, code.org vb.) sayesinde bilgi işlemsel düşünme öğretilmektedir (Gülbahar, 2020).

Bilgi işlemsel düşünmenin öğretimi için blok tabanlı programlama araçları kullanılarak etkinlik ve öğrenme ortamları geliştirilmektedir. Bu programlama araçlarına oyunlar, animasyonlar, görseller, ses ve müzik gibi çeşitli özellikler eklenerek birçok proje yapılmaktadır. Tasarım odaklı öğrenme yaklaşımıyla oyun ve öğrenme bir araya getirilerek öğrenenlerin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerileri geliştirilebilmektedir (Gülbahar, 2020). Oyunlarla birlikte sınıf içinde ve dışında gerçekleştirilebilen programlama etkinlikleri ve uygulamalar ile bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğretimi sağlanabilir (Apostotellis, Stewart, Frisina ve Kafura, 2014; Basawapatna, Repenning, Koh ve Savignano, 2014; Lee, Martin ve Apone, 2014; Prater ve Mazur, 2014; Boechler, Artym, Dejong, Carbonaro ve Stroulia, 2014). Bocconi, Chiocciariello, Dettori, Ferrari ve Engelhardt (2016) da bilgi işlemsel düşünmenin programlama etkinlikleri ve modellemeler sayesinde bu becerinin öğretilbileceğini belirtmektedirler. Bu etkinliklere B3 etkinlikleri ve Bilge Kunduz Uluslararası Enformatik ve Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinliği örnek olarak verilebilir. Curzon, McOwan, Plant ve Meagher (2014) B3 etkinlikleri sayesinde bilgi

işlemsel düşünme sürecinin başarıyla kazandırılabilirdiğini belirtmişlerdir. Bu etkinliklerle bilgi işlemsel düşünme, algoritma, soyutlama, hata ayıklama, binary (ikili) sayı sistemi, koşul cümleleri, döngüler ve fonksiyonlar gibi çeşitli içeriklerin öğretilmesi mümkün olmaktadır (Gülbahar, 2020). Bilge Kunduz Uluslararası Enformatik ve Bilgi İşlemsel Düşünme Etkinliği bilgi işlemsel düşünmeyi öğretmektedir.

Özellikle son yıllarda bilgi işlemsel düşünme becerisinin ilerletilmesi için içerisinde teknolojiyi barındıran çeşitli oyuncaklar üretilmiştir. Sıkça kullanılan bu oyuncaklara Scratch, ScratchJr, Alice, KODU Game Lb, yapı blokları, programlanabilir evcil hayvanlar ya da led ışıklı entegre devrelerin olduğu yapılar örnek olarak verilebilir.

Brennon ve Resnick (2012) littleBits yapı seti oyuncağının bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarında bulunan sıralama, paralellik ve olaylar (bilgi işlemsel kavramlar), tekrar, hata ayıklama ve test etme (bilgi işlemsel uygulamalar) ve ilişki kurabilme, sorgulama ve ifade etme (bilgi işlemsel perspektifler) boyutlarının tamamını destekleyebileceğini ifade etmişlerdir. Ayrıca Lin ve Shaer (2016) littleBits yapı setini kullanarak Güney Afrika’da 3.sınıf düzeyinden 31 öğrenen ile bir çalışma gerçekleştirmişlerdir. Yapı setinin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme boyutlarını öğrenmesine yönelik olumlu etkiler bıraktığı tespit edilmiştir.

Bilgisayarsız öğretim uygulamaları yöntemiyle de bilgi işlemsel düşünme öğretimi yapılabilmektedir. Bilgisayar ve teknolojik ortamlar olmadan etkinlikler aracılığıyla bilgi işlemsel düşünme becerileri öğretilmektedir (Gülbahar, 2020). Oyuncaklar soyut nesnelerdir ve farklı konularda (etkin katılım, iş birlikli öğrenme, keşfetme ve yansıtma gibi) fayda sağlayarak bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenilmesini destekleyecek araçlardır (Gülbahar, 2020). Disiplinler arası etkinliklerle müzik, matematik, fen ve teknoloji ve biyoloji gibi birçok derste bilgi işlemsel düşünme becerisi kazandırabilmektedir (Khuri, 2008; Hambruch, Hoffman, Korb ve Haugan, 2009; Hsi ve Eisenberg, 2012; Peng, 2012).

Somut Kullanıcı Arayüzleri (SKA) özellikle küçük çocuklar için yansıtma, keşfetme, işbirliğini öğrenme ve aktif katılım gösterme gibi konularda yarar sağlamaktadır. Dolayısıyla bilgi işlemsel düşünme konusundaki öğrenmelerinin SKA araçlarıyla geliştirilebileceği ileri sürülmektedir (Antle ve Wise, 2013; Turchi ve Malizia, 2016).

3.4. Veri Toplama Araçları

Verilerin detaylı olarak kodlanmasını sağlamak için ilk olarak Meta-Analiz Kodlama Formu (EK-1) oluşturulmuştur. Formun oluşturulma sürecinde alan yazındaki meta-analiz kodlama formları (Lein, 2016; Özdemir, 2020) da incelenerek bu formlardan yararlanılmıştır. Form oluşturulurken kodlanan çalışmayı tanımlayan nitelikte olması amacıyla çalışmanın numarası, çalışmanın yazarı/yazarları, çalışmanın yılı, örneklem sayısı, grup türleri, temalar ve analiz yöntemi bilgilerinin olmasına dikkat edilmiştir. Ayrıca formda meta-analizde kullanılacak bilgilerin ve çalışma ile ilgili tüm detayların ayrıntılı olarak yer aldığı bir tablo bulunmaktadır. Tabloda deney ve kontrol gruplarına ait örneklem sayısı (n), grup ortalaması ($\bar{X}$), standart sapma (S), t değeri (t testi için), F testi (ANOVA F değeri/oranı), korelasyon katsayısı (r) ve istatistiksel anlamlılık değerlerinin (p) yazılacağı boşluklara yer verilmiştir. Meta-analize dâhil edilme kriterlerine uygun nitelikte olan çalışmaların verileri Meta-Analiz Kodlama Formu' na ayrı ayrı işlenmiştir.

Meta-Analiz Kodlama Formu' nun her çalışma için ayrı ayrı doldurulmasından sonra bir Excel dosyası açılmış ve bu formdan elde edilen veriler Excel dosyasına işlenmiştir. Ayrıca çalışmanın yayın türü, öğrenim kademesi, uygulandığı ülke ve uygulama süresi bilgileri de bu Excel dosyasına eklenmiştir. Meta-analiz için gerekli olan örneklem büyüklüğü, ortalama ve standart sapma değerleri eksik veya bu değerlere sahip olmayan çalışmalar araştırmaya dâhil edilmemiştir.

3.5. Dâhil Edilme Kriterleri

Meta-analiz yönteminin kullanıldığı araştırmalarda ortalama etki büyüklüğü değerini elde edebilmek için etki büyüklükleri hesaplanacak olan çalışmaların seçilmesinde dâhil edilme kriterleri önceden belirlenmelidir. Araştırma konusuna uygun alan yazın taraması sonucunda ulaşılan çalışmaların hepsinin meta-analize dâhil edilmesi eksik ya da hatalı sonuçların oluşmasına ihtimal verebilir (Kaya (2021). Meta-analiz araştırmalarına katılacak çalışmaların araştırma sınırları dâhilinde ve gerekli olan istatistiksel bilgilerin yer almasına son derece dikkat edilmelidir (Lipsey ve Wilson, 2001; Springer, Stanne ve Dono-van, 1999; Wolf, 1986). Bu nedenle meta-analize dâhil edilecek çalışmalar araştırmacı tarafından

belirlenmiş kriterlere uygun şekilde seçilmelidir (Kablan, Topan ve Erkan, 2013). Bu meta-analiz çalışması kapsamında dâhil edilecek çalışmaların kriterleri aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

- Çalışmanın anahtar kelimeler kısmında ve başlığında “computational thinking veya “bilgi işlemsel düşünme, bilgisayarca düşünme, hesaplamalı düşünme ya da komputasyonel düşünme” kavramlarından birinin bulunmuş olması gerekmektedir.
- Araştırmanın amacına uygun olarak çalışmaların içeriğinde bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmış olması gerekmektedir. Araştırma sonucunda tema olarak bilgi işlemsel düşünme becerisine ya da problem çözme becerilerine etkisini içeren çalışmalar dâhil edilmiştir.
- Wing 2006 yılında bilgi işlemsel düşünme kavramını genişleterek bu kavramın öncüsü olmuştur (Ceylan, 2020). Bu sebeple 2013 yılından itibaren ve 2021 yılının sonuna kadar yapılan çalışmalar araştırmaya dâhil edilmiştir.
- Araştırmada Türkiye’de ve yurt dışında yapılan çalışmalar yer almıştır.
- Türkçe ve İngilizce dillerinde yapılmış çalışmalar seçilmiştir.
- Araştırma bilimsel makale, yüksek lisans ve doktora tezlerinden oluşan çalışmalardan oluşmaktadır.
- Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların normal dağılım göstermesine dikkat edilmiştir.
- Araştırmalarda geçerliği ve güvenirliği geçerli olan ölçme araçlarının kullanılmış olmasına dikkat edilmiştir.
- Met-analiz için deney ve kontrol gruplu deneysel çalışmalar tercih edilmiştir. Yarı deneysel ya da tam deneysel çalışmalardan etki büyüklüğünü hesaplayabilmek için içerisinde örneklem büyüklüğü, grup ortalaması ve standart sapmaların bulunduğu çalışmalar tercih edilmiştir.
- Meta-analize dâhil edilecek araştırmaların grup türüne göre örneklem büyüklüğü açık ve net bir şekilde verilmiş olmalıdır.

3.6. Hariç Tutulma Kriterleri

Meta-analiz yönteminin kullanıldığı araştırmalarda dâhil edilme kriterlerinin yanında analize dâhil edilmemesi gereken çalışmalar da bulunmaktadır. Meta-analizde araştırma konusuna uygun anahtar kelimelerle alan yazın taransa da ulaşılan her çalışma meta-analiz

için uygun olmayabilir (Bilgiç, 2021). Hariç tutulma kriterleri araştırmanın amacına uygun ölçütler dâhilinde belirlenmeli ve bu tür çalışmaların meta-analize neden dâhil edilemeyeceği belirtilmelidir (Whitehead, 2002). Bu meta-analiz çalışması kapsamında hariç tutulan çalışmaların kriterleri aşağıda maddeler halinde açıklanmıştır:

- Nitel araştırma yönteminin kullanıldığı çalışmalar,
- Tam metnine ulaşamayan çalışmalar,
- Deney ve kontrol gruplarının son test puanlarının net bir şekilde verilmediği çalışmalar,
- Aynı verileri tekrarlamamak için araştırmada kullanılan tezlerin yayınlanmış makaleleri,
- Araştırmada kullanılacak gerekli istatistiksel veriler bulunmuyorsa ya da belirlenen araştırma kriterlerine uymayan çalışmalar meta-analize dâhil edilmez (Dinçer, 2014). Araştırma için gerekli olan istatistiksel bilgileri (örneklem sayısı, ortalama, standart sapma gibi) içermeyen, bilgi işlemsel düşünme yönteminin bilgi işlemsel düşünmeye ya da problem çözmeye etkisini deneysel ya da yarı deneysel yöntemle ele almamış araştırmalar hariç tutulmuştur.

3.7. Çalışmaların Kodlanması

Çalışmaların kodlanması Meta-Analiz Kodlama Formu ile yapılmıştır. Bu form alan yazın taraması sonucu araştırmacı tarafından oluşturulmuştur. Çalışmalar detaylı ve dikkatli bir şekilde kodlanmıştır. Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaların etki büyüklüklerini ortaya koyabilmek amacıyla çalışmaların yazar adı, yayın yılı, yayın türü, teması, ön ve son test bulguları, deney ve kontrol grupları için örneklem büyüklükleri, standart sapma ve aritmetik ortalama değerleri, uygulama süresi, hangi ülkede yapıldığı ve gerçekleştirildiği öğrenim seviyesi gibi veriler hem forma hem de Microsoft Excel programına işlenmiştir. Kodlanan çalışmalar Matematik Eğitimi Anabilim Dalında görev yapan bir öğretim üyesi tarafından da kodlanmış ve güvenirlik incelenmiştir. Son durumda iki araştırmacı arasındaki güvenirlik %100 olarak hesaplanmıştır.

3.8. Meta-Analize Dâhil Edilen Çalışmalar

Araştırmaya dâhil edilme kriterleri sonucunda bilgi işlemsel düşünmeye etki temasında 32, problem çözmeye etki temasında 9 çalışma meta-analize dâhil edilmiştir. Bazı çalışmalar bilgi işlemsel düşünme becerisi etki büyüklükleri bakımından birden fazla kullanıldığından etki büyüklükleri dikkate alındığında çalışma sayısı bilgi işlemsel düşünme teması için 39'a yükselmiştir. Dâhil edilen çalışmaların örneklem büyüklükleri, son test puanları, standart sapmaları ve etki değerleri ayrıntılı olarak raporlanmıştır. Meta-analizde kullanılan çalışmaların yayın türüne göre dağılımı Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Meta-analizde kullanılan çalışmaların yayın türüne göre dağılımı

Çalışmaların Yayın Türü	Tema	Çalışma Sayısı	Yüzde (%)
Makale	Bilgi işlemsel düşünmeye etki	26	% 63,34
	Problem çözmeye etki	8	% 19,51
Tez	Bilgi işlemsel düşünmeye etki	6	% 14,63
	Problem çözmeye etki	1	% 2,43
Toplam		41	%100

Tablo 3.2 incelendiğinde bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini inceleyen 32 çalışmadan 26 (%63,34) çalışmanın makale türünde, 6 çalışmanın (%14,63) ise tez türünde olduğu görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrencilerin problem çözme becerilerine etkisini inceleyen 9 çalışmadan 8 (%19,51) çalışmanın makale türünde, 1 çalışmanın (%2,43) ise tez türünde olduğu görülmektedir. Meta-analize dâhil edilen bu çalışmaların özellikleri Tablo 3.3 ve Tablo 3.4 'de verilmiştir.

Tablo 3.3: (devam ediyor) Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisini içeren çalışmaların özellikleri

No	Yazar Adı	Yayın Yılı	Yayın Türü	Örneklem Büyüklüğü	Öğrenim Seviyesi	Uygulama Süresi
1	Danial Hooshyar, Liina Malva, Yeongwook Yang, Margus Pedaste, Minhong Wang ve Heuiseok Lim	2021	Makale	78	İlkokul	
2	Meng-Chuan Tsai- Chai-Wen Tsai	2017	Makale	187	Yükseköğretim	16 hafta
3	Mustafa Serkan Günbatar	2020	Makale	506	Ortaokul	
4	Jungah Kim, Minwoo Oh ve Jonghoon Kim	2020	Makale	47	İlkokul	6 gün

5	Hatice Durak Yıldız	2018	Makale	110	Ortaokul	8 hafta
6	Eyüp Yünkül, Gürhan Durak, Serkan Çankaya ve Zeynel Abidin Mısırlı	2017	Makale	69	Ortaokul	1 dönem
7	Ting – Ting Wu ve Jian – Ming Chen	2021	Makale	39	Lise	10 hafta
8	Danial Hooshyar, Margus Pedaste, Yeongwook Yang, Liina Malva, Gwo-Jen Hwang, Minhong Wang, Heuiseok Lim ve Dejan Delev	2021	Makale	79	İlkokul	
9	Xuemin Gao ve Khe Foon Hew	2021	Makale	247	İlkokul	
10	Lihui Sun, Linlin Hu ve Danhua Zhou	2021	Makale	158	Ortaokul	5 ay
11	Danial Hooshyar	2021	Makale	70	İlkokul	
12	Xuefin Lin, Yanghui Ma, Weifen Ma, Yang Liu ve Wei Tang	2021	Makale	84	Yükseköğretim	16 hafta
13	Mahmure Kaya, Özgen Korkmaz ve Recep Çakır	2020	Makale	51	Ortaokul	1 dönem
14	Ali Oluk, Özgen Korkmaz ve Hayriye Ayşe Oluk	2018	Makale	62	Ortaokul	6 hafta
15	José Antonio Rodríguez-Martínez, José Antonio González-Calero ve José Manuel Sáez-López	2020	Makale	47	İlkokul	5sa(oturum)
16	Isaac M. Matere, Cathy Weng, Melese Astatke, Chih-Hsien Hsia ve Chen-Guo Fan	2021	Makale	64	İlkokul	6 hafta
17	SooJin Jun, SeonKwan Han ve SooHwan Kim	2016	Makale	87	İlkokul	15 saat
18	Nicole M. Hutchins, Gautam Biswas, Miklós Maróti, Ákos Lédeczi, Shuchi Grover, Rachel Wolf, Kristen Pilner Blair, Doris Chin, Luke Conlin, Satabdi Basu ve Kevin McElhaney	2019	Makale	174	Lise	1 dönem
19	Merve Arık ve Mustafa Sami Topçu	2021	Makale	62	Ortaokul	3 hafta
20	Mustafa Sarıtepeci	2020	Makale	119	Lise	14 hafta
21	Xuefeng Wei, Lin Lin, Nanxi Meng, Wei Tan, Siu-Cheung Kong ve Kinshuk	2021	Makale	171	İlkokul	1 dönem
22	Relkin, Ruiter ve Bers	2021	Makale	342	İlkokul	7 hafta
23	Relkin, Ruiter ve Bers	2021	Makale	506	İlkokul	7 hafta
24	Javier del Olmo-Munoz, Ramon Cozar-Gutierrez ve Jose Antonio Gonzales-Calero	2020	Makale	84	İlkokul	8 hafta
25	Craig Jenkins	2018	Tez	27	Ortaokul	1 dönem
26	Satabdi Basu	2016	Tez	98	Ortaokul	3 hafta
27	Garret Walliman	2015	Tez	363	Lise ve Yükseköğretim	1 dönem

28	Wendye Dianne Mingo	2013	Tez	276	18-52 pc okuryazarlığı kursu öğrencisi	1 dönem
29	Lance P. Rhodes	2021	Tez	140	K-12 öğrenenleri	5 hafta
30	Charinthorn Aumgri ve Paitoon Pimdee	2021	Makale	80	Yükseköğretim	4 hafta
31	Lihui Sun, Linlin Hu ve Danhua Zhou	2021	Makale	93	Ortaokul	8 hafta
32	Ting-Chia Hsu ve Yi-Sian Liang	2021	Makale	48	İlkokul	10 hafta
33	Yen-Cheng Chen, Pei-Ling Tsui ve Ching-Sung Lee	2021	Makale	75	Yükseköğretim	10 hafta
34	İlayda Kılıç	2021	Tez	65	Ortaokul	5 hafta

Tablo 3.4: Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisini içeren çalışmaların özellikleri

No	Yazar Adı	Yayın Yılı	Yayın Türü	Örneklem Büyüklüğü	Öğrenim Seviyesi	Uygulama Süresi
1	Hatice Durak Yıldız	2018	Makale	110	Ortaokul	8 hafta
2	Xuemin Gao ve Khe Foon Hew	2021	Makale	247	İlkokul	5 hafta
3	Xuefin Lin, Yanghui Ma, Weifen Ma, Yang Liu ve Wei Tang	2021	Makale	84	Yükseköğretim	16 hafta
4	Mahmure Kaya, Özgen Korkmaz ve Recep Çakır	2020	Makale	51	Ortaokul	1 dönem
5	Mustafa Saritepeci	2020	Makale	119	Lise	14 hafta
6	Woonhee Sung, Junghyun Ahn ve John B. Black	2017	Makale	33	Okulöncesi ilkokul	5 saat-5 oturum
7	Hongliang Ma, Mei Zhao, Huixin Wang, Xinqi Wan, Terence W. Cavanaugh ve Ji Liu	2021	Makale	63	İlkokul	14 hafta
8	William A. Booth	2013	Tez	49	Yükseköğretim	1 dönem
9	Xing Li, Kui Xie, Vanessa Vongkulluksn, David Stein ve Yi Zhang	2021	Makale	46	İlkokul	15 hafta

3.9. Verilerin Analizi

Bu araştırmada, verilerin analizinde R (sürüm 4.2.0) (R Core Team, 2020) ve metafor paketi (versiyon 3.4.0) (Viechtbauer, 2010) kullanılarak çalışmaların etki büyüklükleri belirlenmiştir. Son zamanlarda Türkiye'de ve dünyada hızla yaygınlaşmaya başlayan R programlama dili analizler için birçok işlevde kullanılmaktadır. Bu programlama dili açık kaynak kodlu ve ücretsizdir (Satman, 2018). Dünyada bu dilin kullanımı gittikçe arttığından ve araştırmacılara çeşitli faydalar sağladığından (Orçanlı, 2019) verilerin analizinde tercih edilmektedir. Analiz, standartlaştırılmış ortalama fark (standardized mean difference)

kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırmada aynı evrenden seçilen makale ve tezler olmadığı için veriler üzerinde rastgele etkiler modeli (random-effect models) kullanılmıştır. Çalışmaların bireysel ve genel etki büyüklükleri “Hedges’s g” etki büyüklüğü değerine bakılarak belirlenmiştir.

Dâhil edilme kriterlerine uygun seçilmiş çalışmaların gerekli verileri Microsoft Excel programına işlenerek meta-analize hazırlanmıştır. R programı aracılığıyla elde edilen etki büyüklüğünün heterojenlik miktarı (yani, τ^2), sınırlı maksimum olabilirlik tahmincisi (restricted maximum-likelihood estimator) kullanılarak tahmin edilmiştir (Viechtbauer, 2005). τ^2 tahminine ek olarak, heterojenlik için Q testi (Cochran, 1954) ve I^2 istatistiği (Higgins ve Thompson, 2002) rapor edilmiştir. Herhangi bir miktarda heterojenlik tespit edilmesi durumunda (yani, Q testinin sonuçlarından bağımsız olarak $\tau^2 > 0$), sonuçlar için bir tahmin aralığı da sağlanmaktadır (Riley vd., 2011). Meta-analize dâhil edilen çalışmaların yayın yanlılığını belirlemek amacıyla huni grafiği (funnel plot) kullanılmıştır. Sıra korelasyon testi (Begg ve Mazumdar, 1994) ve regresyon testi (Sterne ve Egger, 2005), tahmin edici olarak gözlemlenen sonuçların standart hatasını kullanarak huni grafiği asimetrisini (funnel plot asymmetry) kontrol etmek için kullanılır. Yayın yanlılığının belirlenmesinde huni grafiğinin sadece görsel olarak yorumlanmasından dolayı sezgiseldir ve tek başına yeterli değildir (Yıldırım, 2021). Bu bağlamda huni grafiğinin yanında Egger’in doğrusal regresyon yöntemi, Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu, Duval ve Tweedie’nin Kes ve Ekle yöntemi, Rosenthal’in Güvenli N Yöntemi ve Orwin’in güvenli N Yöntemi test verilerinden de yararlanılmıştır. Bu araştırmada etki büyüklüklerini karşılaştırabilmek ve yorumlayabilmek için Tablo 3.5’te yer alan Thalheimer ve Cook (2002)’un yaptıkları sınıflandırma kullanılmıştır.

Tablo 3.5: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması (Thalheimer ve Cook, 2002)

Etki Büyüklüğü Aralığı	Etki Büyüklüğü Sınıflandırması
$-0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,15$	Önemsiz (Negligible)
$0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,40$	Küçük (Small)
$0,40 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,75$	Orta (Medium)
$0,75 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,10$	Büyük (Large)
$1,10 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,45$	Çok geniş (Very Large)
$1,45 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < \dots$	Mükemmel (Huge)

Ayrıca araştırmada heterojenlik düzeyinin belirlenebilmesi için Tablo 3.6’da yer alan Higgins ve Thompson (2002)’ nin yaptığı sınıflandırma kullanılmıştır.

Tablo 3.6: Çalışmaların I^2 testine göre heterojenlik düzeyinin sınıflandırılması (Higgins ve Thompson, 2002)

Düzye	Heterojenlik düzeyi
$\% 25 \leq I^2 < \%50$	Düşük düzey
$\%50 \leq I^2 < \%75$	Orta düzey
$\%75 \leq I^2 < \dots$	Yüksek düzey

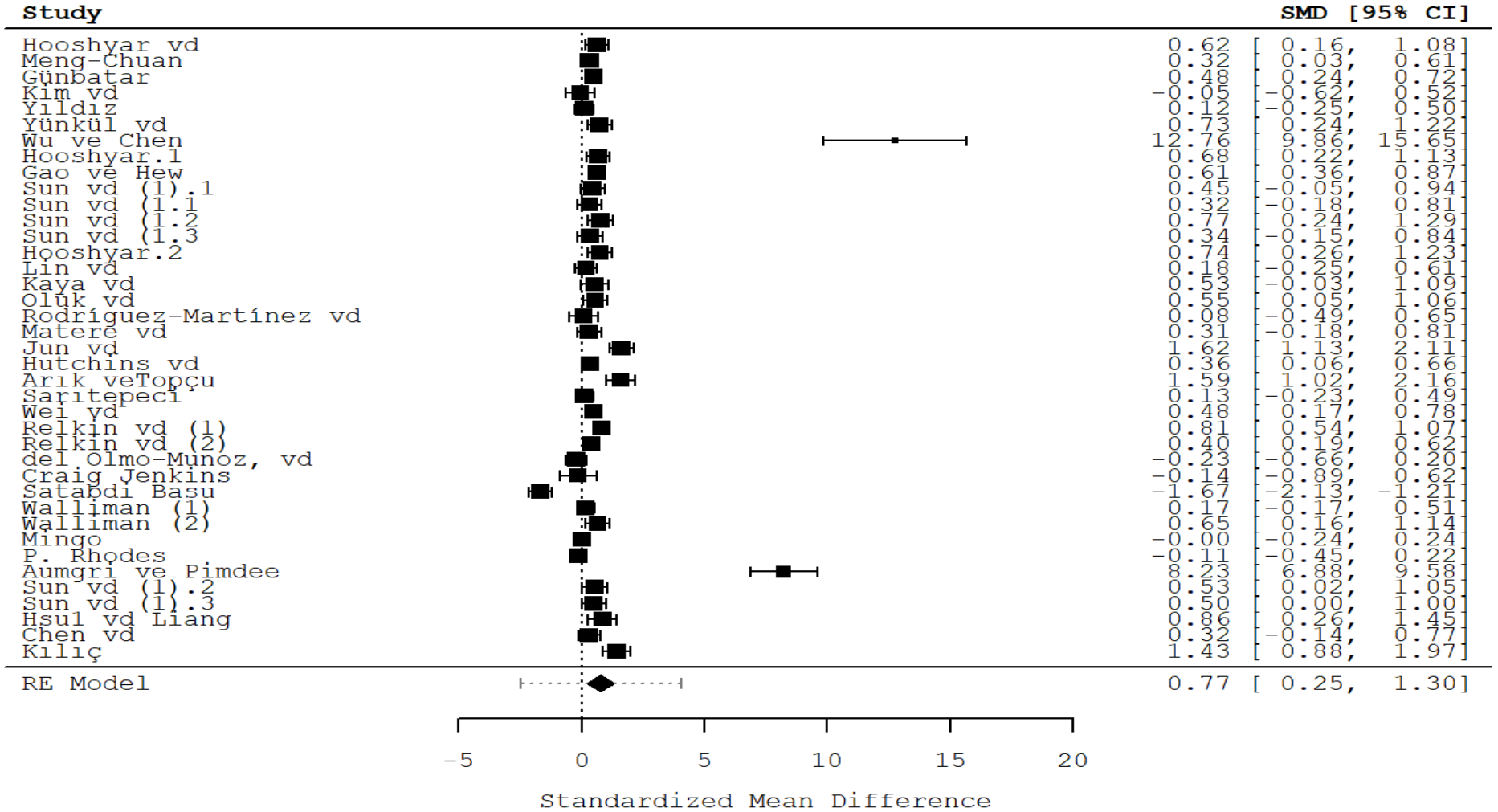
Tablo 3.6’da yer alan I^2 indeksi yüzde olarak ifade edilir. Birçok ölçekte yüzde olarak ifade edildiği için de aralık olarak 0 ile %100 arasında görülür. I^2 testi sonucuna göre, %100’e ne kadar yakınsa heterojenlik çok büyük, ne kadar sıfıra yakınsa heterojenlik küçük şeklinde değerlendirilir (Erdoğan ve Kanık, 2011). Bu değer %100’e ulaşamaz (Rücker, Schwarzer, Carpenter, ve Schumacher, 2008) ve %50 nin üzerindeyse heterojenliğin önemli olduğu kabul edilir (Higgins ve Thompson (2002). I^2 değeri için Higgins ve Thompson (2002) üç kategori atamışlardır. %25 düşük düzey, %50 orta düzey ve %75 ise yüksek düzey heterojenliği belirtmektedir.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bu bölümde her bir alt probleme ait bulgular yer almaktadır.

4.1. Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu alt problemde araştırmanın “Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Bilgi işlemsel düşünme becerileri için hangi genel yargıya varılabilir?” alt problemini test etmek amacıyla R (sürüm 4.2.0) (R Core Team, 2020) ve metafor paketine (versiyon 3.4.0) (Viechtbauer, 2010) dahil edilme kriterlerine uygun olan çalışmaların deney ve kontrol gruplarının örneklem sayıları, grupların aritmetik ortalamaları ve standart sapma değerleriyle veri girişi yapılarak genel olarak etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Ayrıca dâhil edilme kriterlerine uygun olan çalışmaların yayın yanlılığı da bakılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yöntemiyle yapılan öğretimin bilgi işlemsel becerilerine etkisini ortaya koyan 32 çalışmadan alınan veriler kullanılarak meta-analiz yapılmıştır. Bir çalışmanın verilerinde birden fazla deney grubu olması nedeniyle altı farklı şekilde ve iki çalışmanın verileri de iki farklı şekilde kullanılmıştır. Bazı çalışmalar bilgi işlemsel düşünme becerileri etki büyüklükleri bakımından birden fazla kullanıldığından etki büyüklükleri dikkate alındığında çalışma sayısı bilgi işlemsel düşünme teması için 39’a yükselmiştir. Çalışmalar için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p=.05$ olarak kabul edilmiştir. Gözlemlenen standartlaştırılmış ortalama farklar -1.6680 ile 12.7552 arasında değişmekte olup, tahminlerin çoğu pozitifdir (85%). Rastgele etkiler modeline dayalı tahmini standartlaştırılmış ortalama fark $\mu^*=0.7747$ (95% Güven aralığı: $0.2501-1.2993$) olarak hesaplanmıştır. Bu nedenle, ortalama sonuç sıfırdan önemli ölçüde farklı bulunmuştur ($z=2.8945$, $p=0.0038$). Q testine göre, sonuçların heterojen olduğu görünmektedir ($Q(38)=396.6081$, $p<0.0001$, $\tau^2=2.6986$, $I^2=98.5059$). Sonuçlar için %95’lik bir tahmin aralığında $-2.4875-2.4875$ ile 4.0369 olarak verilir. Bu nedenle, ortalama sonucun pozitif olduğu tahmin edilse de, bazı çalışmalarda sonuçların negatif olduğu görülmüştür. Rastgele etkiler modeline dayalı olarak gözlemlenen sonuçları ve tahmini gösteren bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisini ortaya koyan çalışmaların meta-analizi sonucu oluşan orman grafiği Şekil 4.1’de verilmiştir.



Şekil 4.1: Bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkiyi inceleyen çalışmalara ait orman grafiği

Şekil 4.1’de bilgi işlemsel düşünme yöntemiyle ilgili çalışmalara ait orman grafiği verilmiştir. Şekil 4.1’de yer alan siyah kareler, her bir çalışmaya ait o çalışmanın etki büyüklüğünü ifade etmektedir. Karelerin yanında yer alan siyah çizgiler, etki büyüklüğü değerinin % 95 güven aralığındaki alt ve üst limitlerini belirtmektedir. Karelerin en altında bulunan elmas şekli ise rastgele etkiler modeline göre genel etki büyüklüğünü göstermektedir. (Dinçer, 2014; Üstün ve Eryılmaz, 2014). Orman grafiği, çalışmaları etki büyüklüğüne göre sınıflandırma analizi ve genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçlarına yönelik bilgiler Tablo 4.1 ve Tablo 4.2’de yer almaktadır.

Tablo 4.1: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması (Thalheimer ve Cook (2002))

Etki Büyüklüğü Aralığı	Etki Büyüklüğü Sınıflandırması	Frekans	Yüzde (%)
$-0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,15$	Önemsiz (Negligible)	8	20,51
$0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,40$	Küçük (Small)	8	20,51
$0,40 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,75$	Orta (Medium)	15	38,46
$0,75 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,10$	Büyük (Large)	3	7,69
$1,10 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,45$	Çok geniş (Very Large)	1	2,56
$1,45 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < \dots$	Mükemmel (Huge)	4	10,25

Çalışmaları daha ayrıntılı sınıflandırabilmek için Thalheimer ve Cook (2002)’un etki büyüklüğü sınıflandırma aralığı kullanılmıştır. Tablo 4.1’de çalışmaların etki büyüklükleri önemsiz, küçük, orta, büyük, çok geniş ve mükemmel olacak şekilde 6 kategoride incelenmiştir. Bu kategorilere göre frekans ve yüzdelik değerler verilmiştir.

Tablo 4.2: Genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçları

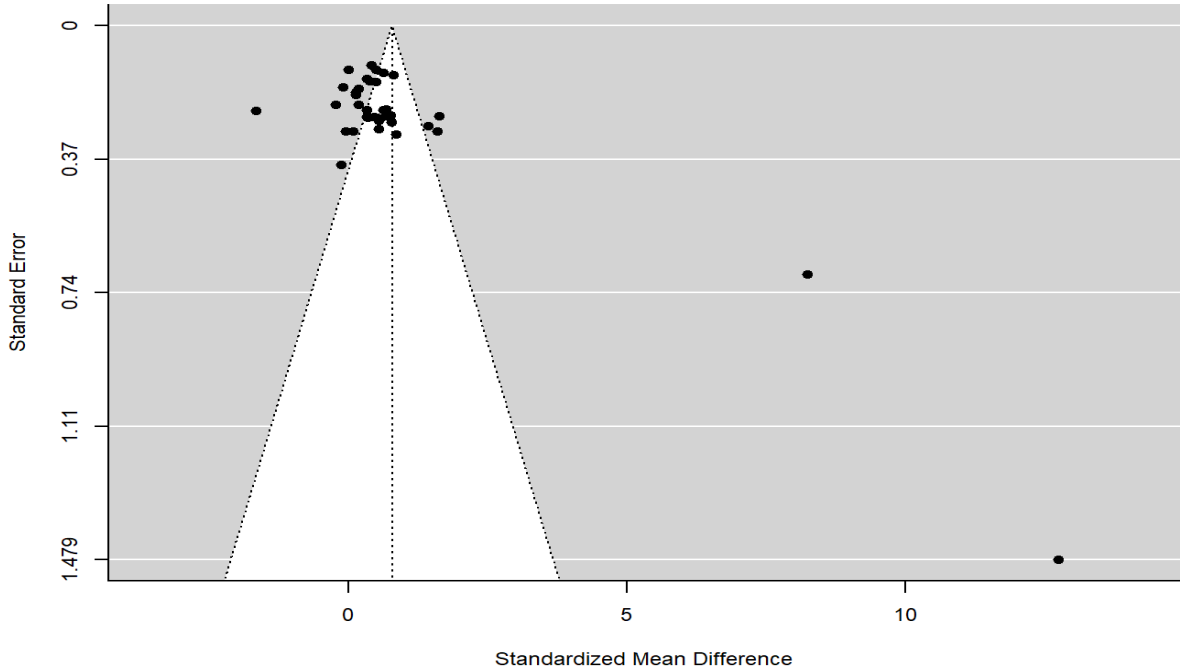
	EB	%95 Güven Aralığı		z	p
		Alt limit	Üst limit		
Rastgele Etkiler Modeli	0,7747	[0.2501;	1.2993]	2,89	< 0,005

Toplam 5143 gözlemin yer aldığı çalışmalarda etki büyüklüğü 0,77 ile büyük düzeydedir olduğu söylenebilir. Akkaya (2018); Bal (2019); Delal (2019); Gündoğdu (2020); (2019); Karaçam Duman (2020); Turan (2019); Uğur (2019); Üzümcü (2019); Yünkül, Durak, Çankaya ve Mısırlı (2017) bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili yaptıkları araştırmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinde artış olduğunu vurgulamışlardır. Buna karşın Atiker (2019);

Çakır (2017) ; Çimentepe (2019); Ergin (2019); Kukul (2018); Paf (2019); Yolcu (2018) yaptıkları araştırma sonucunda bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili yapılan araştırmalarda bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde herhangi bir değişim olmadığı sonucuna varmışlardır. Yecan, Özçınar ve Tanyeri (2017); Tutulmaz (2019); Uğur (2019) ve Gündoğdu (2020) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili yaptıkları araştırmada bilgi işlemsel düşünmenin alt boyutlarından olan algoritmik düşünme becerilerinde artış olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sonuçlar %95 güven aralığında [0.2501; 1.2993] anlamlıdır ($p<0,005$). Ancak mevcut aykırı değerler ve yayın yanlılığından ötürü çalışmaların etki büyüklüğü dikkatli değerlendirilmelidir. Bu alt probleme ilişkin yayın yanlılığı durumunu ortaya koymak amacıyla Funnel Plot (Huni Grafiği), Egger'in doğrusal regresyon yöntemi, Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu, Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi, Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi ve Orwin'in güvenli N Yöntemi kullanılmıştır.

Huni Grafiği (Funnel Plot)

Meta-analizi yapılan çalışmalarda yayın yanlılığı durumunu görsel olarak belirten huni grafiği kullanılmıştır. Yapılan sıra korelasyonu ve regresyon testinde potansiyel bir huni grafiği asimetrisi tespit edilmiştir (sırasıyla $p=0.0392$ ve $p<0.0001$). Bu çerçevede yayın yanlılığı eğilimi rastgele etkiler modeline göre Şekil 4.2'de yer almaktadır.



Şekil 4.2: Yayın yanlılığı için huni grafiği (bilgi işlemsel düşünme teması)

Şekil 4.2’de verilen huni grafiğinde yayın yanlılığı değerlendirilmektedir. Huni grafiği incelendiğinde etki büyüklüklerinin belirlenen sınırlar içinde ortada ve genel etki büyüklüğü etrafında gözle görülebilir bir simetri durumu yer almamaktadır. Huni grafiği üzerinde simetri oluşmaması durumunda, meta-analize dâhil edilen çalışmalarda yayın yanlılığı eğilimi bulunduğu fikri ortaya çıkabilmektedir (Kundakçı, 2021). Bunun için istatistik bir veri elde edilemediğinden dolayı yayın yanlılığını değerlendirmek amacıyla diğer testlere de bakmak gerekmektedir (Uysal, 2021). Yayın yanlılığını belirlemek amacıyla sırasıyla;

- Egger’in Doğrusal Regresyon Yöntemi,
- Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu,
- Duval ve Tweedie’nin Kes ve Ekle Yöntemi,
- Rosenthal’in Güvenli N Yöntemi ve
- Orwin’in Güvenli N Yöntemi testleri yapılmıştır.

Meta-analiz çalışmalarında araştırmanın güvenilirliği ve geçerliği sağlanması ilk olarak meta analize dâhil edilme kriterlerini taşıyan çalışmaların güvenilirliğine bağlıdır. Bu bağlamda öncelikle analizde yer alan çalışmaların güvenilirlik ve geçerliği sağlayıp sağlamadığı araştırılmıştır. Sonuç olarak araştırmaya dâhil edilen çalışmaların çoğunun (Duval ve Tweedie’nin Kes ve Ekse Yöntemi, Rosenthal’in Güvenli N yöntemi, Orwin’in Güvenli N Yöntemi) bu şartı sağladığı görülmüştür. Çeşitli testlerle yayın yanlılığının kontrolünün sağlanması amacıyla birden fazla yöntem uygulanmıştır. Bu meta-analiz araştırmasında asıl yayın yanlılığını ölçen ve aynı zamanda güvenilirliği de tespit eden Rosenthal’in “Güvenli N” yönetiminden yararlanılmıştır. Ayrıca güvenilirliği arttırmak için Orwin’in Güvenli N Yöntemi, Duval Tweedie’nin Kes ve Ekle Yöntemi dikkatli bir şekilde test edilmiştir.

Egger’in Doğrusal Regresyon Yöntemi

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için ilk olarak Egger’in Doğrusal Regresyon Yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Egger’in doğrusal regresyon yöntemi sonuçları Tablo 4.3’ de yer almaktadır.

Tablo 4.3: Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi sonuçları

Sabit	0.7747
Standart Hata	0.2676
%95 Alt Limit	0.2501
%95 Üst Limit	12.993
t	1,6428
sd	38
z	28.945
p	0.0038

Tablo 4.3'de yer alan Egger Regresyon Yöntemi analizi sonuçlarına bakıldığında p değeri .0038 bulunmuştur. p değerinin 0.05'ten küçük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığı reddedilememektedir. Dolayısıyla bu değer huni grafiğindeki dağılımın simetrik olmadığına işaret etmektedir. Ancak Egger'in testi istatistiksel olarak anlamlılık testlerinde bulunan zayıflık durumlarını paylaştığından (Üstün ve Eryılmaz, 2014) diğer yayın yanlılığı testleri de yapılmıştır.

Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için başka bir yöntem de Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analizidir. Bu çerçevede yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları Tablo 4.4'de yer almaktadır.

Tablo 4.4: Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları

Huni Grafiği Asimetrisi için Sıra Korelasyon Testi
Kendall's tau = 0.2308, p = 0.0392

Tablo 4.4 incelendiğinde Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analizi sonuçlarına göre p değeri 0.0392 bulunmuştur. p değeri 0.05'ten küçük çıktığı için huni grafiğinin asimetrik olmadığını reddedilememektedir. Dolayısıyla bu değer huni grafiğindeki dağılımın simetrik olmadığına işaret etmektedir. Bu dağılımın simetriklik durumunu test edebilmek için kullanılan bir diğer yöntem Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle yöntemidir.

Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için diğer bir yöntem olarak Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi sonuçları Tablo 4.5'te yer almaktadır. Tablo 4.5'te Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi kullanılarak ortalamanın sol tarafına eklenecek çalışmalar gösterilmiştir.

Tablo 4.5: Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi sonuçları

	Kırılan Çalışma	EB	95% Güven Aralığı		Q
			Alt limit	Üst limit	
Gözlemlenen Değer	-	0,7747	[0.2501;	1.2993]	396.6081
Düzeltilmiş Değer	0	0,7747	[0.2501;	1.2993]	396.6081

Tablo 4.5'te Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi sonuçlarına göre ortalamanın soluna eklenecek kayıp bir çalışma bulunmamaktadır. Bu sonuç simetrik bir dağılım söz konusu olduğunu ifade etmektedir. Tablo 4.6'da kayıp verilerin ortalamanın sağ tarafına eklenilmesiyle elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 4.6: Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi kırılmış sonuçları

	Kırılan Çalışma	EB	95% Güven Aralığı		Q
			Alt limit	Üst limit	
Gözlemlenen Değer	-	0,7747	[0.2501;	1.2993]	396.6081
Düzeltilmiş Değer	16	1,3882	[0.9230;	1.8535]	2078.5970

Tablo 4.6'da Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi sonucu 39 çalışmaya 16 çalışmanın daha eklenmesiyle huni grafiğinin tam simetrik bir dağılım göstereceğini söylemektedir. Yeniden ortaya konulan etki büyüklüğünün değerinin 1,3882 ve % 95 güven aralığı alt limitinin 0,9239 üst limitinin ise 1,8535 olacağı sonucu ortaya çıkmaktadır. Etki büyüklüğünün Cohen, Manion, ve Morrison (2007)'a göre yüksek bir düzeyde, Thalheimer ve Cook (2002)'un çok büyük bir düzeyde olduğu ve etki büyüklük değerlerinin birbirinden farklı düzeylerde yer aldığı sonucu tespit edilmiştir. Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle

Yöntemine göre yayın yanlılığına neden olacak anlamlı bir farklılık olmadığını göstermektedir.

Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi kullanılmıştır. Bu tür analiz yöntemleri dosya çekmecesi olarak isimlendirilmektedir. Bu yöntemin içeriğinde bazı çalışmaların sonuçlarının henüz yayınlanmadığı veya yayınlanmayabileceği varsayılmaktadır. Analiz bu varsayım üzerine kuruludur. Bu doğrultuda yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi sonuçları Tablo 4.7'de yer almaktadır.

Tablo 4.7: Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi sonuçları

Ortalama Etki Büyüklüğü: 0,4082
Gözlemlenen p değeri: <.0001
Hedef etki değeri: 0.05
Güvenli N: 1599

Tablo 4.7 incelendiğinde yayın yanlılığı analizine ortaya konulan meta-analiz araştırmasının sonucunu geçersiz kabul edecek nötr veya ters yönde etki ettiği sonucu bulunan 1599 çalışmanın daha yapılmasına ihtiyaç duyulmaktadır ($p < .0001$). Meta-analiz araştırmasına bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisinin olmadığı 1599 çalışma daha eklendiği zaman, öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini etkilemediği sonucu elde edilebilir. Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi sonucuna göre araştırmanın yayın yanlılığından etkilenmediğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Bir başka ifadeyle, 39 çalışmanın verisinden oluşan bu meta-analizin bulgularının geçersiz sayılabilmesi için, alan yazında en az 5798 tane eldeki bulgulara zıt değerlere sahip çalışma olması gerekmektedir. Elde edilen bu sonuçlardan yola çıkarak Türkiye'de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerini etkilemesi açısından alan yazına kabul edilir kanıtlar sunduğunun bir göstergesi olarak kabul edilebilir. Ek olarak, Mullen, Muellerleile ve Bryant, (2001) hata koruma oranının değerinin 1'den fazla olması gerektiğini tavsiye etmektedir. N: Hata koruma sayısı, k: meta-analiz kapsamına alınan araştırma sayısı olmak üzere $N/(5k+10)$ formülüyle Rosenthal'in hata

koruma sayısı (fail safe number) elde edilebilmektedir (Kundakçı, 2021). Bu araştırmada $1599/(39 \times 5 + 10)$ şeklinde hesaplanan hata koruma oranı 7,8 bulunmuştur. Dolayısıyla 1'den büyük bir sonuç elde edilmesi yapılan araştırmanın yayın yanlılığından etkilenmediği çıkarımının yapılabilmesini sağlamaktadır.

Orwin'in Güvenli N Yöntemi

Orwin'in Güvenli N Yöntemi kullanılarak meta-analize tabi tutulan çalışmaların istatistiksel olarak anlamlılıklarının analizi yapılabilir. Bu tip analizlere daha önce de vurgulandığı gibi dosya çekmecesini analizleri adı verilmektedir. Orwin yöntemi, ortalama etki büyüklüğünü bir hedef ortalama etki büyüklüğüne düşürmeyi hedefler. Bunun için verilen gözlemlenen sonuçlara eklenmesi gereken ortalama boş sonuçların ortalamasını alan çalışmaların sayısını hesaplamaktadır. Bu kapsamda yayın yanlılığının istatistiksel olarak incelenebilmesi için Orwin'in Güvenli N Yöntemi sonuçları Tablo.4.8'de gösterilmiştir.

Tablo 4.8: Orwin'in Güvenli N Yöntemi sonuçları

Ortalama Etki Büyüklüğü: 0.9347
Hedef etki değeri: 0.0513
Güvenli N: 672

Tablo 4.8 değerlendirildiğinde Orwin'in Güvenli N Yöntemine göre bu meta-analiz araştırması sonucunda elde edilen ortalama etki büyüklüğü 0.9347 olarak, meta-analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı ise 672 olarak bulunmuştur. Meta-analiz sonucuna göre bulunan 0.9347 ortalama etki büyüklüğünün, genel etki büyüklük değerinin önemsiz olarak değerlendirilebilmesi için 672 çalışmanın daha yapılması gerekmektedir. Bir başka ifadeyle 672 çalışmanın daha yapılması durumunda meta-analizin sonucunun 'önemsiz' olacağı görülmektedir. Meta-analize dâhil edilen 39 çalışma Türkiye'de ve yurt dışında bu araştırma sorusuna yönelik yapılmış tüm çalışmalardan (nitel, nicel, kuramsal, karma vb.) dâhil edilme kriterine göre ulaşılabilmiş çalışmaların tamamını kapsamaktadır. Meta-analizi yapılan çalışma (39) sayısına göre bu sayı (672) çok daha fazladır. Böylelikle yapılan meta-analiz sonucunda yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir.

Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi ve Orwin'in Güvenli N Yönteminin hata koruma sayıları değerlendirildiğinde bu meta-analiz araştırmasının güvenilir olduğu sonucuna varılabilir.

Ayrıca çalışmaya dâhil edilen çalışmaların toplamında 5143 kişi üzerinde gerçekleştirilen veriler kullanılmıştır ve çalışma örnekleme sayısı oldukça fazladır. Araştırmada örneklem sayısının fazla olması da analizlerin güvenilirliğini arttıran bir başka öge olarak değerlendirilebilir (Sarı ve Şaşmaz Ören, 2020). Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar için gerçekleştirilen meta-analizin önemli derecede yayın yanlılığından etkilenmediği ifade edilebilir.

Heterojenlik Analizi

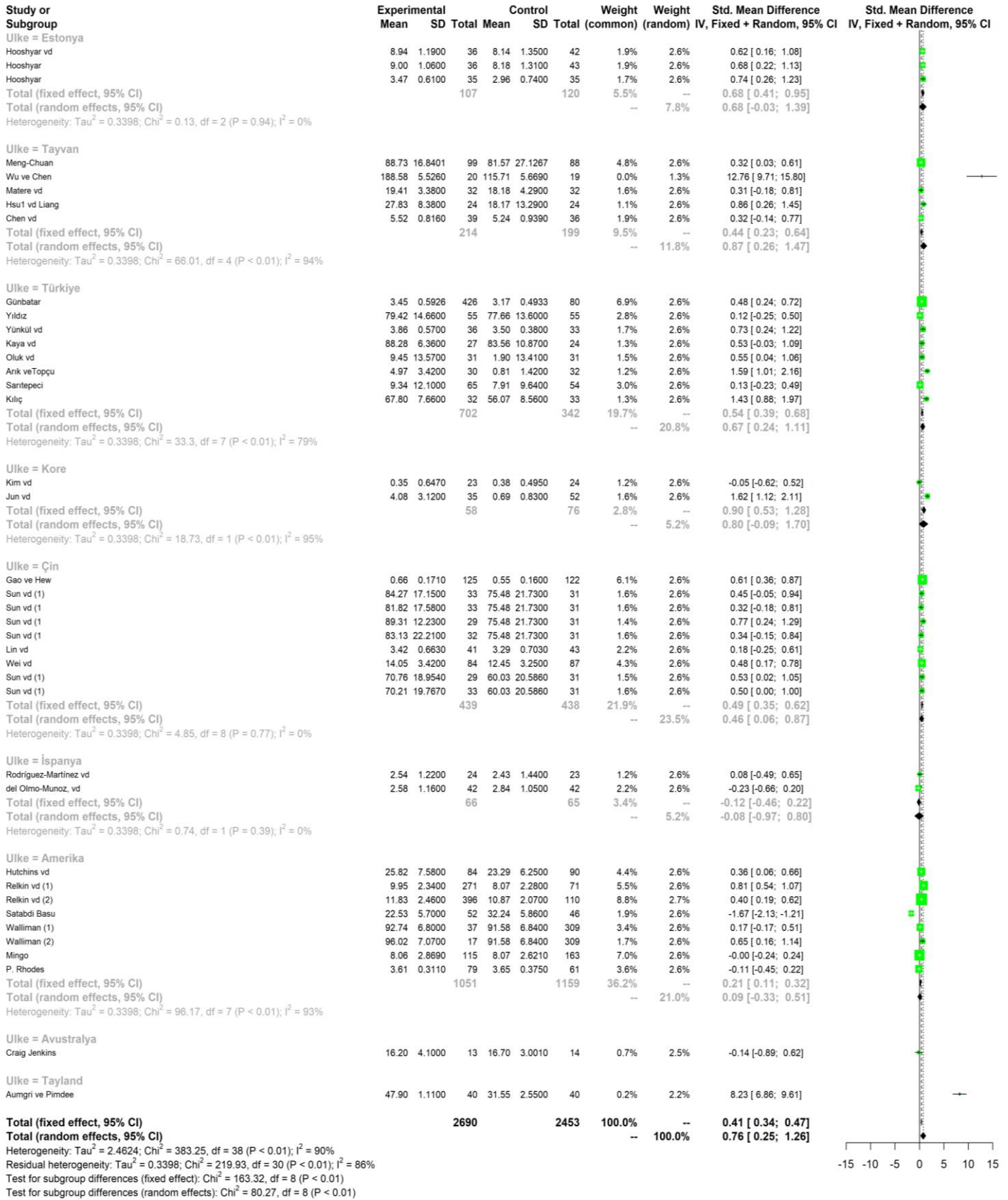
Bu bölümde meta-analiz araştırmasının birinci alt problemi kapsamında dâhil edilen 39 çalışmanın ortak bir etkiyi paylaşma durumlarını ortaya çıkarmak için heterojenlik analizlerini gösteren bilgilere yer verilmiştir. Meta-analizde kullanılan çalışmaların etki büyüklükleri bulunmuş ve ilk olarak heterojenlik testi yapılmıştır. Bu testin sonucuna göre elde edilecek bilgi, genel etkinin hesaplanmasında kullanılacak modelin seçimi için oldukça önemlidir. Test sonucunda p değerinin 0,05’ten küçük olması heterojenlik göstergesidir. Heterojenliğin bir diğer göstergesi ise Q değerinin ki-kare tablosundaki df değerine karşılık gelen değerden büyük olduğu durumda meta-analiz uygulamasının heterojen bir yapıda olmasıdır (Sidekli ve Çetin, 2017). Yani analize dâhil edilen bu bireysel çalışmaların benzer yapıda olmadığını ifade etmektedir. Böyle bir durumda analiz, rastgele etkiler modeli altında yapılmalıdır (Dinçer, 2014). Bu çalışmada veriler üzerinde rastgele etkiler modeli (random-effect models) kullanılmıştır. Heterojenlik miktarı (yani, τ^2), sınırlı maksimum olabilirlik tahmincisi (restricted maximum-likelihood estimator) kullanılarak tahmin edilmiştir (Viechtbauer, 2005). τ^2 tahminine ek olarak, heterojenlik için Q testi (Cochran, 1954) ve I^2 istatistiği (Higgins ve Thompson, 2002) rapor edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışmaların tamamı ortak bir etkiyi paylaşmamaktadır. Q-istatistiğinde hesaplanan değer $Q=396.6081$ ($p<0.0001$) olarak bulunmuştur. χ^2 tablosunda % 95 anlamlılık düzeyi ve 38 serbestlik derecesi ile χ^2 kritik değeri 55.758’dir. Q-istatistik değeri ($Q=396.6081$) 38 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımının kritik değerini ($\chi^2_{0,95} = 55.758$) aştığı için etki büyüklüklerinin dağılımında homojenliğin olmadığı görülmüştür.

Heterojenliğin düzeyini belirlemek için kullanılan bir diğer seçenek de I^2 istatistik değeridir. Bu değer $I^2=98.5059$ olarak hesaplanmıştır. Higgins ve Thompson (2002), I^2 testinin heterojenlik düzeylerini %25 düşük düzey, %50 orta düzey ve %75 ise yüksek düzey olarak

sınıflandırmışlardır. Buna göre $I^2=98.5059$ değeri ile etki büyüklükleri dağılımı yüksek düzeyde heterojenlik içermektedir.

4.2. İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre olumlu etki göstermekte midir? Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullandığı ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların farklı ülkelerde yapıldığı görülmüştür. Bu sebeple çalışmaların etki büyüklüklerinin ülkelere göre değişip değişmediği test edilmek istenmiştir. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmalar çalışmanın yapıldığı ülkeye göre kodlanmış ve ardından ülkelere göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı ülkelere göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplamıştır. Ayrıca Türkiye ve yurt dışı olarak çalışmaların genel etki büyüklüğüne de bakılmıştır. Çalışmaların yayın türlerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla şekil 4.3 ve Tablo 4.9’ da verilmiştir.



Şekil 4.3: Bilgi işlemsel düşünmenin ülkelere göre orman grafiği

Şekil 4.3'te yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve ülke alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Şekil 4.9'da Türkiye'de, Estonya'da, Kore'de, Tayvan'da, Çin'de, İspanya'da ve Amerika'da yapılmış yayınlar alt gruplar halinde gösterilmiştir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.9: Ükelere göre etki büyüklükleri

Ülkeler	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Estonya	3	0.6790	[-0.0333;	1.3914]	0.3398
Tayvan	5	0.8683	[0.2625;	1.4742]	0.3398
Türkiye	8	0.6728	[0.2369;	1.1088]	0.3398
Kore	2	0.8049	[-0.0867;	1.6965]	0.3398
Çin	9	0.4646	[0.0550;	0.8741]	0.3398
İspanya	2	-0.0830	[-0.9656;	0.7995]	0.3398
Amerika	8	0.0888	[-0.3326;	0.5102]	0.3398
Avustralya	1	-0.1358	[-1.5057;	1.2342]	0.3398
Tayland	1	8.2338	[6.4435;	10.0241]	0.3398

Tablo 4.9'da yer alan bilgiler ülkelere göre oluşturulan alt grupların etki büyüklüklerini görülmektedir. 8 farklı çalışmanın yer aldığı Türkiye'den yapılan yayınların etkisinin orta düzeyde (0,67) 9 çalışmanın yer aldığı Çin'den yapılan yayınların etkisinin orta düzeyde (0,46), Amerika'dan yapılan 2 yayının etki büyüklüğünün ise önemsiz düzeyde (0,88) olduğu anlaşılmaktadır. Etki büyüklükleri bakımından Tayland'da yapılan yayının (8.23) gibi büyük bir sonuç çıkmasından dolayı aykırı bir değer sergilediği anlaşılmaktadır. Ayrıca ülkelerin genelinde orta düzeyin üzerinde (standartlaştırılmış ortalama farkı>0,40) pozitif etki büyüklüğü görülmüştür. Ancak İspanya (-0.08) ve Avustralya'da (-0.13) negatif ve önemsiz düzeyde, Amerika'da ise pozitif ve önemsiz düzeyde etki tespit edilmiştir.

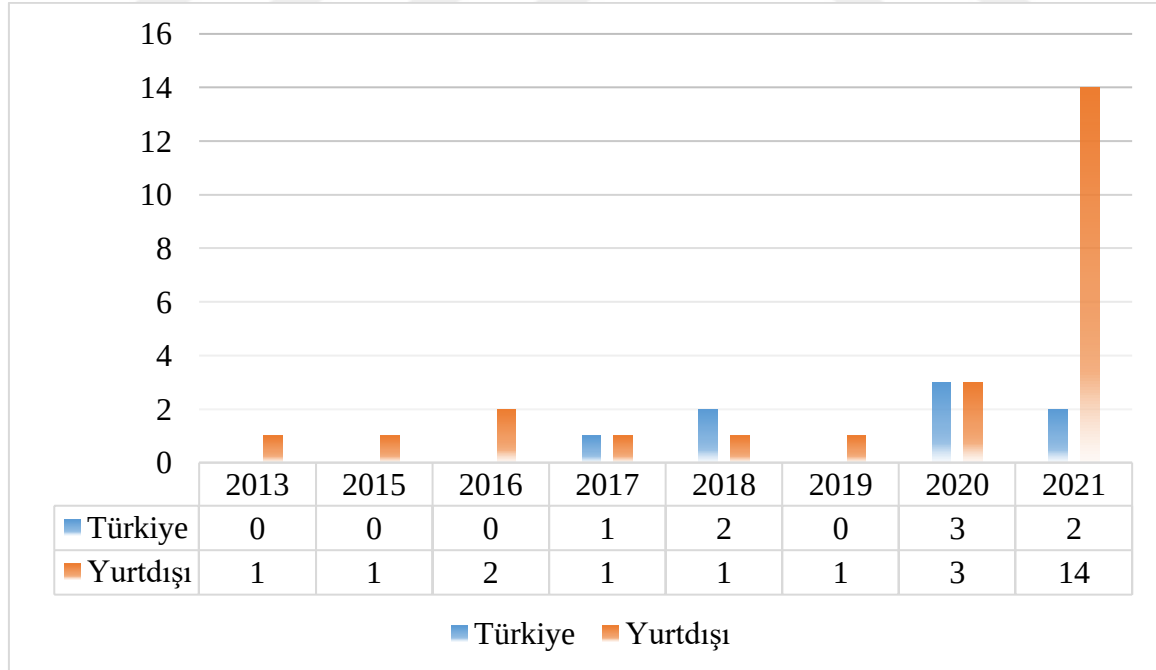
Tablo 4.10: Ükelere göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	80.27	8	0.0001
Grup içi	219.93	30	0.0001

Tablo 4.10'a göre hem gruplar arası fark hem de grup içi fark anlamlıdır. Bu bulgu Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmasının öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelendiği çalışmalarda grupların gruplar arasında ve gruplar içinde anlamlı fark oluşturduğunu göstermektedir. Grupların kendi içinde farklılaşmasının en büyük sebeplerinden biri verideki aykırı değerlere sahip çalışmalardır.

4.3. Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

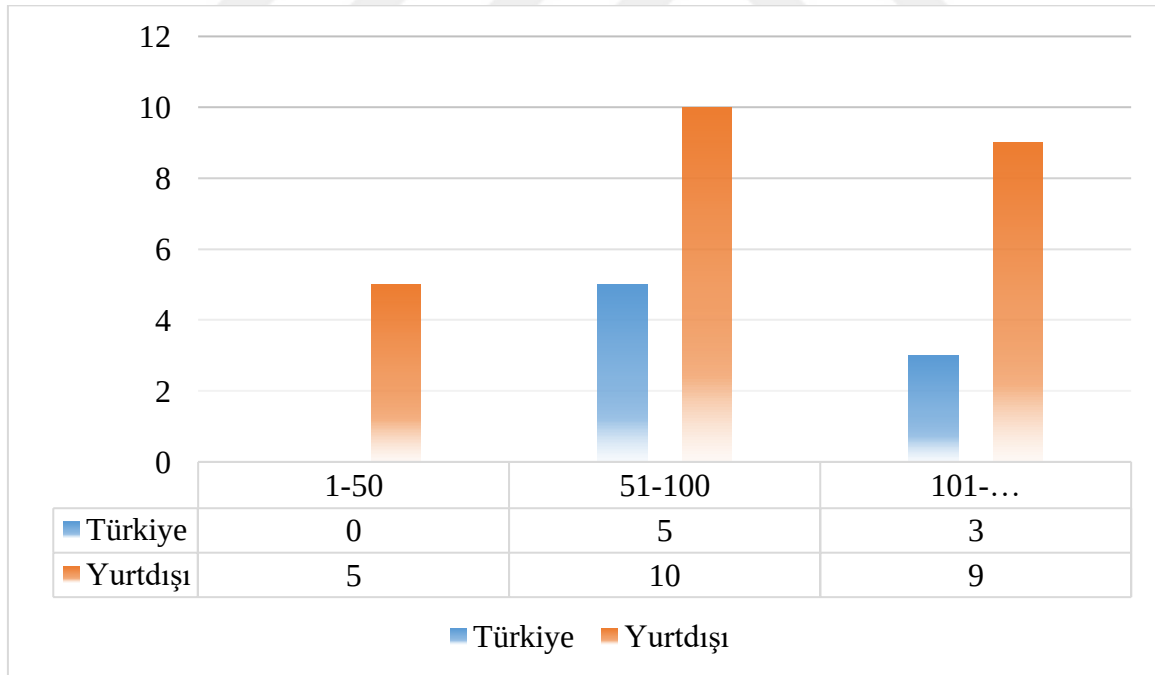
Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, sınıf düzeyi) göre dağılımı nasıldır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bağımsız değişkenler tek tek incelenmiş ve değişkenlerin dağılımı aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yıllara göre dağılımı Şekil 4.4’de verilmiştir.



Şekil 4.4: Bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yapıldığı yıllar

Şekil 4.4 incelendiğinde 2013 ve 2015 yıllarında Türkiye’de yapılmış çalışmaya rastlanılamamış, yurt dışında ise 1 çalışmaya rastlanılmıştır. 2016 yılında ise yurt dışında

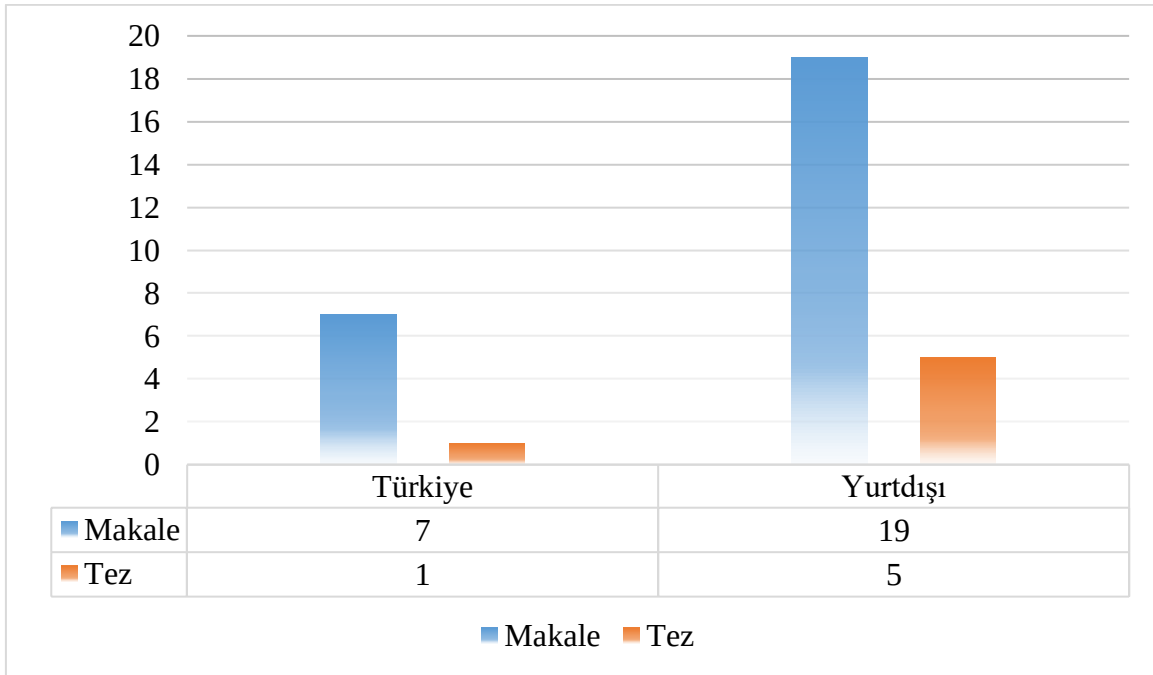
yapılan çalışma sayısı 1 adet artmıştır. 2017 yılında araştırmanın amacına uygun Türkiye’de ve yurt dışında birer çalışma; 2018 yılında Türkiye’de 2, yurt dışında 1 çalışma; 2019 yılında sadece yurt dışında 1 çalışma yapılmıştır. 2020 yılında ise Türkiye’de 3, yurt dışında 3 çalışma olmak üzere çalışma sayısında artış gözlenmiştir. 2021 yılında 14 çalışmayla yurt dışında artış gözlenirken Türkiye’ de 2 çalışmaya rastlanmıştır. Sekiz yılın toplamına bakıldığında Türkiye’de 8 çalışma, yurt dışında 24 çalışma yapılmıştır. Top ve Arabacıoğlu (2021) araştırmalarında inceledikleri çalışmaların çok büyük bir kısmının 2019 yılında yapıldığını belirtmektedir. Araştırmalarındaki bilgi işlemsel düşünme konusundaki çalışmaların son yıllarda artış gösterdiğini tespit etmişlerdir ve araştırmacılar 2020 yılının sonuna kadar yapılan çalışma sayısının 2019 yılındaki çalışma sayısını geçeceğini ön görmüşlerdir. Benzer şekilde Yang, Liu, ve Chen (2020) tarafından yapılan literatür taramasında her geçen yıl araştırma sayısının artış gösterdiği sonucuna ulaşılmıştır. Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri Şekil 4.5’te yer almaktadır.



Şekil 4.5: Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri

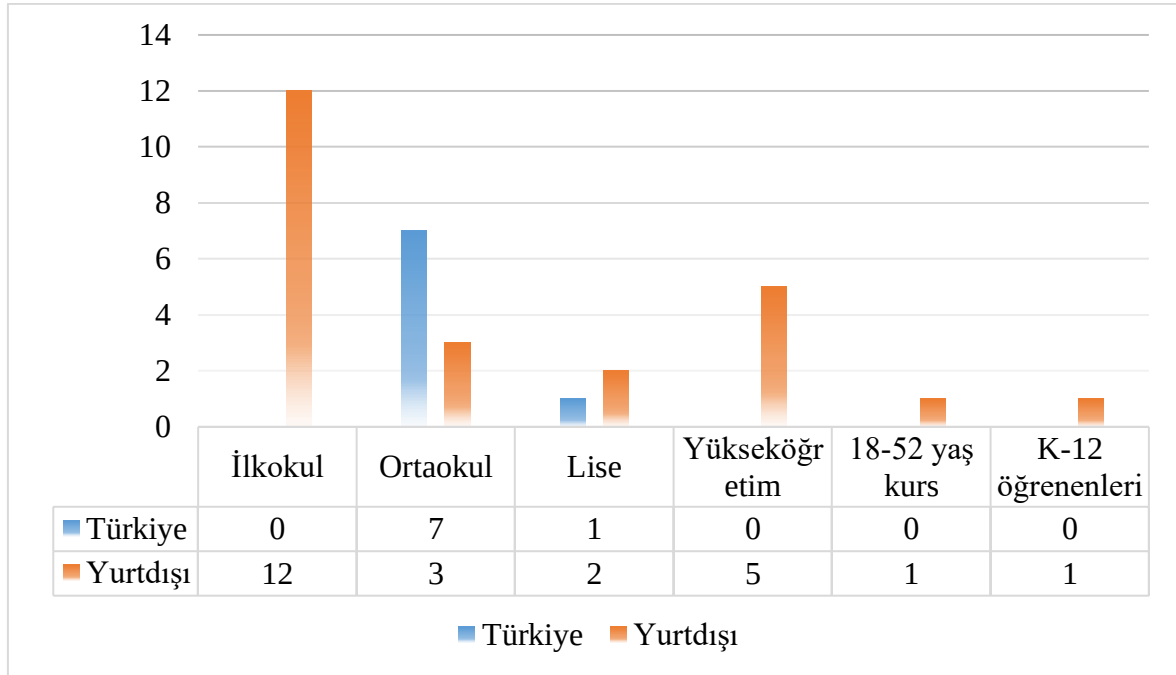
Çalışmaların örneklem büyüklükleri 1-50 arasında küçük düzey, 51-100 arasında orta düzey ve 100’den büyük ise büyük düzey olarak belirlenmiştir. Yurt dışında 5 küçük düzeyde örneklem büyüklüğüne rastlanırken Türkiye’de küçük düzeyde bir örneklem büyüklüğüne

rastlanılamamıştır. Örneklem büyüklüğü bakımından yurt dışında 10 orta düzeyde çalışmaya rastlanırken Türkiye’de 5 orta düzeyde örneklem büyüklüğüne sahip çalışmaya rastlanılmıştır. Yurt dışında 9 büyük örneklem büyüklüğüne ulaşılırken Türkiye’de 3 büyük örneklem büyüklüğüne ulaşılmıştır. Örneklem büyüklüğü düzeyine göre çalışmalar değerlendirilirse en çok orta düzeyde örneklem büyüklüğü, en az ise küçük düzeyde örneklem büyüklüğü yer almaktadır. Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türlerine ait veriler şekil 4.6’da yer almaktadır.



Şekil 4.6: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türleri

Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılarak bilgi işlemsel düşünme becerisinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine bakıldığında Türkiye’de 7 makaleye ulaşılırken yurt dışında 19 makaleye ulaşılmıştır. Yurt dışında 5 teze ulaşılırken Türkiye’de 1 teze ulaşılmıştır. Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerilerini inceleyen çalışmaların öğrenim seviyelerine ait veriler Şekil 4.7’de yer almaktadır.



Şekil 4.7: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmalara katılan öğrenenlerin öğrenim seviyeleri

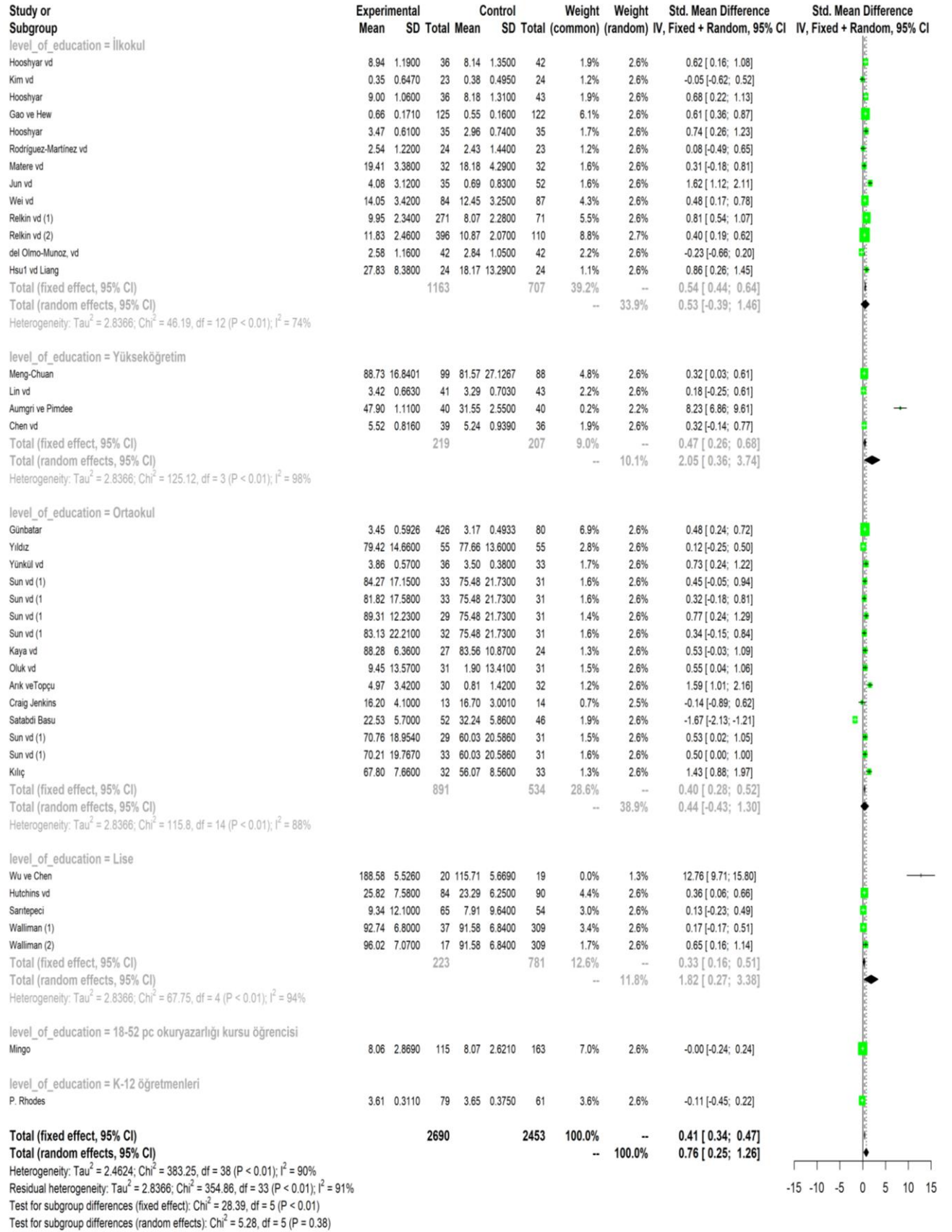
Şekil 4.7 incelendiğinde Türkiye’de 7 ortaokul ve 1 adet lise öğrenim seviyesinde çalışmaya rastlanırken ilkökul, yükseköğretim, 18-52 yaş kurs öğrencileri ve K-12 öğrenenleri öğrenim seviyelerinde herhangi bir çalışmaya rastlanmıştır. Yurt dışında 12 ilkökul, 3 ortaokul, 2 lise, 5 yükseköğretim, 1 18- 52 yaş kurs öğrencileri ve 1 K-12 öğrenenleri öğrenim seviyelerinde yapılan çalışmalara rastlanmıştır. Türkiye ve yurt dışında okul öncesi öğrenim seviyesinde yapılan bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Top ve Arabacıoğlu (2021) bu araştırma sonucuna benzer şekilde okul öncesi öğrenim seviyesinde bilgi işlemsel düşünme konulu herhangi bir çalışmaya rastlayamadıklarını belirtmiştir. ISTE ve CSTA’nı (2011) bilgi işlemsel düşünme Becerisinin gelişimi için bu konudaki çalışmalara mümkün olan en erken yaşta başlanılmasını önermektedir. Bu nedenle okul öncesinde bu konuda herhangi bir çalışmaya rastlanılamamış olması oldukça önemli bir eksikliktir. Öğrenim seviyelerine göre incelendiğinde en fazla çalışmanın ilkökul ve ortaokul öğrenim seviyesinde yapıldığı görülmüştür. Bu araştırma sonucuna benzer şekilde Top ve Arabacıoğlu (2021) bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili yapılan çalışmalarda en çok seçilen öğrenim seviyesinin ortaokul (5-8. sınıf) düzeyindeki öğrenciler olduğunu ifade etmişlerdir.

4.4. Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim

seviyelerine (ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu problemi cevaplamak için öncelikle yayınlar öğrenim seviyelerine göre kodlanmış ve ardından öğrenim seviyesi alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı öğrenim seviyelerine göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmaların öğrenim seviyelerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.8 ve Tablo 4.11’ de verilmiştir.





Şekil 4.8: Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenim seviyelerine göre orman grafiği

Şekil 4.8’de yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve öğrenim seviyesi alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Şekil 4.11’de okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim, 18-52 yaş bilgisayar okuryazarlığı kursu öğrencileri ve K-12 öğrenenleri olarak alt gruplar halinde gösterilmiştir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 1.11: Öğrenim seviyelerine göre etki büyüklükleri

Öğrenim Düzeyi	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
İlkokul	1	0,5328	[-0.4027;	1.4682]	2,8366
Yükseköğretim	4	2,0568	[0.3447;	3.7689]	2,8366
Ortaokul	1	0,4351	[-0.4381;	1.3084]	2,8366
Lise	5	1,8234	[0.2653;	3.3815]	2,8366
18-52 pc okuryazarlığı kursu öğ ...	1	0,0037	[-3.3553;	3.3480]	2,8366
K-12 öğrenenleri	1	-0,114	[-3.4738;	3.2458]	2,8366

Tablo 4.11’de yer alan bilgiler aracılığıyla öğrenim seviyelerine göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalarda en yüksek etki düzeyinin yükseköğretim (2,06) ve lise (1,82) olduğu gözlemlenmektedir. Bu etki düzeyi hem pozitif hem de mükemmel düzeyi temsil etmektedir. İlkokul ve ortaokul öğrenenlerine yönelik yapılan çalışmalarda ise sırasıyla 0,53 ve 0,44 değerleri ile pozitif ve orta düzey bir etkinin olduğu görülmüştür. En düşük etki düzeyinin ise 18-52 pc okuryazarlığı kursu öğrencilerine (-0.0037) ve K-12 öğrenenlerine (-0.114) ait olduğu görülmektedir. Bu etki düzeyi hem negatif hem de önemsiz düzeyi temsil etmektedir.

Tablo 4.12: Öğrenim seviyelerine göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	5,28	5	0.3829
Grup içi	354,85	33	0.0001

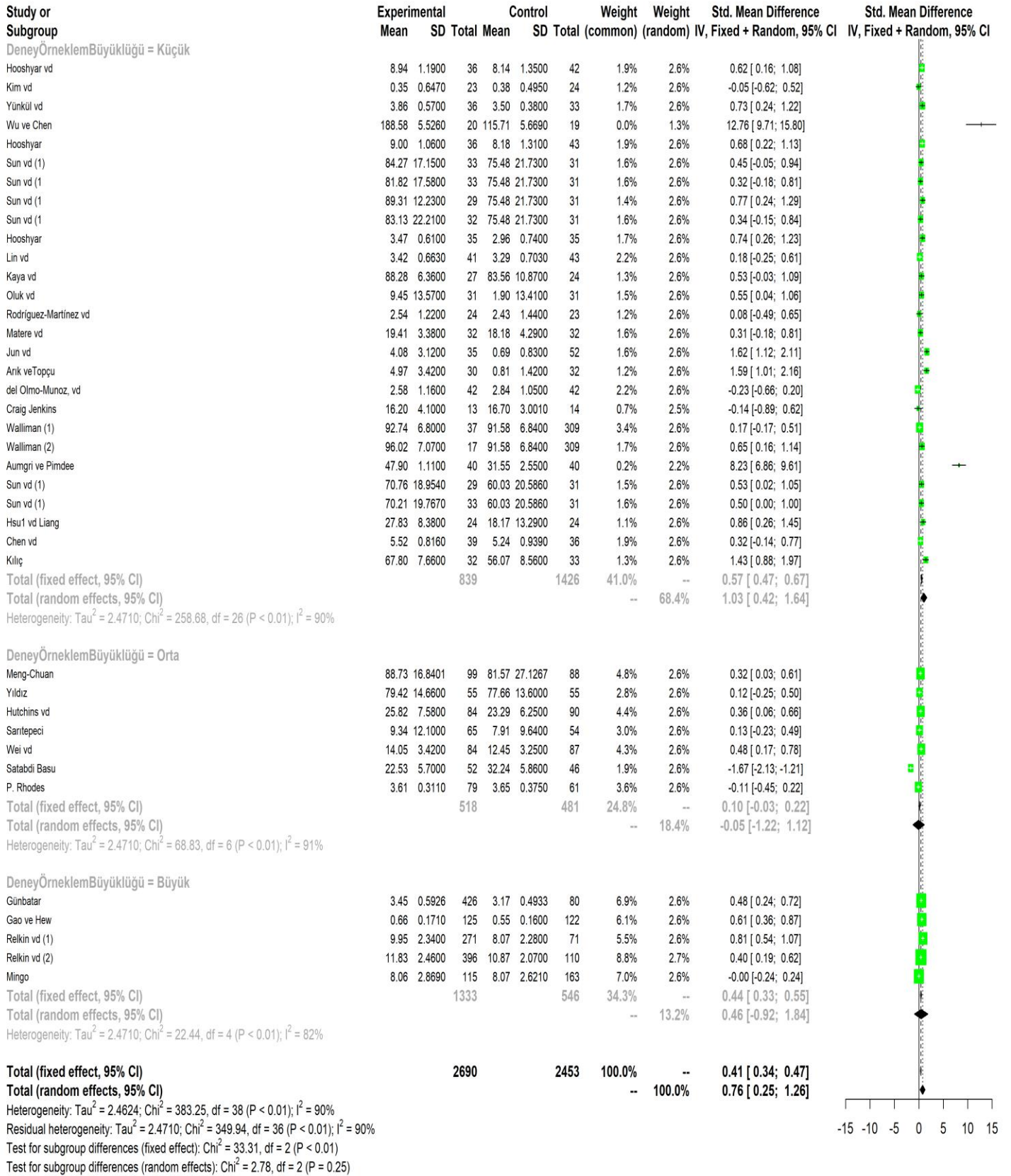
Tablo 4.12’ye bakıldığında Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine göre gruplar arası istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı

görülmektedir. Ancak grup içi fark anlamlıdır. Grupların kendi içinde farklılaşmasının sebeplerinden biri verideki aykırı değerlere sahip çalışmalar olabilir.

İbili, Günbatar ve Sırakaya (2020) araştırmalarında öğrenim seviyesine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin farklılık gösterdiğini belirtmiştir. Korkmaz vd. (2015b) sınıf düzeyi arttıkça öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde gerileme yaşandığını vurgulamışlardır. Korucu vd. (2017) tarafından yapılan araştırmanın sonucunda öğrencilerin öğrenim seviyeleri arasında fark bulunurken düzenli bir artış ya da azalmanın yaşanmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

4.5. Beşinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır? ” alt problemine cevap aranmıştır. Bu problemi cevaplamak için öncelikle yayınlar bir Excel dosyasında kodlanmış ve ardından R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmalar örneklem büyüklüklerine göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Örneklem büyüklükleri 1-50 arası küçük, 51-100 orta ve 100 üzeri gözlem için büyük olarak adlandırılmıştır. Çalışmaların örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.9 ve Tablo 4.13’te verilmiştir.



Şekil 1.9: Bilgi işlemsel düşünmenin örneklem büyüklüklerine göre orman grafiği

Şekil 4.9’da deney ve kontrol gruplarına ait temel metriklere ek olarak hem yaygın hem de rastgele etki büyüklükleri yer almaktadır. Şekil 4.9’da yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü temsil etmektedir. Bu bakımdan daha büyük yeşil kutucuklar daha büyük gözlem sayısına, daha küçük kutucuklar da daha küçük gözlem sayısına sahip çalışmaları göstermektedir. Siyah kutucuklar ise genel etki büyüklüğünü temsil etmektedir. Çalışmalar incelendiğinde genel olarak büyük yeşil kutucukların daha tutarlı etki büyüklüklerine sahip olduğu küçük örnekleme sahip çalışmalarda ise daha fazla standart sapma olduğu görülmektedir. Söz gelimi Wu ve Chen (2021) ile Aumgri ve Pimdee (2021) ait çalışmalarda standart sapmanın da örneklem sayılarına göre yüksek olduğu gözlemlenebilir.

Tablo 4.13: Örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklükleri

	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt sınır	Üst sınır	
Küçük	27	1.0320	[0.4238;	1.6401]	24.710
Orta	7	-0.0499	[-1.2219;	1.1221]	24.710
Büyük	5	0.4601	[-0.9221;	1.8422]	24.710

Tablo 4.13’te yer alan bilgiler aracılığıyla örneklem büyüklüklerine göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalarda en yüksek etki düzeyinin küçük (1,03) örneklem büyüklüklerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca çalışmaların yaklaşık %70lik bir kısmı (k=27) küçük örneklem gruplarıyla yapılmıştır. Küçük örneklem büyüklüğüne sahip çalışmalardaki etki büyüklüğünün 1,03 ile pozitif ve geniş düzeyde olduğu görülmektedir. Orta örneklem büyüklüğündeki çalışmalardaki etki düzeyi önemsiz düzeyde (-0,05) tespit edilmiştir. Büyük örnekleme sahip çalışmalar ise 0,46 düzeyde pozitif ve orta düzey etki büyüklüğüne sahiptir.

Tablo 4.14: Örneklem büyüklüklerine göre grupların farklılıkları

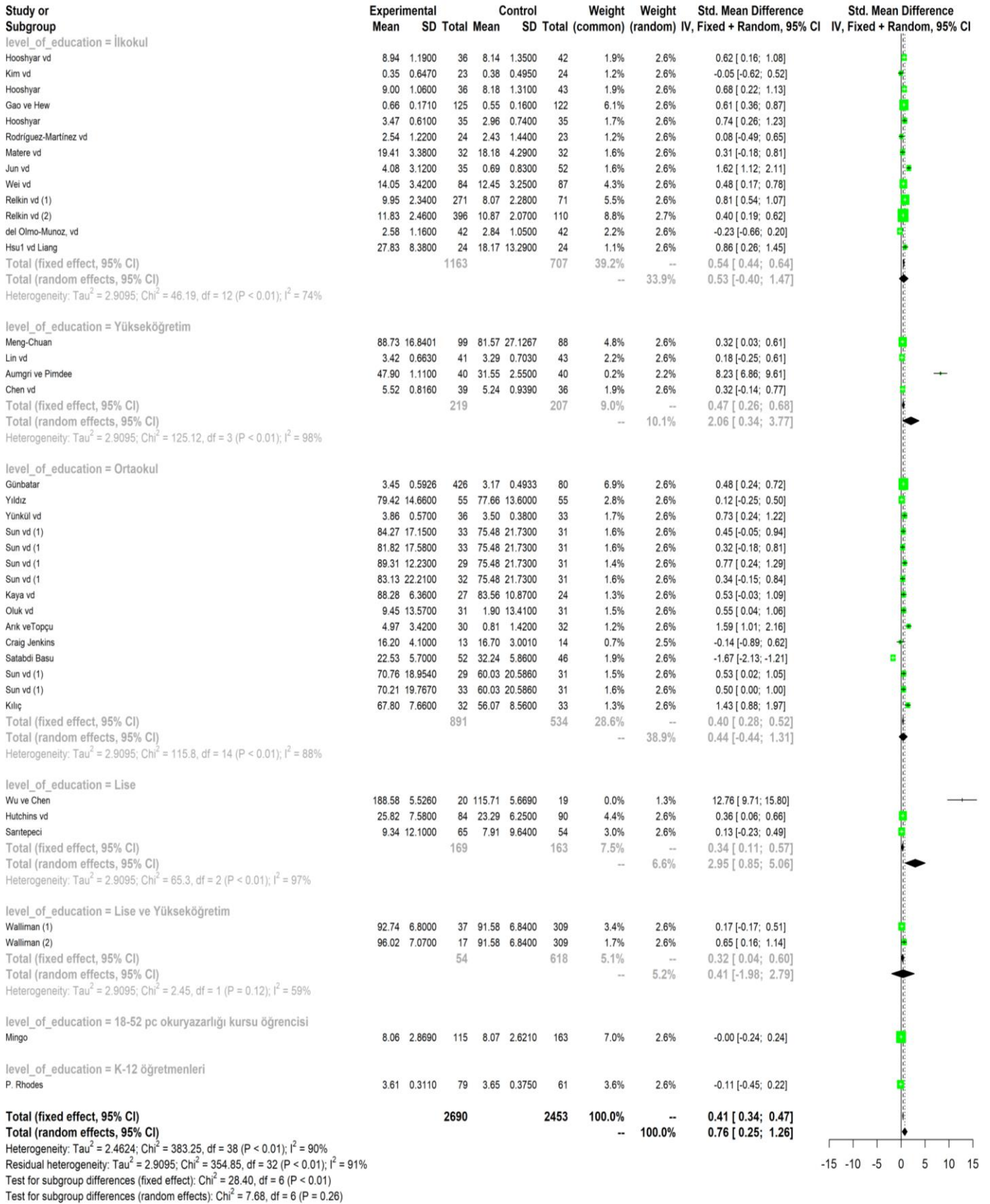
	Q	sd	p
Gruplar arası	2,78	2	0.2487
Grup içi	349,94	36	0.0001

Tablo 4.14’e bakıldığında Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, büyük, orta) göre gruplar arası istatistiksel olarak

anlamlı bir fark yoktur. Ancak grup içi fark anlamlıdır. Grupların kendi içinde farklılaşmasının sebeplerinden biri verideki aykırı değerlere sahip çalışmalar olabilir.

4.6. Altıncı Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmalar yayın yıllarına göre kodlanmış ve ardından yıllara göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı yayın türüne göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmaların yayın türlerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.10 ve Tablo 4.15’ te verilmiştir.



Şekil 4.10: Bilgi işlemsel düşünmenin yayın türlerine göre orman grafiği

Şekil 4.10’da yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve yayın türü alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Şekil 4.10’da makale ve tez olarak ayrılan çalışmalar alt gruplar halinde gösterilmiştir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.15: Yayın türlerine göre etki büyüklükleri

	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Makale	32	0.9137	[0.3623;	1.4651]	24.287
Tez	7	0.0445	[-1.1240;	1.2129]	24.287

Tablo 4.15’te yer alan bilgiler aracılığıyla yayın türüne göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalarda makalelerin sayıca üstün olduğu ve ortalama 0,91 pozitif ve geniş düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. 7 çalışmanın ise tez yayını olduğu ve çalışmalarda 0,04 ile pozitif ancak önemsiz etki büyüklüğü gösterdiği anlaşılmaktadır.

Tablo 4.16: Yayın türlerine göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	1.74	1	0.1873
Grup içi	343.73	37	0.0001

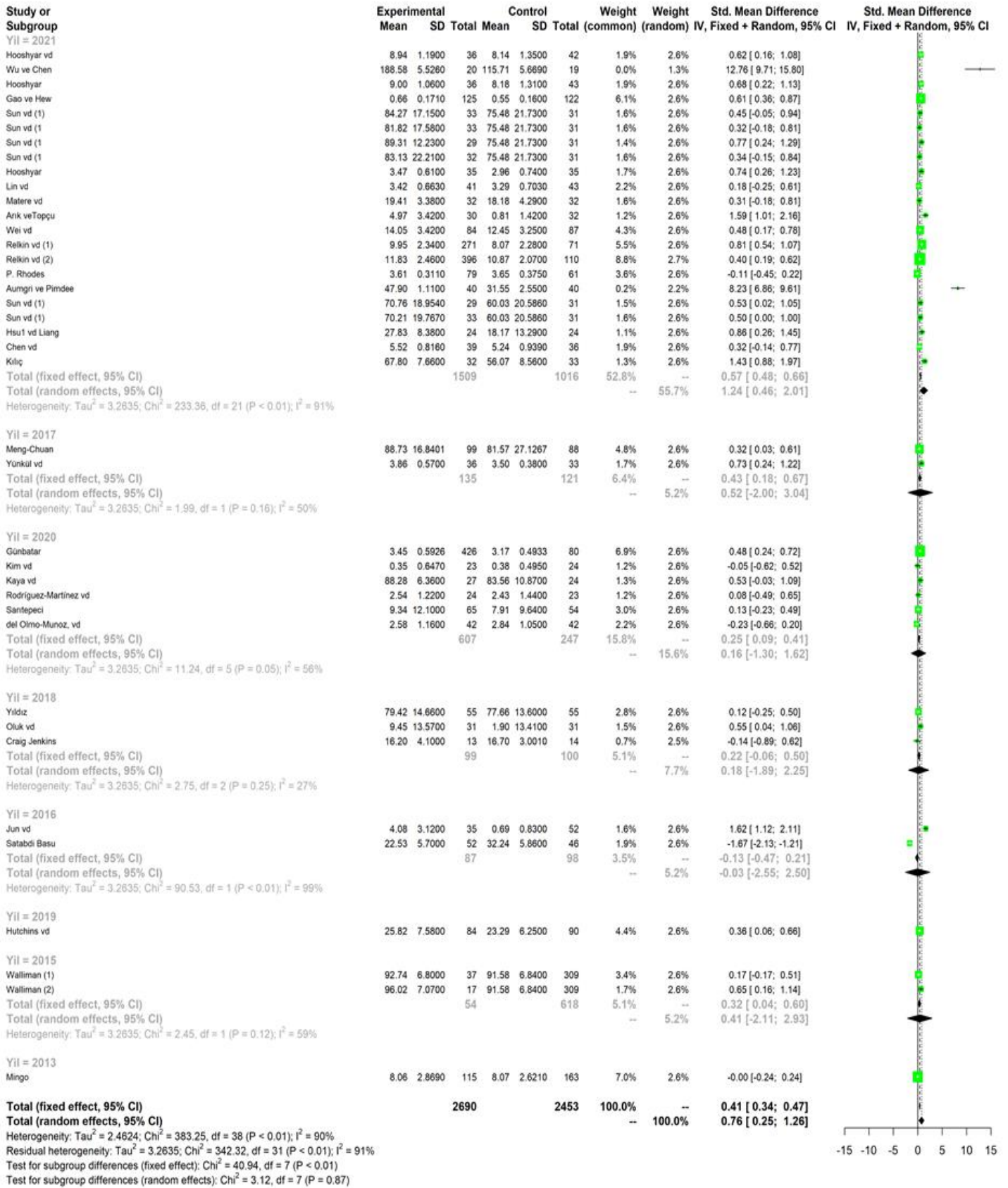
Tablo’ 4.16’ ya göre gruplar arası fark anlamlı değildir ancak grup içi fark anlamlıdır. Bu bulgu bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmasının öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisinin incelendiği çalışmaların makale veya tez olarak yayınlanmasının herhangi bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

4.7. Yedinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmaların yayın yıllarına göre kodlanmış ve ardından yıllara göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı 2013 ve 2021

yılları arasında yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplamıştır. Çalışmaların yayın yıllarına göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla şekil 4.11 ve Tablo 4.17’de verilmiştir.





Şekil 4.11: Bilgi işlemsel düşünmenin yayın yıllarına göre orman grafiği

Şekil 4.11’de yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve yayın yılı alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Hem genel olarak hem de her bir grup için yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.17: Yayın yıllarına göre etki büyüklükleri

Yayın Yılı	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
2013	1	-0.0037	[-3.5524;	3.5451]	32.635
2015	2	0.4068	[-2.1146;	2.9282]	32.635
2016	2	-0.0272	[-2.5536;	2.4992]	32.635
2017	2	0.5231	[-1.9966;	3.0427]	32.635
2018	3	0.1825	[-1.8877;	2.2527]	32.635
2019	1	0.3638	[-3.1896;	3.9172]	32.635
2020	6	0.1567	[-1.3015;	1.6150]	32.635
2021	22	12.351	[0.4646;	2.0056]	32.635

Tablo 4.17’de yer alan bilgiler aracılığıyla yayın yılına göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yöntemiyle öğretimin kullanıldığı çalışmalarda 2021 yılında yapılan çalışmaların sayıca üstün olduğu ve ortalama 12,36 ile pozitif ve mükemmel düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. En düşük etki büyüklüğü ise -0,0272 ile negatif ve önemsiz düzeyde 2016 yılında yapılan çalışmalarda gözlemlenmiştir.

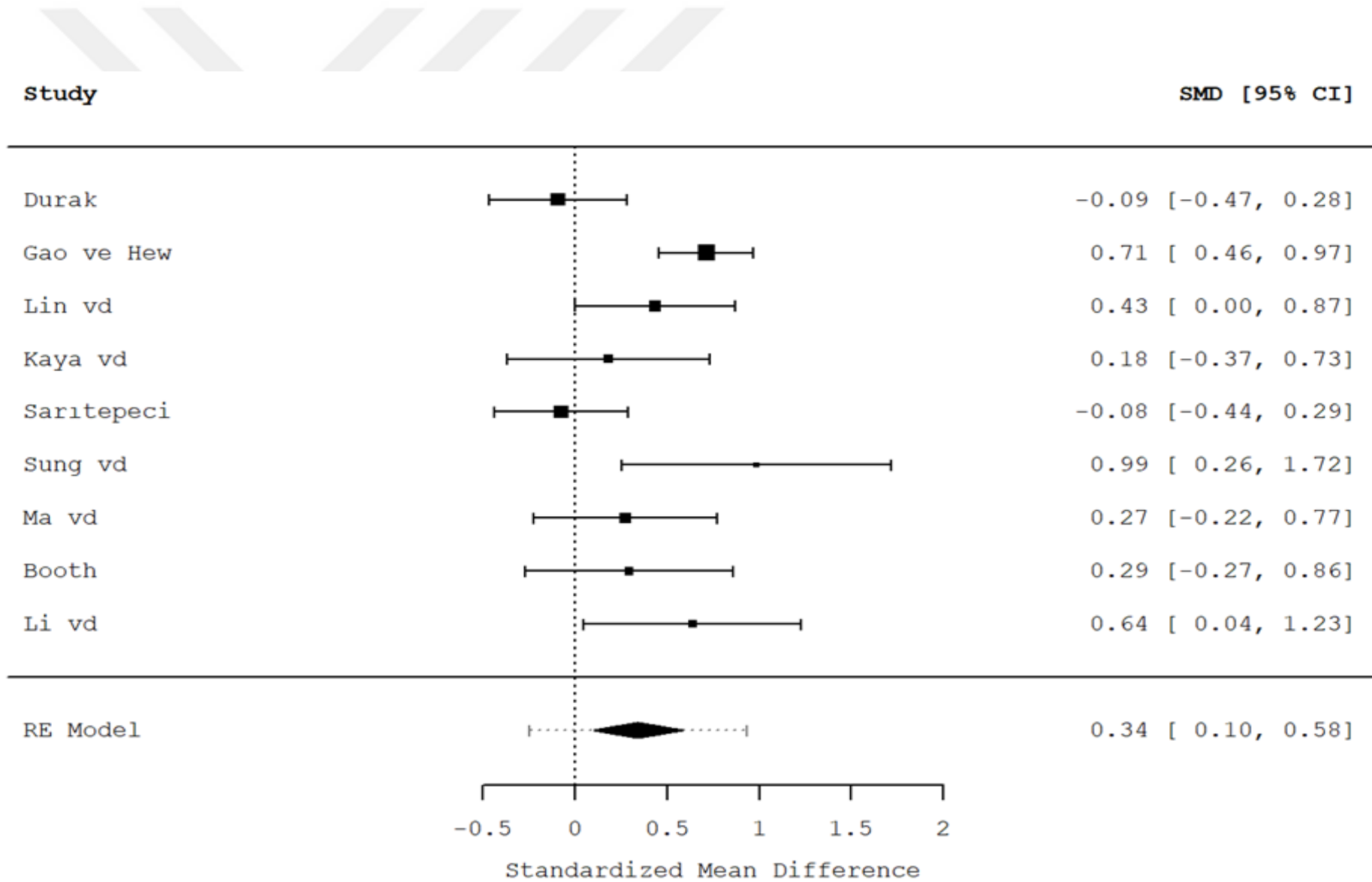
Tablo 4.18: Yayın yıllarına göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	3.12	7	0.8739
Grup içi	342.32	31	0.0001

Tablo 4.18’e göre gruplar arası fark anlamlı değildir ancak grup içi fark anlamlıdır. Bulgu Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre anlamlı bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

4.8. Sekizinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu alt problemde araştırmanın “Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların problem çözme becerisine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Problem çözme becerisi için hangi genel yargıya varılabilir?” alt problemini test etmek amacıyla R (sürüm 4.2.0) (R Core Team, 2020) ve metafor paketine (versiyon 3.4.0) (Viechtbauer, 2010) dahil edilme kriterlerine uygun olan çalışmaların deney ve kontrol gruplarının örneklem sayıları, grupların aritmetik ortalamaları ve standart sapma değerleriyle veri girişi yapılarak genel olarak etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Ayrıca dâhil edilme kriterlerine uygun olan çalışmaların yayın yanlılığı da bakılmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların problem çözme becerisine olan etkisini ortaya koyan 9 çalışmadan alınan veriler kullanılarak meta-analiz yapılmıştır. Çalışmalar için istatistiksel anlamlılık düzeyi $p=.05$ olarak kabul edilmiştir. Şekil 4.12’de bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin problem çözme becerilerine olan etkisini ortaya koyan çalışmaların meta-analizi sonucu oluşan orman grafiği verilmiştir.



Şekil 4.12: Bilgi işlemsel düşünmenin problem çözme becerisine olan etkisini inceleyen çalışmalara ait orman grafiği

Şekil 4.12’de bilgi işlemsel düşünme yöntemiyle yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine olan etkisini inceleyen çalışmalara ait orman grafiği verilmiştir. Şekil 4.12’de yer alan siyah kareler, her bir çalışmaya ait o çalışmanın etki büyüklüğünü ifade etmektedir. Karelerin yanında yer alan siyah çizgiler, etki büyüklüğü değerinin % 95 güven aralığındaki alt ve üst limitlerini belirtmektedir. Karelerin en altında bulunan elmas şekli ise rastgele etkiler modeline göre genel etki büyüklüğünü göstermektedir. (Dinçer, 2014; Üstün ve Eryılmaz, 2014). Orman grafiği, çalışmaları etki büyüklüğüne göre sınıflandırma analizi ve genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçlarına yönelik bilgiler Tablo 4.19 ve Tablo 4.20’de yer almaktadır.

Tablo 4.19: Çalışmaların etki büyüklüğüne göre sınıflandırılması (Thalheimer ve Cook (2002)).

Etki Büyüklüğü Aralığı	Etki Büyüklüğü Sınıflandırması	Frekans	Yüzde (%)
$-0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,15$	Önemsiz (Negligible)	2	22,22
$0,15 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,40$	Küçük (Small)	3	33,33
$0,40 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 0,75$	Orta (Medium)	3	33,33
$0,75 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,10$	Büyük (Large)	1	11,11
$1,10 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < 1,45$	Çok geniş (Very Large)	-	-
$1,45 \leq \text{Etki büyüklüğü değeri} < \dots$	Mükemmel (Huge)	-	-

Çalışmaları daha ayrıntılı sınıflandırabilmek için Thalheimer ve Cook (2002)’un etki büyüklüğü sınıflandırma aralığı kullanılmıştır. Tablo 4.19’da çalışmaların etki büyüklükleri önemsiz, küçük, orta, büyük, çok geniş ve mükemmel olacak şekilde 6 kategoride incelenmiştir. Bu kategorilere göre frekans ve yüzdelik değerler verilmiştir.

Tablo 4.20: Genel etki büyüklüğüne göre istatistiksel test sonuçları

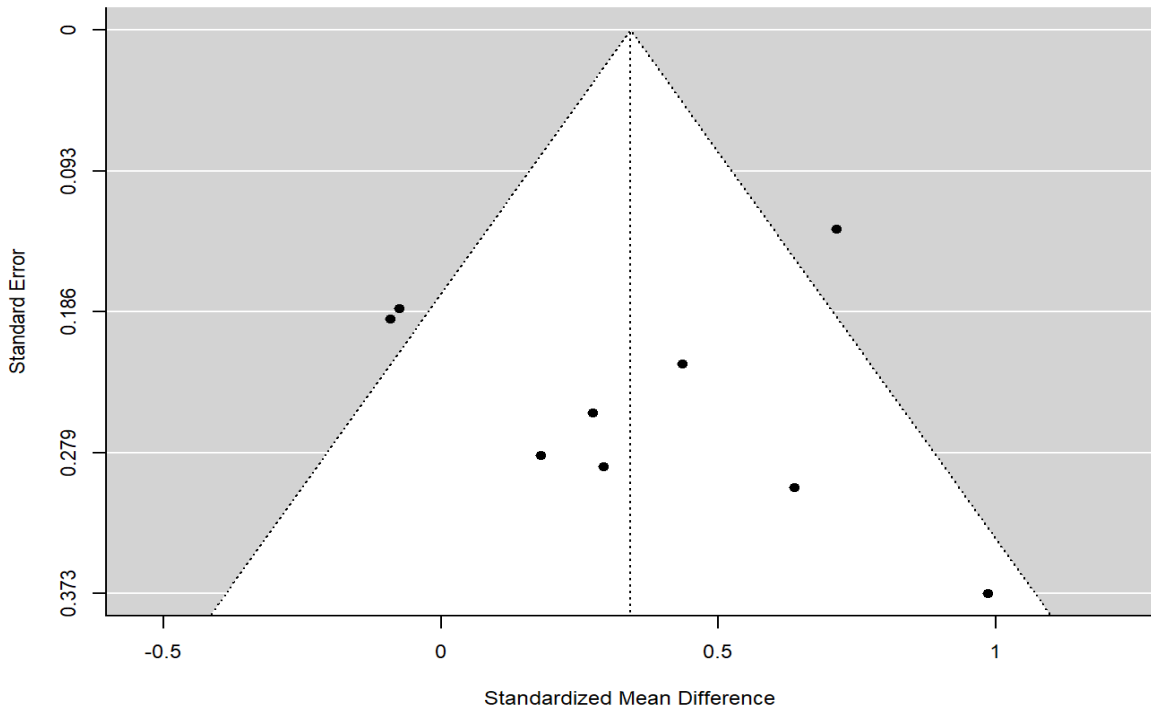
	EB	%95 Güven Aralığı		z	p
		Alt limit	Üst limit		
Rastgele Etkiler Modeli	0,3419	[0.1032;	0.5806]	2,8	< 0,005

Toplam 804 gözlemin yer aldığı 9 çalışma incelenmiştir. Etki büyüklüğü 0,34 küçük düzeyde olduğu söylenebilir. Sonuçlar %95 güven aralığında [0.1032;0.5806] anlamlıdır

($p < 0,005$). Literatürde bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış çalışmaların öğrenenlerin problem çözme becerilerine katkı sağladığı yönünde çalışmalar da mevcuttur (Karaahmetoğlu (2019); Karaçam Duman (2020); Turan (2019); Tutulmaz (2019); Yecan, Özçınar ve Tanyeri (2017)). Bu alt probleme ilişkin yayın yanlılığı durumunu ortaya koymak amacıyla huni grafiği, Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi ve Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu Yöntemi kullanılmıştır.

Funnel Plot (Huni Grafiği)

Meta-analizi yapılan çalışmalarda yayın yanlılığı durumunu görsel olarak belirten huni grafiği kullanılmıştır. Yapılan sıra korelasyonu ve regresyon testinde herhangi bir huni grafiği asimetrisi tespit edilmemiştir (sırasıyla $p=0.2595$ ve $p=0.4643$). Bu çerçevede yayın yanlılığı eğilimi rastgele etkiler modeline göre Şekil 4.13'de yer almaktadır.



Şekil 4.13: Yayın yanlılığını için Huni Grafiği (problem çözme teması)

Şekil 4.13'de verilen huni grafiğinde yayın yanlılığı değerlendirilmektedir. Huni grafiği incelendiğinde etki büyüklüklerinin belirlenen sınırlar içinde ortada ve genel etki büyüklüğü etrafında gözle görülebilir bir simetri durumu yer almaktadır. Ancak istatistik bir veri elde edilemediğinden dolayı yayın yanlılığını değerlendirmek amacıyla diğer testlere de bakılmalıdır (Uysal, 2021). Yayın yanlılığını belirlemek amacıyla sırasıyla;

- Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi,
- Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu testleri yapılmıştır.

Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için ilk olarak Egger'in doğrusal regresyon yöntemi kullanılmıştır. Bu doğrultuda yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Egger'in doğrusal regresyon yöntemi sonuçları Tablo 4.21' de yer almaktadır.

Tablo 4.21: Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi sonuçları

sabit	0.3419
Standart hata	0.1218
z	2,8075
p	0.0050
t	1,6428
sd	8
Alt limit	0.1032
Üst limit	0,5806

Tablo 4.21'de yer alan Egger regresyon yöntemi analizi sonuçlarına bakıldığında p değeri .0050 bulunmuştur. p değerinin 0.05'ten küçük çıkması nedeniyle huni grafiğinin asimetrik olmadığı reddedilememektedir. Dolayısıyla bu değer huni grafiğindeki dağılımın simetrik olduğuna işaret etmektedir. Ancak Egger'in testi istatistiksel olarak anlamlılık testlerinde bulunan zayıflık durumlarını paylaştığından (Üstün ve Eryılmaz, 2014) diğer yayın yanlılığı testleri de yapılmıştır.

Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu

Yayın yanlılığı durumunu istatistiksel yöntemlerle belirlemek için başka bir yöntem de Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analizidir. Bu çerçevede yayın yanlılığının istatistiksel olarak değerlendirilebilmesi için Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları Tablo 4.22'de yer almaktadır.

Tablo 4.22: Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu analiz sonuçları

Huni Grafiği Asimetrisi için Sıra Korelasyon Testi
Kendall's tau = 0.3333, p = 0.2595

Tablo 4.22 incelendiğinde Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu analizi sonuçlarına göre p değeri 0.2595 bulunmuştur. p değeri 0.05'ten büyük çıktığı için huni grafiğinin dağılımının simetrik olduğuna işaret etmektedir.

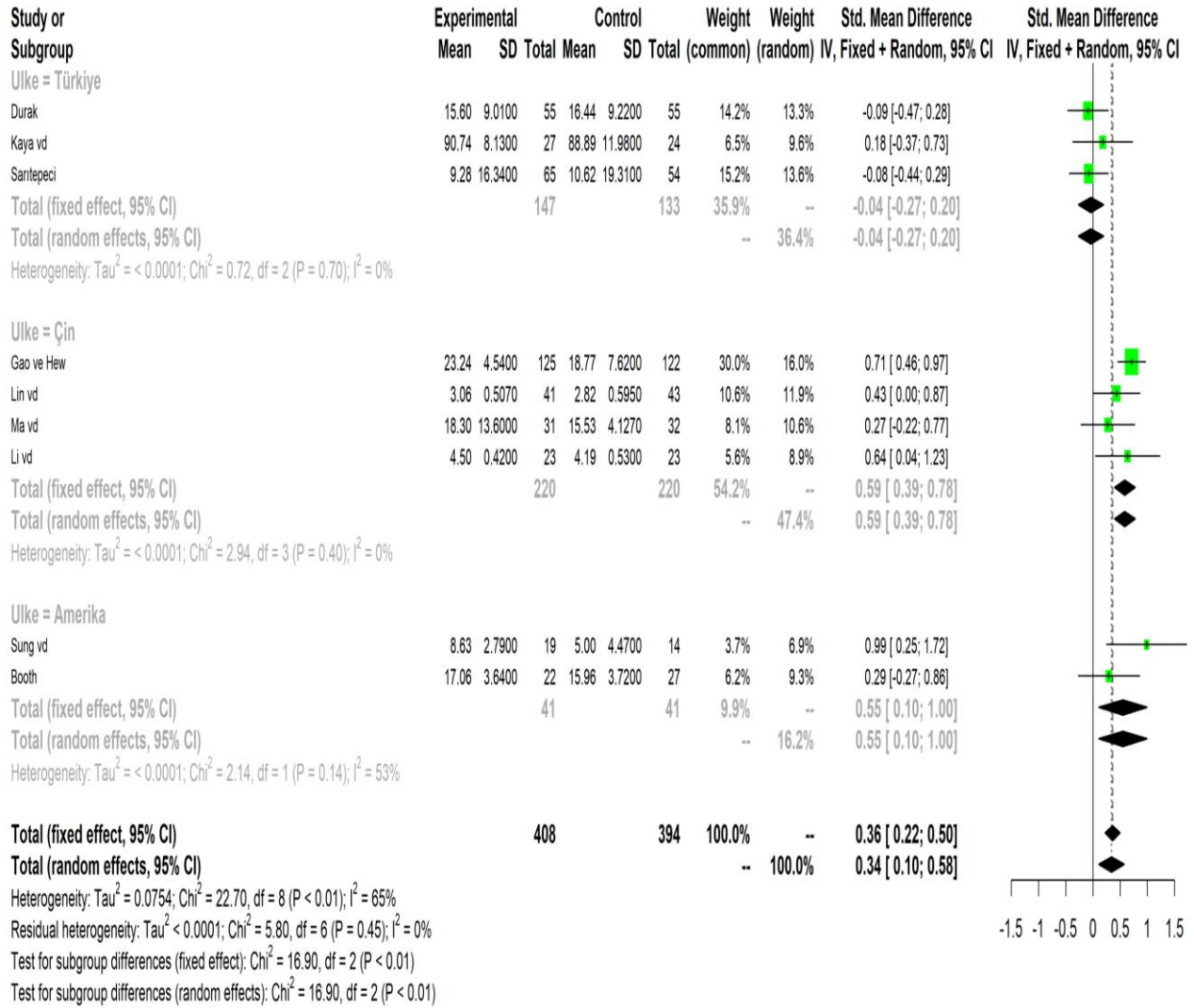
Heterojenlik Analizi

Bu bölümde meta-analiz araştırmasının sekizinci alt problemi kapsamında dâhil edilen 9 çalışmanın ortak bir etkiyi paylaşma durumlarını ortaya çıkarmak için heterojenlik analizlerini gösteren bilgilere yer verilmiştir. Meta-analizde kullanılan çalışmaların etki büyüklükleri bulunmuş ve ilk olarak heterojenlik testi yapılmıştır. Bu testin sonucuna göre elde edilecek bilgi, genel etkinin hesaplanmasında kullanılacak modelin seçimi için oldukça önemlidir. Test sonucunda p değerinin 0,05'ten küçük olması heterojenlik göstergesidir. Heterojenliğin bir diğer göstergesi ise Q değerinin ki-kare tablosundaki df değerine karşılık gelen değerden büyük olduğu durumda meta-analiz uygulamasının heterojen bir yapıda olmasıdır (Sidekli ve Çetin, 2017). Yani analize dahil edilen bu bireysel çalışmaların benzer yapıda olmadığını ifade etmektedir. Böyle bir durumda analiz, rastgele etkiler modeli altında yapılmalıdır (Dinçer, 2014). Bu çalışmada veriler üzerinde rastgele etkiler modeli (random-effect models) kullanılmıştır. Heterojenlik miktarı (yani, τ^2), sınırlı maksimum olabilirlik tahmincisi (restricted maximum-likelihood estimator) kullanılarak tahmin edilmiştir (Viechtbauer, 2005). τ^2 tahminine ek olarak, heterojenlik için Q testi (Cochran, 1954) ve I^2 istatistiği (Higgins ve Thompson, 2002) rapor edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre çalışmaların tamamı ortak bir etkiyi paylaşmamaktadır. Q-istatistiğinde hesaplanan değer $Q=22.7527$ ($p=0.0037$) olarak bulunmuştur. χ^2 tablosunda % 95 anlamlılık düzeyi ve 8 serbestlik derecesi ile χ^2 kritik değeri 14.067'dir. Q-istatistik değeri ($Q=22.7527$) 8 serbestlik derecesi ile ki-kare dağılımının kritik değerini ($\chi^2_{0,95} = 14.067$) aştığı için etki büyüklüklerinin dağılımında homojenliğin olmadığı görülmüştür.

Heterojenliğin düzeyini belirlemek için kullanılan bir diğer seçenek de I^2 istatistik değeridir. Bu değer $I^2 = 60.5424$ olarak hesaplanmıştır. Higgins ve Thompson (2002), I^2 testinin heterojenlik düzeylerini %25 düşük düzey, %50 orta düzey ve %75 ise yüksek düzey olarak sınıflandırmışlardır. Buna göre $I^2 = 60.5424$ değeri ile etki büyüklükleri dağılımı orta düzeyde heterojenlik içermektedir.

4.9. Dokuzuncu Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin problem çözme becerilerinde Türkiye’de ve yurt dışında olumlu etki göstermekte midir? Türkiye’de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullandığı ve problem çözme becerisinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır? ” alt problemine cevap aranmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların farklı ülkelere yapıldığı görülmüştür. Bu sebeple çalışmaların etki büyüklüklerinin ülkelere göre değişip değişmediği test edilmek istenmiştir. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmalar çalışmanın yapıldığı ülkeye göre kodlanmış ve ardından ülkelere göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı ülkelere göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Ayrıca Türkiye ve yurt dışı olarak çalışmaların genel etki büyüklüğüne de bakılmıştır. Çalışmaların yayın türlerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.14 ve Tablo 4.23’ de verilmiştir.



Şekil 4.14: Problem çözme temasının ülkelere göre orman grafiği

Şekil 4.14'de yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve ülke alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Şekil 4.23'te Türkiye'de, Çin'de, Amerika'da yapılmış yayınlar alt gruplar halinde gösterilmiştir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.23: Ükelere göre etki büyüklükleri

Ülkeler	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Türkiye	3	-0.0352	[-0.2701;	0.1998]	0.0001
Çin	4	0.5854	[0.3941;	0.7767]	0.0001
Amerika	2	0.5515	[0.1029;	1.0001]	0.0001

Tablo 4.23'te yer alan bilgilerde ülkelere göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri görülmektedir. 3 farklı çalışmanın yer aldığı Türkiye'den yapılan yayınların etkisinin -0,04 olduğu, 4 çalışmanın yer aldığı Çin'den yapılan yayınların etkisinin 0,59 olduğu, Amerika'dan yapılan 2 yayının etki büyüklüğünün ise 0,55 olduğu anlaşılmaktadır. Etki büyüklükleri bakımından Çin ve Amerika birleşik devlerinde yapılan araştırmalar birbirine benzer olduğu görülürken Türkiye'de yapılan yayınların önemli ölçüde farklılaştığı görülmüştür. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin problem çözme becerilerinde Türkiye'de -0,04 ile önemsiz düzeyde negatif etki göstermektedir. Çin ve Amerika'da ise sırasıyla 0,59 ve 0,55 ile orta düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu tespit edilmiştir.

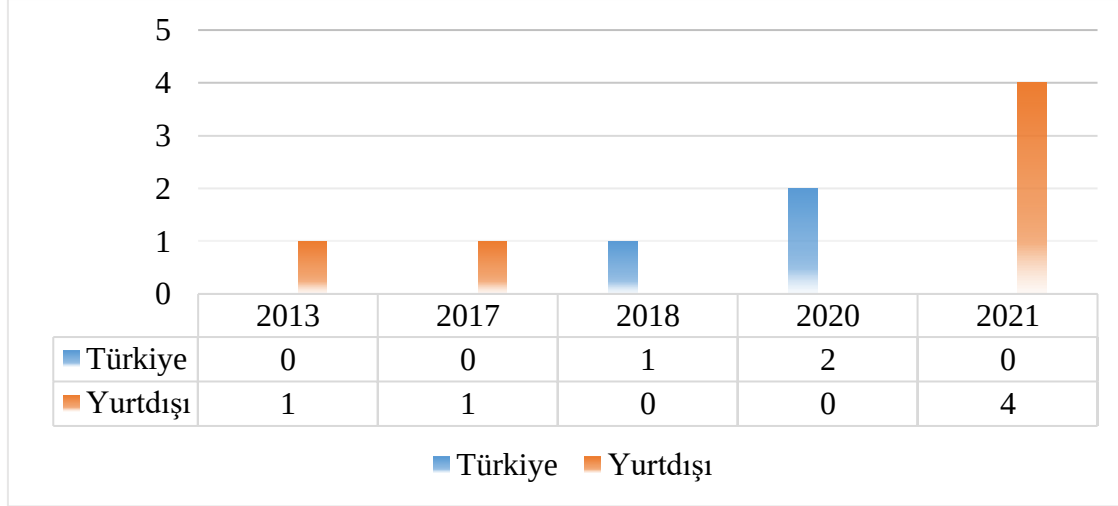
Tablo 4.24: Ükelere göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	16.90	2	0.0002
Grup içi	5.80	6	0.4458

Tablo 4.24'te gruplar arası fark anlamlı iken grup içi farkın anlamlı olmadığı görülmektedir. Bu bulgu Türkiye'de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve problem çözme becerisinin incelendiği çalışmalarda ülkeler arası farkın olduğunu doğrulamaktadır.

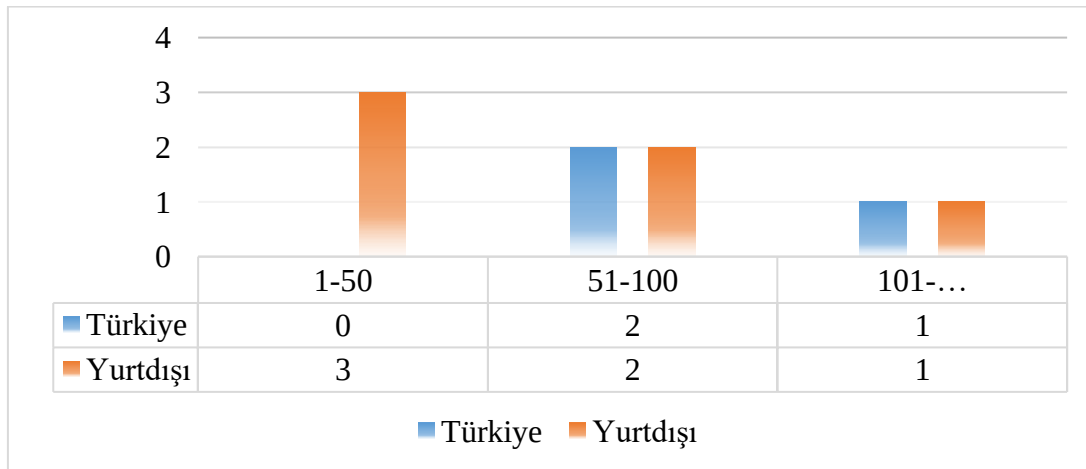
4.10. Onuncu Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, sınıf düzeyi) göre dağılımı nasıldır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bağımsız değişkenler tek tek incelenmiş ve değişkenlerin dağılımı aşağıdaki grafiklerde gösterilmiştir. Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerilerini inceleyen çalışmaların yapıldığı yıllar Şekil 4.15’de verilmiştir.



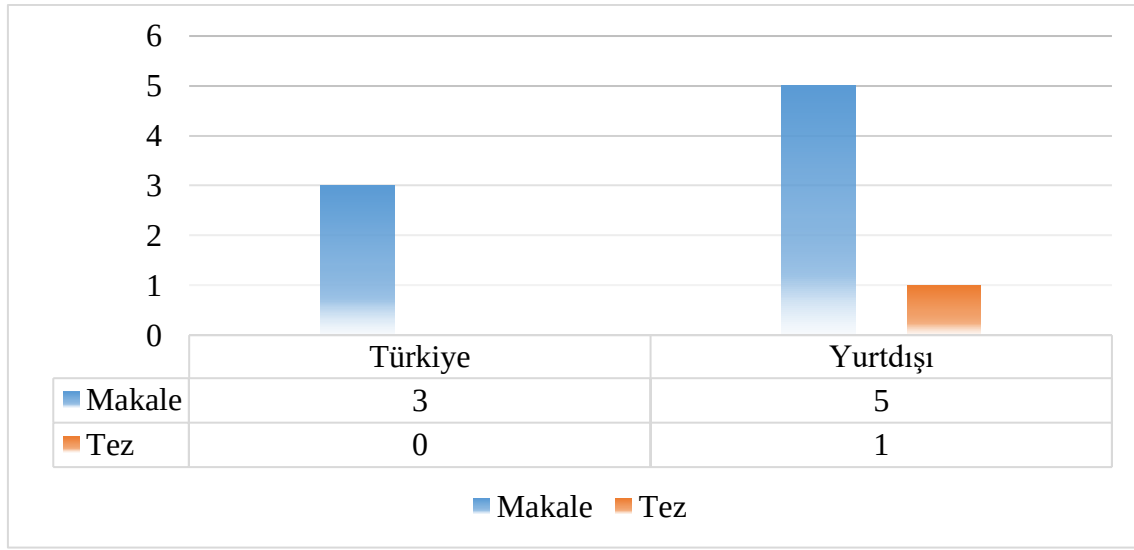
Şekil 4.15: Türkiye’de ve yurt dışında yıllara göre problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların sayısı

Şekil 4.15 incelendiğinde 2013 ve 2015 yıllarında Türkiye’de herhangi bir çalışmaya rastlanmazken yurt dışında 1 çalışmaya rastlanmıştır. 2018 yılında ise Türkiye’de 1 çalışmaya rastlanırken yurtdışında herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. 2020 yılında Türkiye’de 2, 2021 yılında yurt dışında 4 çalışmaya rastlanılmıştır. Beş yıllık aralıkta bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların sayısının Türkiye’de 3, yurtdışında 6 olduğu görülmüştür. Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri Şekil 4.16’de yer almaktadır.



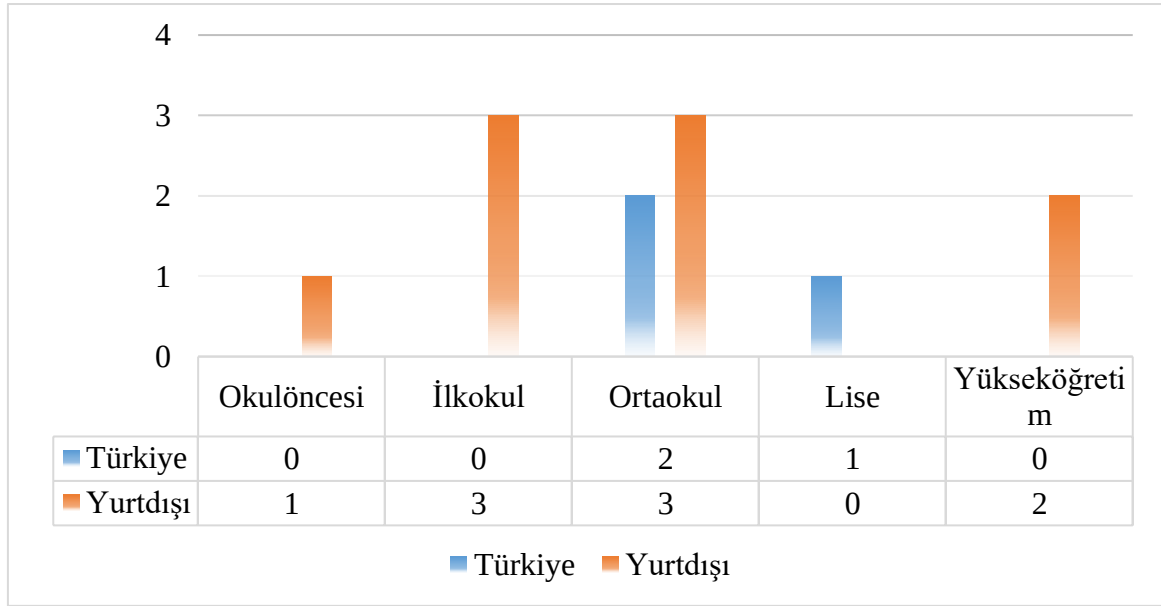
Şekil 4.16: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların örneklem büyüklükleri

Çalışmaların örneklem büyüklükleri 1-50 arasında küçük düzey, 51-100 arasında orta düzey ve 100 den büyük ise büyük düzey olarak belirlenmiştir. Yurt dışında 3 çalışma küçük örneklem büyüklüğüne sahipken Türkiye’de bu örneklem büyüklüğüne ait yapılan herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Türkiye ve yurt dışında benzer olarak 2 çalışma orta ve 1 çalışma büyük örneklem büyüklüğüne sahiptir. Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türlerine göre sınıflandırılması Şekil 4.17’ de yer almaktadır.



Şekil 4.17: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların yayın türleri

Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılarak problem çözme becerisinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine bakıldığında Türkiye’de 3 makaleye ulaşılırken yurt dışında 5 makaleye ulaşılmıştır. Yurt dışında 1 teze ulaşılırken Türkiye’de bu konuyla ilgili hiçbir teze ulaşılamamıştır. Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların öğrenim seviyelerine ait veriler Şekil 4.18’de yer almaktadır.

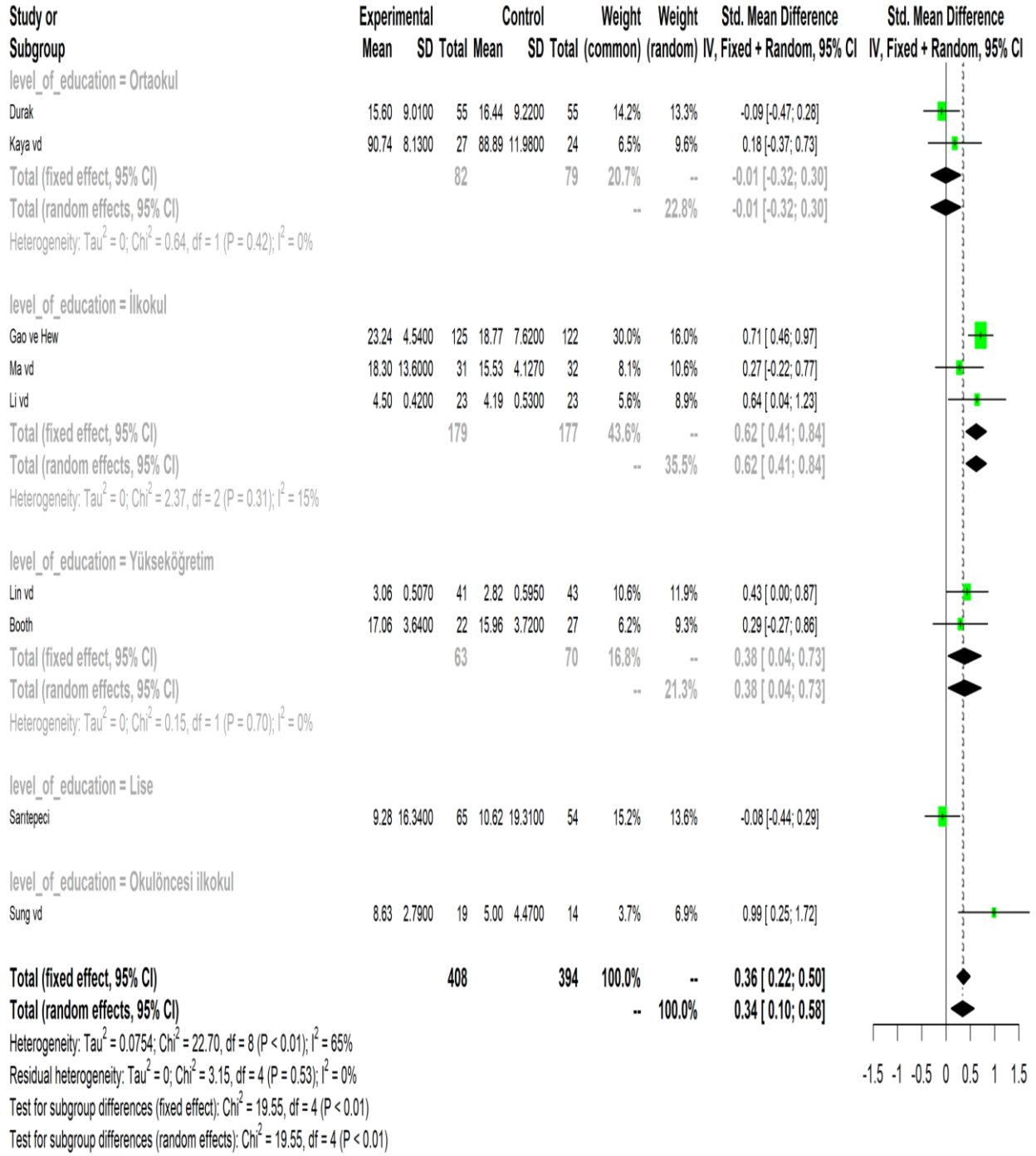


Şekil 4.18: Türkiye’de ve yurt dışında yapılan problem çözme becerisini inceleyen çalışmalara katılan öğrenenlerin öğrenim seviyeleri

Şekil 4.18 incelendiğinde Türkiye’de 2 ortaokul ve 1 lise öğrenim seviyesinde çalışmaya rastlanırken okulöncesi, ilkokul ve yükseköğretim öğrenim seviyelerinde herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Yurt dışında 1 okulöncesi, 3 ilkokul ve ortaokul, 2 yükseköğretim öğrenim seviyelerinde yapılmış çalışmaya rastlanırken lise düzeyinde yapılmış herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Öğrenim seviyelerine göre incelendiğinde en çok çalışmanın ortaokul, en az çalışmanın ise okulöncesi ve lise düzeyinde yapıldığı görülmüştür.

4.11. On Birinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine (ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu problemi cevaplamak için öncelikle yayınlar öğrenim seviyelerine göre kodlanmış ve ardından öğrenim seviyesi alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı öğrenim seviyelerine göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmaların öğrenim seviyelerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.19 ve Tablo 4.25’ te verilmiştir.



Şekil 4.19: Problem çözmenin öğrenim seviyelerine göre orman grafiği

Şekil 4.19’da yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve öğrenim seviyeleri alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Şekil 4.25’de okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise ve yükseköğretim öğrenim seviyeleri alt gruplar halinde gösterilmiştir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.25: Öğrenim seviyelerine göre etki büyüklükleri

Öğretim Seviyesi	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Okulöncesi	1	0.9860	[0.2509;	1.7212]	0
İlkokul	3	0.6220	[0.4087;	0.8352]	0
Ortaokul	2	-0.0059	[-0.3153;	0.3035]	0
Lise	1	-0.0750	[-0.4360;	0.2860]	0
Yükseköğretim	2	0.3827	[0.0387;	0.7267]	0

Tablo 4.25’de yer alan bilgiler aracılığıyla öğrenim seviyelerine göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmalarda okul öncesi öğrencilerle yapılan 1 araştırmanın etki büyüklüğünün 0,99 ve pozitif geniş düzeyde olduğu tespit edilmiştir. İlkokul düzeyindeki öğrenenlerle yapılan 3 çalışmadaki durum (0,62) ise pozitif ve orta düzeydedir. Lise (-0.07) ve ortaokul düzeyindeki (-0.00) çalışmalarda ise negatif ve önemsiz düzeyde etki büyüklüğü görülmüştür. Yükseköğretimde yapılan çalışmalarda ise öğrenenlerin pozitif ve küçük düzeyde etki büyüklüğünün (0,38) olduğu görülmüştür.

Tablo 4.26: Öğrenim seviyelerine göre grupların farklılıkları

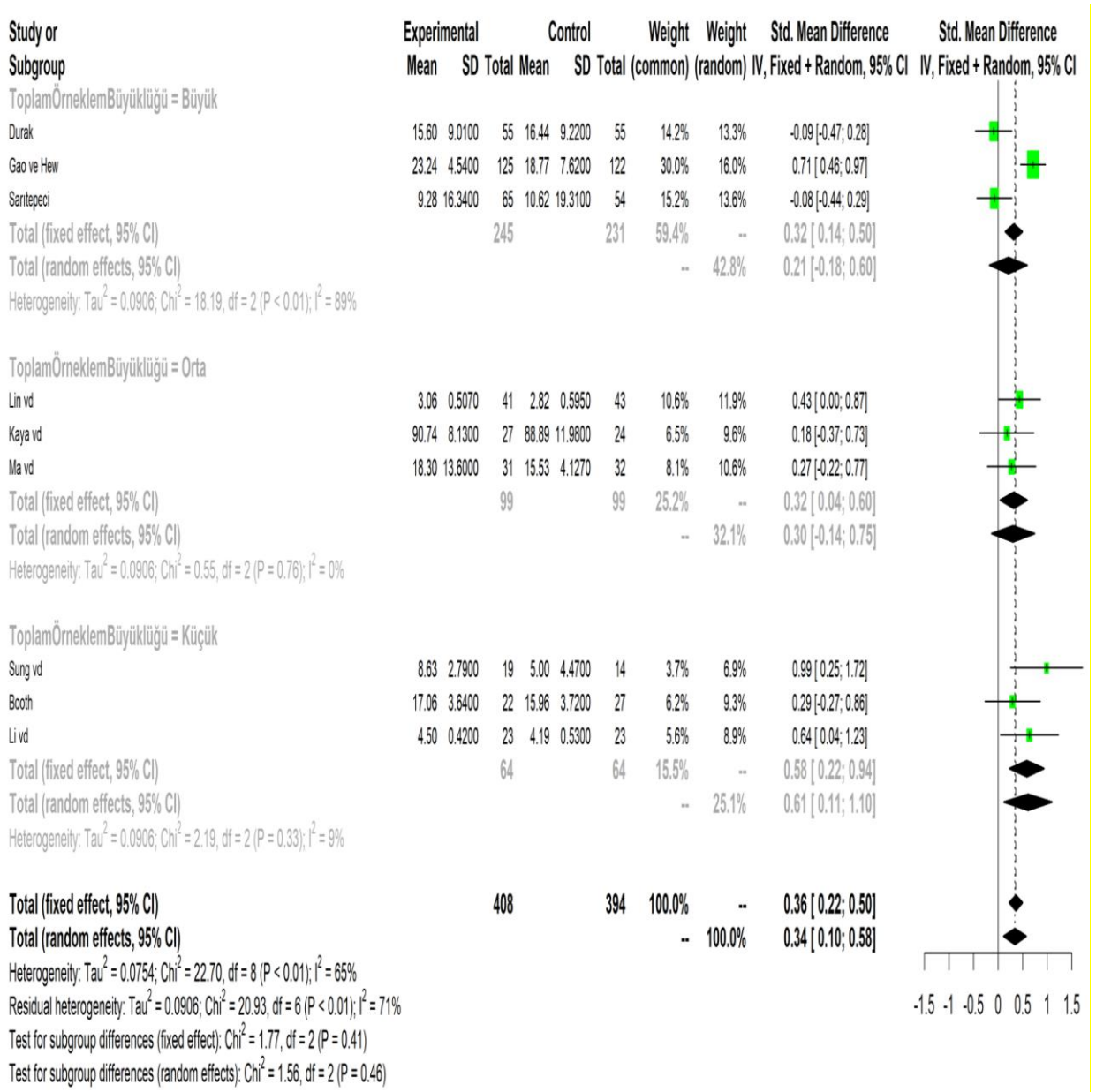
	Q	sd	p
Gruplar arası	19.55	4	0.0006
Grup içi	05.15	4	0.5324

Tablo 4.26’ya göre gruplar arası fark anlamlı ancak grup içi farkın anlamlı olmadığı görülmüştür. Bu bulgu Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine göre fark oluşturduğunu doğrulamaktadır.

4.12. On İkinci Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap

aranmıştır. Bu problemi cevaplamak için öncelikle yayınlar bir Excel dosyasında kodlanmış ve ardından R programına tanıtılmıştır. Programda yaygın ve rastgele etkiyi belirlemek için ağırlıklandırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra çalışmaların örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Örneklem büyüklükleri 1-50 arası küçük, 51-100 orta ve 100 üzeri gözlem için büyük olarak adlandırılmıştır. Çalışmalar örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.20 ve Tablo 4.27’ de verilmiştir.



Şekil 4.20: Problem çözmenin örneklem büyüklüklerine göre orman grafiği

Şekil 4.20’de deney ve kontrol gruplarına ait temel metriklere ek olarak hem yaygın hem de rastgele etki büyüklükleri yer almaktadır. Şekil 4.20’deki yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü temsil etmektedir. Bu bakımdan daha büyük yeşil kutucuklar daha büyük gözlem sayısına sahip çalışmaları göstermektedir. Siyah kutucuklar ise genel etki büyüklüğünü temsil etmektedir. Çalışmalar incelendiğinde genel olarak büyük yeşil kutucukların daha tutarlı etki büyüklüklerine sahip olduğu küçük örnekleme sahip çalışmalarda ise daha fazla standart sapma olduğu görülmektedir. Söz gelimi Sung, Ahn ve Black (2017), Booth (2013), Li, Xie, Vongkulluksn, Stein ve Zhang (2021)’a ait çalışmalarda standart sapmanın da örneklem sayılarına göre yüksek olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 4.27: Örneklem büyüklüklerine göre etki büyüklükleri

	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Küçük	3	0.6073	[0.1103;	1.1042]	0,0906
Orta	3	0.3047	[-0,1388;	0,7482]	0,0906
Büyük	3	0.2099	[-0.1806;	0,6005]	0,0906

Tablo 4.27’de yer alan bilgiler aracılığıyla örneklem büyüklüklerine göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmalarda en yüksek etki düzeyinin küçük (0,61) örneklem büyüklüklerinde olduğu gözlemlenmiştir. Ayrıca örneklem büyüklüklerine göre çalışmalar eşit dağılım (k=3) göstermiştir. Küçük örneklem büyüklüğüne sahip çalışmalardaki etki büyüklüğünün 0,61 ile pozitif ve orta düzeyde olduğu görülmektedir. Orta örneklem büyüklüğündeki çalışmalardaki etki düzeyinin küçük düzeyde olduğu (0,30) tespit edilmiştir. Büyük örnekleme sahip çalışmaların ise 0,21 ile küçük düzey etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir.

Table 4.28: Örneklem büyüklüklerine göre grupların farklılıkları

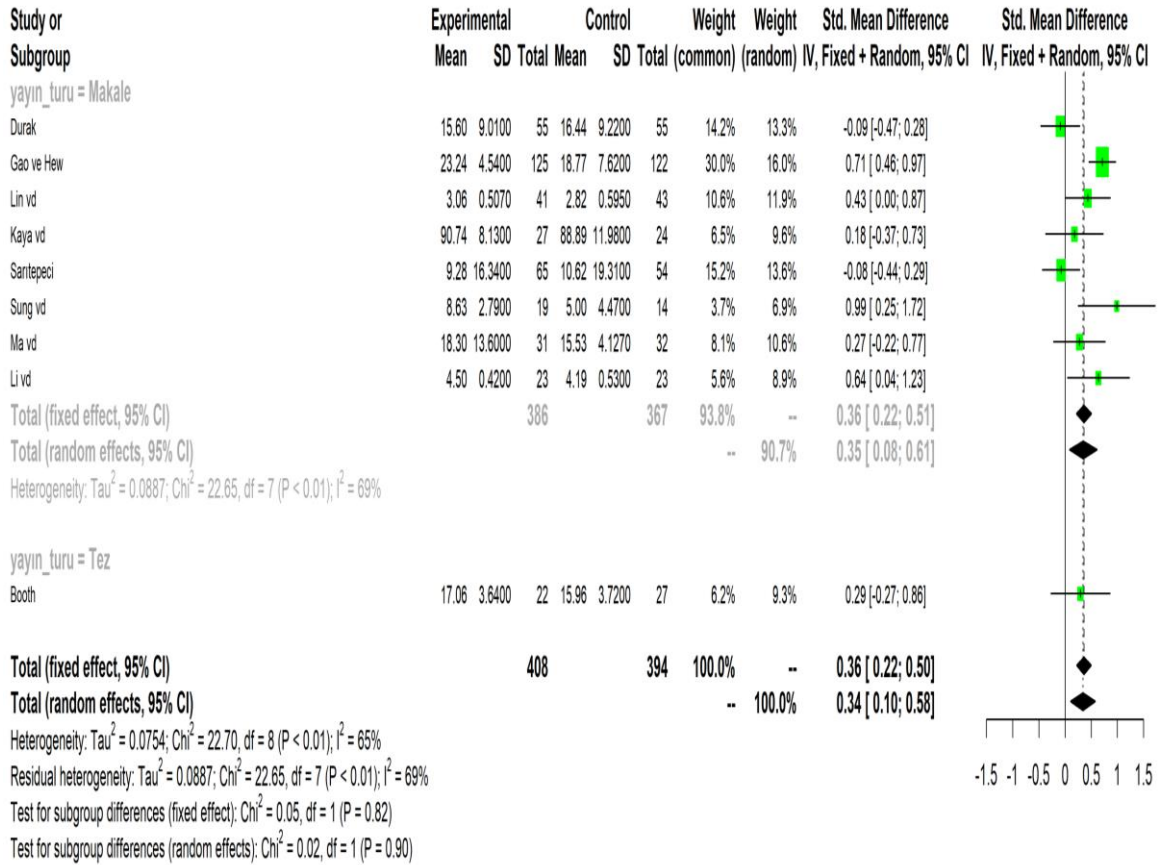
	Q	sd	p
Gruplar arası	1,56	2	0.4581
Grup içi	20,93	6	0,0019

Tablo 4.28 incelendiğinde Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin

kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, büyük, orta) göre gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı ancak grup içi farkın anlamlı olduğu görülmektedir.

4.13. On Üçüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmalar yayın yıllarına göre kodlanmış ve ardından yıllara göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmalar yapıldığı yayın türüne göre yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Çalışmaların yayın türlerine göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.21 ve Tablo 4.29’ da verilmiştir.



Şekil 4.21: Problem çözmenin yayın türlerine göre orman grafiği

Şekil 4.21’de yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve yayın türü alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Yeşil kutucuklar gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.29: Yayın türlerine göre etki büyüklüğü

Yayın Türü	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
Makale	8	0.3482	[0.0845;	0.6118]	0.0887
Tez	1	0.2938	[-0.5195;	1.1070]	0.0887

Tablo 4.29’da yer alan bilgiler aracılığıyla yayın türüne göre sınıflandırılan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmalarda makalelerin sayıca üstün olduğu ve (0,34) ortalama ile küçük düzeyde pozitif etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. Sadece bir çalışmanın tez yayını olduğu ve (0,29) ile küçük düzeyde etki büyüklüğüne sahip olduğu Tablo 4.30’dan anlaşılmaktadır.

Tablo 4.30: Yayın türlerine göre grupların farklılığı

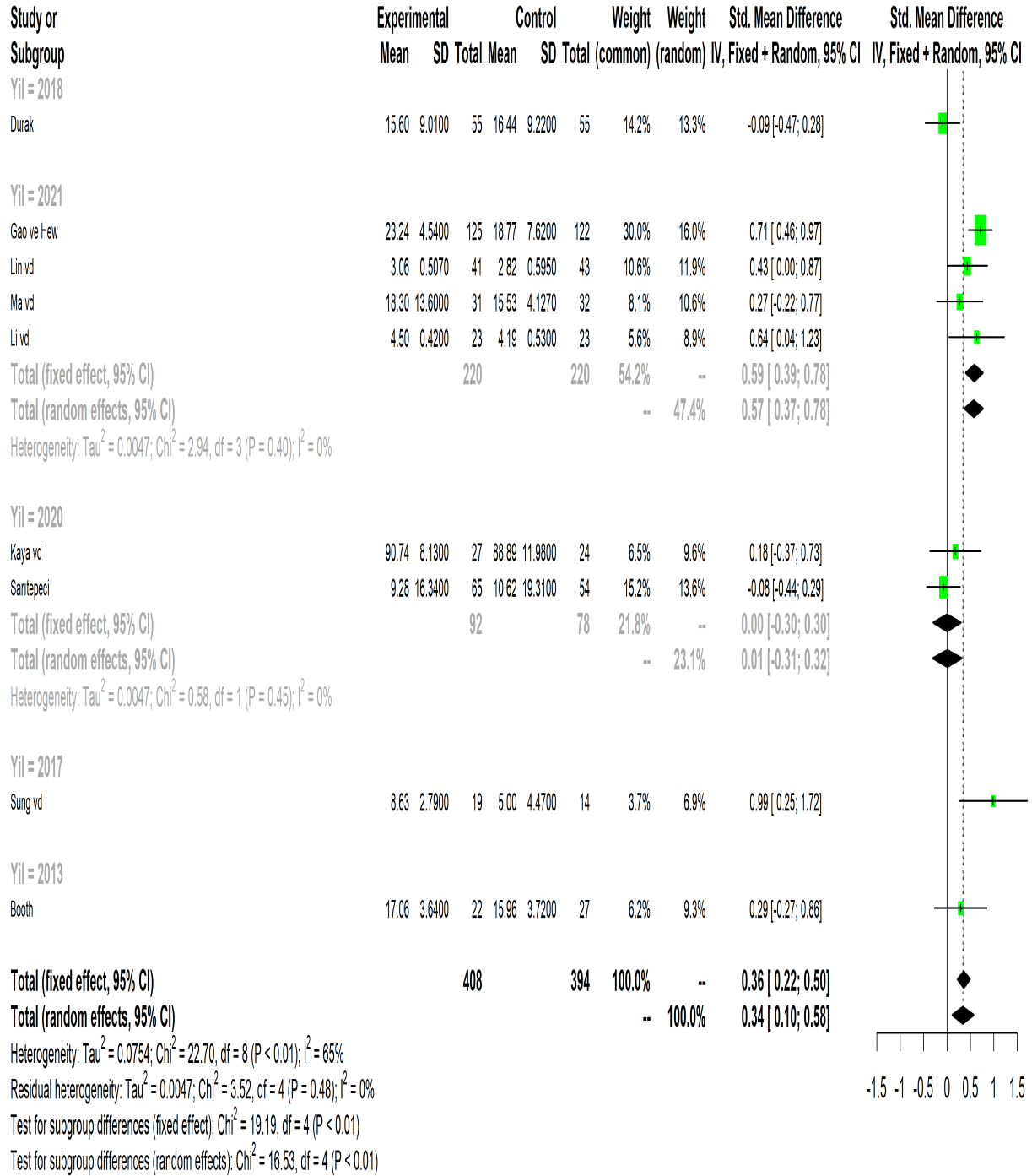
	Q	sd	p
Gruplar arası	0.02	1	0.9008
Grup içi	22.65	7	0.0020

Tablo 4.30’dan gruplar arası farkın anlamlı olmadığı ancak grup içi farkın anlamlı olduğu anlaşılmaktadır. Bu bulgu bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmasının öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisinin incelendiği çalışmaların makale veya tez olarak yayınlanmasının herhangi bir fark oluşturmadığını göstermektedir.

4.14. On Dördüncü Alt Probleme Ait Bulgular

Bu bölümde “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanılmasının öğrenenlerin problem çözme becerilerine etkisinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” alt problemine cevap aranmıştır. Bu alt problemi cevaplamak için öncelikle çalışmalar yayın yıllarına göre kodlanmış ve ardından yıllara göre alt grupları R programına tanıtılmıştır. Daha sonra çalışmaların yapıldığı 2013 ve 2021

yılları arasında yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplamıştır. Çalışmaların yayın yıllarına göre etki büyüklüklerine ait bulgular sırasıyla Şekil 4.22 ve Tablo 4.31’ de verilmiştir.



Şekil 4.22: Problem çözmenin yayın yıllarına göre orman grafiği

Şekil 4.22’de yer alan orman grafiği tek tek yayınları ve yayın yılı alt gruplarına göre etki büyüklüklerini göstermektedir. Hem genel olarak hem de her bir grup için yeşil kutucuklar

gözlem sayısının büyüklüğünü, siyah kutucuklar ise grubun etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

Tablo 4.31: Yayın yıllarına göre etki büyüklüğü

Yayın Yılı	k	EB	95% Güven Aralığı		τ^2
			Alt limit	Üst limit	
2013	1	0.2938	[-0.2881;	0.8757]	0.0047
2017	1	0.9860	[0.2387;	1.7333]	0.0047
2018	1	-0.0915	[-0.4889;	0.3059]	0.0047
2020	2	0.0055	[-0.3132;	0.3241]	0.0047
2021	4	0.5741	[0.3666;	0.7817]	0.0047

Tablo 4.31’de yer alan bilgiler aracılığıyla yayın yılına göre oluşturulan alt grupların etki büyüklükleri hesaplanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmalarda 2021 yılında yapılan çalışmaların sayıca üstün olduğu ve ortalama orta düzeyde (0,57) pozitif etki büyüklüğüne sahip olduğu görülmektedir. En yüksek etki büyüklüğü geniş düzeyde (0,98) ile 2017 yılında yapılan Sung, Ahn ve Black (2017)’ in çalışmasında gözlemlenmiştir. En düşük etki büyüklüğü ise önemsiz düzeyde (-0.09) ile 2018 yılında yapılan Yıldız Durak (2018)’in çalışmasında gözlemlenmiştir.

Tablo 4.32: Yayın yıllarına göre grupların farklılıkları

	Q	sd	p
Gruplar arası	16.53	4	0.0024
Grup içi	5.52	4	0.4750

Tablo 4.32’ye göre gruplar arası fark anlamlı iken grup içi fark anlamlı değildir. Bu durum Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre anlamlı bir fark oluşturduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

5.1. Bilgi İşlemsel Düşünme Teması Altındaki Sonuç ve Öneriler

Bu araştırmada 2013-2021 yılları arasında bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimle ilgili çalışmaların bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerileri üzerindeki etki düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların deneysel olarak ortalama etki büyüklüklerinin hesaplanabilmesi için Q ve I^2 istatistikleri yapılmıştır. Elde edilen analizler sonucunda rastgele etkiler modelinin tercih edilmesi gerektiği belirlenmiştir. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların yayın yılı, yayın türü, öğrenim seviyesi ve örneklem büyüklüğü heterojenlik gösterdiğinden dolayı tüm analizler rastgele etkiler modeli çerçevesinde yapılmıştır. Araştırmanın bulgularından elde edilen sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

Araştırmanın birinci alt problemi “Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Bilgi işlemsel düşünme becerileri için hangi genel yargıya varılabilir?” şeklindedir. Yapılan Q testi sonucunda çalışmalar arasında yüksek düzeyde ($Q(38)=396.6081$, $p<0.0001$, $\tau^2=2.6986$, $I^2=98.5059$) heterojenlik bulunduğu saptanmıştır. Bu sonuca göre çalışmaların heterojen yapıya sahip olduğu görülmüş, etki büyüklükleri dağılımı rastgele etkiler modeline göre hesaplanmıştır. Çalışmaların genel etki büyüklüğü rastgele etkiler modeline göre “0.77” etki büyüklüğü değeri bulunmuş olup, Thalheimer ve Cook (2002)’ un etki büyüklüğü sınıflamasına göre “büyük” düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların etki büyüklükleri incelendiğinde en küçük etki büyüklüğü değerinin -1.67, en yüksek etki büyüklüğü değerinin ise 12.76 olduğu görülmüştür. Bilgi işlemsel düşünmeye etki temasına ait 39 karşılaştırmadan 33’ü pozitif yönlü iken 6 çalışma negatif yönlü çıkmıştır. Thalheimer ve Cook (2002)’un sınıflamasına göre 39 karşılaştırmadan 8 tanesi önemsiz, 8 tanesi küçük, 15 tanesi orta, 3 tanesi büyük, 1 tanesi çok geniş ve 4 tanesi mükemmel etki düzeyindedir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların

yayın yanlılığının belirlenmesi için oluşturulan Funnel Plot (Huni Grafiği), Egger'in doğrusal regresyon yöntemi, Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu, Duval ve Tweedie'nin Kes ve Ekle Yöntemi, Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi ve Orwin'in güvenli N Yöntemi sonuçlarından yararlanılmıştır. Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi testine göre bu meta-analizin bulgularının geçersiz sayılabilmesi için, literatürde en az 1599 tane eldeki bulgulara zıt değerlere sahip çalışma olması gerekmektedir. Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi sonucuna göre araştırmancının yayın yanlılığından etkilenmediğinin bir göstergesi olarak düşünülebilir. Orwin'in Güvenli N Yöntemine göre meta-analize dâhil edilmesi gereken çalışma sayısı 672 olarak bulunmuştur. Meta-analizi yapılan çalışma (39) sayısına göre bu sayı (672) çok daha fazladır. Böylelikle yapılan meta-analiz sonucunda yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla etki büyüklüğünün de geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuca göre 21. yüzyıl becerileri için gerekli bir özellik olarak nitelendirilen bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerinde büyük düzeyde bir etkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Günümüz bilgi çağında teknolojinin kullanım alanı her geçen gün genişlemektedir ve yaratıcı, analitik, eleştirel ve algoritmik düşünebilen bireylere ihtiyaç artmaktadır. Bu bağlamda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğretim programlarına dâhil edilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir. Farklı yaş ve disiplinlerden öğrenenlerin, bilgi işlemsel düşünmeyle ilgili ihtiyaç duyulan kaynakların sağlanması ve uzmanlar tarafından verilen eğitimlere katılmaları önerilmektedir.

Araştırmancının ikinci alt problemi "Türkiye'de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre olumlu etki göstermekte midir? Türkiye'de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullandığı ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?" şeklindedir. Çalışma sonucunda Estonya'da 3, Tayvan'da 5, Türkiye'de 8, Kore'de 2, Çin'de 9, İspanya'da 2, Amerika'da 8, Avustralya'da ve Tayland'da 1 çalışmanın olduğu görülmüştür. Ülkelerin ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin Tayland'da (8.23), en düşük etki büyüklüğü değerinin Avustralya'da (-0.13) olduğu görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Q = 80.27, p < 0.05$).

Araştırmanın üçüncü alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı bilgi işlemsel düşünme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, sınıf düzeyi) göre dağılımı nasıldır?” şeklindedir. Çalışmalar yıl değişkenine göre incelendiğinde Türkiye’de 2013- 2016 yıllarında bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Yurt dışında 2013 ve 2015 yılında bir çalışma, 2016 yılında iki çalışmaya rastlanılmıştır. Son yıllar incelendiğinde Türkiye’de 2020 yılında 3 çalışma, 2021 yılında 2 çalışma yapılmışken, yurt dışında 2020 yılında 3 çalışma, 2021 yılında 14 çalışmaya ulaşılmıştır. Araştırma sonucunda son yıllarda bilgi işlemsel düşünme konusunda yapılan çalışmaların sayısında bir artış olduğu görülmektedir. Çalışmalar örneklem büyüklüğü değişkenine göre incelendiğinde “1-50 arası”, “51-100 arası”, “100 ve üzeri” şeklinde sınıflara ayrılmıştır. Buna göre “1 ile 50” arasında kişiyle yapılan 5 çalışma, “51 ile 100” arasında kişi yapılan 15 çalışma ve “101 ve üzerinde” kişi yapılan 12 çalışmanın olduğu görülmektedir. Çalışmalar makale ve tezlerden oluşmaktadır. Türkiye’de 7 makale ve 1 tez, yurt dışında 19 makale ve 5 tez yapılmıştır. Çalışma sonucunda yurt dışında yapılan çalışma sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışma sonucu sınıf düzeyine göre değerlendirildiğinde Türkiye’de ilkökul ve yükseköğretim düzeyinde herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Hem Türkiye’de hem yurt dışında okul öncesi düzeyde bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Yurt dışında ilkökul düzeyinde yapılan çalışmaların sayısının daha fazla olduğu görülmektedir.

Araştırmanın dördüncü alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine (okul öncesi, ilkökul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “öğrenim seviyesine” (okul öncesi, ilkökul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Buna göre ilkökul düzeyinde 1 çalışma, ortaokul düzeyinde 1 çalışma, lise düzeyinde 5 çalışma, yükseköğretim düzeyinde 4 çalışma, K-12 öğrenenleri düzeyinde 1 çalışma ve 18-52 bilgisayar okuryazarlığı kursu öğrenenleri düzeyinde 1 çalışma olduğu görülmüştür. Öğrenim seviyesine göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin yükseköğretim düzeyinde (2.05), en düşük etki büyüklüğü değerinin K-12 öğrenenleri düzeyindedir. Okul öncesi düzeyde herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Q=$

5.28, $p=0.38$). Bu bağlamda literatürdeki bu eksikliğini giderilmesine yönelik çeşitli araştırmaların yapılması ve bu becerinin yetişkinlere de kazandırılmasına yönelik çeşitli eğitim ortamlarının oluşturulması önerilmektedir. Bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrencilere ve öğrenenlere/yetişkinlere kazandırılabilmesi için uzmanlar eşliğinde çeşitli etkinliklerin ve kursların düzenlenmesi, eğitimlerin verilmesi önerilebilir. Bu bağlamda bu konularda hazırlanacak basılı ve elektronik kaynaklardan faydalanılabilir. Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere ve bireylere kazandırılması sürecinde alanında uzman kişiler tarafından eğitime yardımcı olması amacıyla basılı ve e-kaynaklar oluşturulabilir.

Araştırmanın beşinci alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “örneklem büyüklüğüne” göre öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Buna göre örneklem sayısı “1 ile 50” arası kişi ile yapılan 27 çalışma, “51 ile 100” arası kişi ile yapılan 7 çalışma, “100 ve üzeri” kişi ile yapılan 5 çalışma bulunmaktadır. Örneklem sayısına göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin örneklem sayısı 1 ile 50 arası kişi ile yapılan çalışmalarda olduğu (1.03), en düşük etki büyüklüğü değerinin ise örneklem sayısı 51 ile 100 kişi ile yapılan çalışmalarda olduğu (-0.04) görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Q=2.78$, $p=0.24$).

Araştırmanın altıncı alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “yayın türüne” (makale ve tez) göre öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bunun için 32 makale ve 7 tez meta-analize dâhil edilmiştir. Yayın türlerine göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, yüksek etki büyüklüğü değerinin makale çalışmalarında olduğu (0.91), düşük etki büyüklüğü değerinin ise tez çalışmalarında olduğu (0.04) görülmektedir. Yayın türü bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($Q=1.74$, $p=0.18$) bir fark bulunmamıştır.

Araştırmanın yedinci alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın yılına göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı yayınların “yayınlanma yılına” göre öğrenenlerin bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda çalışmaların yapıldığı 2013 ve 2021 yılları arasında yayınlanan çalışmalara ait etki büyüklükleri hesaplanmıştır. 2013-2015 yıllarında yayınlanan 3 çalışma, 2016-2018 yıllarında yayınlanan 7 çalışma, 2019-2021 yıllarında yayınlanan 29 çalışma bulunmaktadır. Çalışmaların yayınlanma yıllarına göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında en yüksek etki büyüklüğü değerinin 2021 yılında yayınlanan çalışmada olduğu (12.351), en düşük etki büyüklüğü değerinin ise 2013 yılında yapılan çalışmada olduğu (-0.003) görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Q=3.12$, $p=0.87$) ancak grup içi fark anlamlıdır ($Q=342.32$, $p=0.00$). Çalışma sonucunda son yıllarda yapılan çalışma sayısında bir artış olduğu görülmüştür. Bu araştırmanın 2021 yılının sonuna kadar İngilizce ve Türkçe dillerinde yayınlanan çalışmalar ile sınırlı kaldığı düşünüldüğünde 2022 yılının da dâhil edildiği ve farklı dillerde yayınlanmış çalışmaların bu çalışmanın sonuçları ile birlikte yeniden analizinin yapılması sonuçların genelleştirilmesine katkı sağlayabilecektir. İlerleyen yıllarda hem matematik alanında hem de farklı alanlarda bu konudaki çalışmaların sayısının günden güne artacağı varsayılmaktadır. Farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmaların evrene dâhil edilmesiyle birlikte gelecekte daha kesin ve detaylı sonuçların elde edilebileceği meta-analiz çalışmalarının yapılabilmesi düşünülmektedir.

5.2. Problem Çözme Teması Altındaki Sonuç ve Öneriler

Araştırmanın sekizinci alt problemi “Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların problem çözme becerisine olan etkisi (etki büyüklüğü) nedir? Problem çözme becerileri için hangi genel yargıya varılabilir?” şeklindedir. Yapılan Q testi sonucunda çalışmalar arasında yüksek düzeyde ($(Q(8)=22.7527$, $p=0.0037$, $\tau^2=0.0756$, $I^2=60.5424$)) heterojenlik bulunduğu saptanmıştır. Bu testin sonucuna göre çalışmaların heterojen yapıya sahip olduğu görülmüş, etki büyüklükleri dağılımı rastgele etkiler modeline göre hesaplanmıştır. Çalışmaların genel etki büyüklüğü rastgele etkiler modeline göre “0.34” etki büyüklüğü değeri bulunmuş olup, Thalheimer ve Cook (2002)’ un etki büyüklüğü sınıflamasına göre “küçük” düzeyde bir etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Bilgi işlemsel

düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmaların öğrenenlerin problem çözme becerilerine pozitif etkisi olduğu belirlenmiştir. Çalışmaların etki büyüklükleri incelendiğinde en küçük etki büyüklüğü değerinin -0.18, en yüksek etki büyüklüğü değerinin ise 0.99 olduğu görülmüştür. Problem çözmeye etki temasına ait 9 karşılaştırmadan 7'si pozitif yönlü iken 2 çalışma negatif yönlü çıkmıştır. Thalheimer ve Cook (2002)'un sınıflamasına göre 9 karşılaştırmadan 2 tanesi önemsiz, 3 tanesi küçük, 3 tanesi orta ve 1 tanesi büyük etki düzeyindedir. Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların yayın yanlılığının belirlenmesi için oluşturulan Funnel Plot (Huni Grafiği), Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi, Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu sonuçlarından yararlanılmıştır. Egger'in Doğrusal Regresyon Yöntemi testi sonucunda p değeri .0050 bulunmuştur. Bu değer huni grafiğindeki dağılımın simetrik olmadığına işaret etmektedir. Ancak Egger'in testi istatistiksel olarak anlamlılık testlerinde bulunan zayıflık durumlarını paylaştığından (Üstün ve Eryılmaz, 2014) diğer yayın yanlılığı testi olan Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu'yla da analiz yapılmıştır. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu testi sonucunda p değeri 0.2595 bulunmuştur. p değeri 0.05'ten büyük çıktığı için huni grafiğini dağılımının simetrik olduğuna işaret etmektedir. Böylelikle yapılan meta-analiz sonucunda yayın yanlılığının olmadığı görülmektedir. Dolayısıyla etki büyüklüğünün de geçerli olduğu sonucuna varılmıştır. Literatürde bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin öğrenenlerin problem çözme becerilerine olan etkisini ortaya koyan çalışmalara oldukça az sayıda rastlanılmıştır. Bu konuda deneysel ve yarı deneysel çalışmaların gerçekleştirilmesinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmanın dokuzuncu alt problemi "Bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı çalışmalar öğrenenlerin problem çözme becerilerinde Türkiye'de ve yurt dışında olumlu etki göstermekte midir? Türkiye'de ve yurt dışında yapılan bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?" şeklindedir. Çalışma sonucunda Türkiye'de 3, Çin'de 4 ve Amerika'da 2 çalışmanın olduğu görülmüştür. Ülkelerin ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin Çin'de (0.58), en düşük etki büyüklüğü değerinin Türkiye'de (-0.03) olduğu görülmüştür. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Q= 16.90$, $p<0.05$). Etki büyüklükleri değerlendirildiğinde Çin ve Amerika'da problem çözme becerilerine etkisi orta düzeydedir. Buna karşın Türkiye'de negatif yönde önemsiz düzeyde bir etkisinin olduğuna sonucuna ulaşılmıştır. Ancak literatürde bu konuda az sayıda çalışmaya rastlanıldığından araştırma

sonucunun netlik kazanması için daha fazla çalışmanın yapılmasının gerektiği düşünülmektedir.

Araştırmanın onuncu alt problemi “Türkiye’ de ve yurt dışında yapılan ve bu araştırmaya dâhil edilen bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı problem çözme becerisini inceleyen çalışmaların bağımsız değişkenlere (yıl, örneklem büyüklüğü, yayın türü, öğrenim seviyesi) göre dağılımı nasıldır?” şeklindedir. Çalışmalar yıl değişkenine göre incelendiğinde Türkiye’de 2013-2017 arasındaki yıllarda, yurt dışında 2018-2020 arasındaki yıllarda herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. Son yıllar incelendiğinde Türkiye’de 2020 yılında 2 çalışmaya rastlanırken yurt dışında 2020 yılında herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır. 2021 yılında 4 çalışmaya ulaşılmıştır. Çalışmalar örneklem büyüklüğü değişkenine göre incelendiğinde “1-50 arası”, “51-100 arası”, “100 ve üzeri” şeklinde sınıflara ayrılmıştır. Buna göre “1 ile 50” arasında kişiyle yapılan 3 çalışma, “51 ile 100” arasında kişi yapılan 4 çalışma ve “101 ve üzerinde” kişi yapılan 2 çalışmanın olduğu görülmektedir. Çalışmalar makale ve tezlerden oluşmaktadır. Türkiye’de 3 makale, yurt dışında 5 makale ve 1 tez yazılmıştır. Çalışmada yurt dışında yapılan çalışma sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. Çalışma sınıf düzeyine göre değerlendirildiğinde Türkiye’de okulöncesi ve yükseköğretim düzeyinde, yurt dışında lise düzeyinde herhangi bir çalışmaya rastlanılamamıştır.

Araştırmanın on birinci alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların öğrenim seviyelerine (okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “öğrenim seviyesine” (okul öncesi, ilkokul, ortaokul, lise, yükseköğretim) göre öğrenenlerin problem çözme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Buna göre okul öncesinde 1 çalışma, ilkokul düzeyinde 3 çalışma, ortaokul düzeyinde 2 çalışma, lise düzeyinde 1 çalışma, yükseköğretim düzeyinde 2 çalışma bulunmaktadır. Öğrenim seviyesine göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin okulöncesi düzeyinde (0.98), en düşük etki büyüklüğü değerinin lise düzeyinde olduğu görülmüştür (-0.07). Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır ($Q= 19.55$, $p<0.00$). Bilgi işlemsel düşünmenin özellikle okulöncesi, lisans ve lisansüstü düzeylerinde problem çözme becerileri üzerine etkisini

araştıran daha fazla akademik çalışmaya ihtiyaç olduğu düşünüldüğünden bu düzeylerde araştırma sayısının artırılması önerilebilir. Ayrıca yüksek lisans ve doktora eğitimi alan öğrenciler için yeni bir araştırma konusu olarak önerilebilir.

Araştırmanın on ikinci alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların örneklem büyüklüklerine (küçük, orta, büyük) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “örneklem büyüklüğüne” göre öğrenenlerin problem çözme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Buna göre örneklem sayısı “1 ile 50” arası kişi ile yapılan 3 çalışma, “51 ile 100” arası kişi ile yapılan 3 çalışma, “100 ve üzeri” kişi ile yapılan 3 çalışma bulunmaktadır. Örneklem sayısına göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, en yüksek etki büyüklüğü değerinin örneklem sayısı 1 ile 50 arası kişi ile yapılan çalışmalarda olduğu (0.60), en düşük etki büyüklüğü değerinin ise örneklem sayısı 101 ve üzeri kişi ile yapılan çalışmalarda olduğu (0.20) görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($Q=1.56$, $p=0.45$).

Araştırmanın on üçüncü alt problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği çalışmaların yayın türlerine göre (makale ve tez) göre etki büyüklükleri arasında fark var mıdır?” şeklindedir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılmış yayınların “yayın türüne” (makale ve tez) göre öğrenenlerin problem çözme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bunun için 8 makale ve 1 tez meta-analize dâhil edilmiştir. Yayın türlerine göre ortalama etki büyüklükleri karşılaştırıldığında, genel etki büyüklüğü değerinin makale çalışmalarında (0.34), tez çalışmalarında ise (0.29) olduğu görülmektedir. Yayın türü bakımından gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı ($Q=0.02$, $p=0.90$) bir fark bulunmamıştır. Araştırma bulgularında bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin problem çözme becerilerine etkisi teması altında makale ve tez olarak ayrılan yayın türlerine ait etki büyüklüğü küçük düzeyde bulunmuştur. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların makale veya tez olması göze çarpıcı bir etkiyi ifade etmediği sonucuna ulaşılmıştır.

Araştırmanın on dördüncü problemi “Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı ve öğrenenlerin problem çözme becerilerinin incelendiği

Çalışmaların yayın yılına göre etki byklklri arasında fark var mıdır?” Őeklindeyir. Türkiye’de ve yurt dışında bilgi işlemsel düşünme yönteminin kullanıldığı yayınların “yayınlanma yılına” göre öğrenenlerin problem çözme becerileri üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bu bağlamda çalışmaların yapıldığı 2013 ve 2021 yılları arasında yayınlanan çalışmalara ait etki byklklri hesaplanmıştır. 2013, 2017 ve 2018 yıllarında 1 çalışma, 2020 yılında 2 çalışma ve 2021 yılında 4 çalışmaya rastlanmaktadır. Çalışmaların yayınlanma yıllarına göre ortalama etki byklklri karşılaştırıldığında en yüksek etki büyüklüğü değerinin 2017 yılında yayınlanan çalışmada olduğu (0.98), en düşük etki büyüklüğü değerinin ise 2018 yılında yapılan çalışmada olduğu (-0.09) görülmektedir. Gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmuştur ($Q=16.53$, $p<0.05$). Çalışma sonucunda son yıllarda yapılan çalışma sayısında artış olduğu görülmektedir. Yurt dışında ve Türkiye’de bilgi işlemsel düşünme aracılığıyla yapılan öğretimin bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerileri üzerine etkisinin incelendiği akademik çalışmaların sayısının artırılması önerilmektedir. Bilgi işlemsel düşünmeyle çok derin bağları olan matematik eğitimi alanında bilgi işlemsel düşünme ve problem çözme becerileri üzerine etkisini inceleyen akademik çalışmaların sayısının artırılması önerilebilir. Bilgi işlemsel düşünme temelinde yapılan öğretimin problem çözme becerisine etkisi belirlenirken araştırma 2021 yılının sonuna kadar İngilizce ve Türkçe dillerinde yayınlanan çalışmalar ile sınırlı kalmıştır. Araştırmada kullanılan çalışmaların yayın yılları incelendiğinde 2020 ve 2021 yıllarında yayın sayısının arttığı görülmüştür. 2022 yılı ve sonrasındaki yıllarda ve farklı dillerde yayınlanmış çalışmaların sonuçlarının dâhil edilmesiyle yapılacak çalışmaların bu araştırmada elde edilen sonuçların genelleştirilmesine katkıda bulunacağı düşünülmektedir.

Literatür taraması sonucunda eğitim alanında bilgi işlemsel düşünme becerileri üzerine yapılan çalışmaların çoğunlukla bilişim teknolojileri ve matematik alanlarında yapıldığı görülmektedir. Bu çalışmaların büyük bir çoğunluğu akademik başarının llmesine yönelik olarak yapılmış çalışmalardır. Bilişim teknolojileri ve matematik alanlarından sonra ikinci sırada yapılan çalışmalarda fen bilimleri ve İngilizce eğitimi gelmektedir. Benzer Şekilde bu çalışmalarda da akademik başarının ölçülmesi amaçlanmıştır. Bilgi işlemsel düşünme ile problem çözme arasındaki yakın ilişkiden dolayı matematik eğitiminde bu becerilerin geliştirilmesine yönelik çalışmaların yapılması önerilebilir. Özellikle bilişim teknolojilerinde ve fen bilimlerinde bu konuda yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ancak

matematiksel düşünmeyi bünyesinde barındıran bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesine yönelik matematik eğitimi alanında bu konuda yapılan çalışmalara rastlanılmamış olması büyük eksikliktir. Bu araştırmanın bir sonucu olarak bu becerinin geliştirilmesine yönelik çeşitli çalışmaların yapılmasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

Akçay, A. O., Karahan, E. ve Türk, S. (2019). Bilgi işlemsel düşünme becerileri odaklı okul sonrası kodlama sürecinde ilkokul öğrencilerinin deneyimlerinin incelenmesi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Türk Dünyası Uygulama ve Araştırma Merkezi Eğitim Dergisi*, 4(2), 38-50.

Akman, E. ve Bircan, M. A. (2021). Öğrencilerin teknolojiyle kendi kendine öğrenme ve bilgisayarca düşünme becerilerinin incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(1), 12-22. DOI: 10.7822/omuefd.860638.

Aktaş, N. (2019). Ders öğretim programlarına yönelik hazırlanan tezlerin meta analizi (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Düzce Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Düzce.

Akkaya, A. (2018). *The Effects Of Serious Games On Students' Conceptual Knowledge Of Object-Oriented Programming And Computational Thinking Skills* (Yayın No. 526681) [Master thesis, Boğaziçi University]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Aldağ, H., ve Tekdal, M. (2015). Bilgisayar kullanımı ve programlama öğretiminde cinsiyet farklılıkları. 1.Uluslararası Çukurova Kadın Çalışmaları Kongresi (pp.236-243). 9-11 April, Adana, Turkey.

Alkan, H. ve Güzel, E. B. (2005). Öğretmen Adaylarında Matematiksel Düşünmenin Gelişimi. *Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 221-236.

Altun, M. (2013). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve 8. sınıflarda) matematik öğretimi* (9. baskı). Bursa: Aktüel.

Anderson, N. D. (2016). A call for computational thinking in undergraduate psychology. *Psychology Learning and Teaching*, 15(3), 226-234.

Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J., and Zagami, J. (2016). A K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge. *Journal of Educational Technology and Society*, 19(3), 47. <https://doi.org/10.2307/jeductechsoci.19.3.47>

Antle, A. N., and Wise, A. F. (2013). Getting down to details: Using theories of cognitions and learning to inform tangible user interdice design. *Interacting with Computers*, 25(1), 1-20.

Apostolellis, P., Stewart, M., Frisina, C., and Kafura, D. (2014). K-6 computational thinking curriculum framework: Implications for teacher knowledge, *Educational Technology and Society*, 19(3), 47–57.

Apostolellis, P., Stewart, M., Frisina, C., Kafura, D. (2014). RaBit EscApe: A Board Game for Computational Thinking. In: *Proceeding IDC '14: Proceedings of the 2014 conference on Interaction design and children*. 349-352. Aarhus, Denmark.

*Arik, M., and Topçu, M. S. (2022). Computational thinking integration into science classrooms: Example of digestive system. *Journal of Science Education and Technology*, 31(1), 99-115.

Aristawati, F. A., Budiyanto, C. and Yuana, R.A (2018). Adopting educational robotics to enhance undergraduate students' self-efficacy levels of computationalthinking. *Journal of Turkish Science Education*,15(Special), 42-50.

Armoni, M. (2012). Teaching CS in Kindergarten: How Early Can The Pipeline Begin? *ACM Inroads*, 3(4), 18-19.

Armoni, M., and Gal-Ezer, J. (2014). Early Computing Education: Why? What? When? Who? *ACM Inroads*, 5(4), 54-59.

Astrachan, O. (2009). A new way of thinking about computational thinking, *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 25(1).

Ater-Kranov, A., Bryant, R., Orr, G., Wallace, S., and Zhang, M. (2010). Developing a community definition and teaching modules for computational thinking: Accomplishments and challenges. *Proceedings of the 2010 ACM Conference on Information Technology Education* 143-148.

Atiker, B. (2019). *Programlama öğretiminde ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin başarıya etkisi*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Atmatzidou, S., and Demetriadis, S. (2016). Advancing students' computational thinking skills through educational robotics: A study on age and gender relevant differences. *Robotics and Autonomous Systems*. 75 (2016), 661-670. DOI:10.1016/j.robot.2015.10.008

*Aumgri, C., and Pimdee, P. (2021). STEM Learning Platform Using Design Engineering for Reinforcing Students' Computational thinking skills. *Ilkogretim Online*, 20(1).

Ayaz, M. F. (2014). *Proje tabanlı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen derslerindeki akademik başarılarına ve fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi: bir meta analiz çalışması*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Aydoğdu, Ş. (2020). Blok Tabanlı Programlama Etkinliklerinin Öğretmen Adaylarının Programlamaya İlişkin Öz Yeterlilik Algılarına ve Hesaplamalı Düşünme Becerilerine Etkisi. *Eğitim Teknolojisi Kuram ve Uygulama*, 10(1), 303-320.

Aygün, Ş. S., Atalay, N., Kılıç, Z., ve Yaşar, S. (2016). Öğretmen adaylarına yönelik 21. yüzyıl becerileri yeterlilik algıları ölçeğinin geliştirilmesi: Geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 40(40), 160-175.

Bakioğlu, A., ve Özcan, Ş. (2016). *Meta-analiz*. Ankara: Nobel.

Bal, N. (2019). *Temel Robotik Eğitiminin Ortaokul Öğrencilerinin 21. Yüzyıl Becerilerine Ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi* (Yayın No. 617237) [Yüksek lisans tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Barcelos, T. and Silveira, I. (2012). Teaching computational thinking in initial series an analysis of the confluence among mathematics and computer sciences in elementary education and its implications for higher education. *2012 XXXVIII Conferencia Latinoamericana En Informatica (CLEI)* içinde (s. 1-8). Medellin, Colombia. DOI: 10.1109/CLEI.2012.6427135

Barr, D., Harrison, J., and Conery, L. (2011). Computational thinking: A digital age skill for everyone. *Learning and Leading with Technology*, 38(6), 20–23.

Barr, V., and Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: what is Involved and what is the role of the computer science education community?. *Acm Inroads*, 2(1), 48-54.

Barut, E., Tuğtekin, U., and Kuzu, A. (2016). Programlama eğitiminin bilgi işlemsel düşünme becerileri bağlamında incelenmesi. In *4th International Instructional Technologies and Teacher Education Symposium* (210-214).

Baroody, A. J. (2003). The development of adaptive expertise and flexibility: The integration of conceptual and procedural knowledge. *The development of arithmetic concepts and skills: Constructive adaptive expertise*, 1, 33.

Basawapatna, A., Repenning, A., Koh, K.H., Savignano, M. (2014). The Consume - Create Spectrum: Balancing Convenience and Computational Thinking in STEM Learning. In: *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, Atlanta, USA, 659-664.

*Basu, S. (2016). *Fostering synergistic learning of computational thinking and middle school science in computer-based intelligent learning environments*. Vanderbilt University.

Batı, K., Çalışkan, İ ve Yetişir, M. İ. (2017). Fen eğitiminde bilgi işlemsel düşünme ve bütünleştirilmiş alanlar yaklaşımı (STEAM). *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 41(1), 91-103.

Begg, C. B., and Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 50(4), 1088–1101. <https://doi.org/10.2307/2533446>

Bers, M., Flannery, L., Kazakoff, E., and Sullivan, A. (2014). Computational thinking and tinkering: Exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computer and Education*, 72, 145-157.

Bilgiç, Ş. (2021). *Üstün Zekâlı Öğrencilere Yönelik Farklılaştırılmış Matematik Öğretiminin Etkililiği: Bir Meta-Analiz Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Bishop, C. M. (2006). *Pattern recognition and machine learning (1. Bs.)*. Singapore: Springer.

Bissaker, K. (2014). Transforming STEM education in an innovative Australian school: The role of teachers' and academics' professional partnerships. *Theory into Practice*, 53(1), 55-63.

Blikstein, P., and Wilensky, U. (2009). An atom is known by the company it keeps: A constructionist learning environment for materials science using agentbased modeling. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 14, 81-119.

Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., and Engelhardt, K. (2016). *Developing computational thinking in compulsory education: Implications for policy and practice*. Resource document (EUR 28295 EN). <https://doi.org/10.2791/792158>

Boechler, P., Artym, C., Dejong, E., Carbonaro, M., Stroulia, E. (2014). Computational Thinking, Code Complexity, and Prior Experience in a Videogame-Building Assignment. In: *Proceedings of the 14th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, Athens, Greece, 396-398.

Bolat, Y. İ. (2020). *Stem Temelli Matematik Etkinliklerinin Problem Çözme Ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisi İle Stem Alanlarına Olan İlgiye Katkılarının Araştırılması* (Yayın No. 634292) [Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

*Booth, W. A. (2013). *Mixed-methods study of the impact of a computational thinking course on student attitudes about technology and computation* (Doctoral dissertation, Baylor University).

Bower, M., and Falkner, K. (2015). Computational thinking, the notional machine, preservice teachers, and research opportunities. *Proceedings of the 17th Australian Computing Education Conference*. Sydney: RMIT University, 37-46.

Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., and Koehler, C. M. (2012). What is STEM? A discussion about conceptions of STEM in education and partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11.

Brennan, K., and Resnick, M. (2012). New frameworks for studying and assessing the development of computational thinking. In *Paper presented at the proceedings of the 2012 annual meeting of the American Educational Research Association, Vancouver, Canada*.

Brigas, C. J., and Figueiredo, J. A. Q. (2019). " The Hour of the Code": Computational Thinking Workshop in a Primary School in Guarda, Portugal. *Research in Social Sciences and Technology*, 4(2), 129-136.

Bringuier, J. C. (1980). Conversations with Jean Piaget. *Society*, 17(3), 56-61.

Brown, W. (2015). *Introduction to Algorithmic Thinking*. Erişim adresi:

<https://docs.google.com/document/d/1MyFYez2SQvsfq7r1StE2kxZyXUm52Zuc1C4HGvUdtQ/edit#!>

Bulut, A. E., ve Yılmaz, M. (2021). *Fen lisesi öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme beceri düzeylerinin belirlenmesi*. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 7(1), 80-91. <https://dx.doi.org/110.30855/gjes.2021.07.01.005>

Burke, Q. (2012). The markings of a new pencil: Introducing programming-as-writing in the middle school classroom. *Journal of Media Literacy Education*, 4(2), 121-135.

Burton, L. (1984). Mathematical thinking: The struggle for meaning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 15(1), 35-49.

Büyüköztürk, Ş., Kılıç Çakmak, E., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş., ve Demirel, F. (2020). *Eğitimde Bilimsel Araştırma Yöntemleri* (28. Baskı). Ankara: Pegem Akademi.

Cai, J. (2002). Assessing and understanding U.S. and Chinese students' mathematical thinking. *ZDM*, 34(6), 278-290.

Calao, L., Leon, J., Correa, H., and Robles, G. (2015). Developing mathematical thinking with scratch. *Design For Teaching and Learning in a Networked World*, 17-27.

Calderon, A. C., Skillicorn, D., Watt, A., and Perham, N. (2020). A double dissociative study into the effectiveness of computational thinking. *Education and Information Technologies*, 25(2), 1181–1192. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09991-3>

Cansu, S. K., and Cansu, F. K. (2019). An Overview of Computational Thinking. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 3(1), n1. <https://doi.org/10.21585/ijcses.v3i1.53>

Cetin, I. (2016). Preservice teachers' introduction to computing: Exploring utilization of scratch. *Journal of Educational Computing Research*, 54, 997–1021. <https://doi.org/10.1177/0735633116642774>

Ceylan, V. K. (2020). *Senaryo Temelli Scratch Öğretim Programının Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine, Problem Çözme ve Programlama Ünitesi Erişilerine Etkisi*. Doktora Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın.

Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93-100.

Chan, S. W., Looi, C. K., Ho, W. K., Huang, W., Seow, P., Wu, L., and Kim, M. S. (2020). Computational Thinking Activities in Number Patterns: A Study in a Singapore Secondary School. *28th International Conference on Computers in Education*.

Chaudhary, V., Agrawal, V., Sureka, P., and Sureka, A. (2016). An experience report on teaching programming and computational thinking to elementary level children using lego robotics education kit. In *2016 IEEE Eighth International Conference on Technology for Education (T4E)*, 38-41. IEEE.

Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X., and Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers and Education*, 109, 162–175.

*Chen, Y. C., Tsui, P. L., and Lee, C. S. (2021). Is Mathematics Required for Cooking? An Interdisciplinary Approach to Integrating Computational Thinking in a Culinary and Restaurant Management Course. *Mathematics*, 9(18), 2219.

Chiazzese, G., Fulantelli, G., Pipitone, V., and Taibi, D. (2018). Engaging primary school children in computational thinking: Designing and developing videogames. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 63–81.

Cochran, W. G. (1954). The combination of estimates from different experiments. *Biometrics*, 10(1), 101–129. <https://doi.org/10.2307/3001666>

Cohen, L., Manion, L. and Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education (6th Edition)*. New York: Routledge.

Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., and Woollard, J. (2015). *Computational thinking a guide for teachers*.
https://pdfs.semanticscholar.org/b874/1512fec1821197c2f54e0bfadbdfef2d5302.pdf?_ga=2.5307760.293960959.1591546187-1517568329.1590922092

Cui, Z., and Ng, O. L. (2021). The Interplay Between Mathematical and Computational Thinking in Primary School Students' Mathematical Problem-Solving Within a Programming Environment. *Journal of Educational Computing Research*, 59(5), 988-1012.

Cuny, J., Snyder, L., and Wing, J. M. (2010). *Demystifying computational thinking for noncomputerscientists*. Erişim adresi: <http://www.cs.cmu.edu/~CompThink/resources/TheLinkWing.pdf>.

Curzon, P. (2015). *Computational thinking: Searching to speak*. Connecticut: Queen Mary University, London.

Curzon, P., McOwan, P. W., Plant, N., and Meagher, L. R. (2014). Introducing teachers to computational thinking using unplugged storytelling. *Proceedings of the 9th workshop in primary and secondary computing education*. 89-92.

Czerkawski, B. C., and Lyman, E. W. (2015). Exploring issues about computational thinking in higher education. *TechTrends*, 59(2), 57-65.

Çakır, E. (2017). *Ters Yüz Sınıf Uygulamalarının Fen Bilimleri 7. Sınıf Öğrencilerinin Akademik Başarı, Zihinsel Risk Alma ve Bilgisayarca Düşünme Becerileri Üzerine Etkisi* (Yayın No. 456600) [Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Çakır, E. ve Yaman, S. (2018). Ters yüz sınıf modelinin öğrencilerin fen başarıları ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi. *GEFAD / GUJGEF* 38(1), 75-99.

Çatlak, Ş., Tekdal, M. and Baz, F. (2015). Scratch yazılımı ile programlama öğretiminin durumu: Bir doküman inceleme çalışması [The Status of Teaching Programming with Scratch: A Document Review Work]. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 4(3), 13-25.

Çetin, İ. ve Toluk Uçar, Z. (2017). Bilgi-işlemsel düşünme tanımı ve kapsamı. Y. Gülbahar (Ed.), *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya* (41-74). Ankara: Pegem Yayıncılık.

Çınar, M., ve Tüzün, H. (2017). Eğitimde bilgisayarlı düşünme uygulamalarına ilişkin bir alanyazın incelemesi. 11. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Sempozyumu [International Computer and Instructional Technologies Symposium], İnönü University, Malatya, Turkey.

Çimentepe, E. (2019). *STEM Etkinliklerinin Akademik Başarı, Bilimsel Süreç Becerileri ve Bilgisayarca Düşünme Becerilerine Etkisi* (Yayın No. 552833) [Yüksek lisans tezi, Ömer Halis Demir Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Dagienė, V., Sentance, S., Stupurienė, G. (2017). Developing a two-dimensional categorization system for educational tasks in informatics. *Informatica*, 28(1), 23–44.

Dede, C. (2010). Comparing Frameworks for 21st Century skills. 21st Century skills. Erişim adresi: http://watertown.k12.ma.us/dept/ed_tech/research/pdf/ChrisDede.pdf.

*del Olmo-Muñoz, J., Cózar-Gutiérrez, R., and González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers and Education*, 150, 103832.

Delal, H. (2019). *Developing Middle School Students' Computational Thinking Skills Using Unplugged Computing Activities* (Publication No. 580800) [Master thesis, Boğaziçi University]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Demir, Ö., ve Seferoğlu, S. S. (2017). Yeni kavramlar, farklı kullanımlar: Bilgi-işlemsel düşünmeyle ilgili bir değerlendirme. *Eğitim teknolojileri okumaları*, 41, 801-830.

Denning, P. J. (2009). The profession of IT beyond computational thinking. *Communications of The ACM*, 52(6), 28-30. Environment, *Egyptian Computer Science Journal*, 36 (4), 28-45.

Deryal, İ. E. (2021). *Ortaokul 5. ve 6. Sınıf öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerileri ile matematiksel problem çözme başarıları arasındaki ilişki* (Yüksek Lisans Tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Develioğlu, M. (2006). *Problem çözme becerileri yüksek ve düşük olan üniversite öğrencilerinin karar verme stratejilerinin bazı değişkenler açısından incelenmesi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi, Ankara.

Dinçer, S. (2014). *Eğitim Bilimlerinde Uygulamalı Meta-Analiz*. Pegem Akademi, Ankara.

Doğan, D., Çınar, M., Bilgiç, H. G., ve Tüzün, H. (2015). Sarmal eğitsel oyun tasarımı modeline göre dijital oyun geliştirme süreci: E-adventure örneği. *Proceedings of International Play and Toy Congress* (pp. 442-452). Erzurum, Ankara, Türkiye.

Dolmacı, A., ve Akhan, N. E. (2020). Bilişimsel Düşünme Becerileri Ölçeğinin Geliştirilmesi: Geçerlik ve Güvenirlik Çalışması. *Itobiad: Journal of the Human and Social Science Researches*, 9(3).

Donald, J. G. (2002). *Learning To Think: Disciplinary Perspectives. The Jossey-Bass Higher and Adult Education Series*. Jossey-Bass, Inc., 989 Market St., San Francisco, CA 94103.

Dunlap J. (2001). Mathematical thinking, <http://www.mste.uiuc.edu/courses/ci431sp02/students/jdunlap/WhitePaperII.doc>.

Durak, H. Y., Yilmaz, F. G. K., and Yilmaz, R. (2019). Computational thinking, programming self-efficacy, problem solving and experiences in the programming process conducted with robotic activities. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 173-197.

Erden, M. ve Akman, Y. (2004). *Gelişim ve öğrenme*. (13. Baskı) Ankara: Arkadaş Yayınevi.

Erdoğan, S. ve Kanık, E. A. (2011). Meta analizinde Cochran Q heterojenlik testi sonucuna göre heterojenlik ölçümleri için kesim noktalarının belirlenmesi: Bir simülasyon çalışması. *Türkiye Klinikleri Biyoistatistik Dergisi*, 3(2), 74-83.

Ergin, H. (2019). *Programlama Dersinde Proje Kullanımının Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine ve Programlama Öz Yeterlilik İnancına Etkisi* (Yayın No. 561297) [Yüksek lisans tezi, Ege Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Erümit, A., Şahin, G. ve Karal, H. (2020). YAP programlama öğretim modelinin öğrencilerin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(3), 1529-1540. DOI: 10.24106/kefdergi.3915.

Fluck, A. E., Chin, C. K. H., and Ranmuthugala, D. (2018). Transformative Computational Thinking in Mathematics. In *Open Conference on Computers in Education*. 34-43. Springer, Cham.

*Gao, X., and Hew, K. F. (2021). Toward a 5E-Based Flipped Classroom Model for Teaching Computational Thinking in Elementary School: Effects on Student Computational Thinking and Problem-Solving Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 512-543.

García-Peñalvo, F. J. (2016). What computational thinking is. *Journal of Information Technology Research*, 9(3), 5-7.

Garneli, V., and Chorianopoulos, K. (2019). The effects of video game making within science content on student computational thinking skills and performance. *Interactive Technology and Smart Education*.

Green, W. H. and Gilhooly, K. (2005). *Problem solving*. *Cognitive psychology*, 347-366.

Gretter, S., Yadav, A. (2016). Computational thinking and media and information literacy: An integrated approach to teaching twenty-first century skills. *TechTrends*, 60(5), 510–516.

Grover, S. (2017). Assessing algorithmic and computational thinking in K-12: Lessons from a middle school classroom. In *Emerging research, practice, and policy on computational thinking* (pp. 269-288). Springer, Cham.

Grover, S., and Pea, R. (2013). Computational thinking in K–12: A review of the state of the field. *Educational Researcher*, 42(1), 38–43.

Guzdial, M. (2008). Education: Paving the way for computational thinking. *Communication of the ACM*, 51(8), 25-27. <https://doi.org/10.1145/1378704.1378713>

Gülbahar, Y., Kalelioğlu, F., Doğan, D., ve Karataş, E. (2020). Bilge Kunduz: Enformatik ve bilgi-işlemsel düşünmeyi kavram temelli öğrenme için toplumsal bir yaklaşım [Bebras: An approach for concept based learning of informatics and computational thinking]. *Ankara University Journal of Faculty of Educational Sciences*, 53(1), 241–272. <https://doi.org/10.30964/aubfd.560771>

Gülbahar, Y. (2017). *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya*. Ankara: Pegem Akademi.

Gülbahar, Y., Kert, S. B., ve Kalelioğlu, F. (2018). Bilgi işlemsel düşünme becerisine yönelik öz yeterlik algısı ölçeği: geçerlik ve güvenirlik çalışması. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 10(1), 1-29.

Güler, Ç. ve Dinci, D. (2019). Ortaokul öğrencilerinin bilgisayarca düşünme becerileri ve öğrenme stilleri ile bazı değişkenler arasındaki ilişkinin incelenmesi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(1), 1167-1193.

*Günbatır, M. S. (2020). Computational Thinking Skills, Programming Self-Efficacies and Programming Attitudes of the Students. *International Journal of Computer Science Education in Schools*, 4(2), n2.

Gündoğdu, B. (2020). *Meslek Lisesi Öğrencilerine Lego Robotikle Algoritma Öğretiminin Bilgisayarca Düşünme, Bilişsel Yük ve Başarıya Etkisi* (Yayın No. 626701) [Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Hacısalıhoğlu, H. H.; Mirasyedioğlu, Ş., ve Akpınar, A. (2003). *Matematik Öğretimi: İlköğretim 1-5*. Ankara: Asil Yayın Dağıtım.

Hambruch, S., Hoffmann, C., Korb, J.T., Haugan, M., and Hosking, A.L. (2009). A Multidisciplinary Approach Towards Computational Thinking for Science Majors. *40 th ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, 41(1), 183-187. ACM: NY, USA.

Hardnett, C. R. (2008). Gaming for Middle School Students: Building Virtual Words. Third International Conference on Game Development in Computer Science Education, 21-25. ACM: NY, USA.

Haylock, D., and Cockburn, A. (2003). *Understanding Mathematics in the Lower Primary Years*. London: Paul Champman Publishing.

Henderson, R. (2002). [http:// www.doe.mass.edu /frameworks /math /1996/pref.html](http://www.doe.mass.edu/frameworks/math/1996/pref.html).

Higgins, J. P. T., and Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539–1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>

*Hooshyar, D. (2022). Effects of technology-enhanced learning approaches on learners with different prior learning attitudes and knowledge in computational thinking. *Computer Applications in Engineering Education*, 30(1), 64-76.

*Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M., and Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114, 106575.

*Hooshyar, D., Pedaste, M., Yang, Y., Malva, L., Hwang, G. J., Wang, M., and Delev, D. (2021). From gaming to computational thinking: An adaptive educational computer game-based learning approach. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 383-409.

Hsi, S., and Eisenberg, M. (2012). Math on a sphere: Using public displays to support children's creativity and computational thinking on 3D surfaces. *Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children*. 248-251. ACM: NY, USA.

*Hsu, T. C., and Liang, Y. S. (2021). Simultaneously improving computational thinking and foreign language learning: Interdisciplinary media with plugged and unplugged approaches. *Journal of Educational Computing Research*, 59(6), 1184-1207.

Humpreys, S. (2015). Computational Thinking, a guide for teacher. Computing at School. Charlote BCS. The Chartered Institue for IT.

*Hutchins, N. M., Biswas, G., Maróti, M., Lédeczi, Á., Grover, S., Wolf, R., and McElhaney, K. (2020). C2STEM: A system for synergistic learning of physics and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 83-100.

İbili, E., Günbatar, M. S. ve Sırakaya, M. (2020). Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerilerinin İncelenmesi: Meslek Liseleri Örnekleme. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(2) , 1067-1078. DOI: 10.24106/kefdergi.683577

Ismail, M. N., Ngah, N. A., and Umar, I. N. (2010). The effects of mind mapping with cooperative learning on programming performance, problem solving skill and metacognitive knowledge among computer science students. *Journal of Educational Computing Research*, 42(1), 35-61.

Israel, M., Pearson, J. N., Tapia, T., Wherfel, Q. M., and Reese, G. (2015). Supporting all learners in school wide computational thinking: A cross case qualitative analysis. *Computers and Education*, 82, 263–279.

International Society for Technology in Education (ISTE), (2011). *Computational thinking: Teacher resources* (2. edition) (Grant No: CNS- 1030054). Erişim adresi: <https://www.iste.org/explore/articleDetail?articleid=152&category=Solutions&article=Computational-thinking-for-all>

ISTE (2016). *ISTE standards for students*. Erişim adresi: <https://www.iste.org/standards/standards/for-students-2016>

ISTE. (2015). *Computational thinking leadership toolkit first edition*. Erişim adresi: <http://www.iste.org/docs/ct-documents/ct-leadership-toolkit.pdf?sfvrsn=4>.

International Society for Technology in Education (ISTE) and Computer Science Teachers Association (CSTA). (2011). *Computational Thinking in K–12 Education teacher resources second edition*. J. Harrison, J. Jane, and C. Sykora, (Eds.) ISTE: https://cdn.iste.org/wwwroot/2020-10/ISTE_CT_Teacher_Resources_2ed.pdf.

*Jenkins, C. (2018). *Microworlds, Poetry and Programming: Block-Based Programming for Literacy and Computational Thinking in Secondary Education in Wales*. University of South Wales (United Kingdom).

Johnson, D. W., Johnson, R. T., and Stanne, M. B. (2000). *Cooperative learning methods: A meta analysis*. University of Minnesota. <http://www.tablelearning.com/uploads/File/EXHIBIT-B.pdf>

*Jun, S., Han, S., and Kim, S. (2017). Effect of design-based learning on improving computational thinking. *Behaviour and Information Technology*, 36(1), 43-53.

Kablan, Z., Topan, B., ve Erkan, B. (2013). Sınıf içi öğretimde materyal kullanımının etkililik düzeyi: Bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1629-1644.

Kafai, Y. B., and Burke, Q. (2013). The social turn in K-12 programming: moving from computational thinking to computational participation. In *Proceeding of the 44th ACM technical symposium on computer science education* 603-608.

Kalelioglu, F., Gülbahar, Y. and Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583.

Kalelioğlu, F. ve Gülbahar, Y. (2015). *Bilge kunduz: uluslararası enformatik yarışması pilot uygulama sonuçları*. 9th International Computer and Instructional Technologies Symposium. Afyonkarahisar, Turkey, May 20-22, 2015.

Kallia, M., van Borkulo, S. P., Drijvers, P., Barendsen, E., and Tolboom, J. (2021). Characterising computational thinking in mathematics education: a literature-informed Delphi study. *Research in Mathematics Education*, 23(2), 159-187.

Karaahmetoğlu, K. (2019). Proje Tabanlı Arduino Eğitsel Robot Uygulamalarının Öğrencilerin Bilgisayarca Düşünme Becerileri ve Temel STEM Beceri Düzeyleri Algılarına Etkisi (Yayın No. 557034) [Yüksek lisans tezi, Amasya Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Karaçam Duman, N. F. (2020). Metin Temelli Programlama Öğretimi: Ortaokul Öğrencilerinin Bilgisayarca Düşünme Becerileri ve Akademik Başarılarının İncelenmesi (Yayın No. 620181) [Yüksek lisans tezi, Bahçeşehir Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Karakoca, A. (2011). *Altıncı sınıf öğrencilerinin problem çözmede matematiksel düşünmeyi kullanma durumları*, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eskişehir.

Karasar, N. (2006). Bilimsel araştırma yöntemleri. Nobel. Ankara.

Kaya, E., Newley, A., Yesilyurt, E., and Deniz, H. (2020). Measuring Computational Thinking Teaching Efficacy Beliefs of Preservice Elementary Teachers Breadcrumb. *Journal of College Science Teaching*, 49(6).

*Kaya, M., Korkmaz, Ö., ve Çakır, R. (2020). Oyunlaştırılmış robot etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 54-70.

Kaya, S. (2021). *Öğrencilerin Okuma Alışkanlıklarını Etkileyen Faktörler Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kırşehir.

Kayama, M., Satoh, M., Kobayashi, K., Kunimune, H., Hashimoto, M., and Otani, M. (2014). Algorithmic thinking learning support system based on student - problem score table analysis. *International Journal of Computer and Communication Engineering*, 3(2), 134-140.

Kazakoff, E., and Bers, M. (2012). Programming in a robotics context in the kindergarten classroom: The impact on sequencing skills. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 21(4), 371-391.

Kazimoglu, C., Kiernan, M., Bacon, L., and MacKinnon, L. (2012). Learning programming at the computational thinking level via digital game-play. *Procedia Computer Science*, 9, 522-531. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.04.056>

Kert S. B., Yeni S. ve Şahiner A. (2017, Mayıs). *Komputasyonel düşünme ile ilişkilendirilen alt becerilerin incelenmesi*. Uluslararası bilgisayar ve öğretim teknolojileri sempozyumu, Türkiye.

Kert, S. B. (2018), *Bilgisayar bilimi eğitime giriş, bilgi işlemsel düşünmeden programlamaya*, Gülbahar, Y. (ed.), Bölüm 1, Pegem Akademi, Ankara, 1-22.

Khuri, S. (2008, March). A bioinformatics track in computer science. *Proceedings of the 39th SIGCSE Technical Symposium on Computer Science Education*. 508-512. ACM: NY, USA.

Kılıç, F. N., Korkmaz, Ö., Çakır, R. ve Erdoğan, F. U. (2019). Meslek lisesi bilişim teknolojileri öğrencilerinin programlama öz- yeterlilikleri, STEM ve bilgisayarca düşünme becerilerine yönelik algıları. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(özel sayı), 196-218.

*Kılıç, İ. (2021). *The effect of science instruction integrated with unplugged computational thinking activities on students' academic achievement and computational thinking skills* (Doctoral dissertation).

*Kim, J., Oh, M., and Kim, J. (2020). Effect of analysis of algorithm execution time and adopting unplugged method on third grade elementary students' computational thinking ability. *The Asian Internatilanl Journal of Life Science*, 29(1), 269-279.

Kinnunen, P., and Simon, B. (2010). Experiencing programming assignments in cs1: the emotional toll. In *The Sixth International Workshop on Computing Education Research* (77–85). Aarhus: ACM.

Kirmit Ş., Dönmez İ., ve Çataltaş H. E. (2018). Üstün yetenekli öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin incelenmesi. *Bilim, Teknoloji, Mühendislik, Matematik ve Sanat (J-STEAM) Eğitimi Dergisi* (2)1, 17-26.

Kirwan, C. Costello, E., and Donlon, E. (2018) Computational Thinking and Online Learning: A Systematic Literature Review. In Proceedings of the: 17th European Conference on eLearning, ECEL 2018, 657-650.

Kong, S. C. (2016). A framework of curriculum design for computational thinking development in K-12 education. *Journal of Computers in Education*, 3(4), 377-394.

Korkmaz, Ö., Çakır, R. ve Özden, Y. (2015). Bilgisayarca düşünme beceri düzeyleri ölçeğinin (BDBD) ortaokul düzeyine uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2), 143-162.

Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., ve Sarioğlu, S. (2015b). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 68–87.

Korucu, A., Gencturk, A., and Gundogdu, M. (2017). Examination of the computationalthinking skills of students. *Journal of Learning and Teaching in Digital Age*, 2(1), 11–19.

Kukul, V. (2018). *Programlama Öğretiminde Farklı Yapılandırılan Süreçlerin Öğrencilerin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine, Özyeterliliklerine ve Programlama Başarılarına Etkisi* (Yayın No. 527581) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Kuleli, S. (2019). *8. sınıf öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünme becerilerine yönelik özyeterlilik algılarının incelenmesi* (Master's thesis, Eğitim Bilimleri Enstitüsü).

Kundakçı, M., (2021). Stem Etkinliklerinin Fen Bilimleri Dersinde Akademik Başarı Ve Derse Yönelik Tutuma Etkisi: Sistematik İnceleme Ve Meta-Analiz Çalışması. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Sivas.

Kurt, U. (2021). *Probleme Dayalı, İşbirliği ve Proje Tabanlı Öğrenme Yöntemlerinin Öğrencilerin Problem Çözme Becerilerine Etkisini İnceleyen Çalışmaların Meta-Analizi*. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Lawanto, K. N. (2016). *Exploring trends in middle school students' computational thinking in the online Scratch community: A pilot study* (Unpublished doctoral dissertation). Utah State University, USA.

Lawanto, K., Close, K., Ames, C., and Brasiel, S. (2017). Exploring Strengths and Weaknesses in Middle School Students' Computational Thinking in Scratch. In *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 307–326). Cham: Springer International Publishing. http://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_19

Lee, I., Martin, F., Apone, K. (2014). Integrating Computational Thinking Across The K–8 Curriculum. *ACM Inroads*, 5(4), 64-71.

Lee, I., Martin, F., Denner, J., Coulter, B., Allan, W., Erickson, J., ... and Werner, L. (2011). Computational thinking for youth in practice. *Acm Inroads*, 2(1), 32-37.

Lee, Y. J. (2010). Developing computer programming concepts and skills via technology-enriched language-art projects: A case study. *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 19(3), 307–326.

Lein, A. (2016). *Effectiveness of mathematical word problem solving interventions for students with learning disabilities and mathematics difficulties: a meta-analysis*. (Unpublished doctoral thesis). University of Minnesota, Minneapolis.

Leonard, J., Buss, A., Gamboa, R., Mitchell, M., Fashola, O. S., Hubert, T., et. al. (2016). Using robotics and game design to enhance children's self-efficacy, STEM attitudes, and computational thinking skills. *Journal of Science Education and Technology*, 25(6), 860-876.

*Li, X., Xie, K., Vongkulluksn, V., Stein, D., and Zhang, Y. (2021). Developing and Testing a Design-Based Learning Approach to Enhance Elementary Students' Self-Perceived Computational Thinking. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-24.

Li, Y. (2014). Research into the computational thinking for the teaching of computer science, *IEEE Frontiers in Education Conference*, 2014, Madrid, Spain, 1-7.

Lin, J. M. C., and Liu, S. F. (2012). An investigation into parent-child collaboration in learning computer programming. *Journal of Educational Technology and Society*, 15(1), 162-173.

Lin, V., and Shaer, O. (2016). Beyond the lab: Using technology toys to engage South African youth in computational thinking. *Proceedings of the 2016 CHI Conference Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*. 55-661. Santa Clara, California, USA: ACM.

*Lin, X., Ma, Y., Ma, W., Liu, Y., and Tang, W. (2021). Using peer code review to improve computational thinking in a blended learning environment: A randomized control trial. *Computer Applications in Engineering Education*, 29(6), 1825-1835.

Lipsey, M. W., and Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. California: Sage Publications.

Liu, P. H. (2003). Connecting Research to Teaching: Do Teachers Need to Incorporate the History of Mathematics in Their Teaching?. *The Mathematics Teacher*, 96(6), 416-421.

Lu, J. J. and Fletcher, G. H. (2009). Thinking about computational thinking. In K. Koh, A. Repenning, H. Hilarie and Y. Endo (Eds.), *Proceedings of the ACM SIGCSE Bulletin* (pp. 260-264). ACM.

Lundholm, D. (2015). *Computational thinking in Swedish elementary schools*. Uppsala, Connecticut: Uppsala University.

Lunny C, Brennan SE, McDonald S, Mc Kenzie JE. (2016). Evidence map of studies evaluating methods for conducting, interpreting and reporting overviews of systematic reviews of interventions: rationale and design. *Systematic Reviews*. 5(1), 1-8.

Lutfiyya, L.A. (1998). Mathematical thinking of high school in Nebraska. *Int. J. Math. Edu. Sci. Technol.*, Vol. 29, No. 1, 55-64.

Lye, S., and Koh, J. (2014). Review on teaching and learning of computational thinking through programing: What is next for k - 12? *Computers in Human Behavior*, 51-61.

*Ma, H., Zhao, M., Wang, H., Wan, X., Cavanaugh, T. W., and Liu, J. (2021). Promoting pupils' computational thinking skills and self-efficacy: a problem-solving instructional approach. *Educational Technology Research and Development*, 69(3), 1599-1616.

Magana, A., and Coutinho, G. (2017). Modeling and simulation practices for a computational thinking - enable engineering workforce. *Computer Application in Engineering Education*, 25(1), 62-78.

*Mahmure, K., Korkmaz, Ö., ve Ç., R. (2020). Oyunlaştırılmış robot etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Dergisi*, 21(1), 54-70.

Mannila, L., Dagiene, V., Demo, B., Grgurina, N., Mirolo, C., Rolandsson, L. and Settle, A. (2014). Computational thinking in K-9 education. In A. Clear and R. Lister (Eds.), *Proceedings of the working group reports of the 2014 on innovation and technology in computer science education conference* (pp. 1-29). ACM.

Marcelino, M. J., Pessoa, T., Vieira, C., Salvador, T., and Mendes, A. J. (2017). Learning Computational Thinking and Scratch at Distance. *Computers in Human Behavior*. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.025>

Martinez, M. E. (2006). What is metacognition?. *Phi delta kappan*, 87(9), 696-699.

Mason, J., Burton, L. and Stacey, K. (1991). *Thinking Mathematically*. England, Addison-Wesley Publishers, Wokingham.

*Matere, I. M., Weng, C., Astatke, M., Hsia, C. H., and Fan, C. G. (2021). Effect of design-based learning on elementary students computational thinking skills in visual programming maker course. *Interactive Learning Environments*, 1-14.

Miller, G. A. (1956). The magical number seven, plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. *Psychological review*, 63(2), 81.

Milli Eğitim Bakanlığı, 2017. Sınıf öğretmenliği özel alan yeterlikleri. Retrived from 20 january, 2019. <https://oygm.meb.gov.tr/www/ilkogretim-ozel-alan-yeterlikleri/icerik/257>

*Mingo, W. D. (2013). The effects of applying authentic learning strategies to develop computational thinking skills in computer literacy students. (doktora tezi) Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Minguell, M. E., Martínez, J. G., Peracaula, M., and Bosch, V. L. S. (2017). About the concept of computational thinking and its educational potentialities by pre-service teachers. In *Proceedings of the 2017 EduLearn Conference*, 6624-6629.

Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G. and PRISMA Group. (2009). Preferred Reporting Items For Systematic Reviews And Meta-Analyses: The PRISMA Statement. *Annals of Internal Medicine*, 151(4), 264-269.

Moon, J., Do, J., Lee, D., and Choi, G. W. (2020). A conceptual framework for teaching computational thinking in personalized OERs. *Smart Learning Environments*, 7(1), 1-19.

Moursund, D.G. (2006). Computational Thinking and Math Maturity: Improving Math Education in K-8 Schools. 1–108.

Mueller, J., Beckett, D., Hennessey, E., and Shodiev, H. (2017). Assessing computational thinking across the curriculum. In P. J. Rich and C. B. Hodges (Eds.), *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 251–267). Cham, Switzerland: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1>

Mullen, B., Muellerleile, P. and Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: a consideration of indicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, 27(11), 1450-1462.

National Research Council. (2010). *Committee for the workshops on computational thinking: Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: National Academy Press. doi:10.17226/12840

Nunokawa, K. (2005). Mathematical problem solving and learning mathematics: what we expect students to obtain, *Journal of Mathematical Behavior*, 24, 325–340.

Oluk A., (2017). *Öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve matematik akademik başarıları açısından incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Amasya.

*Oluk, A., Korkmaz, Ö., and Oluk, H. A. (2018). Scratch'ın 5. sınıf öğrencilerinin algoritma geliştirme ve bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)*, 9(1), 54-71.

Orçanlı, K. (2019). Kalite kontrol grafiklerinde R programlama dilinin kullanımı ile ilgili içerik analizi. *OPUS–Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 13(19), 1390-1429. DOI: 10.26466/opus.589423.

Orton, K., Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Jona, K., and Wilensky, U. (2016). Bringing computational thinking into high school mathematics and science classrooms. *ICLS 2016 Proceedings*, 705-712.

Özçınar, H., Yecan, E and Tanyeri, T. (2017), *Öğretmen gözüyle görsel programlama öğretimi. 3. Uluslararası Eğitimde Yeni Yönelimler Konferansı* [3rd. International Conference on New Trends in Education], 71-79. 26-29 Nisan, İzmir, Turkey.

Özdemir, N. Z. (2020). *Türkiye’de Gerçekçi Matematik Eğitiminin Matematik Başarısına Etkisi Üzerine Bir Meta-Analiz Çalışması*. Yüksek Lisans Tezi. Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. İstanbul.

Özden, M. Y. (2015). *Computational Thinking*. Erişim adresi: <http://myozden.blogspot.com.tr/2015/06/computational-thinking-bilgisayarca.html>.

Özel, O. (2019). *Programlama Yöntemlerinin Ortaokul Öğrencilerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Öz Yeterlik Algısına ve Programlama Başarısına Etkisi* (Yayın No. 602802) [Yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Özkeş, B. (2016). *Bilişimsel düşünme temelli ders etkinliklerinin öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri ve problem çözme becerilerine yönelik algıları üzerine etkisinin incelenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi. Mevlana Üniversitesi, Konya.

Özyol, B. (2019). *Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerisinin Kazandırılmasına Yönelik Bir Ortam Tasarımı ve Geliştirilmesi* (Yayın No. 544479) [Yüksek lisans tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Paf, M. (2019). *Ortaokul öğrencilerinin bilişimsel düşünme becerileri ile yaratıcı problem çözme becerileri arasındaki ilişki* (Yüksek Lisans Tezi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).

Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 1(1), 95-123.

Papert, S. A., (1993). Instructionism vs. Constructionism. Papert, S. The Children’s Machine. New York, NY: Basic Books.

Papert, S., Harel, I. (1991). *Situating Constructionism*, Erişim adresi: <http://www.papert.org/articles/SituatingConstructionism.html>

Partnership for 21st Century Skills. (2015). P21 framework definitions. Retrieved from <http://www.p21.org/storage/documents/docs/P21>

Patterson, G. R., DeBaryshe, B. D., and Ramsey, E., (1989). A developmental perspective on antisocial behavior. *American Psychologist*, 44, 263-271.

Peng, H. (2012). Algo. Rhythm: computational thinking through tangible music device. *Proceedings of the Sixth International Conference on Tangible, Embedded and Embodied Interaction*. 401-402. ACM, New York, NY, USA.

Perkovic, L. and Settle, A. (2010). *Computational thinking across the curriculum: a conceptual framework*, Erişim adresi: <https://via.library.depaul.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1013&context=tr> .

Pinto-Llorente, A. M., Casillas-Martín, S., Cabezas-González, M., and García-Peñalvo, F. J. (2018). Building, coding and programming 3D models via a visual programming environment. *Quality ve Quantity, In Press* doi:10.1007/s11135-017-0509-4.

Polya, G. (1973). How to solve it. *A new aspect of mathematical method* (2. baskı). Princeton University Press.

Polya, G. (1997). Nasıl Çözmeli. Çev: F. Halatçı. İstanbul: Sistem Yayıncılık.

Prater, L. and Mazur, J. M. (2014). Embedded standards-based digital gaming assessments: Pilot study with teachers. In: *Proceedings of the 19th International Computer Games Conference*, Louisville, Kentucky, USA. 1-5.

Qualls, J. A., Grant, M. M., and Sherrell, L. B. (2011). CS1 students' understanding of computational thinking concepts. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 26(5), 62-71.

R Core Team. (2020). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. <https://www.R-project.org/>

*Relkin, E., de Ruiter, L. E., and Bers, M. U. (2021). Learning to code and the acquisition of computational thinking by young children. *Computers and education*, 169, 104222.

*Rhodes, L. P. (2021). *Effectiveness of Digital Game-Based Learning in Promoting Computational Thinking Skills in K-12 Educators* (Doctoral dissertation, Grand Canyon University).

Rich, K. M., Yadav, A., and Larimore, R. A. (2020). Teacher implementation profiles for integrating computational thinking into elementary mathematics and science instruction. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3161-3188.

Riley, D. D., and Hunt, K. A. (2014). *Computational thinking for the modern problem solver*. Boca Raton, FL: CRC Press.

Riley, R. D., Higgins, J. P. T., and Deeks, J. J. (2011). Interpretation of random effects meta-analyses. *British Medical Journal*, 342, d549. <https://doi.org/10.1136/bmj.d549>

Rodrigues, R. S., Andrade, W. L. and Sampaio Campas, L. M. R., 2016, Can Computational Thinking Help Me? A Quantitative Study of its Effects on Education, *IEEE*.

*Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., and Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316-327.

Roman-Gonzalez, M., Perez-Gonzalez, J.-C., and Jimenez-Fernandez, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the computational thinking test. *Computers in Human Behavior*, 72, 678–691. <http://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>

Romero M., Lepage A., and Lille B., (2017). Computational thinking development through creative programming in higher education. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14(42).

Rosenthal, R., and Rubin, D. B. (1978). Interpersonal expectancy effects: The first 345 studies. *Behavioral and Brain Sciences*, 1(3), 377-386.

Rücker, G., Schwarzer, G., Carpenter, J. R., and Schumacher, M. (2008). Undue reliance on I² in assessing heterogeneity may mislead. *BMC medical research methodology*, 8(1), 1-9.

Sanford, J. F. (2013). Core concepts of computational thinking. *International Journal of Teaching and Case Studies*, 4(1), 1-12.

Santos, P. S., Araujo, L. G. J., & Bittencourt, R. A. (2018, October). A mapping study of computational thinking and programming in brazilian k-12 education. In *2018 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.

Sarı, K. ve Şaşmaz-Ören, F. (2020). Araştırmaya dayalı öğrenme stratejisinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim üFakültesi Dergisi*, 35(3), 540-555.

Sarı, U. ve Karaşahin, A. (2020). Fen Eğitiminde Bilgi İşlemsel Düşünme: Bir Öğretim Etkinliğinin Değerlendirilmesi . *Turkish Journal of Primary Education* , 5(2) , 194-218 .

*Saritepeci, M. (2020). Developing computational thinking skills of high school students: Design-based learning activities and programming tasks. *The Asia-Pacific Education Researcher*, 29(1), 35-54.

Satman, M. H. (2018). *R ile programlama*. Türkmen Kitabevi. İstanbul.

Sayın, Z. ve Seferoğlu, S.S. (2016). Yeni bir 21. yüzyıl becerisi olarak kodlama eğitimi ve kodlamanın eğitim politikalarına etkisi. Akademik Bilişim Konferansı, 3-5 Şubat, Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın.

Schmidt, F. L.. and Hunter, E. (1977). Development of a general solution to the problem of validity generalization. *Joztrnal of Applied Psychology*, 62, 529-540.

Schneider, G. M. and Gersting, J. L. (2013). *Invitation to Computer Science*, 6th Edition. Boston, MA: Course Technology, Cengage Learning, 4-16.

Selby, C. C. (2014). *How can the teaching of programming be used to enhance computational thinking skills?* (Unpublished doctoral dissertation). University of Southampton, Southampton, UK.

Selby, C. C., and Woollard, J. (2013). *Computational thinking: The developing definition*. Erişim adresi: https://eprints.soton.ac.uk/356481/1/Selby_Woollard_bg_soton_eprints.pdf.

Selçuk, Z., Palancı, M., Kandemir, M. ve Dünder, H. (2014). Eğitim ve bilim dergisinde yayınlanan araştırmaların eğilimleri: İçerik analizi. *Eğitim ve Bilim*, 39(173), 430- 453.

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380.

Senske, N. (2011). A Curriculum for Integrating Computational Thinking, *Proceedings of ACADIA Regional 2011: Parametricism: (SPC)*, Nebraska, pp. 91-98.

Serim, E. Ü. (2019). *Oyunlaştırma yöntemiyle tasarlanan kodlama eğitimi ile öğrencilerin hesaplamalı düşünme becerileri ve kodlamaya ilişkin öz-yeterlik algılarının incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi, Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).

Settle, A., Franke, B., Hansen, R., Spaltro, F., Jurisson, C., RennertMay, C., and Wildeman, B. (2012). Infusing computational thinking into the middle-and high-school curriculum. *Proceedings of the 17th ACM Annual Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 22-27.

Sevgen, B. (2002). *Matematiksel Düşünce Yapısı ve Gelişimi*, V. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi, 16-18-Eylül-2002, Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.

Shailaja, J., and Sridaran, R., 2015, Computational thinking the intellectual thinking for the 21st Century, *International Journal of Advanced Networking Applications (IJANA)*, May 2015 Special Issue, 39-46.

Shanmugam, L., Yassin, S. F., and Khalid, F. (2019). Enhancing students ' motivation to learn computational thinking through mobile application development module (M-CT). *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8(5), 1293–1303.

Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.

Sidekli, S., ve Çetin, E. (2017). Okuduğunu anlama stratejilerinin okuduğunu anlamaya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(2), 285-303.

Sinap, V. (2007). *Programlama eğitiminde probleme dayalı öğrenmeye yönelik arduino etkinliklerinin kullanılması: Bir eylem araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Sneider, C., Stephenson, C., Schafer, B., and Flick, L. (2014). Exploring the science framework and NGSS: Computational thinking in the science classroom. *The Science Teacher*, 38(3), 10 15.

Sondakh, D. E., Osman, K., and Zainudin, S. (2020). A Proposal for holistic assessment of computational thinking for undergraduate: Content validity. *European Journal of Educational Research*, 9(1), 33-50.

Sonnleitner, P., Brunner, M., Keller, U. and Martin, R. (2014). Differential relations between facets of complex problem solving and students' immigration background. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 681.

Söylemez, Y. (2018). 2018 Türkçe Dersi Öğretim Programındaki Kazanımların Üst Düzey Düşünme Becerileri Açısından Değerlendirilmesi. *Atatürk Üniversitesi Türkiyat Araştırmaları Enstitüsü Dergisi*, (63), 345-384.

Springer, L., Stanne, M.E. and Donovan, S.S. (1999) Effects of Small-Group Learning on Undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and Technology: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 69, 21-51. <http://dx.doi.org/10.3102/00346543069001021>

Standl, B. (2017). Solving everyday challenges in a computational way of thinking. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*. Springer, Cham, 180–191.

Sterne, J. A. C., and Egger, M. (2005). Regression methods to detect publication and other bias in meta-analysis. In H. R. Rothstein, A. J. Sutton, and M. Borenstein (Eds.), *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustment* (pp. 99–110). Wiley.

*Sun, L., Hu, L., and Zhou, D. (2021). Improving 7th-graders' computational thinking skills through unplugged programming activities: A study on the influence of multiple factors. *Thinking Skills and Creativity*, 42, 100926.

*Sun, L., Hu, L., and Zhou, D. (2021). Single or combined? A study on programming to promote junior high school students' computational thinking skills. *Journal of Educational Computing Research*, 60(2), 283-321.

Sung, W., and Black, J. B. (2020). Factors to consider when designing effective learning: Infusing computational thinking in mathematics to support thinking-doing. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-23.

*Sung, W., Ahn, J., and Black, J. B. (2017). Introducing computational thinking to young learners: Practicing computational perspectives through embodiment in mathematics education. *Technology, Knowledge and Learning*, 22(3), 443-463.

Sysło, M. M., and Kwiatkowska, A. B. (2013). Informatics for all high school students: A computational thinking approach. In I. Diethelm, and R. T. Mittermeir (Eds.), *Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives* (Vol. 7780, pp. 43–56). Heidelberg: Springer.

Şahiner, A., ve Kert, S. B. (2016). Komputasyonel düşünme kavramı ile ilgili 2006-2015 yılları arasındaki çalışmaların incelenmesi [*Examining Studies Related with the Concept of Computational Thinking between the Years of 2006-2015*]. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi [European Journal of Science and Technology]*, 5(9), 38-43.

T.C. Milli Eğitim Bakanlığı Ortaöğretim Genel Müdürlüğü (Milli Eğitim Bakanlığı (MEB)) (2016). *Bilgisayar bilimi dersi öğretim programı kur 1 – kur 2*. Millî Eğitim Bakanlığı, Ankara.

Talim ve Terbiye Kurulu (2018). Milli Eğitim Bakanlığı Bilişim Teknolojileri ve Yazılım Dersi Öğretim Programı: 5, 6. Sınıflar. Ankara.

Tall, D. (2002). *Advanced mathematical thinking*. USA: Kluwer Academic Publishers.

Tataroğlu-Taşdan, B., Erduran, A. ve Çelik, A. (2013). Matematik öğretmen adaylarının matematiksel düşünme ve öğrencilerin matematiksel düşüncelerinin geliştirilmesi hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 21(4), 1487-1504.

Thalheim, B. (2000). *Fundamentals of entity-relationship modeling*. New York, NY: Springer.

Thalheimer, W., and Cook, S. (2002). How to calculate effect sizes from published research: A simplified methodology. *Work-Learning Research*, 1, 1-9.

The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD). (2019). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. PISA. Paris: OECD Publishing. doi:10.1787/b25efab8en.

Top, O. ve Arabacıoğlu, T. (2021). Bilgi İşlemsel Düşünme: Bir Sistemik Alanyazın Taraması. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 527-567. DOI: 10.19171/uefad.850325

*Tsai, M. C., and Tsai, C. W. (2017). Applying online externally-facilitated regulated learning and computational thinking to improve students' learning. *Universal Access in the Information Society*, 17(4), 811-820.

Turan, B. (2019). Ortaokul Öğrencilerinin Geliştirdiği Oyun ve Robot Projelerinde Probleme Dayalı Öğrenmenin Problem Çözme ve Bilgi İşlemsel Düşünme Becerilerine Etkisi (Yayın No. 545841) [Yüksek lisans tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Tutulmaz, M. (2019). Bilgi-İşlemsel Düşünme Becerisinin Geliştirilmesine Yönelik Veri Görselleştirmenin Tasarlanması, Uygulanması ve Değerlendirilmesi (Yayın No. 584905) [Yüksek lisans tezi, Hacettepe Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Turchi, T., and Malizia, A. (2016). A human-centred tangible approach to learning computational thinking. *EAI Endorsed Transactions on Ambient Systems*, 3(9).

Turvey, K., Potter, J., Burton, J., Jonathan Allen, J. and Sharp, J. (2016) *Primary Computing and Digital Technologies: Knowledge, Understanding and Practice (Achieving QTS Series)*. California: Sage Publications.

Türnüklü, E. B., ve Yeşildere, S. (2005). Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(3), 107-123.

Uğur, N. (2019). *Bilgisayarsız Ortamda Bilgisayar Bilimi Öğretiminde Yansıtıcı Düşünme Etkinliklerinin Bilgi İşlemsel Düşünme Becerileri Geliştirmede Etkisi* (Yayın No. 556053 [Yüksek lisans tezi, Trabzon Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Uslu, N. A., Mumcu, F. ve Eğin, F. (2018). Görsel programlama etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin bilgi-işlemsel düşünme becerilerine etkisi. *Ege Eğitim Teknolojileri Dergisi*, 2(1), 19-31.

Usta, N., and Düzalan, N. (2021). Thematic Analysis of Studies on Computational Thinking in Education in Turkey and Abroad. *International Journal of Humanities and Social Science Invention (IJHSSI)*, 10(08), 2021, 22-38. Journal DOI- 10.35629/7722.

Usta, N., and Mirasyedioğlu, S. (2021). Conceptual Framework for Twenty-First Century Learning: Developing Computing and Computational Thinking. *International Journal of Innovation and Research in Educational Sciences*. 8(5), 2349–5219.

Uysal, H., G., (2021). Matematiksel Modellemenin Öğrencilerin Başarısına, Ders Tutumuna ve Matematiksel Modelleme Yeterliklerine Etkisi: Bir Meta- Analiz Çalışması. Mersin Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Mersin.

Üstün, U. ve Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştırma yöntemi: *Meta-analiz*. *Eğitim ve Bilim*, 39(174), 1-32.

Üzümcü, Ö. (2019). *Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Program Tasarımının Geliştirilmesi ve Etkililiğinin Değerlendirilmesi* (Yayın No. 541874) [Doktora tezi, Gaziantep Üniversitesi]. YÖK. <https://tez.yok.gov.tr>

Üzümcü, Ö. ve Bay, E. (2018). Eğitimde yeni 21. yüzyıl becerisi: Bilgi işlemsel düşünme. *Uluslararası Türk Kültür Coğrafyasında Sosyal Bilimler Dergisi*, 3(2), 1-16.

van Merriënboer, J.J.G. (2013). Perspectives on problem solving and instruction. *Computers and Education*, 64, 153–160. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.11.025>

Viechtbauer, W. (2005). Bias and efficiency of meta-analytic variance estimators in the random-effects model. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 30(3), 261–293. <https://doi.org/10.3102/10769986030003261>

Viechtbauer, W. (2010). Conducting meta-analyses in R with the metafor package. *Journal of Statistical Software*, 36(3), 1–48. <https://doi.org/10.18637/jss.v036.i03>

Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. and Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728.

Voskoglou, M. G. and Buckley, S. (2012). Problem solving and computers in a learning environment. *Egyptian Computer Science Journal*, 36(4), 28-46.

Wagner, T. (2008). The global achievement gap: Why even our best schools don't teach the new survival skills our children need-and what we can do about it: Basic Books.

*Walliman, G. (2015). *Genost: A system for introductory computer science education with a focus on computational thinking*. Arizona State University. (yüksek lisans tezi)

Watanebe, S. (1985). *Pattern recognition: Human and mechanical*. New York: John Wiley and Sons, Inc.

*Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., and Kong, S. C. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' computational thinking skills and self-efficacy. *Computers and education*, 160, 104023.

Weinberg, A. E. (2013). Computational Thinking: An investigation of the existinig scholarship and research. <http://people.cs.vt.edu/~kafura/CS6604/Papers/CT-Existing-Scholarship-Research-Dissertation.pdf>

Weintrop, D., Holbert, N., Horn, M. S. and Wilensky, U. (2016). Computational thinking in constructionist video games. *International Journal of Game-Based Learning*, 6(1), 1-17.

Werner, L., Denner, J., Campe, S., and Kawamoto, D. C. (2012, February). The fairy performance assessment: Measuring computational thinking in middle school. In *Proceedings of the 43rd ACM technical symposium on Computer Science Education*. 215-220.

Whitehead, A. (2002). *Meta Analysis of Conrolled Clinical Trials*. John Wiley, USA.

Wilson, C., and Guzdial, M. (2010). How to make progress in computing education. *Communications of the ACM*, 53(5), 35- 37.

Wilson, J. W., Fernandez, M. L., and Hadaway, N. (1993). Mathematical problem solving. Research ideas for the classroom: High school mathematics, 57, 78.

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communication of the ACM*, 49(3), 33–35.

Wing, J. M. (2008). Computational thinking and thinking about computing. *Philosophical Transactions of the royal society of London A: mathematical, physical and engineering sciences*, 366(1881), 3717-3725.

Wing, J.M. (2011), Research Notebook: Computational thinking -what and why? The Link Magazine, 20-23. <https://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why>

Wing, J.M. (2014). Computational thinking benefits society. 40th Anniversary Blog of Social Issues in Computing, 2014.

Wolf, F.M. (1986). *Meta-analysis: Quantitative methods for research synthesis*. California: Sage Publications Inc.

*Wu, T. T., and Chen, J. M. (2022). Combining Webduino Programming With Situated Learning to Promote Computational Thinking, Motivation, and Satisfaction Among High School Students. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 631-660.

Yadav, A., Hong, H., and Stephenson, C. (2016). Computational thinking for all: Pedagogical approaches to embedding 21st century problem solving in K-12 classrooms. *Tech Trends*, 60(6) 565-568, DOI 10.1007/s11528-016-0087-7.

Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., and Korb, J. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-5.

Yadav, A., Stephenson, C., and Hong, H. (2017). Computational thinking for teacher education. *Communications of the ACM*, 60(4), 55–62.

Yağcı, M. (2018). A study on computational thinking and high school students' computational thinking skill levels, *International Online Journal of Educational Sciences*, 10(2), 81-96.

Yang, K., Liu, X., and Chen, G. (2020). The Influence of Robots on Students' Computational Thinking: A Literature Review. *International Journal of Information and Education Technology*, 10(8), 627-631. <https://doi.org/10.18178/ijiet.2020.10.8.1435>

Yecan, E., Özçınar, H., ve Tanyeri, T. (2017). Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin Görşel Programlama Öğretimi Deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 377-393. <https://doi.org/10.17051/io.2017.80833>

Yel, Ü. (2021). *Matematik öğretmen adaylarının matematiksel modelleme öz yeterliklerinin ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin incelenmesi*, (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Balıkesir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.

Yeşildere, S. (2006). *Farklı Matematiksel Güce Sahip İlköğretim 6, 7 ve 8. Sınıf Öğrencilerinin Matematiksel Düşünme ve Bilgiyi Oluşturma Süreçlerinin İncelenmesi*. Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi.

Yıldırım, E. (2021). *Temel Eğitim Düzeyinde Drama Yönteminin Etkililiği Üzerine Bir Meta Araştırma*. Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü. İstanbul.

Yıldız, A. G. M., Çiftçi, E., ve Karal, H. (2017). Bilişimsel düşünme ve programlama. *Eğitim teknolojileri okumaları*, 75-86.

*Yıldız Durak, H. (2018). The effects of using different tools in programming teaching of secondary school students on engagement, computational thinking and reflective thinking skills for problem solving. *Technology, Knowledge and Learning*, 25(1), 179-195.

Yildiz, H., and Saritepeci, M. (2018). Analysis of the relation between computational thinking skills and various variables with the structural equation model. *Computers and Education*, 116, 191–202. <http://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.09.004>.

Yokuş, E. (2022). *Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Öğrenci Başarısına Etkisi: Bir Meta-analiz Çalışması*. Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.

Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı, bilgi işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi* (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Isparta.

Yüksek Öğretim Kurulu. (2018). Sınıf Öğretmenliği Lisans Programı.

*Yünkül, E., Durak, G., Çankaya, S., and Mısırlı, Z. A. (2017). The effects of scratch software on students' computational thinking skills. *Necatibey Faculty of Education Electronic Journal of Science and Mathematics Education*, 11(2), 502-517.

Zhenrong, D., Wenming, H. and Rongsheng, D. (2009). Discussion of ability cultivation of computational thinking in course teaching. In: *Proceedings of International Conference on Education Technology and Computer*, Singapore, 197 – 200.

Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19.



EKLER

EK 1: Meta-Analiz Kodlama Formu.

1. Çalışmanın Numarası:
2. Yazarlar:
3. Çalışma Yılı:
4. Örneklem Sayısı:

Grup 1:	Grup 2:	Grup 3:	Gurup 4:
---------	---------	---------	----------

5. Grup Türleri:
6. Temalar:
7. Analiz Yöntemi:

	Grup A Deney () Kontrol ()	Grup B Deney () Kontrol ()	Grup C Deney () Kontrol ()	Grup D Deney () Kontrol ()
n				
X				
SS				
t				
F				
r				
p				