

2022

GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM BİLİMLERİ ABD

DOKTORA TEZİ

ERHAN YOKUŞ

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİSİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

DOKTORA TEZİ

ERHAN YOKUŞ

GAZİANTEP
ŞUBAT 2022

T.C.
GAZİANTEP ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
EĞİTİM BİLİMLERİ ANA BİLİM DALI
EĞİTİM PROGRAMLARI VE ÖĞRETİM BİLİM DALI

BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİSİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

DOKTORA TEZİ

ERHAN YOKUŞ

Tez Danışmanı: Doç. Dr. RECEP KAHRAMANOĞLU

GAZİANTEP
ŞUBAT 2022

TEZ ONAY SAYFASI**Öğrencinin Adı ve Soyadı:** Erhan YOKUŞ**Üniversite** : Gaziantep Üniversitesi**Enstitü** : Eğitim Bilimleri Enstitüsü**Ana Bilim Dalı ve Bilim Dalı:** Eğitim Bilimleri Ana Bilim Dalı / Eğitim Programları ve Öğretim**Tezin Başlığı:** Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisinin Öğrenci Başarısına Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması**Tezin Savunma Tarihi** : 04/02/2022

Bu tezin doktora tezi olarak gerekli şartları sağladığını onaylarım.

Doç. Dr. Mehmet MURAT
Enstitü ABD Başkanı

Bu tez tarafımca okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Recep KAHRAMANOĞLU
Tez Danışmanı

Bu tez tarafımızca okunmuş, kapsam ve niteliği açısından bir doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

(Unvanı, Adı ve SOYADI)

Doç. Dr. Recep KAHRAMANOĞLU

Doç. Dr. Tahir GÜR

Doç. Dr. Bülent DÖŞ

Doç. Dr. Halil UZUN

Dr. Öğr. Üyesi M. Aykuthan ULUSOY

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Onayıİmzası

Doç. Dr. Ahmet İhsan KAYA

ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI

Tez yazma sürecinde, bilimsel ve etik ilkelere uyduğumu, yararlandığım tüm kaynakları kaynak gösterme ilkelerine uygun olarak kaynakçada belirttiğimi ve bu bölümler dışındaki tüm ifadelerin şahsıma ait olduğunu kabul ederim. Bu bilgiler doğrultusunda tez çalışmamın herhangi bir intihal içermediğini; aksinin tespit edilmesi halinde doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu onayladığımı beyan ederim.

İmza:.....

Adı ve Soyadı: Erhan YOKUŞ

Öğrenci Numarası: 201445649

Tezin Savunma Tarihi: 04.02.2022

ÖZET

BİLGİ İŞLEMSEL DÜŞÜNME BECERİSİNİN ÖĞRENCİ BAŞARISINA ETKİSİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

YOKUŞ, Erhan

Doktora Tezi

Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı

Eğitim Programları ve Öğretim Bilim Dalı

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Recep KAHRAMANOĞLU

Şubat-2022, 117 Sayfa

Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarıları üzerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu çalışmada, bilgi işlemsel düşünme ile öğrenci başarıları; okul düzeyi, çalışma disiplinleri ve çalışmanın yapıldığı ülkeler gibi değişkenler arasındaki ilişkilere dayalı olarak meta-analiz yöntemi ile ortalama etki büyüklüğü hesaplaması yapılmıştır. Araştırmanın amacına ulaşabilmek için 2015–2020 yılları arasında uluslararası düzeyde hakemli dergilerde yayımlanan makaleler ve konferanslarda sunulan bildiriler taranarak etkili bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarıları üzerine etkisi hakkında nicel araştırma yöntemi ile yapılan çalışmalar araştırma kapsamına alınmıştır. Tarama sürecinde, “computational thinking, empirical, experimental, success, achievement” kelimeleri anahtar sözcük olarak kullanılmıştır. Yayınların taranması sürecinde uluslararası düzeyde yapılan bildiriler ve makaleler için Google Scholar ve Web of Science veri tabanları kullanılmıştır. Araştırmanın tarama sürecinde toplam 1012 çalışmaya ulaşılmıştır. Eş kopyaların, bilgi işlemsel düşünmenin farklı boyutları ele alan çalışmaların ve uygun istatistiki verileri içermeyen çalışmaların çıkarılması neticesinde sonuç olarak 24 nicel bağımsız araştırma meta-analiz çalışması kapsamına alınmıştır. Çalışmaların farklı ülkelerde, farklı okul düzeylerinde ve farklı disiplinlerde gerçekleştirilmesi bakımından heterojen bir yapıda bulundukları değerlendirildiğinden tüm analizler rastgele etkiler modeline göre yapılmıştır. Yayın yanlılığı değerlendirmesi için Rosenthal’s Fail Safe N ve Orwin’s Fail Safe N analizi yapılmıştır. Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarıları üzerinde yüksek düzeyde ve olumlu (Hedges’ $g=1,451$) ortalama etki büyüklüğü hesaplanmıştır. Araştırmanın bulgularına ve sonuçlarına dayanarak uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik çeşitli öneriler sunulmuştur.

Anahtar sözcükler: Bilgi İşlemsel Düşünme, Öğrenci Başarısı, Meta-Analiz

ABSTRACT**THE EFFECT OF COMPUTATIONAL THINKING SKILLS ON STUDENT SUCCESS: A META-ANALYSIS STUDY**

YOKUŞ, Erhan

Doctoral Dissertation

Educational Sciences Department

Curriculum and Instruction Department

Thesis Advisor: Assoc. Dr. Recep KAHRAMANOĞLU

February-2022, 117 Pages

ABSTRACT

In this study, which was conducted to examine the effect of computational thinking on student achievement, the average effect size was calculated using the meta-analysis method, based on the relationships between computational thinking and variables such as student achievement, school level, study disciplines and the countries where the study was conducted. In order to reach the aim of the research, studies published in international peer-reviewed journals between 2015 and 2020 were scanned and studies conducted with quantitative research method on the effect of computational thinking on student achievement were included in the research. In the scanning process, the words "computational thinking, empirical, experimental, success, achievement" were used as keywords. In the process of scanning the publications, Google Scholar and Web of Science databases were used for international papers and articles. A total of 1012 studies were reached during the scanning process of the research. As a result of the removal of duplicates, studies that deal with different dimensions of computational thinking, and studies that do not contain appropriate statistical data, 24 quantitative independent research studies were included in the meta-analysis study. All analyzes were carried out according to the random effects model, since it is considered that the studies are heterogeneous in terms of being carried out in different countries, at different school levels and in different disciplines. For the evaluation of publication bias, Rosenthal's Fail Safe N and Orwin's Fail Safe N analysis were performed. A high and positive (Hedges' $g=1,451$) average effect size of computational thinking on student achievement was calculated. Based on the findings and results of the study, various suggestions for practitioners and researchers were presented.

Keywords: Computational Thinking, Student Success, Meta-Analysis

İÇİNDEKİLER

TEZ ONAY SAYFASI	i
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
BÖLÜM I	1
GİRİŞ	1
1.1.Problem Durumu	1
1.2.Araştırmanın Amacı	5
1.3.Araştırmanın Önemi.....	6
1.4.Araştırmanın Varsayımları.....	8
1.5.Araştırmanın Sınırlılıkları	8
BÖLÜM II.....	9
KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR.....	9
2.1.Giriş.....	9
2.2. Eğitim Tarihinde Bilgi İşlemsel Düşünme.....	10
2.3.Bilgi İşlemsel Düşünmenin Tanımı	12
2.4. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Temel Bileşenleri	16
2.4.1. Problemi Anlama	17
2.4.2. Parçalara Ayırma.....	18

2.4.3. Soyutlama.....	19
2.4.4. Örüntü	21
2.4.5. Algoritma	22
2.4.6. Test Etme	23
2.4.7. Değerlendirme ve Hata Ayıklama.....	23
2.5. Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Yeterlikler	25
2.6. Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Uygulamalar	34
2.7. Yurt İçi Öğretim Programlarında Bilgi İşlemsel Düşünme	46
2.8. Uluslararası Öğretim Programlarında Bilgi İşlemsel Düşünme.....	48
2.9. İlgili Araştırmalar.....	49
BÖLÜM III	56
YÖNTEM	56
3.1. Araştırma Modeli	56
3.2. Verilerin Elde Edilmesi.....	58
3.3. Veri Tablosu Oluşturma ve Kodlama Güvenirliği	58
3.4. Dâhil Etme Ölçütleri	59
3.5. Hariç Tutma Ölçütleri	60
3.6. Tarama Süreci	60
3.7. Meta Analiz Kapsamına Alınan Çalışmaların Betimsel İstatistikleri	61
3.8. Verilerin Analizi.....	65
BÖLÜM IV	71
BULGULAR.....	71
4.1. Araştırmaların Betimsel Özelliklerine Dair Bulgular	71
4.2. Bilgi işlemsel düşünme ile öğrenci başarı düzeyi arasındaki ilişkiye dayalı ortalama etki büyüklüğü bulguları: Meta-analiz sonuçları	73
4.3. Etki Büyüklüğünün Alt Gruplarda Farklılaşma Durumuna Ait Bulgular	76

BÖLÜM V	84
TARTIŞMA	84
5.1. Tartışma	84
5.1.1. Ortalama Etki Büyüklüğüne İlişkin Tartışma.....	84
5.1.2. Etki Büyüklüğünün Alt Gruplarda Farklılaşma Durumuna İlişkin Tartışma	91
BÖLÜM VI	95
SONUÇ VE ÖNERİLER	95
6.1. Sonuç	95
6.2. Öneriler	98
6.2.1. Araştırmacılar İçin Öneriler.....	98
6.2.2. Uygulayıcılar İçin Öneriler	98
6.2.3. Politika Yapıcılar İçin Öneriler	99
KAYNAKLAR	100
ÖZGEÇMİŞ	117

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 3.1: Yıllara göre araştırma sayıları.....	62
Tablo 3.2: Ülkelere göre araştırma sayıları.....	63
Tablo 3.3: Okul türlerine göre araştırma sayıları.....	63
Tablo 3.4: Çalışma disiplinlerine göre araştırma sayıları.....	64
Tablo 3.5: Çalışma türlerine göre araştırma sayıları.....	64
Tablo 4.1: Araştırmaların Betimsel Özellikleri	71
Tablo 4.2: Etki Büyüklüğü Tablosu	73
Tablo 4.3: Okul Düzeyi Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları	76
Tablo 4.4: Çalışma Disiplini Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları	77
Tablo 4.5: Çalışmanın Yapıldığı Ülke Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları..	79
Tablo 4.6: Çalışmanın Yapıldığı Bölge Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları.	80
Tablo 4.7: Çalışma Türü Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları.....	81
Tablo 4.8: Çalışma Süresi Alt Değişkeni Meta-Regresyon Sonuçları	82

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1: Google trends grafiği.....	11
Şekil 2.2: Üstel ve doğrusal algoritmaların karşılaştırılması	25
Şekil 2.3: Algoritma oluşturma süreci	29
Şekil 2.4: Code.org bilgi işlemsel düşünme boyutları	36
Şekil 2.5: Google education bilgi işlemsel düşünme kursu aşamaları	38
Şekil 2.6: Google education'ın bilgi işlemsel düşünme boyutları	39
Şekil 2.7: BBC bitesize bilgi işlemsel düşünme boyutları	40
Şekil 2.8: LEGO education WeDo 2.0 öğretim programının içeriği	41
Şekil 2.9: LEGO education WeDo 2.0 bilgi işlemsel düşünme boyutları.....	42
Şekil 2.10: Bilge Kunduz etkinliği soru kapsamı	44
Şekil 2.11: Bilge Kunduz etkinlik içeriği sorularının kapsamı	44
Şekil 2.12: Scratch'a göre bilgi işlemsel düşünmenin boyutları	46
Şekil 2.13: Bilişim teknolojileri dersi 5. ve 6. sınıf konu dağılımları	47
Şekil 3.1: Çalışmaların taranması süreci	61
Şekil 3.2: Cohen's d etki büyüklüğü hesaplama formülü	70
Şekil 3.3: Hedges's d etki büyüklüğü hesaplama formülü.....	70
Şekil 4.1: Orman grafiği	74
Şekil 4.2: Huni grafiği	75
Şekil 4.3: Meta-regresyon sonuçları	82

BÖLÜM I

GİRİŞ

Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili olarak 2015–2020 yılları arasında yapılan çalışmalar kapsamında bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerine etkisinin meta-analiz yöntemiyle ele alındığı çalışmanın bu bölümünde problem durumu, araştırma amacı, araştırmanın önemi, varsayımları ve araştırmanın sınırlılıkları yer almaktadır.

1.1.Problem Durumu

Bir eğitim programı tasarlanırken göz önüne alınması gereken pek çok husus mevcuttur. Öğretimin hangi ortamda yürütüleceği, hangi materyallerin kullanılacağı, öğrenci ve öğretmenlerin nitelikleri ve motivasyonları bunlardan bazılarıdır. Bunların en önemlilerinden biri de öğrencilere hangi özelliklerin kazandırılacağı mevzusudur. Çağımızın gerektirdiği insan özellikleri göze alındığında üst düzey düşünme becerilerinin bu özelliklerden bir tanesi olduğu söylenebilir. Modern eğitim yaklaşımları, öğrenciyi tüm eğitim sürecinde merkeze almakta ve üst düzey zihinsel beceriler geliştirmelerini amaçlamaktadır. Üst düzey düşünme becerileri bireyin kendi düşünme süreçlerinin farkında olması, bu süreçleri takip ve kontrol edebilmesi ve iyileştirebilmesini içeren beceriler bütünü olarak tanımlanabilir. Üst düzey düşünebilen birey kendi zihinsel süreçlerini anlayarak bunları denetleyebilir ve öğrenmelerinin niteliğini artırmak için bu süreçleri düzenleyip etkili bir şekilde kullanabilir. Tanujaya vd.'ne göre (2017) üst düzey düşünme becerileri öğrencilerin

çeşitli belirsizliklerle, alışılmadık sorular ve sorunlarla ya da ikilemlerle karşılaştıkları zaman faal olan becerileridir.

Bir bireyin düşünce becerileri onun öğrenme yeteneğini ve hızını, ayrıca öğrenimin niteliğini etkileyebilir. Bu yüzden bireyin düşünme becerileri öğrenme süreciyle yakından ilişkilidir. Üst düzey düşünme becerilerinin eğitim süreçlerinde önemli bir etken haline gelmesinin en önemli nedenleri; eğitim programlarında hedeflenen teorik çerçevenin değişmesi, ölçme değerlendirme süreçlerinde kullanılan soru çeşitlerinin artması ve öğrencilerin bilişsel süreçlerine daha fazla önem verilmesi ile birlikte ulusal ve uluslararası düzeyde yapılan ölçme testlerinde üst düzey zihinsel süreçlerin daha fazla değerlendirmeye tabi tutulması olarak sıralanabilir.

Üst düzey düşünme becerileri ile ilgili olarak öğrencilere kazandırılması gereken beceriler MEB (2005) programında aşağıdaki şekilde sıralanmıştır:

- Yaratıcı düşünme
- Eleştirel düşünme
- İletişim becerileri
- Girişimcilik
- Araştırma becerileri
- Problem çözme
- Bilgi teknolojilerini kullanma
- Türkçeyi doğru ve etkili kullanma

Çağımızın gerektirdiği insan nitelikleri düşünüldüğünde bireylerin sayılan becerilerinin geliştirilmesinin önemi ve bu becerilerin eğitim programlarına entegrasyonunun gerekliliği açıktır. Bu becerilere sahip olan öğrencilerin başarı seviyelerinin de yüksek olması beklenen bir durumdur. Heong vd. (2011) üst düzey düşünme becerilerine sahip öğrencilerin, öğrenim sürecindeki başarımlarını geliştirme ve zayıf oldukları alanları azaltabilme becerilerine sahip olduklarını belirtmişlerdir.

Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD) ülkeleri arasında öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerini değerlendirmek amacıyla yapılan iki önemli sınav organizasyonu bulunmaktadır. Bunlar Uluslararası Matematik ve Fen Eğilimleri Araştırması (TIMSS) ve Uluslararası Öğrenci Değerlendirme Programı (PISA) sınavlarıdır. TIMSS sınavının amacı dünya genelinde matematik ve fen eğitiminin

gelişmesine yardımcı olmak olarak tanımlanmaktadır ve 4 yılda bir 4. ve 8. sınıf öğrencilerine uygulanmaktadır. PISA sınavı ise 3 yılda bir 15 yaş grubundaki öğrencilere uygulanmaktadır ve amacı öğrencilerin okulda öğrendikleri bilgi ve becerileri günlük yaşamda kullanma becerisini ölçmektir. Ülkemizde de bu sınavların düzenli olarak uygulamaları yapılmaktadır. Sınav sonuçları ülkemiz öğrencilerinin başarı ortalamaları olarak üye ülkeler arasında ilk 30 ülke arasına giremediğimizi, yıllara göre değişmekle birlikte genelde en son sıralarda yer aldığımızı göstermektedir. Buna göre ülkemiz öğrencilerinin matematik ve fen konularında başarısız oldukları, ayrıca okuduklarını anlama becerilerinde de ciddi eksikliklerinin bulunduğu düşünülebilir. Bu sınavların sonuçları öğrencilerin bilgilerini yeni durumlara aktarmakta zorlandıklarını, problem çözme becerilerinde çeşitli eksiklikler olduğunu ve öğrendikleri kavramsal bilgilerin gündelik hayatlarına aktarılması noktasında zorlandıkları düşünülebilir.

Bozkurt (2016) çalışmasında Türkiye’de öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri seviyelerinin OECD ülkelerinin ortalamasının oldukça altında kaldığını ve okuduğunu anlama etkinliklerinde üst düzey düşünme becerilerinin hedeflenmesi gerektiğini düşündüğünü belirtmiştir. Batur ve Ulutaş (2013) yaptıkları çalışmada Türkçe eğitim programında metinleri anlamanın ötesinde metinlerle ilgili analiz, sentez ve değerlendirme yapma ve hipotez kurma konularını kapsayacak kazanımların bulunmadığını bu yüzden de programın PISA okuma becerisi yeterliliklerini karşılamadığını görüşünü dile getirmişlerdir. Demirel ve Yağmur da (2017) çalışmalarında Türkiye’deki öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri seviyelerinin düşük seviyelerde olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Öğrenciler çoktan seçmeli sorulara dayalı bir ölçme değerlendirme anlayışına göre eğitildikleri için açık uçlu soruları yanıtlama becerileri iyi düzeyde değildir. Buna göre eğitim programlarının üst düzey düşünme becerilerine göre yeniden düzenlenmesi gerektiği önerisini sunmuşlardır. Güneş (2012) çalışmasında ülkemizde uzun yıllar davranışçı yaklaşıma dayalı ilköğretim programlarının uygulanması sonucunda öğrencilerin eleştirel düşünme ve sorgulama gibi üst düzey beceriler geliştirme noktasında eksik kaldıklarına, öğrencilerin kendilerine aktarılan bilgileri sorgulamadan aldıklarına ve ezberlediklerine vurgu yapmıştır. Bunun için yeni geliştirilecek programların ilişki

kurma, sentez yapma, değerlendirme gibi üst düzey becerileri geliştirmeye öncelik vermeleri gerektiğini belirtmiştir.

Bilgi işlemsel düşünme ile ilgili literatür incelendiğine kavramı ortaya koyan ve geliştiren araştırmacıların bilgi işlemsel düşünmenin üst düzey becerilere yönelik bir beceri olduğunu belirttikleri görülmektedir. Wing (2008;2011), Lu ve Fletcher (2009), Shute vd. (2017), Çetin (2016) ve Üzümcü (2019) bilgi işlemsel düşünmenin üst düzey düşünme becerileri arasında yer aldığı görüşünü desteklemektedirler.

Bu bağlamda yeni çağda ihtiyaç duyulan özelliklerden biri olarak görülen ve MEB'in daha önce belirtildiği üzere öğrencilere kazandırılmasını önemli gördüğü becerilerle yüksek oranda uyumlu olan bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere kazandırılmasının büyük önem arz ettiği değerlendirilmektedir. Bilgi ve iletişim teknolojilerinin hızlı gelişimi ile ortaya çıkan dijital devrim, tüm dünyayı ekonomik, sosyal vb. pek çok açıdan dönüştürmektedir. İnternetin gelişiminin ardından bulut bilişim sistemleri ve yapay zekâdaki ilerlemeler sayesinde teknoloji giderek günlük hayatımızın önemli bir parçası haline gelmeye başlamış ve insanlarla bilgisayarlar arasındaki etkileşim daha çok artmaya başlamıştır. Bu durum önümüzdeki yıllarda giderek hızlanacak ve önümüzdeki on yıllarda insanlar ile bilgisayarlar arasındaki işbölümündeki değişimler ile milyonlarca insanın yaptıkları işlerin tanımları ve rolleri değişecektir. Bunun sonucu olarak geleceğin insanları için teknolojiyi yalnızca etkili kullanan değil, aynı zamanda teknolojiyi üreten bireyler olmaları aranan bir özellik olacaktır. Bu dönüşüm için gereken nitelikli bireylere olan ihtiyaç da günden güne artmaktadır. Geleceğin tasarlayıcısı olan nitelikli bireylerden yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme, ve algoritmik düşünme gibi özelliklere sahip olmaları beklenmektedir. Bu bağlamda öğrencilerin son yıllarda Wing (2006) tarafından tekrar gündeme getirilmiş bir kavram olan bilgi işlemsel düşünme (computational thinking) becerisine sahip olmalarının dijital çağda önemli bir okuryazarlık becerisi olarak görüleceği ve öğrenci başarısı üzerinde olumlu bir etkiye sahip olacağı düşünülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme ilk olarak bilgisayar bilimleri ve programlama alanındaki beceriler olarak değerlendirilse bile aslında problemlerin tanımlanması, çözüm için tahmin yürütme, problemi soyutlama ve çözüm yolları geliştirmeyi içeren oldukça geniş bir kavramdır (Sengupte, Kinnebrew, Basu, Biswas, ve Clark, 2013). Bu kavramın yaratıcısı olan Wing (2006) bilgi işlemsel

düşünmeyi temel bilgisayar bilimleri perspektifinde sistem tasarlama, problem çözme ve insan davranışlarını anlamaya çalışmak olarak ortaya koymuştur. Yaratıcı düşünme becerisi bilgi işlemsel düşünmenin bir diğer bileşenidir. Çağlayan Öztürk (2013) yaratıcı düşünmenin düşünceler arası bağlantılar kurma, bilinen yolu izlemek yerine özgün ürünler ve fikirler oluşturma ve hayal gücüne sahip olmayı gerektirdiğini belirtmektedir. Bir diğer bileşen olan eleştirel düşünme becerisi bir soru, problem ya da durumun doğru bir sonuca ulaşması için yapılan araştırma olarak tanımlanmaktadır (Kurfiss, 1988). Bilgi işlemsel düşünmenin temel bileşenlerinden biri algoritmik düşünmedir. Bu düşünme şekli bir problemi çözme ya da bir hedefe ulaşmak için gereken adımların mantıksal bir sıralama içinde sunulmasını ifade eder. Gelişmekte olan bir kavram olan bilgi işlemsel düşünmenin sayılan temel bileşenlerinden başka bu konuda çalışan çeşitli araştırmacılara göre problem çözme becerileri, işbirlikli öğrenme, iletişim becerileri gibi çeşitli alt boyutları da mevcuttur. Bu konuda günümüzde henüz oturmuş bir fikir birliği mevcut değildir.

Literatür incelendiğinde çeşitli araştırmacılar tarafından yürütülen çalışmalarda katılımcıların bilgi işlemsel becerilerini ölçmeye ya da geliştirmeye yönelik çalışmalar yürütüldüğü görülmektedir (Korkmaz, Çakır ve Özden, 2015,2016; Yadav, Zhou, Mayfield, Hambruch ve Korb, 2011, 2014; Barr ve Stephenson, 2011). Ancak öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenim başarı düzeylerini ne oranda etkilediğini inceleyen bir çalışmaya literatürde rastlanılmamıştır. Bununla birlikte, böyle bir araştırmanın yapılması öğretmen adaylarının öğretim becerilerinin daha etkili hale getirilmesi ve teknoloji temelli öğretim becerileri kazandırılması için önem taşımaktadır.

1.2.Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenci başarısı üzerine etkisini birincil çalışmalardan yola çıkarak ortaya koymak ve elde edilen bu ortak etkinin farklı çalışma türlerinde değişimini belirlemektir. Bu ana amaç çerçevesinde araştırmada aşağıdaki alt sorulara cevap verilmesi hedeflenmektedir:

- Bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenci başarısı üzerine etkisini deneysel olarak inceleyen araştırmaların betimsel özellikleri nelerdir?

- Bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenci başarısı üzerine etkisini deneysel olarak inceleyen araştırmaların ortak sonuçlarına göre etki büyüklüğü nedir?
- Bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenci başarısı üzerine etkisini deneysel olarak inceleyen araştırmaların yayım yanlılığı bağlamında incelenmesi ile elde edilen ortak sonuçlarına göre elde edilen etki büyüklüğünün geçerliği nedir?
- Bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenci başarısı üzerine etkisini deneysel olarak inceleyen araştırmaların ortak sonuçlarına göre elde edilen etki büyüklüğünün alt gruplarda farklılaşma durumu nedir?

1.3.Araştırmanın Önemi

Bilgi işlemsel düşünme alanında yapılmış olan çalışmalar incelendiğinde bu çalışmaların bilgi işlemsel becerilerin önemi üzerinde durduğu ve öğrencilerde bu becerilerin geliştirilmesi için yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. Bazı çalışmalarda ise bu becerinin katılımcılarda hangi düzeyde olduğu sorusuna yanıt arandığı görülmektedir. Fakat öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kendilerinin başarı düzeylerine ne ölçüde etki ettiğini gösteren kapsayıcı bir çalışmanın olmadığı görülmektedir. Bu çalışma ile bilgi işlemsel düşünme alanında daha önce yapılmış olan çalışmalarda değinilmeyen bir alanda çalışılarak ilgili literatüre katkı sağlanacaktır.

Bilgi işlemsel düşünme becerileri ile öğrencilerde yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve algoritmik düşünme gibi becerilerin kazandırılması günümüz bilgi toplumunda öğrencilerin ileriki yaşamlarında çok ihtiyaç duyacakları bir kavram olarak değerlendirilmektedir. 21. yüzyılda bilgi toplumu olmanın önemi düşünüldüğünde gelecek nesil insanların bu becerilere sahip olmamaları hem kendileri hem de içinde bulundukları toplum için önemli bir eksiklik olarak değerlendirilebilir.

Günümüz eğitiminde klasik eğitim araçlarının yanı sıra eğitim teknolojileri alanındaki yeniliklerin de eğitim öğretim sürecine dâhil olması büyük önem arz

etmektedir. Bilgisayarların ve diğer teknolojik cihazların eğitimde kullanılmaları artık bir zorunluluk haline gelmiş bulunmaktadır.

Eğitim teknolojilerinin yaygınlaşması, yaşamın birçok noktasını olduğu gibi ülkelerin eğitim sistemlerini de derinden etkilemeye başlamıştır. Teknoloji, hem ulusal hem de yerel düzeyde okul reform çalışmalarının önemli bir parçası olarak görülmeye başlanmıştır. Bu bağlamda dünyada birçok ülke teknolojiye yönelik yatırımlara önem vermeye başlamıştır (Doornekamp, 2002; Kozma ve Anderson, 2002). Teknolojik Adaptasyon Modeli çerçevesinde yapılan yatırımlara ilişkin istatistik veriler, veri kaynaklarına göre değişim gösterse de bilgi iletişim teknolojileri yatırımlarında dünya genelinde yıldan yıla artış olduğu gözlemlenmektedir. Dünya Bankasının 2006 yılında yayımladığı verilerine göre Avrupa ülkeleri genelinde gelirlerin %22'si bilgi iletişim teknolojileri yatırımlarına ayrılmaktadır. Dünya Bankasının sunduğu verilere göre 2020 yılından itibaren Avrupa ülkeleri genelinde her yüz kişiden 56'sı, OECD üyesi olmayan yüksek gelir grubu ülkelerinde 50, orta gelir grubu ülkelerde 25, düşük gelir grubu ülkelerde ise her yüz kişiden 20'si bilgisayar sahibidir. Dünyada internet kullanıcı sayısı 1997 yılında yaklaşık 117 milyon olarak hesaplanmışken 2008 yılında bu sayının 1.5 milyara, 2018 yılında ise yaklaşık 4 milyara yükseldiği tahmin edilmektedir (Internet World Stats, 2017). We Are Social (2020)'ın yayınladığı rapora göre 2019 Temmuz ayından 2020 Temmuz ayına kadar dünya nüfusu %1,1 artarken cep telefonu kullanıcı sayısı %2,4, internet kullanıcı sayısı ise %8,2 artmıştır. Dünya genelinde internette geçirilen süre ise ortalama 6 saat 42 dakika olarak tespit edilmiştir. Türkiye'de ise Haziran 2020 tarihli verilere göre toplam internet abonesi sayısı 78 milyona, mobil cepten internet abonesi sayısı ise 63 milyona ulaşmıştır (BTK, 2020). Lai, Chang ve Ye (2006) yaptıkları çalışmada ilköğretim okullarındaki internete girme ve bilgisayar kullanma oranlarının ABD, İngiltere, Kanada, Norveç, Singapur ve Fransa'da % 80, Almanya, İtalya ve İsrail'de % 45-60 arasında, Rusya, Türkiye, Kolombiya ve Arjantin'de %10-30 arasında olduğu belirlenmiştir.

İnsan sadece etrafındaki olayların ve olguların pasif bir alıcısı ve izleyicisi değil, aynı zamanda zihinsel özellikleri ile bunları değerlendiren, idrak edebilen, şuurlu tercihler yapabilmek için bunları bir mantık süzgecinden geçirebilen bir varlıktır. Ruhi ve akli melekelerle sahip olmasıyla diğer canlılardan ayrılan insanların

kişisel ve toplumsal olarak ilerlemelerinin en önemli kaynağı üst düzey düşünme becerilerine sahip olmaktır.

Bu nedenlerden dolayı hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin bu teknolojileri içselleştirmeleri gerekmektedir. Teknoloji kullanarak derslerin işlenmesi, etkinliklerin yapılması, karşılaşılan sorunların aşılması eğitim kalitesinin artmasına, sürenin verimli kullanılmasına, değerlendirme ve geri bildirim süreçlerini çok daha kolay ve verimli işletilmesine katkı sağlamaktadır. Bu bağlamda yaratıcı düşünme, eleştirel düşünme, problem çözme ve algoritmik düşünme gibi beceriler teknoloji kullanımının kolaylaşmasına ve içselleştirilmesine katkı sağlayacaktır.

1.4.Araştırmanın Varsayımları

Bu araştırmada;

1. Meta-analize dâhil edilen çalışmaların araştırmacıları tarafından geçerlik ve güvenirlik çalışmalarının yapıldığı varsayılmaktadır.
2. Meta-analize dâhil edilen çalışmalardaki bulguların, araştırmacılar tarafından, bilimsel etiğe uygun şekilde raporlaştırıldığı varsayılmaktadır.
3. Dâhil edilen çalışmalarının bulgularının araştırmacılar tarafından objektif ve yansız bir şekilde aktarıldığı varsayılmaktadır.

1.5.Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu araştırma;

1. Araştırma kapsamına dâhil etme ve hariç tutma kriterlerine göre belirlenen çalışmalarla ve meta-analiz yönteminin sınırlılıkları ile sınırlıdır.
2. Araştırma kapsamına lisansüstü tezler de dâhil edilmek istenmiş fakat bu konuda yapılan çalışmaya ulaşamadığı için yalnız bildiri ve makaleler çalışmaya dâhil edilmiştir.
3. Araştırma kapsamına dâhil edilebilecek nitelikte bazı çalışmalarda istatistik verilerinin yetersiz olduğu görülmüş, yayınların sorumlu yazarlarına mail atılarak ek bilgi istendiği halde geri dönüş sağlanmadığı için bu yayınlar araştırma kapsamına dâhil edilememiştir.

BÖLÜM II

KAVRAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

2.1.Giriş

Düşünme eylemi insana özgü olan ve insan hayatının her anında istemli veya istemsiz gerçekleştirdiği bir olgudur. İnsanoğlunun yaşamını idame ettirebilmesi için kararlar alması, bu kararları alırken de düşünme eylemini gerçekleştirmesi beklenmektedir. Her birey farklı düşünme yetisine sahiptir. Bu nedenle düşünme üzerine pek çok çalışma yapılmış, düşünme eylemi tanımlanmaya çalışılmıştır. Düşünme ile ilgili çalışmalar daha çok psikologların ilgi alanına girerken, bilgi-işlem yaklaşımı ve uygulamaları da kökenlerini bu çalışmalardan almaktadır. Düşünme becerisinin öneminden bilgi işlemsel düşünme sürecine evrilmenin becerileri bu çalışmada irdelenmektedir. Çünkü düşünme eylemini kavramadan bilgi işlemsel düşünme sürecine geçiş mümkün olmamaktadır. Bu becerilerin nasıl kazanılacağı ise eğitim bilimlerinin konusudur.

Bilgi işlemsel düşünme yalnızca bilgisayar biliminin konusu değildir. Herkes tarafından bilinmesi, öğrenilmesi ve geliştirilmesi gerekli olan bir beceri olduğu ileri sürülmektedir (Wing, 2006). Okul öncesi döneminden itibaren öğrencilerin edinebilecekleri ve farklı disiplinler kullanılarak kazanılabileceği değerlendirilmektedir. Wing, bilgi işlemsel düşünmenin her çocuk için hemen hemen matematik, aritmetik ve okuma-yazma kadar temel bir olgu olduğu düşüncesindedir. Bu düşünce geniş anlamda akademisyenleri, eğitimcileri, politikacıları, bilişim

dünyasının içinde olan bilgisayar ve iletişim teknolojileri endüstrisini de içine almaktadır. Bu etkileşim kitlesi, bilgi işlemsel düşünmenin tanımı ve etki alanlarının neler olduğu üzerinde düşünmeyi gerekli kılmıştır. Bilgi işlemsel öğrenmenin nasıl yapılacağı, eğitimde nasıl yer alması gerektiği ve neden gerekli olduğu konusu da irdelenen başka faktörlerdir. Bilgi işlemsel düşünmenin diğer disiplinlerle olan ilişkisi de bu bağlamda ele alınarak kapsamı belirlenmektedir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Hesaplamak anlamına gelen “compute” kelimesinin kökenindeki hesaplama eylemi dilimize “bilgi sayma” olarak geçmiştir. Bu durumda bilgi işlemsel düşünme ifadesinin de anlamsal karşılığı olan “computational thinking” terimini anlamlandırma konusunda çeşitli tanımlamalar mevcuttur. “Bilgisayarca düşünme” veya “bilgi işlemsel düşünme” en çok kullanılan tanımsal karşılığıdır (Yecan vd., 2017). Tanımlamaktan ziyade kavramın içinin dolu olması ve verilmek istenenin doğru aktarılması esas teşkil etmektedir. Bu düşünme becerisinin bilgi işlemsel düşünme olarak tanımlanmasının genel mantığı; insanın karşılaştığı bir sorun karşısında çözüm üretirken bir bilgisayarın işleme mantığına benzer hareket etmesi, yani sorunu tanımlaması, daha küçük parçalara bölmesi, çözüm basamaklarını belli bir algoritma ile uygulaması ve çıkan sonuca göre bir değerlendirme yapması olarak düşünülebilir.

2.2. Eğitim Tarihinde Bilgi İşlemsel Düşünme

Bilgi işlemsel düşünme terimi ilk olarak Seymour Papert tarafından kullanılmıştır (Harel ve Papert, 1991). Papert (1996) bilgisayarın geometri problemlerinde nasıl kullanılabileceği üzerine tartışırken problem ve çözümü arasındaki ilişkiyi açıklamış, aynı zamanda bilgi işlemsel düşünmede bilginin yapılandırılmasında kullanılabileceğini göstererek bu konuda öncülük etmiştir. Eğitim tarihinde bilgi işlemsel düşünmenin tanımlanması sürecinde ilk olarak akla gelen kavramlar yapısalcılık (Papert, 1993) ve APOS (Action Process Object Schema) kuramlarıdır (Oktaç ve Çetin, 2016). 1960’lı yıllarda Papert ve arkadaşları tarafından Logo programlama dili geliştirilmiştir (Feurzeig ve Papert, 2011). LOGO öğrenciler tarafından kısa sürede kolaylıkla öğrenilebilecek matematiksel ve mantıksal işlemlerin yapılabildiği şekilde tasarlanmıştır. Programlama dilleri bu bağlamda bir teknoloji olarak farklı bakış açıları ile kullanıma uygundur (Jonassen, 2000). Başka bir çalışmada Papert’in bu programının kişilere özel bir öğrenme ve düşünme

yaklaşımından hareketle yapısalcılığa değindiğini ifade etmektedir (Resnick vd., 1988). Bilgi işlemsel düşünmenin bu sonuçlar açısından yapılandırmacılık bağlamında yapısalcılığın ön planda olduğu izlenimini ortaya koymaktadır.

Piaget'e (1964) göre birey bilgi oluştururken nesneleri değiştirerek dönüştürür ve bu dönüşüm ile öğrenmeyi ve anlaşılmayı kolaylaştırır. Nesneyi nasıl yapılandıracağına bu süreçte birey karar verir (Piaget, 1964). Bu programlar aracılığıyla öğrenciler soyut kavramları somutlaştırarak öğrenebilirler. Burada öğrenme aracı programın içerdiği kodlardan oluşabilir. Kodlama ile matematiksel ve mantıksal düşünme biçimleri geliştirilebilir. Logo dili ve arka planındaki yapısalcı yapısı eğitimde dönüştürücü bir potansiyel etkiye sahip araç olarak görülmesine rağmen İngiliz ve Amerikan okullarında sonradan etkisini yitirmiştir (Agalianos vd., 2001).

Bilgi işlemsel düşünmenin akademik veri tabanlarında taranması neticesinde yaygınlaşma sürecine olan eğilimi görmek mümkündür. Özellikle düşünce, sayısal düşünce, bilgisayar, algoritma, bilim ve programlama gibi konular bazında Google veri tabanının istatistiksel arama sonuçlarını sunan “computational thinking” olarak yapılan arama sonuçlarına göre veriler aşağıdaki şekilde sunulmaktadır. Bu veriler Google veri tabanının Google Trends uygulamasında zaman içinde gösterilen ilginin artışını sunmaktadır.



Şekil 2.1: Google Trends aramasına göre “bilgi işlemsel düşünme - computational thinking”in yıllara göre aranma grafiği

Yapılan arama terimi olarak “computational thinking” terimsel ifadesi tercih edilmiştir. Bu aramaların kapsamı dünya geneli olarak belirlenmiştir. Tarama verileri 2004-2020 yılları arasında yapılan arama verilerinin grafiğini göstermektedir. Bu

eğilim grafiğine göre bilgi işlemsel düşünmenin yıllar içerisinde artan bir eğilime sahip olduğu görülmektedir. Ülkeler bazında yapılan arama sonuçlarına göre en çok arama yapılan ülke Singapur iken Türkiye aramaların %4'üne sahip ve 23. sıradaki ülke konumundadır. 2015 yılından itibaren artışlar belirgin olarak gözlemlenirken 2020 yılı sonlarında en yüksek ivmeye ulaştığını da bu tablodan görmek mümkündür (Google Trends, 2020).

Bir çalışmada birçok insanın programlama öğrenme yönünde istekli olduğunu ancak küçük bir grubun sadece matematik öğreniminde başarılı olduğunu deneyimlemişlerdir (Dubinsky, 1995). Dubinsky (1995), bu deneyimlemeyi temel alarak bilgi işlemsel düşünme gücünün matematik öğretiminde kullanılması gerektiğini düşünmüştür. Bu amaçla SET dili adında bir dil kullanmıştır. Daha sonra ismi ISETL olarak değiştirilen bu dil matematiksel bir programlama dilidir. Bu dil ile matematiksel yapıları açıklamak daha kolaydır. Program, bir matematiksel nesnenin başka matematiksel nesneler için parametre olarak kullanılmasına ve gönderilmesine izin vermektedir. Matematik öğretiminde kullanılan İSETL, APOS kuramına dayanmaktadır (Oktaç ve Çetin, 2016). Yapılandırmacı bir kuram olan APOS kuramı, Piaget'in yansıtıcı soyutlama kavramı alıp ileri seviye matematik eğitimi için yeniden düzenler ve kullanır. Araştırmacılar, APOS kuramı üzerinde çalışırken bireylerin matematiksel öğrenme sürecini açıklamışlar ve matematiksel öğrenmede bilgi işlemsel düşünmenin gücünün nasıl geliştirilebileceğine dönük çalışmalar yapmışlardır. Ancak yakın dönemde bilgi işlemsel düşünme ile APOS kuramı arasındaki roller yer değişimine uğramıştır. APOS kuramı ayrıca bilgisayar bilimi alanında, kavramların bireyler tarafından nasıl öğrenildiğini araştırmak amacıyla da kullanılmaya başlamıştır (Çetin, 2015).

2.3.Bilgi İşlemsel Düşünmenin Tanımı

Bilgi işlemsel düşünme görece yeni olmasına rağmen hızla gelişen bir kavramdır ve üzerinde tam olarak mutabakat sağlanmış net bir tanımı yoktur. Wing (2006, s.33), "bilgi işlemsel düşünme bilgisayar biliminin temel kavramlarını kullanarak problem çözmeyi, sistem tasarlamayı ve insan davranışını anlamlandırmayı içerir" şeklinde tanımlamaktadır. Bu makalesinde Wing, bilgi işlemsel düşünmenin büyük ve zor problemlerin daha kolay ve çözülebilir olarak yeniden formüle

edilmesini, özyinelemeli düşünmeyi, soyutlama ile çözümleme yapabilmeyi, odak noktalarının birbirinden ayrılmasını, değişmezlikleri kullanarak sistem davranışını tarif edebilmeyi, buluşsal muhakeme becerisini kullanmayı, bilgisayar bilimcisi gibi düşünebilmeyi ve çoklu soyutlamaların birlikte düşünülmesinin tarif edilmesini sağlamayı istemiştir.

Wing (2006), bilgi işlemsel düşünmenin sadece her seviyede öğrenciler için değil bilgisayar bilimcileri için de gerekli olduğunu vurgulamıştır. Bu bağlamda üniversite öğrencileri için “Bilgisayar Bilimcisi Gibi Düşünme” dersinin açılması önerisinde bulunmuştur. Günümüzde bilgisayar bilimine olan ilginin artması ve eğitim kademelerine bilişim derslerinin konulması ile bu eğilimde olumlu yönde artışlar olmaktadır. Wing’in amacı da hem eğitimde hem de toplumun her kesiminde bilgi işlemsel düşünmeye dikkatlerin çekilmesini sağlamaktır.

Cuny, Snyder ve Wing’e (2010) göre bilgi işlemsel düşünme; “Çözümlerin bir bilgi işlem tarafından etkili bir şekilde yerine getirilebilecek bir şekilde sunulması amacıyla problemleri ve çözümlerini formülleştirmeyi içeren düşünme süreci” olarak ifade edilmektedir (Wing, 2011). Bu tanımda bilgi işlemsel düşünme bir süreç olarak ifade edilmiştir. Bu süreç sadece çözümleri değil aynı zamanda problemleri ve bu problemlerin formüle edilmesini de içermektedir. Bu formüle etme sürecinin iki bileşeni vardır. Bunların ilki, çözümlerin bilgi işlem birimleri tarafından işlenebilecek yapıda olması yani bir algoritma sisteminde kurulması iken diğeri de istenilen sonucu üreten çözüm değil aynı zamanda etkin olan bir çözümün üretilmesidir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Wing’in tanımının aksine Denning (2009) bilgi işlemsel düşünmenin diğer bilim dalları için gereken etkiyi uyandıramadığını ileri sürmektedir. Bu bağlamda Denning, Wing’in yeni olarak öne sürdüğü bilgilerin aslında on yıllardır diğer bilim alanlarında kullanıldığı savını savunmaktadır. 1980’li yıllarda bilgisayarların dönemin ihtiyaçlarına göre yeterli işlem gücüne sahip olduğunu düşünen Denning, bundan sonraki zamanda bilgisayarların bilim dünyasında nasıl kullanılacağı üzerine yoğunlaşmıştır. Bu yılların bilgi işlemsel bilimler için bir başlangıç hareketi olduğu ileri sürülmektedir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Denning (2009) ayrıca bilgi işlemsel düşünmenin sadece bilgisayar bilimine indirgenmesinin bu tanımlamayı dar bir alana sığdırmış olduğunu düşünmektedir. Bu nedenle birçok bilim insanının aslında bilgi süreçlerini doğal olarak gerçekleştirdiği fikri benimsenmektedir. Bilgi işlemin buradaki rolü süreci anlamak ve kontrol etmek bağlamında önemlidir. Yapay (makine aracılığıyla üretilen) bilgi veya doğal (DNA) bilgi-işlem Wing'in tanımında yer aldığından daha temelde bulunmaktadır. Bilgi işlemsel düşünme bu nedenle bilgisayar bilimini tarif etmede yetersiz kalmaktadır. Bilgisayar bilimi hem doğal hem yapay bilgi süreçlerini inceleyen bir bilim dalı olma özelliğine sahiptir. Bilgi işlemin yedi prensibi olduğunu ileri süren Denning, bu ilkeleri bilgi-işlem, haberleşme, koordinasyon, otomasyon, bellek, tasarım ve değerlendirme olarak sıralamaktadır. Ayrıca bilgi işlemsel düşünme bir prensipten ötede pratiktir. Bilgisayar bilimcilerin bilgi işlem becerileri dışında programlama, sistem düşüncesi, performans takibi ile tahminleri ve tasarım yaklaşımına hâkim olmaları beklenir. Sonuç olarak bilgisayar bilimi, bilgisayar biliminin temel pratiklerinden birisi olmasına rağmen sadece bilgisayar bilimine ait olmayıp bunu kullanarak bilgisayar bilimini tarif etmek doğru değildir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Barr ve Stephenson (2011), Wing'in tanımı ile Papert'ın bilgi işlemsel düşünme anlayışlarını karşılaştırarak başka bir tanımlama yapmıştır. Barr'a göre Wing'in tanımlaması tek yönlü bir içeriğe sahiptir ve problem çözümünü içeren yaklaşımı zorunlu kılar. Gelen problemin hangi alandan olursa olsun bilgisayar tarafından çözülmesi gerektiği üzerine yoğunlaşır. Papert'ın tanımı ise Wing'in tanımlamasından farklı olarak çift yönlüdür. Bilgi işlemi farklı bir problem çözme yaklaşımı olarak gören yeni bir problem çözme stratejisine odaklanmayı amaçlar. Bilgisayarlar problemleri farklı yönleriyle görmeye yardımcı olurlar. Dolayısıyla bilgisayarlar bilgiyi inşa etme aşamasında bilgi işleme niteliğine sahip birer yardımcı görevindedirler.

Araştırmalar ışığında yapılan tanımlamalara göre bilgisayar bilimi yalnızca bilgi işlemsel düşünmeden ibaret değildir. Ayrıca herkesin bilgi işlemsel düşünme yeteneğine sahip olması gerektiği düşüncesi yanlı bir düşünce olarak kabul görmüş ve eleştirilmiştir. Bu doğrultuda bilgi işlemsel düşünme yeteneği olmadan da bilginin işlenip kullanılabilir nitelik kazanabileceği, ayrıca tasarım, estetik ve güvenilir olabileceği düşünülmektedir. Bazı meslek gruplarında bilgi işlemsel düşünmenin

operasyonel bir öneminin olması, bilgi işlemsel düşünmeyi zorunlu hale getirmeyi gerektirmez. Dolayısıyla bilgi işlemsel düşünme, her alanda birbirinden farklı ihtiyaçları karşıladığından farklı tanımlamalara sahiptir (Staff, 2017; Nardelli, 2019).

Bilgi işlemsel düşünmenin operasyonel tanımına bakıldığında ISTE (International Society for Technology in Education) ve CSTA (Computer Science Teacher Association) birlikte bir tanımlama yapmışlardır (ISTE, 2011). Operasyonel tanım, bir çerçeve ve kelime dağarcığı sağlar. Tüm K-12 eğitimcilerinde yankı uyandıracak bilgi işlemsel düşünme için ISTE ve CSTA anket yoluyla yaklaşık 700 bilgisayar bilimi öğretmeni, araştırmacısı ve uygulayıcısından geri bildirim toplamıştır. Bilgi işlemsel düşünme, aşağıdakileri içeren fakat sadece bunlarla sınırlı olmayan bir problem çözme sürecini ifade eder. Bu özellikler:

- Problemleri çözmemize yardımcı olacak bir bilgisayarın ve diğer araçların kullanılmasını sağlayacak şekilde formüle etme
- Verileri analiz etme ve mantıksal açıdan düzenleme
- Simülasyonlar ve modeller gibi soyutlamalar vasıtasıyla verileri temsil etme
- Algoritmik düşünme aracılığıyla çözümleri otomatikleştirme (bir dizi sıralı adım)
- En çok sonuca ulaşma hedefiyle muhtemel çözümleri belirleme, analiz etme ve uygulama, adımların ve kaynakların verimli ve etkili kombinasyonu
- Bu problem çözme sürecini değişik problemlere genelleştirmek ve aktarmak

Bu beceriler, bir dizi eğilim veya tutum tarafından desteklenir ve geliştirilir.

Bilgi işlemsel düşünmenin temel boyutlarına bakıldığında bu eğilimler veya tutumlar şunları içerir:

- Karmaşıklıkla mücadele etmede güven,
- Belirsizlik için tolerans,
- Zorlayıcı problemlerle çalışmakta ısrar,
- Açık uçlu problemlerle başa çıkma yeteneği,
- Ortak bir amaç veya çözüm sağlamak için diğer bireylerle iletişim kurma ve çalışma yeteneğidir (ISTE, 2011).

Operasyonel tanımlamalara göre algoritmik düşünme, soyutlama, problemleri ayrıştırma, otomasyon sistemi, problemin çözümü, çözümlerin genellenebilmesi, çözümlerin verimli hale getirilmesi, verilerin analizi ve temsil yeteneği, model ve simülasyonlar gibi kavram ve beceriler ön plana çıkmaktadır. Bu kavram ve beceriler A-12 seviyesindeki sınıflarda (okul öncesinden liseye kadar olan tüm eğitim kademelerinde) eğitimcilere neyin öğretilmesi gerekliliği ve neyin ölçülüp değerlendirmeye tabi olması konusunda yol gösteren bir çerçeve sunmaktadır (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Öğrenme pratiğini bireysel olarak ele alan yapısalcılık (constructionism), öğrenmeyi Piaget'e göre açıklar. Aynı zamanda öğrenmenin hem toplumsal hem de kültürel yönünün olduğunu iddia etmektedir. Bu bağlamda Brennan ve Resnick (2012), bilgi işlemsel düşünmeyi Scratch uygulama deneyimleri üzerinden tanımlamaktadırlar. Bu tanımda üç temel bileşen bulunmaktadır. Bu bileşenler bilgi işlemsel düşünmenin kavramları, pratikleri ve perspektiflerinden oluşmaktadır. Bir görevin yerine getirilmesi işlem adımları olarak tanımlanırken, paralel işlemler, koşul ifadeleri, işlemler (çıkarma, üs alma vb.), döngüler, olaylar ve verilerden oluşur. Bilgi işlemsel pratikler ise öğrencilerin kodlama sürecinde kullandıkları pratikleri içerir. Kod geliştirme süreci kodun test edilmesi, hataların ayıklanması, yeniden kodların düzenlenmesi süreçlerinden oluşmaktadır. Bilgi işlemsel perspektifler ise kod yazma sürecinde kullanılan teknolojiyi kavrama düzeylerini, diğerleri ile olan ilişkilerini ve dış dünya ile olan kendilerince geliştirdikleri kavrayışlarını kapsamaktadır. Bu sürece göre bireyin kendini kodlama ile ifade etmesi ve iletişim kurma şekli olarak kodlamayı seçmesi bilgi işlemsel düşünmenin bir yönünü yansıtan bir tanım olarak görülmektedir (Brennan ve Resnick, 2012).

2.4. Bilgi İşlemsel Düşünmenin Temel Bileşenleri

Bilgi işlemsel düşünmenin tek bir tanımı olmadığı gibi standart olarak belirlenen temel bileşenleri konusunda da bir uzlaşısı yoktur. Alan yazın incelendiğinde, farklı yazarlar tarafından ortaya konulmuş belirli ortak kavramların olduğundan söz etmek mümkündür (ISTE, 2011; Wing, 2006; Kalelioğlu vd., 2016). Alan yazında yer alan bileşenlerin olabildiğince aktarılabilmesi için problemi anlama, parçalara ayırma,

soyutlama, örüntü tanılama, algoritmik düşünme, test etme ve değerlendirme alt başlıkları aktarılacaktır.

2.4.1. Problemi Anlama

Problem çözmek için öncelikle problemin bilinmesi, anlaşılması yani tanımlanabilmesi gereklidir. Problem denilince akla ilk gelen matematiksel problemler olsa da tüm disiplinlerde problem çözme ile ilgili temel becerilerin olduğu bilinmektedir. Problem çözme sürecinin tam olarak ifade edilebilmesi için ilk olarak problem kavramının doğru anlaşılması gereklidir. Problem, Dewey tarafından “İnsanın aklını karıştıran, ona meydan okuyan, doğru olduğuna inanılan konuda belirsizlik yaratan şey” olarak tanımlanmaktadır (Baykul, 2014). Genel olarak ele alındığında problemin bir rahatsızlık yarattığı, belirsizlik içerdiği, çözüm yollarının açıkça görülemediği, bu belirsizliklerin giderilmesi için zihinsel veya fiziksel işlere ihtiyaç duyulduğu ifade edilmektedir. Ancak burada esas nokta bir problemin gerçekten problem olarak nitelendirilebilmesi için o problemin bir başkası için de problem özelliği taşıması gerekliliğidir. Bu nedenle problemlerin sınıflandırılmasına ihtiyaç vardır. En yaygın sınıflandırma şekli, rutin ve rutin olmayan problemler olarak bir ayırımın yapılmasıdır (Altun ve Arslan, 2006; Artut ve Tarım, 2009).

Rutin problemler: Daha önceden öğrenilen kurallarla, algoritma ya da formüllerle çözülebilen problemlerdir. Bu problemler yeni öğrenenler için pratikleşen, belirli kurallara göre devam eden, ilgili kuralı daha hızlı bir şekilde yeni problemlere göre içselleştirip kullanılan durumların zamanla sıradanlaşması ile katkısının en aza inmesi durumunu ifade etmektedir.

Rutin olmayan problemler: Bilinen yöntemlerle, tekniklerle veya formüllerle, açıkça görünmeyen çözüm yolları olan, rutin problemlerden daha çok düşünme gerektiren, ayrıca duruma göre strateji kullanılmasına izin veren problemler olarak tanımlanır. Bu tip problemler öğrencilerin daha çok yaratıcı yönlerini geliştirmeye, düşünmeye, ilişki kurmaya, örüntüler aramaya yarayan, transfer ve analiz gibi üst düzey beceriler gerektirir. Bu nedenle rutin problemlere göre daha çok tercih edilmesi beklenir (Altun, 2014).

Rutin olan veya olmayan problemlerin mutlaka bir çözüme ulaştırılması amacıyla ortaya konulması gerekir. Problemlerin çözümüne giden yola başvurmadan

önce o problemin teşhis edilmesi gerekir. Hangi disiplinde olursa olsun sorunun öncelikle problem olup olmadığının tespiti şarttır. Problemi anlama olarak ifade edilen bu ilk basamakta problemin içeriği tüm yönleriyle ortaya konur. Çözüm yoluna geçilmeden önce problem hakkında veriler toplanır, analiz edilir ve ön sunumu yapılır. Problem çözmenin ilk adımı problemin tespiti ile anlaşılmasının sağlanmasıdır. Bu aşamada tanımlama ve analiz, verilerin toplanması, verilerin analizi ve sunumu adımları izlenmektedir.

2.4.2. Parçalara Ayırma

Büyük bir problemi her zaman olduğu gibi görebilmek mümkün olmaz. Genellikle problemleri küçük parçalara yani bileşenlerine ayırmak problemi görmeyi kolaylaştırır ve daha basit hale getirir. Bilgisayar dilinde bu alt parçalara ayırma işlemine modül adı verilir. Her problemin modülleri ayrı ayrı ele alınır. Her bir modül için çözüm geliştirilir ve sunulur. Bu çözümler modüller üzerinden test edilir. Sonra her bileşen bir araya getirilerek büyük problemin çözümü için gerekli çözüm yolları elde edilmiş olur. Bu yaklaşım SPSS gibi karmaşık yazılımların geliştirilmesinde ve modüllemesinde kullanılabilir. Böyle karmaşık yapıdaki yazılımların geliştirilmesinde ve kullanılmasında on satırı geçmeyecek şekilde yazılmış bir algoritma kullanılabilir. Burada esas nokta problemin ayrı ayrı bileşenlerine ayrılabilmesi, her parçanın ayrı çözümünün bir diğerinden bağımsız olarak çözülebilmesi, sonra bu bileşenlerin bir araya getirilebilir nitelikte olması gereklidir (Liskov ve Guttag, 2000).

Problemin bileşenlerine ayrılması genellikle böl ve yönet stratejisinin bir sonucu olarak karşımıza çıkar. Bu, sadece kodlamaya özgü bir durum değildir. Birçok alanda böl-yönet stratejisi kullanılabilir. Örneğin bilgi işlemsel düşünmenin tanımında da bu stratejiyi kullanarak böl ve yönet stratejisi ile bilgi işlemsel düşünme kavrayışı oluşturulabilir. Benzer bir örnek olarak nitel veri analizi üzerinden vermek gerekirse, bu analiz tekniğinde verinin olduğu gibi kavranması oldukça zordur. Ancak içerik analizi yapılarak veriler bileşenlerine göre kategorilere ayrılır ve sonra bu bileşenler bir araya getirildiğinde nitel veri anlamlandırılabilir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

2.4.3. Soyutlama

Soyutlama, bir problemi bileşenlerine ayırmadan farklı olsa da bu iki kavram birbiriyle ilişkilidir (Liskov ve Guttag, 2000). Soyutlama yeteneği, problemleri bileşenlerine ayırmak için verimli bir şekilde kullanılabilir. Soyutlama, temelde bir problemin belirli detaylarını görmezden gelerek problemin daha basit hale getirilmesini sağlar. Örneğin bir piyesi ele alalım. Piyes metninin yazılmasındaki detaylar soyutlanarak piyesin bölümleri, alt başlıkları, içeriği, konusu, kaç perdeden oluşacağı kabaca belirlenir. Diyaloglar yazılmadan bu işlemler yapılır. Burada ana problem olan piyesin yazılması aynen dursa da artık bileşenleri hazır olduğundan çözüm daha basitleştirilmiş olmaktadır. Soyutlama, bilgisayar bilimcilerine problemleri bileşenlerine ayırmada yardımcı olmaktadır. Ayrıca, Likov ve Guttag'ın değerlendirmelerinin aksine soyutlama bilgisayar bilimi için başka yorumlamalara da sahiptir.

Soyutlamanın üç farklı anlamı üzerinde durulmuştur. İlk anlamı, belirli detayların göz ardı edilmesini ifade eder. Bu açıdan ele alındığında odaklanılan problemin belirli özellikleri göz ardı edilirken bazı belirgin özellikleri ön plana çıkarılarak iki farklı şey aynılaştırılmış olur. Örneğin bir kedinin fiziki özelliklerinin bir çocuk tarafından bilinmesi, farklı bir kedi gördüğünde kedilerin patileri olduğunu, kuyruğa sahip olduklarını, dört ayağının olması, miyavlaması gibi özellikleri belirlendiğinde kedinin koşma hızı, rengi, boyutu gibi özellikleri göz ardı edilmiş olur. Burada yapılan, belirgin özellikleri vurgulayarak bazı özelliklerinin de göz ardı edilmesiyle bir yapının ortaya konulmasıdır. Soyutlamanın ikinci anlamı, durum ile ilgilidir. Soyut olma durumu, mutlak bir durum değil görecelidir. Bir kavram birine göre soyut anlam ifade ederken başka birisi için somut anlama gelebilir. Soyutlama ile ilgili üçüncü anlam özellikler açısından ele alınmasıdır. Bu anlama göre, nesnelerden ve işlemlerden çok yapının özellikleri ele alınarak dikkat edilir. Örneğin, doğal sayıların sonsuz olması doğal sayılar konusu açısından soyutlamanın özellikler anlamına uygun bir kullanımdır. Benzer şekilde doğal sayılarla yapılan toplama işlemlerin de değişme özelliğinin olması veya doğal sayıların en küçük elemanının olması da özellik açısından anlama örnektir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Booth (2013) soyutlamanın bilgi işlemsel düşünmenin boyutları arasındaki en zor öğrenilen süreç olduğunu belirtmiş ve soyutlamanın problemler arasındaki ilişkilerin bulunması bunların çözüm sürecinde yeniden ele alınması süreci olduğunu belirtmiştir. Google Education tanımında ise soyutlama örüntü oluşturmada kullanılacak temel ilkelerin belirlenmesi şeklinde ifade edilmektedir (Google Education, 2017).

Ahorani (2000) ise programlamaya ilişkin öğrencilerin soyutlama seviyeleri ile ilgili üç durum belirlemiştir. Programlama dili tabanı ilk seviyedir. Bu seviyede öğrencilerden bir problemin çözümünü belirli bir programlama dili açısından düşünmeleri beklenir. İkinci seviyede programlama tabanı vardır. Bu seviyeye göre öğrenciler bir programlama dilini kullanmak için zorunluluk hissetmezler. Ancak problemin çözümünde programlama diline yönelik kavramları kullanırlar. Üçüncü seviyede ise öğrenciler, belirli bir programın diline ihtiyaç duymadıkları gibi, bir programın diline ilişkin kavramları da kullanmadan problemi çözmeyi gerçekleştirebilirler.

Soyutlama üzerine anlamsal olarak farklı görüşler olmasına rağmen, bilgi işlemsel düşünme literatürü incelendiğinde genellikle soyutlamanın detaylarının göz ardı edilmesi anlamının vurgulandığı görülmektedir (Kramer, 2007; Wing, 2008; Liskov ve Guttag, 2000). Çetin ve Dubinsky (2017) bu durumun aksini düşünmüşlerdir. Çetin ve Dubinsky, soyutlamada detayları göz ardı etme durumunun Piaget'in ampirik soyutlamaya yüklediği anlamla örtüştüğünü ifade ederek, bilgisayar bilimi kavramlarını öğrenmede veya kavram oluşturmada ampirik soyutlamanın yeterli olmayacağını ileri sürmüşlerdir. Piaget'e göre soyutlama üç boyutludur: ampirik soyutlama, yarı- ampirik soyutlama ve yansıtıcı soyutlama olarak sıralanmaktadır. Bireylerin belirli nesneleri ortak özellikleri bakımından kategorilemesine ampirik soyutlama denilmektedir. Örneğin bir çocuğun yeşil rengi ağaçlar, doğa, evler ve kıyafetlerle özdeşleştirmesi, onun diğer özelliklerini göz ardı ederek sadece rengine odaklanmasını sağlar. Yeşil renge göre kategoriler oluşturur. Piaget, matematiksel ve mantıksal yapıların ampirik soyutlama neticesinde gelişmediğini savunur (Beth ve Piaget, 1966). Piaget'in iddiası matematiksel ve mantıksal yapıların yansıtıcı soyutlama aracılığıyla oluştuğudur. Ampirik soyutlamanın aksine, yansıtıcı soyutlama nesneler üzerinden gerçekleşmez. Bireylerin

nesneler üzerinde eylemler uygulaması sonucunda yansıtıcı soyutlama gerçekleşir. Bir örnekle açıklamak gerekirse, elinde yedi tane aynı nesneden olan bir çocuk bu nesneleri solda sağa doğru 3 ve 4 olacak şekilde gruplar. Saydığına nesnelerin toplamda yedi tane olduğunu görür. Sonra bu nesneleri 4 ve 3 olarak sıralayıp tekrar saydığına yine 7 toplamını elde eder. Sonra bu çocuk nesneleri dairesel olarak dizerek sayar. Aynı sonuca ulaşır. Bu çocuk bir müddet sonra, bu yaptığı eylemleri nesneler olmadan zihninden de yapmaya başlar ve bu işlemlerle toplamının değişme özelliğini öğrenmiş ve zihninde inşa etmiş olur. Burada öğrenilen ya da üretilen bilgi çocuğun matematiksel olarak elde ettiği bilgi değil, nesneler üzerinde çocuğun yaptığı eylemlerdir (Çetin ve Toluk Uçar, 2020; Beth ve Piaget, 1966).

2.4.4. Örüntü

Türk Dil Kurumu, örüntüyü “Nesne ya da olayların belirli bir düzenle birbirini takip ederek gelişmesi” olarak tanımlamaktadır (Türk Dil Kurumu, 2021). Örüntü, belirli bir verinin benzerliklerini, farklılıklarını veya bir kuralı tanımaya yönelik ifade ediliş şekli olarak tanımlanmaktadır. Benzerlikler veya farklılıklar, modelleme yoluyla problemleri çözmeye yardımcı olur. Bu modeller yoluyla karmaşık sorunları daha verimli bir şekilde çözmeye yardımcı olmaktadır (Milli Eğitim Bakanlığı, 2020). Bilgi işlemsel düşünme alanında örüntü terimi model oluşturma, modelleme, örüntü/model çıkarma olarak anlam karşılığı bulmaktadır. Örneğin bir futbol maçındaki örüntüleri ortaya koymak için birtakım soruların cevaplarının bilinmesi gerekir. Aşağıdaki sorulara bakılırsa:

- Futbol maçında hangi taktikler kullanılmıştır?
- Bu maçta hangi taktikler işe yaramıştır?
- İşe yaramayan taktikler hangileridir?
- En iyi oynayan oyuncu ve en kötü oynayan oyuncu hangileridir?

Başka bir örnek olarak bir hayvan seçelim ve onun çizilmesi üzerine düşünelim. Çizilecek hayvan bir köpek olsun. Bütün köpeklerin ortak belirli özellikleri vardır. Köpeklerin kulakları, kuyrukları, tüylü olmaları, gözleri olduğu en bilinen özellikleridir. Bu özellikler bilgi işlemsel düşünme becerisi olarak ele alındığında örüntü tanıma olarak nitelendirilmektedir. Genel olarak bir köpeğin nasıl tanımlandığı öğrenildikten sonra, bu model izlenerek farklı köpekler çizilebilir. Bir köpeğin göz

rengi, uzun kuyruğu veya kısa kuyruğunun olması, tüy renginin beyaz veya siyah olması köpekleri birbirinden ayıran özellikler olarak ayırt edilebilir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2020).

LEGO rehberinde, örüntü tanıma ve buna bağlı olarak genelleme yapabilme olarak bahsedilen boyutun algoritma hazırlamak için kolaylık sağlayacağından bahsedilmektedir (LEGO Education, 2018). Trafik lambaları bu örüntüye örnek olabilecek çok güzel bir olaydır. Trafik lambalarının belirli bir seriyi sonsuz döngüde deva ettirdiği farz edilir ve bu şekilde bir örüntüye örnek olmaktadır (Üzümcü, 2019).

Yapay zekâ alanında örüntü, bilgisayar veya makine öğrenmesi olarak ifade edilen tekrarlayan kullanımlar olarak da karşımıza çıkmaktadır. Burada otomasyon ifadesi olarak kullanılır (Wing, 2008). Bu konularda genellikle robot programlama, oyun tasarımı ya da başka programlama etkinlikleri örnek olarak verilebilir. Bunlara ek olarak internet tabanlı araçları kullanırken farklı kültürlerdeki kişilerle sohbet etme, barkod okuma, araç tanıma sistemleri veya temassız ödeme gibi günlük hayatta da otomasyon çokça kullanılmaktadır. Sensörler aracılığıyla bilgi toplama ve bunları analiz edebilme bilgisayarların yapabildiği otomasyona örneklerdir (Milli Eğitim Bakanlığı, 2020).

2.4.5. Algoritma

Belirli bir problemi çözmek için ya da bir amaca yönelik ulaşmak istenilenler için tasarlanan yol algoritma olarak ifade edilir. Matematikte ve bilgisayar biliminde ortak olarak çokça kullanılır. Bu anlamda bir işin yapılması için tanımlanan bir başlangıç noktasından başlayan ve açıkça bir ifadeyle bir yerde sonlanan sonlu işlemler kümesidir. Genel olarak bilgisayar programlamaya ait bir terim olarak kullanılır. Tüm programlama dillerinin temelinde mutlaka bir algoritma vardır. Aynı zamanda algoritma bir problemin çözümünde yol haritası olan davranışların, temel işleri yapacak olan komutların veya deyimlerin sırasıyla adım adım ortaya konulması işlemidir ve burada sıralama çok önemlidir (Wikipedia, 2020).

Algoritmanın yanı sıra algoritmik düşünme kavramı da çalışmalarda yer almaktadır. Bu kapsamda genellikle algoritmanın içeriğinden ve sürecinden bahsedilmektedir. Algoritmik düşünme, bilgisayar bilimleri ve uygulamaları ile ilgili problem çözmek için kullanılacak temel beceriler olarak tanımlanmaktadır (Syslo

ve Kwiatkowska, 2015). Algoritma sadece bilgisayar programlamada kullanılıyor olsa da, algoritmik düşünme programlamadan bağımsız bir şekilde geliştirilebilir bir özelliğe sahiptir (Otaran, 2017).

Algoritma, bilgi işlemsel düşünmenin boyutları arasında gösterilmektedir. Bu nedenle programlama ile ilişkisi aşikârdır (Israel vd., 2015). Bazı görüşlere göre; bilgi işlemsel düşünme ile programlama arasındaki ilişki tartışmalıdır (National Research Council, 2010).

2.4.6. Test Etme

Bilgi işlemsel düşünmenin adımlarının ardından yapılanların kontrol edilmesi amacıyla gerekli testlerin yapılması test etme aşamasını ifade eder. Bilgisayar biliminde ilk boyuttan itibaren gidilen yolda takip edilen adımların kontrol edilmesi, değerlendirme öncesinde hata ayıklama adımlarının test edilmesi aşamasıdır. Algoritmaların her durumda tam ve doğru olarak çalışmama ihtimali olduğundan dolayı algoritma aşamalarının teker teker kontrol edilmesi gereklidir ve gereken durumlarda sıralamanın değiştirilmesi, deneme-yanılma yapılması gibi çözümlerin üretilmesi gerekir. Farklı durumlarda ise verilen bir görev için öğrenci grubundaki tüm bireylerin farklı algoritmalar geliştirerek buldukları çözümleri birbirleriyle kıyaslayarak en uygun çözüme ulaşmaları gerekir (CSTA, 2017).

2.4.7. Değerlendirme ve Hata Ayıklama

Bilgisayar bilimi, diğer disiplinlere nazaran uygulamalı bir bilimdir. Ürettiği bilgi hem günlük yaşamın bir parçası hem de başka alanlarda uygulanma imkânına sahiptir. Bu nedenle bilgisayar bilimi ile üretilen algoritmaların kurumsal kısıtlarının yanında pratik kısıtlarının olduğu da hesaba katılmalıdır. Yalnızca bir problemi çözmek amacıyla algoritma üretmek yetersizdir. Çünkü bu problemin çözümünde kullanılan algoritmalar gereğinden daha fazla sistem kaynağı kullanma ihtimaline sahiptir. Gereğinden fazla zaman harcar veya kullanımı pratik sayılamayabilir. Örneğin bir sistemin şifresini kırabilmek amacıyla bir algoritma üretilmiş olsun. Bu algoritma sadece bir yıl gibi kısa bir süre çalışıp sonra sistemin gerisinde kalıyor yani demode oluyorsa, günümüz teknolojilerinin gerisinde kalıyorsa pratiklik açısından verimsiz olarak değerlendirilir. Bu bağlamda değerlendirme, verilen veya üretilen algoritmanın

kullanılan çözümdeki yeterliliğine çeşitli yönleriyle bakılarak verimli olup olmadığı açısından inceleme sürecidir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

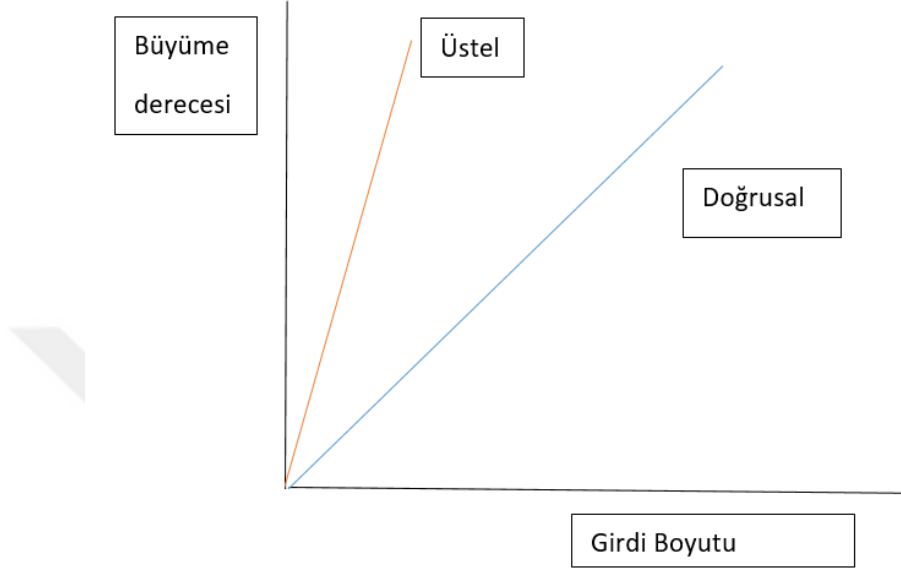
Schneider ve Gersting (2016)'e göre bir algoritmanın verimliliği, işini tam olarak yerine getirmesinin yanı sıra sistem kaynaklarını tasarruflu ve kolay anlaşılır kullanması ve aynı anda estetik olarak da özenli olması gerektiği ifade edilmektedir. Bu özelliklerin hepsini aynı algorithmada bulmak mümkün olmayabilir. Bazen şık tasarlanmış bir algoritmanın anlaşılması zordur. Anlaşılması güç olan bir algoritma da kullanıcıları için pratik hazırlanmamış olabilmektedir. Diğer yandan anlaşılması kolay olsa da şık bir estetiğe sahip olamayan bir algoritma yazılmıştır. Bilinmesi gereken şudur ki bir algorithmada anlaşılır olma, estetiklik ve pratiklik bir arada olması gereken bütüncül özellikler olarak görülmelidir. Bu bağlamda algorithmada en önemli özellik ise verimlilik (Sedgewick ve Wayne, 2011).

Kullanıcılar bilgisayarda çalıştırıldığında sistemi yavaşlatan ya da işlemleri gereğinden fazla zaman kullanarak yapan bir programı kullanmak istemezler. Bu nedenle verimlilik, algoritmanın var olan girdilerine ek olarak hafızada ne kadar alan kullandığı üzerinedir. Algoritma kendi girdileri dışında sadece birkaç hafıza alanı kullanıyorsa bu algoritmanın verimliliğinden bahsedilebilir. Ancak bu algoritma girdilerin alanı kadar bir hafıza işgal etmek istiyorsa o zaman da alan olarak verimli olduğunu söylemek güçtür (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Algoritmalar zaman açısından da değerlendirmeye tabi tutulur. Bu değerlendirmede algoritma bilgisayar üzerinde çalıştırılarak çalışma zamanı test edilmiş olur. Ancak bu yaklaşımın tam olarak doğru bir değerlendirme olduğunu söylemek güçtür. Bu aşamada algoritma bir bilgisayarda ve belirli girdiler dâhilinde çalıştırılmış olur. Bu nedenle buradan tüm girdilere veya tüm bilgisayara yönelik değerlendirme ve genelleme yapılamaz (Sedgewick ve Wayne, 2011).

Algoritma değerlendirmesini sayısal nicelik açısından ele aldığımızda problem büyüklüğü N olarak ifade edilir. Bu algoritmanın büyüme derecesi verimlilik sırasına göre bakıldığında “sabit (c), logaritmik ($\log N$), doğrusal (N), logdoğrusal ($N \log N$), karesel (N^2), küpsel (N^3), üstel (2^N)” olabilir. Bu formül ışığında üstelden sabite doğru gidişte -eğer olası ise- algoritmanın zaman verimi artırılmış olur denilebilir. Aşağıdaki grafiğe bakıldığında üstel ve doğrusal algoritmaların aralarındaki fark açıkça

görülmektedir. Üstel bir algoritma, doğrusal algoritmaya oranla çok daha hızlı bir şekilde büyüme yönünde artış eğilimindedir. Bu nedenle üstel algoritmalar zaman açısından doğrusal algoritmalarından daha verimsizdir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).



Şekil 2.2: Üstel ve doğrusal algoritmaların büyüme derecesi karşılaştırılması

2.5. Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Yeterlikler

Bilgi işlemsel düşünmede, normal düşünme süreçlerinden farklı olarak yaşanan deneyimleri anlamlandırmaya çalışırken zihinsel süreçlerin belirli bir işlem boyutu açısından ele alınması gerekliliği ifade edilmektedir. Düşünme becerilerinin ortak amacı; sorunları çözmek, kararlar almak, soru sorup cevaplar aramak ve fikirleri planlar ışığında ya da bilgileri organize bir şekilde ifade etmektir (Taylor, 1959).

Ribble, Bailey ve Ross (2014) ise dijital vatandaşlık kavramını teknoloji kullanımına ilişkin davranış normları olarak tanımlamışlar dijital vatandaşlığı oluşturan dokuz genel davranış alanı olduğunu belirtmişlerdir. Bunlar:

- Yönetim veya işlemlerin standartlarını belirleyen görgü kuralları
- Elektronik bilgi alışverişini içeren iletişim
- Teknoloji ve teknolojinin kullanımı hakkında öğretme ve öğrenme sürecini kapsayan eğitim
- Topluma tam elektronik katılımı içeren erişim

- elektronik satın alma ve mal satışını içeren ticaret
- Eylemler ve işler için elektronik sorumluluk
- Dijital dünyada herkese tanınan özgürlükleri içeren haklar
- Dijital teknoloji dünyasında kendini iyi hissetmeyi içeren güvenlik
- Elektronik güvenliği sağlamak için önlemleri içeren kendini koruma olarak sıralanmaktadır.

İçinde yaşadığımız 2000’li yılların gerekliliklerinden biri de bireylerin sahip olması beklenen becerilerle ilgilidir. Alan yazında bu bağlamda bir dizi liste bulunmaktadır. Bu listelerde şunlar yer almaktadır: “21. yüzyıl düşünme becerileri, sayısal vatandaşlık ve Uluslararası Eğitim Teknolojileri Topluluğu’nun (International Society for Technology in Education – ISTE) öğrenciler için standartlardan oluşan listeleri” örnek olarak verilebilir. Aşağıda ISTE’nin 2016 yılında yaptığı araştırma neticesinde öğrenciler için geliştirdiği standartlar şu şekilde sıralanmaktadır (ISTE, 2016):

- Güçlendirilmiş Öğrenen
- Bilgi İnşa Edici
- Bilgi-İşlemsel Düşünür
- Yaratıcı İletişimci
- Dijital Vatandaş
- Yenilikçi Tasarımcı

Yukarıda verilen listeden de görüldüğü gibi, 21. yüzyılda “bilgi işlemsel düşünme” becerisi herkesin sahip olması gereken bir nitelik olarak karşımıza çıkmaktadır. Bunun esas nedeni ise bilgi işlemsel düşünür olmanın okuma yazma ve matematiksel bir beceri kadar evrensel bir yetenek olmasıdır (Wing, 2006; 2008).

2.5.1. Yaratıcı Düşünme

Yaratıcılık, karmaşık bir yapı olarak tanımlanır. Yaygın olarak dil, müzik, matematiksel, mekansal, zihinsel ve bedensel olarak kişiler arası ve dahi kişisel olarak geniş bir zekanın ürünü olduğu ifade edilir (Gardner, 1985). Yaratıcı düşünmenin özünde yeni şeyler düşünmek veya yeni yollarla düşünme becerisi vardır. “Kutunun dışında düşünmek” şeklinde de tanımlanmaktadır. Fikirler arasındaki bağlantıları

aktifleştirerek keşfetmek, yaratıcılık döngüsünde önemli bir adımdır (Lau, 2011). Yaratıcılık bazı insanlarda doğal olarak daha gelişmiş bir yetenektir ve bu da pratiklikle gelişebilir. Yaratıcı düşünme özelliğine sahip insanlar, verilen görevleri yerine getirir, sorunları çözer ve zorluklarla mücadelede yeni yolları tasarlama becerisine sahiptirler (Lau, 2011). Çalışmaya yeni bir yol sunmak veya alışılmışın dışında bir bakış açısı ile çözüm sunmak daha verimli çalışmaya yardımcı olabilmektedir.

Yaratıcı düşünme farklı alt türlere sahiptir. Bunlar ifadede yaratıcılık, keşfedici yaratıcılık ve yenilenebilir yaratıcılık olarak sıralanmaktadır. Çocuklarda kendiliğinden görülen çizimlerde ve oyunlarda örneklendirilmiş olan ifadede yaratıcılık türüdür. Bilim adamları ve sanatçıların icraatları üretken yaratıcılığı göstermektedir. Var olan bir teknolojiyi iyileştirmek için problem çözme becerisi veya yaratma olarak tanımlanan yenilikçi yaratıcılıktır. Yenilenebilir yaratıcılık daha çok yeni bir paradigma oluşturan yaratıcı bir düşünmenin ürünüdür. Ayrıca fikir birliği aracılığıyla ortaya çıkan yeni fikirler olarak da tanımlanmaktadır (Baker vd., 2001).

2.5.2. Algoritmik Düşünme

Algoritma, “işletildiklerinde sonlu bir zaman dilimi içerisinde sonuç üreten, açık ve etkili bir şekilde gerçekleştirilebilir işlemlerin bir demeti” olarak tanımlanır (Schneider ve Gersting, 2016, s. 11). Algoritma kelimesinin tarihsel süreci El-Harizmi'ye dayanmaktadır (Knuth, 1985). 9. Yüzyılda Orta Asya'da yaşamış bir matematikçi olan El-Harizmi, algoritmayı problemin çözüm süreci için üretilmiş metotlar olarak tanımlamaktadır (Sedgewick ve Wayne, 2011). Bu metodun işletilmesini bir bilgi işleme birimi üstlenir. Bu, spesifik olarak algoritma bilgi işleme birimi demek değildir. Bilgi işleme birimi bir bilgisayar olarak düşünülürse, algoritma farklı programlama dillerinde çalışabilirken aynı zamanda farklı bilgisayarları da çalıştırabilir. Burada problemin çözüm yolunun belirleyicisi yazılan programdan çok metodun kendisidir.

Algoritmaların bilgisayar biliminde önemli bir yerinin olduğu kabul edilmektedir (Schneider ve Gersting, 2016). Özellikle otomasyon sistemleri pek çok alanda işleri kolaylaştırarak hem zamandan hem de maliyetlerden tasarruf etmeye olanak sağlamıştır. Örneğin ülke genelinde yapılan çeşitli sınavların bir bilgi işlem

birimi tarafından ve arka planında çalışan sağlam bir algoritma ile kısa sürede sonuçlandırılması, kontrollerinin hızlıca yapılabilmesi büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Ayrıca hata ayıklama sisteminin sayesinde hata oranı olmaksızın işlemler yapılırken, otomasyonun insan hayatında önemli bir yer tuttuğunun unutulmaması gerekir.

Algoritmik düşünme, farklı disiplinlerde farklı anlamlara gelmektedir. Knuth'a (1985) göre algoritmik düşünme bilgi işlemsel düşünme anlamına gelmektedir. Matematik eğitiminde, yaratıcı düşünmeye karşılık olarak işlemsel düşünme anlamında kullanılmaktadır (Jonsson vd., 2014). Güncel anlamda alan yazında algoritmik düşünmenin, belirli problemlerin çözümünde bilgi işlem birimi aracılığıyla üretilen çözüm adımlarından oluştuğu şeklinde ifade edilir. Kurallar ve bu kuralların işletilmesi için gerekli adımlardan oluşan bir anlamlandırma yolu ve becerisidir (Csizmadia vd., 2015). Başka bir tanımda “yeni bir algoritma inşa etmek ve var olan bir algoritmayı anlamak ile ilgili kullanılan farklı beceriler” şeklinde açıklanmıştır (Futschek, 2006). Bu beceriler şöyle sıralanmaktadır:

- Verilen problemin analiz edilmesi becerisi,
- Problemin açıkça ifade edilme becerisi,
- Verilen bir problem için gerek duyulan temel işlemleri saptama becerisi,
- Temel işlemler aracılığıyla doğru algoritmanın inşa edilme becerisi,
- Problemin olası özel ve genel tüm durumlar açısından ele alınma becerisi,
- Bir algoritmanın verimliliğinin artırılması becerisi.

Algoritma geliştirmek tek başına bir bütün olarak ele alınabileceği gibi yeterlilik seviyeleri olarak da düşünülebilir. Algoritmik düşünme becerisi için Zsako ve Szlavi (2012) tarafından yedi seviye belirlenmiştir:

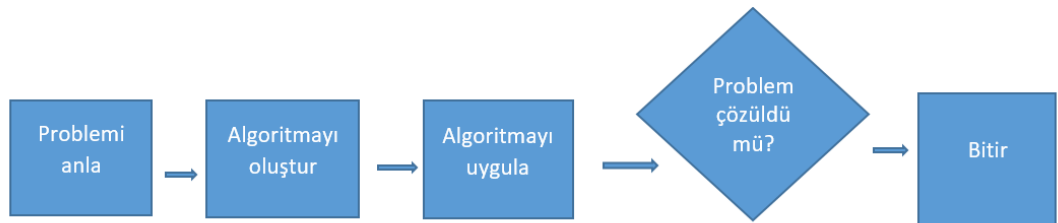
- i) Algoritmaların farkına varma: Bireylerin algoritmaları ayırt etme ve belirli problemleri algoritma ile çözebileceğini bilme seviyesidir.
- ii) Algoritmaları işletme: Bu seviyede bireyler algoritmayı tanımlayamasa da onu işletebilirler.
- iii) Algoritmaları analiz etme: Bireyler bu seviyede algoritmayı analiz ederek, ne işe yaradığını söyleyebilirler ve algoritmaları bileşenleri ve görevleri olarak tarif ederek arasındaki ilişkiyi tanımlayabilirler.

- iv) Algoritmayı üretme: Bireylerin bu seviyede bildiği algoritmaları ve kavramları kullanarak yeni algoritmalar üretmesi beklenir.
- v) Algoritmayı gerçekleştirme: Pratik işler için algoritma kullanılır ve algoritmanın çalışıp çalışmadığı bu aşamada test edilmiş olur.
- vi) Algoritmalarda değişikliğe gitme: Bireyler kendi yazdıkları veya başkaları tarafından yazılan algoritmaları değiştirebilir ve geliştirebilirler.
- vii) Karmaşık algoritmalar: Karmaşık görevler için alt algoritmalar kullanılarak yeni algoritmalar üretilebilir.

Futschek (2006), algoritmik düşüncenin geliştirilmesi için bir programlama diline bağlı kalınmaması gerektiği görüşündedir. Öğrencilerin programlamanın özelliklerine odaklanmaktan algoritma tasarlamaya yeterince vakit bulamadıklarından yakınmaktadır. Bu nedenle öğrencilerin sözde kod kullanarak ve kendi seviyelerine uygun olan algoritmalar ile ilgilenerek, algoritmik düşüncelerini geliştirmelerinin daha doğru olacağı görüşündedir (Futschek, 2006).

Bilgisayarsız bilgisayar bilimi hareketi (Henderson, 2008), bilgisayar kullanmadan algoritmik düşünmenin geliştirilmesi düşüncesini öne sürmektedir. Bilgisayar kullanmadan algoritmik düşünme becerisi, bilgi işlemsel düşünme üzerine geliştirilmiş bir etkinlik olan Bilge Kunduz etkinliğidir (<https://www.bebas.org/>). Bu etkinlikler Türkiye’de gerçekleştirilmektedir.

Algoritma oluşturma sürecini adım adım tanımlamak gerekirse aşağıdaki şekildeki gibi gösterilebilir (Şahin, 2021):



Şekil 2.3: Algoritma oluşturma süreci

2.5.3. İşbirlikli Çalışma

Bilgisayar teknolojisine hâkim olan bireyler öğrenme açısından da önemli yol kat edebilmektedirler. Hemen her şeyin dijital ortamlara transferi hem dijital dönüşümü hem de bilgi işlemsel öğrenmeyi gerekli kılmaktadır. Bu bağlamda öğrenmelerin içeriğine yeni boyutlar eklenerek gelişim sağlanabilmektedir. Bilgi işlemsel düşünme becerisi bireysel bir öğrenme olduğu kadar grup becerisi olarak da önemlidir. Çünkü takım halinde çalışabilen bireylerin birbirine ve alana katkısının olduğu bilinmektedir. Doğru ve etkin düşünme ile bir araya gelerek fikir üretebilen, problemi anlayıp çözüm yolunu izleyebilen çalışma metotları da vardır. Grup üyelerinin, öğrenilecek nesneyi anlama ve daha fazla çalışma yapma konusunda birbirlerini teşvik etmesi, konuları aralarındaki tartışmalarla bilgi paylaşımını sağlamaları işbirlikli öğrenmenin tanımıdır. Buradan hareketle bilgi işlemsel düşünmenin yeterlikleri açısından algoritma oluşturma sürecinde ve problemin çözüm yolunun sonlandırılmasına kadar her adımda bir fikir ve emek birliği yapılması mümkündür. İşbirlikli çalışma da denilen bu ortak çalışmaların amacı, her bireyin ferdi sorumluluğunun yanı sıra grup içinde de başarı sağlayabilmesi, problemin çözümüne beklenen katkıyı sağlayabilmesidir. Bu çalışma şekli hem etkileşimi artıracak hem de bilgi işlemsel ve algoritmik düşünme sürecinde başarıya katkı sunacaktır.

2.5.4. Eleştirel Düşünme

Eleştirel düşünme ya da kritik düşünme de denilen akıl yürütme, analiz etme ve değerlendirme gibi bilişsel süreçlerden oluşan bir düşünme şeklidir. Eleştirel düşünme kavramının yerine bazen “biçim dışı (enformel) mantık” ya da “tartışma mantığı” terimleri de kullanılmaktadır (Allen, 2004). Eleştirel düşünme, sorgulama ve şüpheciliğe dayanır. Ayrıca sağduyu ve bilimsel kanıtlarla uyuşmakta ve net hükümlere varmak için somut ya da soyut kavramlar üzerinde düşünme süreçlerini de kapsamaktadır. Bu açıdan diğer bir düşünme biçimi olarak bilinen yaratıcı düşünmeyi tamamlamaktadır (Wikipedia, 2020).

Eleştirel düşünme, beş aşamadan oluşan bir süreçtir. İlk olarak ele alınacak konunun belirlenmesi adımı ile başlar. Sonraki adımda konu ile ilgili veri, bilgi ve kanıtların toplanması aşaması gelir. Farklı olan argümanlar ve bakış açıları değerlendirmeye alınıp incelenir. İncelenen argümanların dayandığı varsayımlar,

veriler, bilgiler ve kanıtlar gözden geçirilir. İkinci adımda elde edilen bulgular, üçüncü adımda bir değerlendirmeye tabi tutulur. Gereksiz veya geçersiz olanlar ayıklanır. Kalanlar için, aralarındaki benzerlikler ve farklılıklar saptanır, bağlantılar ve ilişkiler tanımlanır. Dördüncü adım kalan verilerin, bilgi ve kanıtların mantıksal bir çerçeveye oturulması aşamasıdır. Beşinci ve son adımda ise mantık çerçevesi dâhilinde varılan sonuçlar sunulur. Son olarak sonuçların geçerliliği ve sağlamlığı bağlamında bir yargıya varılır (Moore ve Parker, 2008).

Eleştirel düşünme ile bireyler tüm duyulardan, yazılı ve sözlü ifadelerden, gözlem, deney veya akıl yürütme tekniğiyle elde ettikleri verilerden bir bütün oluştururlar. Eleştirel düşünür olabilmek için bir takım eleştirel düşünme becerilerine sahip olmak gerekir. Bu beceriler ayıklama, bağlantılandırma, çözümleme, eleştirme, eşleştirme, hipotez oluşturma, karşılaştırma, kümelenendirme, neden-sonuç ilişkisi kurabilme, ön görme, örüntü tanılama, istisnaları ayırt edebilme, plan yapabilme, sentezleme, sınıflandırabilme, sıralama, tümdengelim ve tümevarım çıkarımı yapabilme, verileri toplama ve analiz sürecine hazırlama şeklinde sıralanmaktadır (Şahinel, 2002).

2.5.5. Problem Çözme

Problem çözme, “bir noktadan bir başka noktaya ulaşmanın hedef olduğu ve bunu yapmanın optimum yolunun seçilmesi gerektiği durumları” ifade etmek için kullanılan bir terimdir (Wikipedia, 2020). Problem çözme yaklaşımları ise 1970’li yıllarda bilişsel psikoloji ile gelişmeye başlamış, öncesinde sadece algılama ve hafıza kullanma becerileri olarak ilişkilendirilmiştir (Quesada vd.,2005). Bu alanda yapılmış en etkili, çarpıcı ve önemli çalışma Newell ve Simon (1972) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada daha çok problem çözmenin genel süreçlerinin açıklanması hedeflenmiştir. Problem çözme sürecinde bireyin bilgi rolünün en aza indirgenerek problem türlerine odaklanması sağlanmaya çalışılmıştır. 1990’lardan günümüze uzanan süreçte özellikle disiplinler arası çalışmaların sosyal yaşantı üzerine etkilerinin artması sonucunda problem çözme kavramsal anlamından uzaklaşmış, bilişsel etkinliği içeren yeni bir kavrama dönüşmüştür (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Jonassen’in (2000) görüşüne göre; bilgi işleme kuramında problem çözmek için gerekli olan ön koşullara sadece öğrenme olarak bakmanın yeterli değildir ve her

problem birbirinden farklıdır. Yapılan araştırmalar da rutin olmayan problemleri çözmede problem çözme stratejilerinin yetersiz olduğu yönünde görüşü desteklemektedir (Mayer, 1998). Ayrıca Jonassen 1970'lerin bilgi işlemeye yönelik yaklaşımlarının savunduğu alandan bağımsız olarak tek bir problemi çözmek için bir kuram geliştirme gayretinin yeterli olmadığını, problemlerin içerik, biçim ve yapısal olarak denk olmadığından tek düze bir çözüm sunmanın uygun olmadığını iddia etmiştir (Smith, 1991). Diğer taraftan da şemalar yoluyla problem çözme kuramına göre ise problem çözmenin mümkün olmasının belli problem türleri için geçerli olabileceği yönünde görüşünü savunur. Mayer (1992) ise problem çözücünün, problemi algılayabilmesi için problem türüne bağlı olarak bu şemadan önemli derecede etkilendiğini belirtmektedir. Problem çözücünün oluşturduğu şema önceki problem çözme deneyimlerine dayanmaktadır. Bir kişinin problem çözme için bir şemaya sahip olması, bu şemayı karşısına çıkan problemin ilgili bölümlerine uygulayarak çözüme gitmesine yardımcı olmaktadır. Araştırmalar göstermektedir ki uzman problem çözücülerin şemalara yönelik hatırlama gücünün daha yüksek olması sebebiyle problem türünü tanıyarak daha kısa sürede çözüme ulaştıklarını, acemi çözücülerin ise bu bağlamda daha yetersiz şema deneyiminden dolayı bilgi işleme kuramının ileri sürdüğü genel problem çözme stratejilerini kullanmaya yöneldikleri yönündedir (Sweller, 1988; Mayer, 1992).

Problem çözmede başarılı olmak için farklı bilgi ve becerilerin de bulunması gerekmektedir. Bu beceriler; problem türlerine aşina olma, alan bilgisi, üst bilişsel beceri, buluşsal (heuristik) bilgi, belirli tutum ve inançlar olarak sıralanmaktadır. Bu tutum ve inançlar alana, problem çözemeye ve problem çözücünün kendisine yönelik olmalıdır. Problem türüne aşina olma rutin problemleri çözmede kolaylık sağlar ancak bu beceri tek başına aynı problemin farklı bir türüne uygulanamamaktadır. Rutin problemler daha tanıdık problem türleri olduğundan transfer çözüm yolu daha kolay iken rutin olmayan problemlerde çözüm yoluna ulaşma olasılığı daha düşüktür. Problem çözücünün alan bilgisi aşinalıktan daha çok problem çözücüyeye katkı sunmaktadır (Jonassen, 2000). Kişinin bilgi düzeyi ise problemi anlamada ve çözüm üretme aşamasında etkili olmaktadır. Ancak asıl başarıya götüren ise problem çözücünün sahip olduğu alan bilgisinin ve kavramsal becerilerinin ne kadar zengin olduğu ile ilgilidir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020).

Problem çözmede bir başka önemli kavram da buluşsal yaklaşımdır. Bu yaklaşım “değişik seçim ve değerlendirmeler yapabilmek için kullanılabilecek önceki deneyimlerden kazanılan bilgi ve pratik kurallar bütünü” olarak tanımlanır (Polya, 1957). Etimolojik anlamda keşifsel yaklaşım olarak da bilinen buluşsal yaklaşım keşfe yardımcı olma amacı taşır. Buluşsal stratejiler, kişinin problem çözmesine yardımcı olacak pratik kurallar, problem çözmeye başlamak ve ilerlemek için önerilerden oluşur. Bu doğrultuda Polya’nın (1957) buluşsal yaklaşımı önemlidir. Bu yaklaşıma göre ana stratejiler ve bunlara bağlı alt stratejiler bulunmaktadır. Bu stratejik yöntem kısaca özel örnekleri inceleme, bir örüntü tahmin etme ve buradan bir genelleme yapma şeklinde ilerler. Bu düşünce, soyut düşüncedir. Bu soyut düşünme biçimi - bilinçli veya bilinçsiz buluşsal düşünme- bütün problem çözme süreçleri için geçerlidir. Polya, bu yaklaşımı dört temel bileşenle tanımlamaktadır: problemin anlaşılması, plan oluşturma, planın uygulanması ve en son çözümün kontrol edilmesidir.

Problem çözmenin bir diğer önemli faktörü üst biliştir. Flavell (1979) tarafından üst biliş kişinin öğrenme şekli, bireyin bir görevin zorluğunu algılama becerisi, bir hedefe ulaşmada bilgiyi nasıl kullandığı, kavrama becerisi ve öğrenmesinin nasıl ilerlediği ile ilgili farkındalığı olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile kişinin kendi düşünce sürecini yönetim becerisi olarak ifade edilir. İyi problem çözme becerisine sahip bireyler problem çözerken amaçlarını net olarak ortaya koymaya çalışırlar. Kavramlar ve problemin bileşenleri arasında ilişkiyi anlayabilir, kendi kavrayışlarını takip eder ve hedefe götürecek yolları seçerek değerlendirmelerini yapabilir. Üst bilişsel temsili gelişmiş kişilerin problemleri daha kolay kodladığı ve problemleri temsil eden zihinsel süreçleri stratejik açıdan değerlendirerek problemlerin üstesinden geldikleri belirtilmektedir (Schoenfeld, 1987). Bu görüşe göre uzmanlar analiz ve doğrulama aşamalarında daha fazla zaman harcarken acemi olanların doğru çözüm yolunu seçtiklerinden emin olamadan bilindik kuralları uygulama yönünde daha fazla zaman harcadıkları gözlemlenmiştir.

Problem çözme ile ilgili olarak incelenmesi gereken önemli bir nokta da problemin kendisidir. Polya’nın (1957) yaklaşımına göre problem çözme basit bir hesap yapma işinden çok daha fazlasıdır. Problem, bir zorluk, bir engel veya araştırma ile eş değer bir düşünme sürecidir. Problem çözme sürecinde bir durumun problem

olarak tanımlanabilmesi için çözüm yolunun önceden bilinmiyor olması gerekir. Jonassen (2000) bu doğrultuda problemi “bilinmeyen bir şey” ve problem çözmeyi de “bilinmeyeni bulma işi” olarak tanımlamakta ve burada çözüm yolunun önceden bilinmiyor olmasını vurgulamaktadır.

2.6. Bilgi İşlemsel Düşünme ile İlgili Uygulamalar

Bilgi işlemsel düşünme kapsamı alan yazınında kavram ve yaklaşımlar incelendiğinde, bilgisayar bilimi özellikle 21. yüzyılın en önemli yapı taşlarından biri olarak görülmektedir. Eğitim alanında büyük kolaylıklar sağlayan, zamandan ve mekândan tasarruf sağlayabilen, daha hızlı etkileşim kurmaya yarayan bilgisayar teknolojileri üzerine çeşitli yaklaşımlar ve düzenlemeler yapılmaktadır. Bunların başında gelen bazı uygulamalar vardır. Bu etkinliklerin doğası, genellikle oyun tabanlı öğrenmeye ve keşfederek öğrenme amacına göre düzenlenmektedir. Bilgisayar bilimi öğretiminde bilgisayar biliminin temel felsefesi ışığında daha eğlenceli ve farklı bir şekilde öğretim yapılabilir. Bu öğretim şeklinin en bilindik karşılığı “Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi (B³)” öğretimi olarak geliştirilen ve İngilizce olarak Computer Science Unplugged olarak bilinen eğitsel birçok yöntemi kapsamaktadır. Bu etkinliklerin hedefi bilgisayar bilimi ile bilgi işlemsel düşünme kavramını öğretme, sınıf içi ve dışı etkinliklerde, uygulamalarda, farklı materyallerin bir araya getirilmesiyle kurgulanabilen içeriklerdir (Çetin ve Toluk-Uçar, 2020). Bu yaklaşımın özellikle bilgisayar biliminin sözel olarak anlatılabildiği pedagojik bir eğitim yaklaşımını öğrencileri motive etmek ve küçük yaştan itibaren bilgisayar bilimini öğretmek çabası içinde olması alana önemli katkılar sunmaktadır.

Bilgi işlemsel düşünme eğitimleri ve uygulamaları incelendiğinde programlama ve öğretimin otomatikleştirilmesi için blok tabanlı, metin tabanlı veya fiziksel programlama araçları kullanarak yapmak gereklidir. Bunun öncesinde ön hazırlık amacıyla programlama kavramının içeriğinin ve öneminin öğretimi yapılmalıdır. Daha sonra bilgisayar desteği programlama öğretimine geçilebilir. Ancak öncelikle ve özellikle problem çözme, çözüme giden yolların keşfi, alt problemlere ayırma, soyutlama, çözümü adım sırasıyla açıklama, verilen yönergeleri takip edebilme, çözümün test edilmesi ve hataların ayıklanması gibi becerilerin öğretilmesi gerektiği düşünülebilir.

Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi (B³)

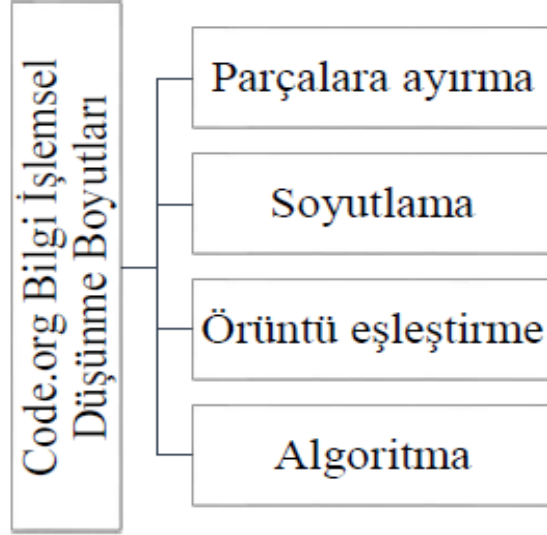
Bilgisayarsız Bilgisayar Bilimi (B³) etkinliklerinin amacı bilgisayar bilimi alanında problem çözme ve yaratıcılığı teşvik etmektir. Bu etkinlikler standart bir eğitimin dışında, deneyerek öğrenme yaklaşımı ve akademik ortamdan ayrı olarak etkinlik yoluyla öğrenme modeli olarak bilinir. Asıl amaç fiziksel olarak öğrencilere bir problemin çözümünde yer almalarını sağlamak ve deneyimleri sonucunda öğretmektir. Programlama etkinliklerinden farklı olarak B³ etkinlikleri, öğrencileri fiziksel olarak problemin içine alır ve çözümün bir parçası olup, birlikte çalışma imkânı sunar, fikir paylaşımlarına izin verir ve çözümler tasarlamaya imkân verir (Cortina, 2015). Bu bağlamda bazı etkinlik örnek ve uygulamaları mevcuttur. Örneğin çeşitli bulmaca oyunları ile basılı renkli kağıtlar ve oyuncakların verildiği öğrencilerden çeşitli bulmacaların çözülmesi istenmektedir. Bir başka etkinlikte bir çocuk programcı diğer çocuklar bilgisayar olmakta ve çeşitli komut cümleleri kullanılarak çocuklara programlamadaki “if .. then .. / else ..” mantığı kazandırılmaktadır.

Code.org

Code.org; 2013 yılında kurulmuş, blok tabanlı halka açık ve kâr amacı gütmeyen; amacı bilgisayar bilimine katılımı artırmak olan, hedef kitlesi genç kadınlar ve yeterince temsil edilmeyen gruptaki öğrencilerin katılımını arttırmayı amaç edinmiş uluslararası bir organizasyondur. Dünya çapında düzenlediği organizasyonlarla her yıl dünya geneli öğrencilerinin %10'unu birleştiren kampanyalar ile etkinliklerinde öncülükler yaşatmaktadır. Microsoft, Google Education, Facebook, Amazon gibi büyük destekçileri vardır. Code.org'un asıl amacı her öğrencinin hangi okulda olursa olsun bilgisayar bilimini öğrenme fırsatına erişme imkânı bulmasıdır. Code.org kurslarının kullanıcı kitlesi, tüm dünyada on milyonlarca öğrenci ve onları destekleyen bir milyondan fazla öğretmenden oluşmaktadır (<https://code.org>, 2020).

Code.org'un kendi web sayfasında videolu anlatımlar ve farklı yaş grupları için düzenlenmiş çalışma uygulamaları bulunmaktadır. Dil açısından çok fazla seçeneğinin bulunması hedef kitlesine ulaşmasını ve kullanıcılarının işlerini kolaylaştırmaktadır. Öğretim etkinlikleri kapsamında bilgi işlemsel düşünme, soyutlama, algoritma, hata ayıklama, fonksiyonlar, olaylar, döngüler ve değişkenler gibi konular bulunmaktadır.

Code.org bilgi işlemsel düşünmenin boyutlarını dört boyuta ayırmıştır. Aşağıdaki şekilde bu boyutlar görülmektedir.



Şekil 2.4: Code.org bilgi işlemsel düşünme boyutları

Kaynak: (Üzümcü, 2019, s. 34)

Barefoot Projesi

Öğretmenler tarafından geliştirilen ve bilgisayar bilimleri öğretim programları için adaptasyonu sağlanan 2014 yılında hayata geçirilmiş bir projedir (<https://www.barefootcomputing.org>, 2020). Bu proje, İngiltere’de ilkökul öğretmenleri için çeşitli ücretsiz yardımcı çevrimiçi kılavuzlar, bilgisayar müfredatını daha ilgi çekici kılacak sunumlar için yetkiler vermektedir. Proje öğretmenlerinin yanında, öğrencilerin dijital bir ortamda düşünmelerine ve öğrenmelerine yardımcı olarak gelişimlerine ilham kaynağı olmayı amaçlamaktadır.

Barefoot’un üç ana yönü bulunmaktadır. Bunlar:

Örnek Öğretim Etkinlikleri: Disiplinler arası etkinliklerde bilgisayar müfredatını ilgi çekici kılması ve pratik uygulamalar sağlaması amaçlanmıştır.

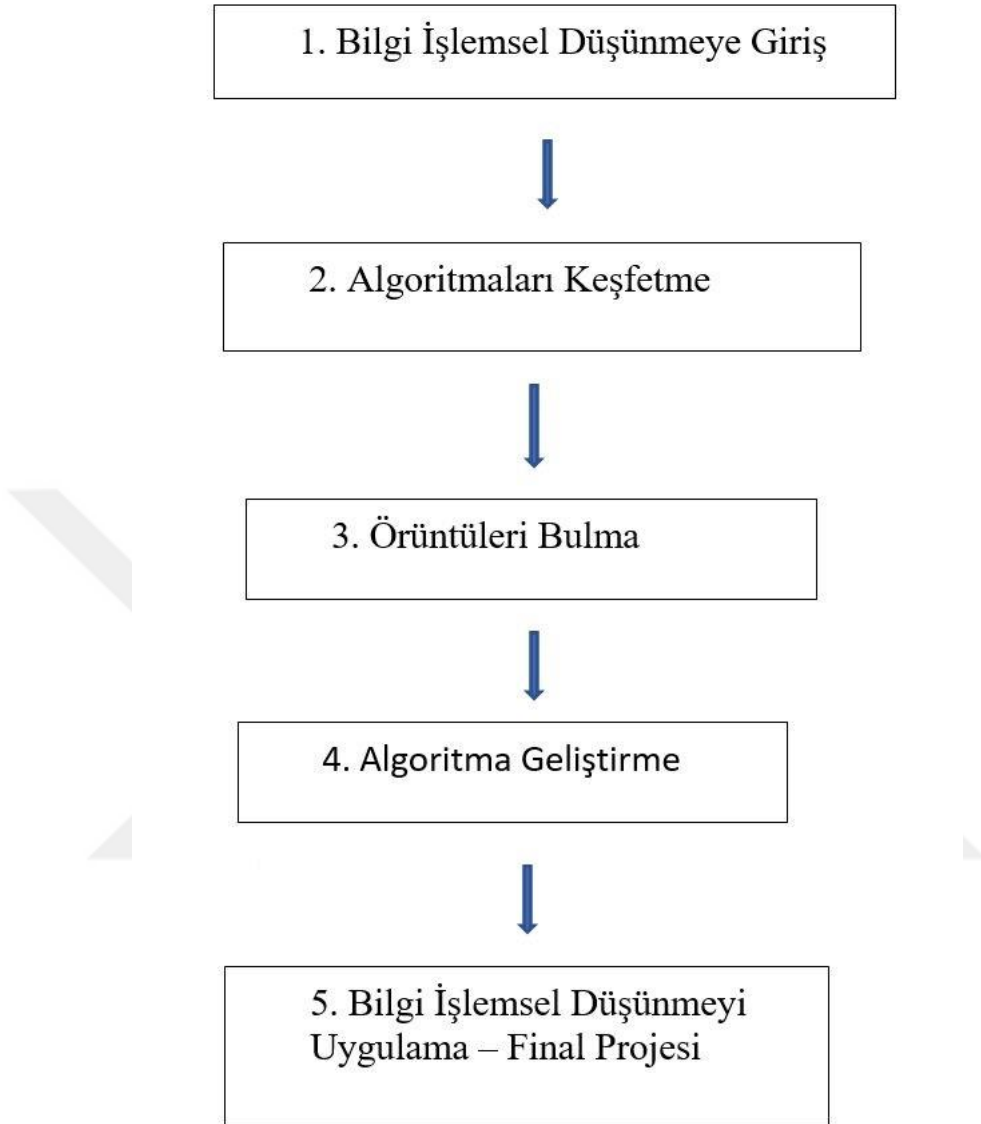
Kendinize Kavramlar Öğretin: İlkokul öğretmenlerinin, ilkökul çağına yönelik tanımların ve örneklerin yer aldığı kaynakların öğrenilmesi amacıyla bilgi işlemsel düşünme ve bilgisayar bilimleri konularında daha derin anlayışa sahip olmaları beklenmektedir.

Barefoot Projesi Çalıştayları: Çalıştaylar, İngiltere genelinde kaynakların ücretsiz ve çalıştayların herkes tarafından erişilebilir olmasını amaç edinmektedir. Ayrıca, öğretmenler okullarına bu destekten ve kaynaklardan yararlanarak düzenlemeler yapabilir.

Google Education

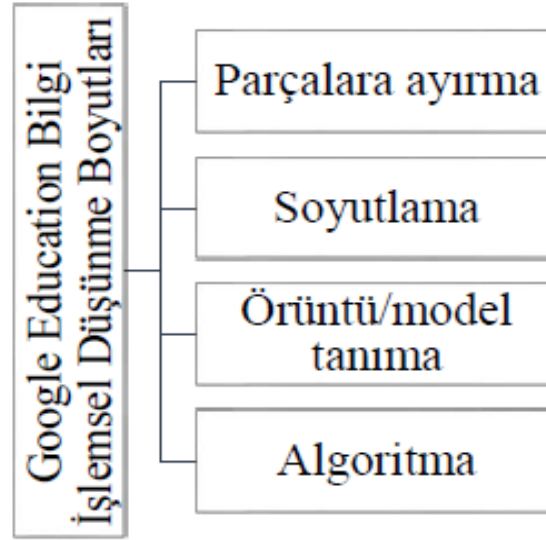
Google Education, Google şirketi tarafından geliştirilmiş, eğitimciler vasıtasıyla profesyonel destek sunan bir içeriktir. Amacı, öğrenimi herkese ulaştırmak ve eğitime destek olmaktır. Ürünler, programlar ve ücretsiz kurslar aracılığıyla eğitimde dijital olarak katkısını ortaya koymaktadır. Eğitimci ve öğrencilerin ortak öğrenim ve inovasyon süreçleri ile çalışmalarını yürütmelerine olanak sağlar. Eğitimin her kademesi için ilköğretimden yükseköğretim seviyesine kadar çeşitli düzeylerde geniş içerikler, dijital araçlar, çalışma materyalleri, kodlama dersleri gibi imkânlar sunmaktadır. Kodlama ve bilgisayar bilimleri eğitimleri ile özellikle yaratıcılığı geliştirmek, uygulamalı eğitimi teşvik etmek ve öğrencilere dijital beceriler kazandırmak için Google tarafından oluşturulan kaynaklara ve araçlar olarak zengin ve ücretsiz bir içeriğe sahiptir. Öğrencilerin kendi fikirlerini üretmelerine olanak sağlar. Eğitimde global fırsat eşitliği ile bilgi seviyesi uçurumunun kapatılmasını hedefleyen projelere destek verir. Teknoloji, öğretim ve öğrenim süreçlerini dönüştürür ve bu süreci ücretsiz destekler. Çocukların konuları kendi öğrenim hızlarında öğrenmelerine olanak tanır. Yaratıcı, problem çözebilen ve ortak çalışmalarda üretkenliklerini ortaya koyan bireyler olarak yetişmelerine de yardımcı olmaktadır (Google Education, 2020)

Kurslar beş bölümden oluşmaktadır. Bu bölümler bilgi işlemsel düşünme ile başlayıp algoritma adımları ile devam eder. Örüntü bulma ve tanılama algoritma geliştirme ile devam ederken bilgi işlemsel düşünmenin uygulanması adımı ile final projesi olarak sonlanmaktadır. Aşağıdaki tabloda sırasıyla bu işlem adımları yer almaktadır. Kursların erişimleri bitirme projesi ile sona erdikten sonra erişimi bulunmamaktadır (Google Education, 2020).



Şekil 2.5: Google education bilgi işlemsel düşünme kursu aşamaları

Kaynak: (edu.google.com, 2020)



Şekil 2.6: Google education'ın bilgi işlemsel düşünme boyutları

Kaynak: (Üzümcü, 2019)

BBC Bitesize

BBC Bitesize, 1998 yılında BBC tarafından Birleşik Krallık'ta öğrenim gören öğrenciler için hazırlanmış eğitime destek veren bir internet sitesidir. Bilgisayar alanında bilgi işlemsel düşünmeye yönelik ayrıntılı ve geniş içerikli eğitimleri bulunmaktadır. Öğrencilere özellikle gözden geçirme, tekrarlar yapabilme, ödev hazırlama konularında destek için tasarlanmış ücretsiz bir içeriktir. Bitesize, birbirinden farklı ve çeşitli okul derslerinde 5-16 yaş arasındaki öğrencilere destek sağlar. Aynı zamanda hem çocukların hem de gençlerin refahını düşünür ve onların kariyer seçimlerini destekler. Ayrıca Bitesize, Birleşik Krallıktaki öğrencilere evde eğitim konusunda yardımcı olacak yüzlerce yayınlanmış ders içeriklerine sahiptir (www.bbc.com, 2020).

Bitesize'nin kılavuzları öğretmenler ve konunun uzmanları tarafından yazılır. İçerikler, Birleşik Krallık müfredatını takip edecek şekilde haritalanır ve yayınlanır. Secondary Bitesize ise İngiltere, Galler ve Kuzey İrlanda'daki GCSE ve İskoçya'daki National 4, National 5 ve Highers dâhil olmak üzere Birleşik Krallıktaki ana sınav kurullarının sınav kurulu özelliklerini takip eder. Bu yönüyle öğrencilerin doğru sınavlara hazırlanmalarını sağlar (www.bbc.com, 2020). Öğrenciler ve veliler için yardım amacıyla sitede "Bitesize'ı nasıl kullanırım?" seçeneği ile yol haritaları

bulunmaktadır. Bitesize, ayrıca çocukların öğrenmelerine yardımcı olmak için ebeveynler tarafından da kullanılabilir. Öğrenciler tarafından ödev ve sınav revizyonuna yardımcı olmak amacıyla bağımsız olarak da kullanılması mümkündür. İster ilkokulda ister ortaokulda okuyan olsun, her öğrencinin evde veya okulda her zaman erişim olanağına sahiptir.



Şekil 2.7: BBC bitesize bilgi işlemsel düşünme boyutları

Kaynak: (Üzümcü, 2019)

Yukarıda verilen şekilde bilgi işlemsel düşünmenin Bitesize açısından oluşturulan boyutları verilmiştir. Burada da parçalara ayırma ile başlayan bilgi işlemsel düşünme, soyutlama, örüntü tanılama, algoritma oluşturma adımı devam eder. Bu boyutun son adımı çözüm ve değerlendirme adımı olmaktadır.

LEGO Education

LEGO Education, öğrencileri kendi öğrenme süreçlerine aktif katılımcı olarak dâhil eden, temelinde uygulamalı eğitimler ve öğrenme olan bir eğitim yaklaşımıdır.

LEGO grubu tarafından kurulmuştur ve 80 yılı aşkın süredir hizmet vermektedir. Yaklaşık 40 yıldır da eğitim bağlamında öğretmenlere ve öğrencilere hizmet eden çalışmalar ile kendini geliştirmiş bir uygulamadır. Öğrenmeyi eğlenceli hale getirir ve etkili öğrenme sürecine katkı sağlar (www.robokids.com.tr, 2020).

Legonun tarihi diğer uygulamalara göre daha eskiye dayanmaktadır. Bu doğrultuda Lego, uzun yıllardır çocukların öğrenmeleri üzerine çeşitli uygulamalar ve çalışmalar geliştirmektedir. Legonun işleyiş mantığı çocukların tasarımlar aracılığıyla

buluş yapmaları, bu işi yaparken de eğlenmelerini sağlamaktır. Sadece fen ve teknoloji alanında tasarımlarla kalmayıp bilgisayar destekli eğitimlerle de uygulama etkinlik alanını geliştirmiştir. Parçaları birleştirmek yoluyla öğrenme ve düşünme sağlarken bunun yanı sıra yazılım öğrenmeyi de kapsayıcı eğitimleri vardır. Lego-Logo uygulamalı bir eğitim içeriğine sahip olmakla birlikte, geleneksel eğitimden bazı yönlerden farklıdır. Bu farklar aşağıda açıklanmaktadır (Resnick vd., 1988):

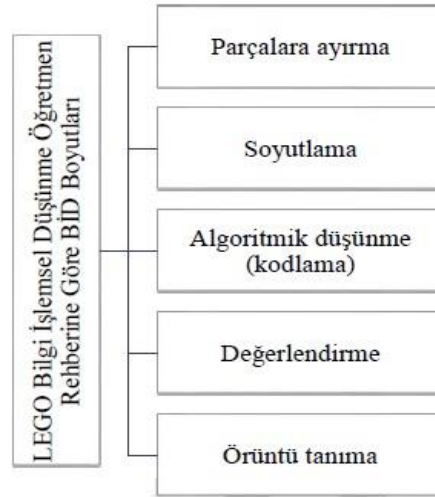
- Çocukların daha önceden bildikleri tuğla setleri, yeni amaçları için kendilerini rahat hissetmelerine, yeni uygulamalar ve fikirler geliştirmelerine destek olmaktadır.
- Gerçek hayatta karşılaştıkları ve kullanabilecekleri etkinlikleri içermektedir.
- Geleneksel uygulamalardan farklı olarak Lego-Logo ile öğrenciler kendi ilgi alanlarına göre tasarımlar yapabilme olanağına sahiptirler.
- Çoklu öğrenme yolları sunar ve bu sayede farklı öğrenme stilleri öğrencilere olanak sağlamış olur. Bir öğrenci mühendislik projesi ile başlayabilirken bir diğerrinin tasarımsal bir başlangıç yapması buna örnektir.
- Öğrencilere iş birliği içinde öğrenme ortamı imkânı sağlar. Bu uygulamalar birden fazla beceri gerektirdiğinden tek kişilik projelerden ziyade daha karmaşık ve iş birliği ile tasarlanmış projeler hazırlayabilirler.
- Gruplar proje fikirlerini paylaşabilirler, eleştirebilirler ve bu durum teşvik edici olarak katkı sunar. Topluluk bilincinin gelişmesi ve grup çalışmaları sayesinde gerçek deneyimler elde edebilirler.



Şekil 2.8: *LEGO education WeDo 2.0 öğretim programının içeriği*

Kaynak: (Üzümcü, 2019)

Yukarıda verilen şekil bilgi işlemsel yol haritasının Lego uygulamasındaki WeDo 2.0 öğretim programı içeriğini göstermektedir. Lego, kodlamayı bilgi işlemsel düşünmenin bir parçası olarak tanımlamaktadır. WeDo 2.0 robotik seti için, proje konuları arasında öğretim programlarında bilgi işlemsel programlara yer vermektedirler. Bu öğretim programı kapsamında sekiz farklı bilgi işlemsel düşünme ders planı hazırlanmıştır. Tüm STEM derslerinde ve diğer ders alanlarında bilgi işlemsel düşünmenin alan yaklaşımlarını kullanırlar (LEGO Education, 2018). Kodlama, bilgi işlemsel düşünmeyi geliştirmek amacıyla kullanılan STEM bağlamında geliştirilen bir araç olarak görülmektedir. Yaşam boyu uygulama geliştirme için bilgi işlemsel düşünme STEM kapsamında tanımlanmış 8 adımlı bir çözüm yolu olarak yer almaktadır.



Şekil 2.9: *LEGO education WeDo 2.0 öğretim programında bilgi işlemsel düşünme boyutları*

Kaynak: (LEGO Education, WeDo 2.0 Computational thinking teachers guide, 2018)

LEGO Education, WeDo 2.0 seti için öğretmen rehberinde bilgi işlemsel düşünme boyutlarını yukarıdaki şekilde de görüldüğü gibi beş adımda tanımlamaktadır (LEGO Education, 2018).

BEBRAS/ Bilge Kunduz

Bilge Kunduz, ismi itibariyle Litvanya kökenli dilde “Bebras” olan yani “kunduz” kelimesinin karşılığı manasına gelen ve bu anlamıyla Türkçe olarak kullanılan bir etkinliktir. Prof. Dr. Valentine Dagiene tarafından 2003 yılında Vilnius Üniversitesi’nde bilgi enformatiği fikri ve öğrencilere bunu öğretebilme konusunda yapılan bir tartışma ile gündeme gelmiştir. Kunduz, etkinlik sembolü olarak hayatta hedefine ulaşmak için çok gayret sarf eden bir canlı olması sebebiyle seçilmiştir. “Bilge” terimi de kunduzların özelliklerini daha iyi ifade edebilmek için önüne eklenerek Bilge Kunduz olarak tanımlanmıştır.

Amacı, bilgisayar bilimi kavramlarını, bilgi işlemsel düşünmeyi öğretebilmek ve öğrenenlerin farkındalıklarını artırabilmek için oluşturulmuş bir etkinliktir. Esas amaç, öğrencilerin enformatiğe ilgilerini yönlendirebilme, algoritmik düşünebilme, mantıksal süreçleri kavrayabilme ve bilgisayar bilimi konularını ve öğretimini desteklemektir (Dagiene ve Stupuriene, 2016). Bilge Kunduz projesi, birçok ülkede öğrencilerin aynı dönemde bilgisayar bilimi kavramları ile ilgili durumlarını ortaya koymaları amacıyla çevrimiçi bir etkinlik düzenler. İlk uluslararası etkinliği Litvanya’da 2004 yılında düzenlemiştir. Bu tarihten sonra etkinliğin etkisi diğer ülkelere yayılmıştır. 2020 yılında ise 500.000’den fazla öğrencinin katılımıyla geniş çaplı bir etkinlik düzenlenmiştir. Birçok Avrupa ülkesi başlangıçtan bu yana etkinliklere katılmış ve bu katılımlar hala devam etmektedir. Türkiye ise etkinliğe katılmayı planlayan ülkeler arasında yer almaktadır (bilgekunduz.org, 2020).

Etkinlikte “Bilge Kunduz Görevleri” adı verilen kısa sorular bulunmaktadır. Bu görevler farklı yaş grupları için zorluk seviyeleri farklı olarak hazırlanmaktadır. Bu soruların özelliği enformatik konusunda hiçbir ön bilgisi olmayan kişiler tarafından da cevaplanabilmesidir. Öğrenici olan kişiler bildiklerini gözden geçirmeli, hesaplama yapabilmeli, karar verebilmeli, neden-sonuç ilişkisi kurabilmeli, analitik düşünebilmeli ve problem çözme gibi becerilere sahip olmalıdır. Sorular daha derin olarak incelendiğinde algoritma geliştirme, hata ayıklama, örüntü tanılama, paralel işlem yapma, koşul ve mantıksal karşılaştırma yapabilme gibi işlem süreçlerini içermektedir. Burada amaç, bilgisayar bilimi bağlamında bilgi işlemsel düşünme becerisine ait kavramaların da öğrenilmesi ve sorgulanmasıdır.

Soru Alt Alanı	Açıklama
Enformatik	Enformatik konusunu anlama ve kavrama Gösterim, kodlama, şifreleme
Algoritma	Algoritmik düşünme Programlama bilgi ve becerisi
Bilgisayar Sistemleri ve Uygulamaları	Bilgisayar sistemlerini kullanma Arama motorları, e-posta, hesap tabloları vs. işlemler
Yapılar	Yapılar, desenler, modeller ve düzenlemeler Kombinasyon, ayık yapılar (grafikler vb.)
Bulmacalar	Bulmacalar Mantık bulmacaları ve oyunlar
Teknolojilerin Sosyal Etkileri	Bilgi ve iletişim teknolojilerinin toplum üzerindeki etkisi, sosyal, etik, kültürel, uluslararası ve yasal konular

Şekil 2.10: Bilge Kunduz etkinliği soru kapsamı

Kaynak: (Dagiene ve Futschek, Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks, 2008)

Soru Alt Alanı	Açıklama
Dijital okuryazarlık	Enformatik ve bilgisayar ile ilgili temel kavramlar, Bilgisayar okuryazarlığı Etik, yasal ve güvenlik konuları Programlamanın ve enformatiğin tarihçesi
Programlama	Çözümün, sürecin ve ilerlemelerin formal olarak ifade edilmesi İfadelerin analiz edilmesi Algoritma ve algoritmik düşünme
Problem çözme	Mantıksal sorgulama, gerekçelendirme ve tartışma Bulmacalar, bulmaceler ve problemler Problem çözme stratejileri
Veri işleme	Verilerin gösterimi, kodlama, desenler, yapılar Enformatik ve kombinatorik konuların matematiksel temelleri, Veriler ve veri yapıları Veri işleme

Şekil 2.11: Bilge Kunduz etkinlik içeriği sorularının kapsamı

Kaynak: (Dagiene ve Futschek, Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks, 2008)

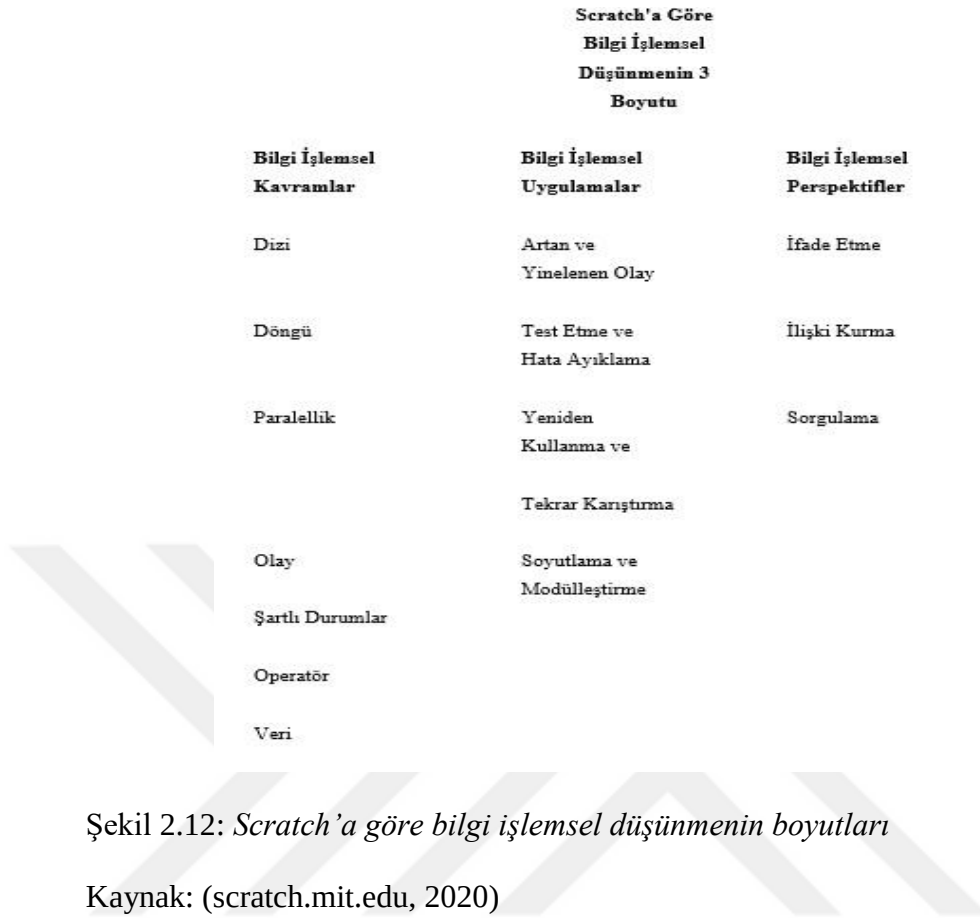
Şekilde görüldüğü gibi, Bilge Kunduz etkinliğinde bilgi işlemsel düşünme becerileri ile ilgili olarak soru alt alanları ile birlikte açıklamaları verilmiştir. Dijital okuryazarlık ile başlayan bu alt alanlar programlama, problem çözme ve veri işleme

adımları ile devam etmektedir. Her adımda yapılacaklar ve sonuçları farklıdır. Her basamakta istenen farklı bir beceri olduğu gibi bunun katkısı da farklı olmaktadır. Öğrencilerin her düzeyde farkındalıklarını artırmak, enformatiğe olan ilgilerini artırarak bilgi işlemsel düşünebilme becerilerine katkı sağlamayı amaçlamaktadırlar.

Scratch

MIT Üniversitesi'nin Media Laboratuvarında 2003 yılında başlatılan, Türkçe dili dâhil olmak üzere yaklaşık elli dilde destek sunan ücretsiz yayınlanan bir projedir. Scratch, 8-16 yaş arası grubu için tasarlanmıştır. Blok tabanlı görsel programlama araçlarının en bilindik olanı Scratch, Logo'dan esinlenmiştir. Bu programlamanın uygulama alanı ve hedef kitlesi birbirinden farklıdır. Ancak bu farklılıklara rağmen geniş kitlelerce kullanım alanına sahiptir. Kendi web sayfası üzerinden hizmet vermektedir. Bu web sayfası (scratch.mit.edu, 2020), yoğun ilgi görmektedir. Yaklaşık 20 milyon civarında kullanıcı potansiyeline sahiptir. Web siteleri üzerinden paylaşılmış 25 milyona yakın proje bulunmaktadır. Bu program kişisel bilgisayarlara indirilerek kullanılabilir. Ayrıca çevrimiçi kullanım özelliğine de sahiptir. Blok tabanlı programlama uygulamaları arasında günümüzde en büyük kullanıcı kitlesine sahiptir (scratch.mit.edu, 2020).

Blok tabanlı programların temel özellikleri blok kod yapısına sahip olmasıdır. Bu blok kod yapısı kolay öğrenme sağlar. Daha az hata ve kolay hata ayıklamaya olanak tanır. Çoklu ortam desteği sunarak, tasarım odaklı ve çevrimiçi paylaşım imkânları ile daha çok tercih sebebi olmaktadır. Blok tabanlı programlama araçlarının genel özellikleri metin tabanlı programlamadan farklı olarak daha basit ve anlaşılır olmasıdır. Ara yüzün görsel yapısı algılamayı kolaylaştırırken hızlı öğrenmeyi de sağlamaktadır. Araçlar her yaştan kullanıcı grubuna hitap etmektedir. Basit düzeyde uygulamalar ve kodlamalar yapılabileceği gibi yüksek tasarım özelliğine sahip yapılar inşa etmek de mümkündür. Hata ayıklama bu araçlarda, kod yazma problemini ortadan kaldırarak mantıksal kolaylık sunmaktadır. Ayrıca çoklu ortam desteği olarak resim ve ses gibi eklenebilir özelliklerinin olması görsel olarak da katkı sağlamaktadır. Sadece öğrenciler için değil eğitimciler için de hem büyük bir uygulama imkânı hem de materyal olarak kullanım aracı olma özelliğine sahiptir. Çevrimiçi paylaşım imkânı kullanıcılar arasında iletişim ve etkileşime açık olduğunu göstermektedir.



Scratch ile programlama yaparken bilgi işlemsel düşünmeye katkısı bağlam oluşturma ve görsel düşünme yapısına destek olmasıdır. Bilgi işlemsel düşünmenin Scratch için yukarıdaki şekildeki gibi üç boyutunun olduğundan bahsedilmektedir. Bu boyutlar kavramlardan, uygulamalardan ve perspektiflerden oluşmaktadır. Programlamanın temelini kavram boyutu oluşturmaktadır. Kavramların içinde diziler, döngüler, olaylar, operatörler ve veriler bulunmaktadır. Uygulamalar boyutunda artan ve yinelenen olaylar, test etme ve hata ayıklama, tekrar karşılaştırma ve son olarak soyutlama ile modülleme aşamaları yer almaktadır. Bilgi işlemsel düşünmenin perspektif boyutunda Scratch'de ifade etme, ilişki kurma ve sorgulama adımları bulunur (Üzümcü, 2019). Bu boyutlar açısından zengin bir içeriğe sahip olan bir programlama yapısı olduğunu ifade etmek mümkündür.

2.7. Yurt İçi Öğretim Programlarında Bilgi İşlemsel Düşünme

Talim Terbiye Kurulu tarafından 2018 yılında öğretim programları değişmiş ve son hali ile halen yürürlükte. Bu karara göre bilişim dersi ve öğretim programı kapsamında taslak olarak bilgi işlemsel düşünme kavramı “hesaplamalı düşünme”

olarak üniteye yerini almıştır. Dördüncü sınıf düzeyinden sekizinci sınıf düzeyine kadar aynı isimle ünitelere kademeli olarak yoğunlaştırılarak yerini almaktadır. Beşinci ve altıncı sınıfların bilişim teknolojileri ve yazılım öğretim programında problem çözme ve programlama ünitesi olarak öğretimi yapılmaktadır (Talim ve Terbiye Kurulu, 2018).

Ünite Adı	5. Sınıf Ders Saati Yüzdesi(%)	6. Sınıf Ders Saati Yüzdesi(%)
Bilgi ve İletişim Teknolojileri	8	9
Etik ve Güvenlik	12	8
İletişim, Araştırma ve İş birliği	11	11
Dijital Ürün Oluşturma	19	22
Problem Çözme ve Programlama	50	50
Toplam (%)	100	100

Şekil 2.13: Bilişim teknolojileri ve yazılım dersi 5. ve 6. sınıf konu dağılımları

Kaynak: (<http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=374>)

Güncellenen öğretim programlarına göre bilgi işlemsel düşünme sadece bilgisayar ve bilişim alanına özgü değildir. Matematik, fen bilimleri gibi alanlarda da bilgi işlemsel düşünme üzerine doğrudan hedefler olmasa da dolaylı olarak programların içeriğine yerleştirilmiştir (Talim ve Terbiye Kurulu, 2018). Yapılan incelemelere göre bilgi işlemsel düşünme ünite içeriklerinde yer almayıp problem çözme becerilerinin olduğu görülmektedir.

Eğitim fakültelerinde bilişim dersleri alana göre farklılık göstermektedir. Bu dersler bilgisayar, bilgisayar I-II ve bilişim teknolojileri gibi isimlerle verilirken 2018 yılında yenilenen öğretmen yetiştirme programlarında yeni adıyla bilişim teknolojileri olarak 3 kredilik dersler şeklinde yer aldığı görülmektedir. Bu dersin içeriğinde problem çözme, algoritma ve bilgi işlemsel düşünme gibi konular yer almaktadır (Yüksek Öğretim Kurulu, 2018).

2.8. Uluslararası Öğretim Programlarında Bilgi İşlemsel Düşünme

Türkiye başta olmak üzere dünya genelinde K-12 olarak ifade edilen okul öncesinden başlayıp ilkokul ve ortaöğrenim yerine kullanılan bu terim, ABD ve Kanada gibi ülkelerde de kullanılmaktadır. Branş bazında K-12 standartları, derslerin olması gereken genel özelliklerini ve çerçevesini kurum ve kuruluşların belirlediği bir standarttır. Dünyada buna öncülük eden, bilgisayar bilimi için K-12 vizyonu ve standartları belirleyen, içerikleri, uygulamaları ve organizasyonun yönetim kurulunu ACM (Association for Computing Machinery), Code.org ve Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Topluluğu (Computer Science Teachers Association, CSTA) isimler bulunmaktadır (Üzümcü, 2019).

Bilgisayar bilimi çerçevesinin temel kavramları aşağıdaki gibi sıralanmaktadır (<https://k12cs.org>, 2020):

- Bilgisayar Sistemleri
- Ağlar ve İnternet
- Veri ve Analiz
- Algoritmalar ve Programlama
- Hesaplamanın Etkileri

K-12 bilgisayar biliminin vizyonu en erken yaşlardan başlayıp 12. sınıfa kadar bilgisayar bilimini, kavramlarını, uygulamalarını öğretmeyi amaçlamaktadır. Bilgi işlemsel düşünme bu vizyon içerisinde yer alan önemli bir başlıktır (<https://k12cs.org>, 2020). Yayınladıkları bilgisayar bilimi temel kavramları şöyle sıralanmaktadır:

- 1) Kapsayıcı bir bilgisayar kültürü geliştirme
- 2) Bilişim alanında iş birliği yapma
- 3) Bilgi işlemsel problemleri tanıma ve tanılama
- 4) Soyutlamaları geliştirme ve kullanma
- 5) Bilgi işlemsel ürünler ortaya koyma
- 6) Bilgi işlemsel ürünleri test etme ve inceleme
- 7) Bilişimle ilgili iletişim kurabilme

Bu uygulamaların içeriğinde bilgi işlemsel düşünme önemli bir adım olmaktadır. Öğretim programlarında bilişim alanında bilgi işlemsel düşünme kavramı

uygulamaların merkezinde görülmektedir. Algoritma ve programlama ise bu çerçevenin ayrılmaz bir parçasıdır. Uygulamalar içinde 3, 4, 5 ve 6. maddeler bilgi işlemsel düşünmeyi tanımlamaktadır. 1, 2 ve 7. Maddeler ise bilgi işlemsel düşünmenin tanımlayıcısı olan bağımsız uygulamalardır (Üzümcü, 2019).

2.9. İlgili Araştırmalar

Üzümcü'nün (2019) doktora tez çalışmasında bilgi işlemsel düşünme ile ilgili uygulamalı bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmanın sonuçlarına göre öğretmen adayları üzerinde yapılan çalışmanın katkılarının alana yönelik farklı açılardan ele alınmıştır. Algoritma geliştirme, uygulama ve eğitimler sonunda öğrenilenlerin katkı olarak katılımcılara olumlu bakış açıları ve yeni bilgiler kazandırdığı yönündedir.

Bir diğer doktora tez çalışmasında bilgi işlemsel düşünme bilişimsel düşünme olarak ele alınmış ve çalışma problem çözme yaklaşımı üzerinde ifadeler yer almaktadır (Çetin, 2016). Çalışmada okul öncesi eğitim kapsamında şematik düzenleyicilerin problem çözme durumları araştırılmıştır. Özel bir şirketin hazırladığı algoritmik düşünme ve problem çözme etkinliği yazılımı 28 okul öncesi eğitimi gören öğrenci üzerinde uygulanmıştır. Sonuç olarak kullanılan yazılım ve şematik düzenleyicilerin problem çözme üzerinde olumlu etkilerinin olduğu sonucu elde edilmiştir.

Patan'ın (2016) yılında yaptığı yüksek lisans tez çalışması okul öncesi alana yönelik bir çalışma olup kodlama eğitimi üzerine araştırma yapılmıştır. Çalışmanın amacı okul öncesi dönem yani 4-5 yaşında olan çocukların bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geliştirilmesi üzerinedir. Kodable ve Code.org uygulamaları ile çocukların başarılı oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Bu uygulamalarda başarılı olan çocukların kodlamaya yönelik tutumlarının olumlu yönde geliştiği de gözlenmiştir.

Bir diğer yüksek lisans tezi fen bilimleri eğitiminde ters yüz sınıf uygulamasının bilgi işlemsel düşünme becerisine etkileri üzerine yapılmıştır (Çakır, 2017). Bu çalışma deneysel olarak yürütülmüştür. 53 ortaokul öğrencisinin fen ve teknoloji dersi kapsamında belirlenen bir ünitenin ters yüz şeklinde nasıl işlendiği üzerine bir çalışma yapılmıştır. Çalışmada bilgisayarca düşünme ölçeği kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinde artışların olduğu gözlemlenmiştir.

Başka bir çalışma, doküman incelemesi şeklinde yazılmış bir yüksek lisans tezine aittir. Bu çalışmada 2006-2016 yılları arasında bilgi işlemsel düşünme ile ilgili çalışmalarından oluşmuş, bunların çoğu da bildiri makalesi ve proje kapsamında yapılmıştır (Şahiner, 2017). Çalışmaların genel konusu öğretim programında bilgisayar eğitimi ve programlama üzerinedir. Bilgi işlemsel düşünme kavramı bu çalışmada iş birlikli düşünme, problem çözme ve eleştirel düşünme gibi alt boyutları ile ele alınmıştır.

Bir diğer yüksek lisans tezi 2017 yılında yayınlanmış ve bilgi işlemsel düşünmenin matematiksel zekâ ile ilişkisine ve matematiksel başarıya olan katkısına bakılmıştır (Oluk, 2017). Bu çalışmada tarama yöntemi kullanılmıştır. Bilgisayarca düşünme ölçeği ve matematiksel zekâ ölçeği kullanılmıştır. Bu ilişkide pozitif yönlü bir ilişki söz konudur.

Bilgi işlemsel düşünmenin doğrudan ele alınmadığı bunun yerine algoritmik düşünme boyutunun incelendiği başka bir yüksek lisans tez çalışması yayınlanmıştır (Şahin, 2018). Bu çalışmada programlama öğretimi için bir yöntem önerisi sunulmaktadır. Problem çözenin algoritmik düşünme gibi beceriler üzerine yönlendirilmesi için geliştirilmesi gereken programlama öğretimi için adımlar oluşturulmuştur. Bu önerinin etkili olduğu ve kullanılabileceği düşünülmektedir.

Erdem'in (2018) yaptığı yüksek lisans çalışmasında blok tabanlı programlama öğretiminin bilgi işlemsel düşünmeye nasıl etki ettiği araştırılmıştır. Bu çalışmada yüz yüze ve ters yüz sınıf modeller uygulamaları kullanılmıştır. Yapılan çalışmada bilgi işlemsel düşünmenin ters yüz sınıf ve yüz yüze eğitim modelleri üzerinde bir etkisinin olmadığı görülmüştür.

Bir başka yüksek lisans tezinde programlama eğitiminde robotik kullanılması durumunun bilgi işlemsel düşünmeye etkileri araştırılmıştır. 47 6. sınıf öğrencisi ile yapılan çalışmada deneysel desen kullanılmıştır (Yolcu, 2018). Çalışma kapsamında 14 haftalık bir süre değerlendirilmiştir. Programlama eğitiminin öğrencilerde bilgi işlemse düşünme becerilerini artırdığı yönünde bulgular elde edilmiştir. Ancak robotik kullanımının bu becerilere bir katkısı olmadığı ortaya çıkmıştır.

2018 yılında yayınlanmış doktora tezi çalışmasında bilgi işlemsel düşünme üzerine bir çalışma yapılmıştır. Bu çalışmada bilgisayar destekli olarak hazırlanan

farklılaştırılmış matematik etkinliklerinin etkilerinin bilgi işlemsel düşünme öz-yeterliliklerine ne gibi etkileri olduğu araştırılmıştır (Taş, 2018). Çalışmada bilgisayarca düşünme ölçeği kullanılmıştır. Sonuç olarak, kullanılan ölçeğin geliştirilen matematik etkinliklerinin yaratıcılık ve algoritmik düşünme boyutlarına olan etkisini ortaya koymuştur. Bu etki olumlu yöndedir.

Meta-analiz çalışması kapsamına alınan çalışmalar incelendiğinde Aslan, LaGrassa, Horn ve Wilensky'nin (2020) çalışmasında STEM taksonomisi ile uyumlu bir lise kimya dersinde ideal gaz kanunları konusu işlenmiştir. 121 lise öğrencisi ile yürütülen çalışmada iki öğretmen 10 ders saatinde eğitim vermiştir. Araştırma sonuçları öğrenci başarılarında anlamlı bir artış olduğunu göstermiştir. Ayrıca öğrencilerin konuyla ilgili problemlerin sözel açıklamalarında da anlamlı bir gelişme gözlenmiştir.

Chan, Looi, Ho vd. (2020) çalışmasında Singapur'da bir ortaokulda bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersine entegrasyonun etkililiği incelenmiştir. Yarı deneysel desenli çalışmada 106 öğrenci ile çalışılmış ve deney grubunda bilgi işlemsel düşünmenin entegre edildiği program uygulanırken kontrol grubu geleneksel eğitim metodu ile eğitim görmüştür. Araştırma sonucuna göre iki grubun da ön test ve son test sonuçları arasında anlamlı fark bulunurken deney ve kontrol grupları arasında anlamlı fark bulunamamıştır. Buna göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik başarısına anlamlı bir katkı yapmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Chen-Huei, Hui-Ju ve Wu'nun (2020) çalışmasında ilkokul çağındaki öğrenme güçlüğü çeken öğrencilere bilgi işlemsel düşünme becerileri kullanarak matematik derslerindeki çevre ve alan kavramları öğretilmesi hedeflenmiştir. 26 öğrenci ile yürütülen çalışmada, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin öğrenme çıktılarında ve başarılarında anlamlı bir artış sağladığı sonucuna ulaşılmıştır.

Chongo, Osman ve Nayan (2020) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kız ve erkek öğrenciler arasında farklı olup olmadığı ve matematik dersi başarısına etkisini incelemiştir. Malezya'da bir ortaokuldaki 128 öğrenci ile yürütülen araştırmanın sonuçlarına göre kız ve erkek öğrenciler arasında bilgi işlemsel düşünme beceri seviyeleri arasında anlamlı bir fark bulunmazken bilgi işlemsel

düşünme becerileri ile öğrencilerin matematik dersi başarıları arasında anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Costa, Campos ve Guerrero'nun (2017) çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik dersinde problemleri çözme becerilerine etkisi incelenmiştir. Brezilya'da ortaokul öğrencileri ile yapılan bu yarı deneysel çalışmaya 46 öğrenci katılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kullanıldığı deney grubu öğrencileri kontrol grubundaki öğrencilere göre matematik problemlerini çözme konusunda anlamlı seviyede daha yüksek başarı göstermişlerdir.

Echeverria, Cobos ve Morales (2019) tarafından yürütülen çalışmada Kolombiya'da bir ilkokulda 66 öğrenci ile çalışılmıştır. Çalışma kapsamında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geometri dersinde öğrenmeyi artırıcı etkisi incelenmiştir. Araştırmanın sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerileri geometri dersinde öğrencilerin başarı düzeylerini anlamlı şekilde artırmaktadır.

Felicia, Sha'rif, Wong ve Mariappan (2017) çalışmalarında robotik kodlama dersinde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin etkilerini incelemişlerdir. Malezya'da yürütülen çalışmada 69 ilkokul öğrencisi üzerinde çalışma yapılmıştır. Yarı deneysel desende yürütülen bu çalışmanın bulgularına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin kullanıldığı deney grubunun başarı düzeyi anlamlı şekilde daha yüksek bulunmuştur.

Fluck, Chin ve Ranmuthugala'nın (2018) çalışması 434 ortaokul öğrencisi ile yürütülmüştür. Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı üzerine etkisinin incelendiği bu çalışma Avustralya'da yürütülmüştür. Araştırmanın sonuçlarına göre öğrencilerin matematik dersi başarıları son test ortalamaları ön test ortalamalarına göre anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.

Hsu ve Hu (2017) çalışmalarında 6. sınıf öğrencilerin matematik dersine bilgi işlemsel düşünme basamaklarının entegre edildiği bir program uygulamışlardır. Tayvan'da bir ortaokulda yürütülen araştırmada 20 kişilik bir çalışma grubu kullanılmıştır. Araştırmanın sonuçları bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik öğrenmesinde etkililiği arttırdığını göstermiştir.

Jayaraman'ın (2018) çalışması Amerika Birleşik Devletleri'nde bir üniversitede eğitim gören öğrenciler ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında finansal okuryazarlık dersi alan 49 öğrenci ile çalışılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bilgi

işlemsel düşünme egzersizlerine katılan deney grubu öğrencileri kontrol grubu öğrencilerine göre finansal okuryazarlık bilgileri alanında anlamlı şekilde daha başarılı bulunmuştur.

Kert, Erkoç ve Yeni'nin (2020) çalışması Türkiye'de bir ortaokulda eğitim gören 78 öğrenci ile yürütülmüştür. Çalışma kapsamında bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin akademik başarılarına ve kavramsal bilgi seviyelerine katkısı incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin akademik başarılarına ve kavramsal bilgi düzeylerine olumlu katkı yapmaktadır.

Lapawi ve Husnin (2020) Malezya'da bir ortaokuldaki 67 öğrenci ile bir çalışma yapmışlardır. Bilgi işlemsel düşünme modülünün öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarı düzeylerine etkisinin incelendiği bu çalışmanın sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme modülünü kullanan deney grubu öğrencilerinin fen bilgisi dersindeki akademik başarı düzeyleri kontrol grubuna göre anlamlı şekilde yüksek olarak bulunmuştur.

Parsazadeh, Cheng, Wu ve Huang (2020) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin İngilizce dersindeki başarılarına etkisini incelemişlerdir. Tayvan'da bir ilkokulda 52 öğrenci ile yürütülen bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin dil öğrenme becerilerini artırmakta ve öğrencilerin içsel ve dışsal motivasyon seviyelerini yükseltmektedir.

Peteranetz, Wang, Shell, Flanigan ve Soh (2018) çalışmalarında Amerika Birleşik Devletleri'nde bir üniversitede eğitim gören öğrenciler ile çalışmışlardır. Araştırma kapsamında 815 öğrenci ile çalışılmış ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki bilgi ve başarı düzeylerini ne ölçüde etkilediği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar deney grubundaki öğrencilerin başarı seviyelerinin kontrol grubu öğrencilerine göre anlamlı şekilde daha yüksek olduğunu göstermektedir.

Rodrigues, Andrade ve Campos (2016) yaptıkları çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki akademik başarı seviyelerine katkısını incelemişlerdir. Brezilya'da gerçekleştirilen araştırmanın çalışma grubunu 149 lise öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme

becerileri öğrencilerin fen bilgisi dersindeki akademik başarı seviyelerini ve problem çözme becerilerini olumlu olarak etkilemektedir.

Rodriguez-Martinez, Gonzalez-Calero ve Saez-Lopez'in (2020) çalışması İspanya'da bir ortaokuldaki 47 öğrenci ile yapılmıştır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarını artırmada etkilidir.

Roman-Gonzalez, Perez-Gonzalez, Moreno-Leon ve Robles (2018) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri ile matematik derslerindeki akademik başarılarına etkisini incelemiştir. İspanya'da yürütülen bu araştırmanın çalışma grubunu 314 ortaokul öğrencisi oluşturmaktadır. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin akademik başarı seviyelerini anlamlı şekilde arttırmaktadır.

Shen, Chen, Barth-Cohen, Jiang ve Eltoukhy (2020) tarafından yürütülen çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde yürütülen araştırmanın çalışma grubunda 125 ilkokul öğrencisi bulunmaktadır. Elde edilen sonuçlara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri bilişim teknolojileri dersi kapsamındaki programlama ve mantık konularında öğrencilerin başarılarını arttırmaktadır.

Sung, Ahn ve Black'in (2017) çalışması matematik dersinde bilgi işlemsel düşünme becerileri kullanımının öğrenci başarısı üzerine etkilerini incelemektedir. Bu kapsamda Amerika Birleşik Devletleri'nde bir ilkokulda yürütülen çalışmada 66 ilkokul ve anaokulu öğrencisi ile çalışılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre hazırlanmış somutlaştırılmış aktiviteler, öğrencilerin matematik dersinde problemleri anlama ve çözme becerilerini geliştirmektedir.

Sung ve Black (2020) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada Amerika Birleşik Devletleri'ndeki bir ilkokulda öğrenim gören 115 ilkokul öğrencisi ile çalışılmıştır. Araştırmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bilgi

işlemsel düşünmenin öğrencilerin matematik bilgi seviyelerini artırdığını göstermektedir.

Tsai, Shen, Tsai ve Chen'in (2017) araştırmasında öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bilişim teknolojileri dersindeki başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Tayvan'da üniversite öğrencileri üzerinde yapılan çalışmaya 127 öğrenci katılmıştır. Araştırmaya göre yalnız bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılrken, her yerde öğrenme (ubiquitous learning) ile bilgi işlemsel düşünmenin birlikte verildiği eğitimin öğrenci başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür.

Tsai ve Tsai'nin (2018) yürüttükleri bir diğer çalışmada yine Tayvan'da bir üniversitede öğrenim gören 187 öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırma kapsamında dış düzenlemeye dayalı öğretimin ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Buna göre dış düzenlemeye dayalı öğretim süreci ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitimi ayrı ayrı öğrencilerin akademik başarısını artırmaktadır. İlave olarak dış düzenlemeye dayalı öğretim süreci ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitiminin ortak etkisi incelendiğinde öğrencilerin akademik başarılarına daha da yüksek seviyede katkı yaptıkları tespit edilmiştir.

Uşengül ve Bahçeci (2020) çalışmalarında LEGO WeDo 2.0 eğitimi ile verilen bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi incelenmişlerdir. Bu çalışmada Türkiye'de bir ortaokulda 36 öğrenci ile çalışılmıştır. Araştırmanın sonuçlarına göre robotik eğitimi alan öğrencilerin fen bilgisi derslerindeki başarı düzeyleri eğitimi almayan öğrencilere göre anlamlı şekilde daha yüksek olarak bulunmuştur.

Voskoglou (2015) Yunanistan'da yürütülen ve 90 yüksek lisans öğrencisi ile çalışılan araştırmasında matematik öğretiminde bilgi işlemsel düşünme kullanımının öğrencilerin problem çözme becerilerini artırdığını göstermektedir.

BÖLÜM III

YÖNTEM

Bu araştırmanın yöntem bölümünde, araştırma modeli, verilerin toplanması, kodlama özelliklerinin belirlenmesi, verilerin analizi, meta-analizde değerlendirmeye alınan çalışmaların betimsel istatistikleri, araştırmaya katılan çalışmaların belirlenmesi ve tarama sürecini içeren bilgiler yer almaktadır.

3.1. Araştırma Modeli

Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarı düzeylerine etkisinin incelenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada, meta-analiz yöntemi araştırma sentez yöntemlerinden biri olarak kullanılmıştır. Meta-analiz yöntemi bağımsız araştırmalar sonucu ulaşılan nicel bulguların istatistiksel tekniklerle birleştirilmesi ve analiz edilerek yorumlanmasını içerir. Bu maksatla belirlenmiş bir alan üzerine, farklı yerlerde ve zamanlarda yapılan araştırmaların bulgularını birleştirme sonucunda belirlenen amaca yönelik çalışmaların ve örneklem sayısının artırılması hedeflenir (Cumming, 2012; Ellis, 2012). Hedges (2017) meta-analizi aynı araştırma sorusunu inceleyen benzer araştırma çalışmalarının sonuçlarının bir araya getirildiği bir istatistiksel yöntem olarak tanımlamıştır. Büyüköztürk'e (2012) göre meta-analiz önceden belirlenmiş bir amaç ya da konu üzerine yapılan araştırmaların tümünü birlikte ele alarak incelenmesi ve bu çalışmaların sonuçlarından bir sentez ortaya koyabilmek için kullanılan bir yöntemdir. Meta-analiz Card (2012) tarafından ise

deneysel araştırmaların sonuçlarını etki büyüklüğü formunda sentezleyen nicel bir yöntem olarak tanımlanmaktadır.

“Meta” sözcüğü Yunanca kökenli bir ön ektir ve ileri, öte anlamında kullanılır. Meta-analiz yöntemi ilk olarak yirminci yüzyılın başlarında geliştirilmekle birlikte daha çok 1970’li yıllarda ilgi görmeye başlamış ve daha çok sağlık bilimleri alanında ilk uygulamaları gerçekleştirilmiştir. Son yıllarda da sosyal bilimlerde büyük oranda nicel çalışmaların sonuçlarını sentezlemek amacıyla kullanılmaktadır. İlk meta-analiz uygulamaları 1904 yılında Karl Pearson tarafından tifo ve aşılama arasındaki ilişkiyi tespit etmek amacıyla gerçekleştirilmiştir (Card, 2012). Farklı bilimsel araştırmaların sonuçlarının birleştirilmesine ihtiyaç olduğu ilk defa 1970’lerde Light ve Smith adlı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur. 1970’ten sonra sosyal bilimlerde araştırmalarında deney ve kontrol gruplarındaki çalışmalarının bulgularından hesaplanan etki büyüklüklerini sayısal olarak birleştirerek bir yöntem ortaya koymuşlardır (Bakioğlu ve Özcan, 2016). Glass bu terimi ilk olarak 1976 yılında kullanmıştır ve meta-analiz kavramı ile ileri analizi kast etmektedir. Daha sonrasında diğer araştırmacılar bu kavramdan “analizlerden analiz elde etmek” şeklinde bahsetmişlerdir (Petticrew ve Roberts, 2006; Cooper vd., 2009; Cumming, 2012). 1982’de Schmidt, Hunter ve Jackson, daha sonra 1984 yılında Rosenthal, 1985 yılında ise Hedges ve Olkin tarafından yapılan çalışmalar ile meta-analiz uygulamaları önemli ölçüde gelişme göstermiştir (Dinçer, 2014).

Meta-analiz alışılmış istatistiksel yöntemlerine göre önemli oranda değişiklik göstermektedir. Araştırma yöntemlerinde genelde anlamlı farklılık aranmakta iken, meta-analiz yönteminde ortalama etki büyüklüğü ve etki büyüklüğünün yönünün belirlenmesi bu yöntemin temelini oluşturur (Coe, 2002; Ellis, 2012). Ortalama etki büyüklüğü gruplar arasındaki farkın büyüklüğü olarak tanımlanır ve anlamlı farklılığın asıl göstergesi olarak görülür, çünkü küçük örnekleme sahip araştırmalarda eğer fark büyükse ve büyük örnekleme sahip araştırmalarda fark küçükse, her iki araştırma da anlamlı farklılık bulunduğu sonucuna ulaşılabilir (Coe, 2002). Ortalama etki büyüklüğü birden fazla değişken arasındaki ilişkiyi incelemede kullanılır ve neticede farkın büyüklüğünü gösterir (Chambers, 2004; Ellis, 2012). Farklı araştırmaların bulgularından elde edilen sonucun tek bir araştırmanın bulgularından elde edilecek sonuca göre daha anlamlı ve daha güçlü olarak görülmesi yüzünden meta-analiz

yöntemi ile yapılan çalışmaların güvenilirliğinin daha fazla olacağı öngörülmektedir. (Borenstein vd., 2013; Moher vd., 2015).

3.2. Verilerin Elde Edilmesi

Araştırmanın kapsamında 2015–2020 yılları arasında uluslararası hakemli dergilerde yayımlanan makaleler ve uluslararası konferanslarda sunulan bildiriler taranmış ve bilgi işlemsel düşünme alanındaki deneysel ve yarı deneysel araştırma yöntemi kullanılan çalışmalar araştırmaya dahil edilmiştir. Tarama işleminde “computational thinking, empirical, experimental, success, achievement” sözcükleri anahtar sözcükler olarak kullanılmıştır.

Yapılan araştırmanın kapsamı için gereken yayınların taranması sürecinde uluslararası alanda yayınlanan makaleler ve bildiriler için Web of Science ve Google Scholar veri tabanları kullanılmıştır.

3.3. Veri Tablosu Oluşturma ve Kodlama Güvenirliği

Uygun olan çalışmalar belirlendikten çalışmaları içeren bir veri tablosu oluşturulmuştur. Veri tablosu araştırma kapsamına giren çalışmalara dair bilgilerin bulunduğu ve ayrıca bu çalışmalardan elde edilen nicel verilerin kodlandığı bir tablodur. Bu tablo yardımıyla araştırma kapsamına giren çalışmaların özellikleri belirlenir ve istatistiksel veriler yardımıyla etki büyüklükleri hesaplanır (Şen ve Yıldırım, 2020). Veri tablosu oluştururken çalışma özelliklerine (yıl/yazar/tür vb.) ek olarak çalışmalara katılan katılımcıların özellikleri (ülke, öğrenim durumu, çalışma disiplini vb.) eklenmiştir.

Bu veri tablosu en az iki kişi tarafından oluşturularak kodlama güvenirliliği sağlanmalı ve bu kişiler arasındaki oluşabilecek uyumsuzluklar karşılıklı görüş alış veriş sağlanarak giderilmelidir. Hesaplanan değerlerin güvenirliliğini sağlamak için kodlayıcılar arası güvenirliliğin hesaplanması gerekir. Bunun için yaygın olarak uyum katsayısı hesaplanmaktadır (Şen ve Yıldırım, 2020). Bu amaçla çalışmalardan iki ayrı kodlayıcı tarafından elde edilen özet istatistikler bir tabloda yan yana değerlendirilmiş ve değerler aynı ise 1, farklı ise 0 olarak kodlanmıştır. Uyum değeri, uyum olan çalışma sayısının toplam çalışma sayısına bölünmesiyle elde edilmiştir. Sonuç olarak uyum katsayısı değeri 0,96 olarak hesaplanmıştır. Uyum katsayısının rakamsal olarak sunulması yeterli değildir. Karşılaştırma yapıldıktan sonra hangi değerde hata olduğu

saptanmış ve doğru değer üzerinde fikir birliğine varılarak güvenirlik durumu sağlanmıştır.

3.4. Dâhil Etme Ölçütleri

Ölçütlerin belirlenme süreci meta-analiz çalışmasının en önemli aşamasıdır. Meta-analize dâhil edilecek ve edilmeyecek çalışmalar bu ölçütlere göre seçilir. Ölçütlerin sayısı bir ya da birden fazla olabilmektedir. En yaygın şekilde kullanılan ölçütler araştırmanın deneysel bir çalışma olması, bireysel çalışmaların bulguları olması, belli bir zaman aralığı seçimi, belli anahtar kelimeler, belli veri tabanları, veri türü ve yayın türleridir (Card, 2012). Meta-analizde çalışmanın doğası gereği deneysel çalışmalar daha çok tercih edilmektedir (Dinçer, 2014). Bununla birlikte ilişkisel çalışmalarda verilen istatistiki verilerin uygun olması durumuna göre ilişkisel çalışmalar da meta-analize dâhil edilebilir. Meta-analiz araştırmalarında doğruya en yakın ortalama etki büyüklüğü değerini elde edebilmek için etki büyüklüklerinin hesaplanacağı araştırmaların seçiminde ana ölçütler çalışma öncesinde belirlenmelidir (Whitehead, 2002). Araştırma konusuna uygun olarak gerçekleştirilen alanyazın taraması ile ulaşılan çalışmaların tamamının meta-analize çalışmasında değerlendirilmesi yanlış veya eksik sonuçlar verebileceğinden dolayı, bu çalışmaların araştırmacı tarafından önceden belirlenen ölçütlere göre araştırmaya katılması gerekir (Kablan, Topan ve Erkan, 2013). Buna göre yapılan araştırmada dâhil edilen çalışmaların seçilme ölçütleri aşağıdaki gibidir:

1. Anahtar kelimelerle yapılan aramalar sonucunda Google Scholar ve Web of Science veri tabanlarında yıllara göre filtreleme yapıldığında bilgi işlemsel düşünme ile ilgili çalışmaların 2015 yılından itibaren hızla artmaya başladığının tespit edilmesi sebebiyle uluslararası hakemli dergilerde 01 Ocak 2015 – 31 Aralık 2020 tarihleri arasında yayınlanan İngilizce makaleler ve bildiriler meta-analiz çalışması kapsamına dâhil edilmiştir.
2. Standartlaştırılmış etki büyüklüğü değeri hesaplanabilmesi için meta-analiz çalışmasına dâhil edilen makalelerin ve bildirilerin deneysel çalışma deseninde olması.
3. Çalışmalarda parametrik testlerin kullanılması
4. Etki büyüklüğü değeri hesaplanabilmesi için aşağıdaki verileri içermesi:

- a. Örneklem
- b. Standart sapma
- c. t değeri
- d. Ortalama

3.5. Hariç Tutma Ölçütleri

Meta-analiz araştırmalarında bir çalışma araştırma ölçütlerini sağlamıyorsa, çalışma araştırma sınırlılıklarının dışında yer alıyorsa ya da aranan istatistiksel değerler sunulmamış ise meta-analiz çalışmasında kullanılmaz (Petitti, 2000; Card, 2012). Bu sebeple dâhil edilme ölçütlerine uygun olmayan çalışmalar, meta-analiz çalışması için kullanılan araştırmaların haricinde tutulmuştur. Meta-analiz yöntemi kullanılarak yapılan çalışmalarda dâhil edilme ölçütlerinin yanında analiz sürecine dâhil edilmeyecek olan çalışmalar için de ölçütler saptanmalı ve kapsam dışı tutulacak çalışmalar nedenleri belirtilerek verilmelidir (Whitehead, 2002). Buna göre yapılan bu meta-analiz çalışmasında analiz sürecine katılmayan çalışmaların ölçütleri aşağıda sıralanmıştır:

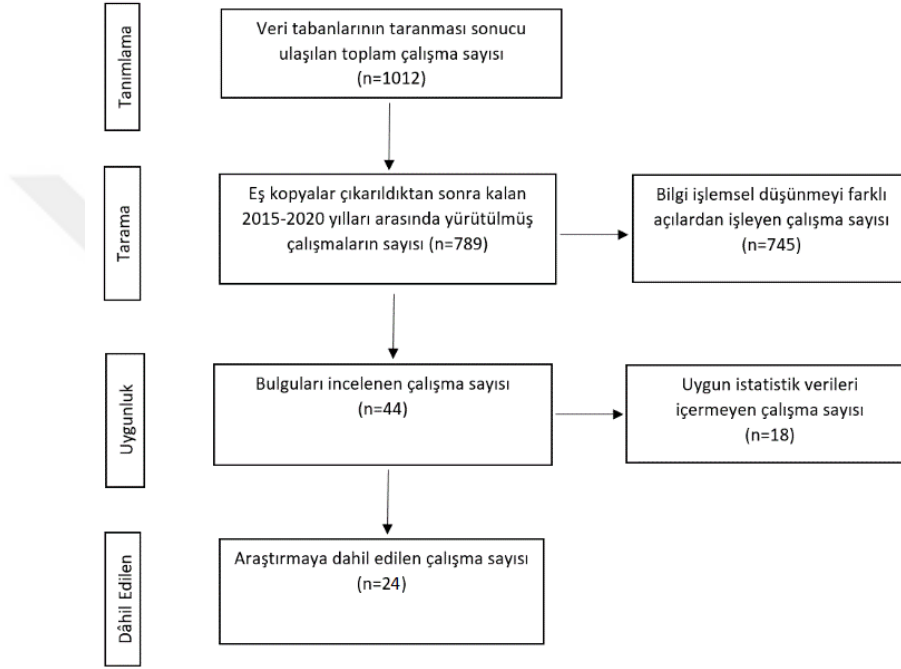
1. Bilgi işlemsel düşünmenin etkilerini araştırma sorumlardan farklı yönlerden inceleyerek yapılan araştırmalar, ör: sadece bilgi işlemsel düşünmenin geliştirilmesine odaklanan çalışmalar

2. Araştırma kapsamında meta analiz değerlendirmesine dâhil etmek için uygun niteliklere sahip olmayan, yani ortalama, standart sapma vb. istenen istatistiksel verilerin sunulmadığı ya da yeterli istatistiksel analizlerin yapılmamış olduğu çalışmalar araştırma kapsamı dışında tutulmuştur.

3.6. Tarama Süreci

Bu araştırma 2015 –2020 yılları arasında bilgi işlemsel düşünme ile ilgili İngilizce dilinde uluslararası düzeyde yayınlanan, hakemli dergilerdeki makaleleri ve uluslararası toplantılarda sunulan bildirileri kapsamaktadır. Uluslararası düzeyde yapılan çalışmalar için Google Scholar ve Web of Science veri tabanları kullanılmıştır. Bu veri tabanlarında computational thinking, empirical, experimental, success, achievement anahtar kelimeleri ile tüm yayınlar filtrelenerek incelenmiştir.

Meta-analiz araştırmaları sürecinde taramanın kapsamlı ve etkili olabilmesi için, çalışma öncesi belirlenen ölçütler ve önceden tanımlanan bir metodoloji ile yürütülecek bir tarama süreci uygulanmalıdır (Moher vd., 2015). Bu baēlamda tarama işlemi için ölçütlerin çalışma öncesinde belirlenmesiyle araştırma sürecinde erişilen yayınların meta-analiz çalışması kapsamına alınmasında izlenen süreç ayrıca ařaēıdaki şekilde gösterilmiştir.



şekil 3.1: Çalışmaların taranması süreci

Meta-analiz çalışması yapabilmek için kaç çalışmanın yeterli olacaēı konusunda bir alt sınır yoktur. Birden fazla çalışma olması durumunda meta-analiz çalışması yapılabilir (Valentine, Pigott, ve Rothstein, 2010; Cheung ve Vijayakumar, 2016).

3.7. Meta Analiz Kapsamına Alınan alışmaların Betimsel İstatistikleri

Bu bölümde bilgi işlemsel düşünmenin ērenci başarısına etkisini gösteren etki büyüklüklerinin hesaplandıēı çalışmalar için çalışmanın yapıldıēı okul düzeyi, hangi yılda yapıldıēı, çalışmanın yapıldıēı ülke, okul düzeyi, yayın türüne ilişkin araştırma sayıları ve yüzdelik deēerlerini gösteren betimsel istatistik deēerleri sunulmaktadır.

Tablo 3.1: *Yıllara göre araştırma sayıları*

Yıl	Araştırma Sayısı	Yüzde (%)
2015	1	4,17
2016	1	4,17
2017	4	16,67
2018	5	20,83
2019	2	8,33
2020	11	45,83
TOPLAM	24	100

Bilgi işlemsel düşünmeye yönelik çalışmaların sayısının her geçen yıl artması durumu yapılan meta-analiz çalışmasına da yansımış durumdadır. Yukarıdaki tablo incelendiğinde araştırma kapsamına alınan çalışmalardan en çok 2020 yılına ait çalışmalar bulunmaktadır (n=11, %45,83). En az çalışma sayısı ise 2015 ve 2016 yıllarından elde edilmiştir.

Tablo 3.2: Ülkelere göre araştırma sayıları

Ülke	Araştırma Sayısı	Yüzde (%)
A.B.D.	6	25
Avustralya	1	4,17
Brezilya	2	8,33
İspanya	2	8,33
Kolombiya	1	4,17
Malezya	3	12,5
Singapur	1	4,17
Tayvan	5	20,83
Türkiye	2	8,33
Yunanistan	1	4,17
TOPLAM	24	100

Tabloya bakıldığında araştırma kapsamında elde edilen çalışmaların en çok A.B.D. (n=6, %25) ve Tayvan'da (n=5, %20,83) yapıldığı görülmektedir.

Tablo 3.3: Okul türlerine göre araştırma sayıları

Okul Türü	Araştırma Sayısı	Yüzde (%)
İlkokul	7	29,17
Ortaokul	10	41,67
Lise	2	8,33
Üniversite	4	16,67
Yüksek Lisans	1	4,17
TOPLAM	24	100

Araştırma kapsamına alınan çalışmaların yapıldığı okul türlerini gösteren tabloya bakıldığında, araştırmaların en çok yapıldığı okul seviyesinin ortaokul (n=10, %41,67), en az yapıldığı okul seviyesinin ise yüksek lisans (n=1, %4,17) olduğu gözlemlenmektedir.

Tablo 3.4: *Çalışma disiplinlerine göre araştırma sayıları*

Disiplin	Araştırma Sayısı	Yüzde (%)
Bilişim Teknolojileri	7	29,17
Fen Eğitimi	4	16,67
Finans Eğitimi	1	4,17
İngilizce Eğitimi	1	4,17
Matematik Eğitimi	11	45,83
TOPLAM	24	100

Çalışma disiplinlerini gösteren tablo incelendiğinde meta-analiz kapsamına alınan çalışmalar arasında araştırmaların ağırlıklı olarak matematik eğitimi (n=11, %45,83) ve bilişim teknolojileri (n=7, %29,17) alanlarında yapıldığı ve en az finans eğitimi (n=1, %4,17) ile İngilizce eğitimi (n=1, %4,17) alanlarında gerçekleştirildiği anlaşılmaktadır.

Tablo 3.5: *Çalışma türlerine göre araştırma sayıları*

Çalışma Türü	Araştırma Sayısı	Yüzde (%)
Makale	15	62,5
Bildiri	9	37,5
TOPLAM	24	100

Tabloya bakıldığında araştırmaların %62,5'inin (n=15) uluslararası hakemli dergilerde yayınlanmış makale olarak, %37,5'inin ise (n=9) uluslararası toplantılarda sunulan bildiri olarak gerçekleştirildiği görülmektedir.

3.8. Verilerin Analizi

Meta-analiz, belli bir konu hakkında bağımsız olarak yapılmış olan çok sayıda çalışmanın sonuçlarını birleştirerek, elde edilen verilerin istatistiksel analizinin yapıldığı, bulguların nicel yöntemle sentezlenmesini sağlayan ortalama etki büyüklüğü değerinin bulunduğu bir veri analiz yöntemidir (Card, 2012; Hartung, Knapp ve Sinha, 2008). Bir meta-analiz çalışmasında amaç, belirli bir konuda yapılan deneysel çalışmaları bir araya getirmek, bulguları analiz etmek ve önceki çalışmaların sonuçlarından yeni sonuçlar elde etmektir (Cooper, 2010). Geleneksel istatistiksel yöntemlerde daha çok gruplar arasındaki anlamlı farklılık değeri elde edilmeye çalışılır, ancak meta-analiz yönteminde bu farklılığı ortaya çıkaran ortalama etki büyüklüğü değeri ve ayrıca bu etkinin yönünün belirlenmesi ana hedeftir (Ellis, 2012; Cumming, 2012). Ortalama etki büyüklük değeri, gruplar arasındaki ilişkiyi incelemede kullanılan ve farklılığın büyüklüğünü gösteren anlamlı farklılık değerinin gerçek göstergesidir (Chambers, 2004; Ellis, 2012). Bir başka deyişle ortalama etki büyüklüğü, farklı değişkenler arasında bulunan ilişkinin yönünü ve büyüklüğünü belirtir (Card, 2012). Asıl olarak ortalama etki büyüklük değeri, belli bir çalışmadaki gözlenen ilişkinin gücünün göstergesidir (Lipsey ve Wilson, 2001).

Kanadlı'ya (2019) göre meta-analiz yönteminde tarama sonucunda toplanan verilerin analizi şu aşamalardan oluşmaktadır:

- Etki büyüklüğü indeksinin belirlenmesi
- Genel etki büyüklüğünün hesaplanması için model seçimi yapılması
- Seçilen model bazında genel etki büyüklüğü değerinin hesaplanması
- Çalışmalar arasındaki varyansın varlığını ve büyüklüğünü saptamak için heterojenlik testi yapılması
- Çalışmalara dair yayın yanlılığının olup olmadığının saptanması

Grup karşılaştırma ve korelasyonel ilişki şeklinde iki çeşit meta-analiz türü olduğu söylenebilir (Borenstein vd., 2009; Card, 2012). Grup karşılaştırma meta-analiz türünde gruplar arası farklılıklar, korelasyonel ilişki meta-analiz türünde ise

değişkenler arasındaki korelasyonlar ele alınır. Bu çalışmada grup karşılaştırma türünde meta-analiz yöntemi kullanılmıştır. Analizler ve hesaplamalar için CMA 2.0 (Comprehensive Meta-Analysis) istatistik programı kullanılmıştır.

Meta-analiz yöntemi doğası gereği etki büyüklüğü değerini temel alır. Bu değer etki katsayısı olarak da adlandırılmakta olup, bir çalışmada bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde ne derece olumlu ya da olumsuz etkiye sahip olduğu hakkında araştırmacılara fikir vermesi bakımından kullanılmaktadır. Dinçer (2014) etki büyüklüğünün meta-analize dâhil edilen her bir bireysel çalışmanın etki katsayısı olarak tanımlandığını ifade etmektedir. Bu değer ortalama ve standart sapma değerlerine dayanarak hesaplanmaktadır (Robson, 2015).

Fisher's Z ortalama etki büyüklüğü değerinin hesaplamasında ve çalışmaların değerlendirilmesinde Cohen, Manion ve Morrison (2007) tarafından oluşturulan sınıflandırma kullanılmıştır. Bu sınıflandırma aşağıda sunulmuştur:

0.00 - ± 0.10 Aralığı: Zayıf İlişki

± 0.10 - ± 0.30 Aralığı: Düşük İlişki

± 0.30 - ± 0.50 Aralığı: Orta Düzeyde İlişki

± 0.50 - ± 0.80 Aralığı: Güçlü İlişki

$\geq \pm 0.80$: Çok Güçlü İlişki

Grup karşılaştırma meta-analiz türünde bilgi işlemsel düşünme ile bağımsız değişkenlerden çalışmanın yapıldığı ülke, öğrenim düzeyi ve çalışma disiplini arasındaki farklılıklara bağlı olarak ortalama etki büyüklüğü değeri hesaplanmıştır. Bunun için analiz sürecine dâhil edilen araştırmalardaki standart sapma, ortalama, örneklem sayıları ve t değerinin kullanılması ile, etki büyüklükleri standartlaştırılmış ortalamalar arasındaki farkların ifade edilmesini sağlayan bir ortalama etki büyüklüğü değeri olan Cohen d katsayısına çevrilerek analizler yapılmıştır. Cohen d değeri bir çalışmadaki standartlaştırılmış ortalamalar arasındaki farkları tanımlayan ortalama etki büyüklüğü değerini ifade eder ve ortalamaların birbirlerine göre kaç standart sapma uzaklaşmış olduğunu belirtir (Borenstein, 2009; Card, 2012). Etki büyüklüklerinin hesaplandığı araştırmaların etki seviyelerine dair yorumlama yapmak

için Cohen, Manion ve Morrison'un (2007) oluşturduğu sınıflama kullanılmıştır. Bu sınıflama aşağıdaki gibidir:

0 – 0,20 : Düşük Etki Düzeyi

0,20 – 0,50 : Az Etki Düzeyi

0,50 – 0,80 : Orta Etki Düzeyi

>0,80 : Güçlü Etki Düzeyi

Meta-analiz çalışmasında verilerin birleştirilmesi sırasında bulguları ciddi miktarda etkileyen istatistiksel modelin seçiminde Sabit Etki Modeli ve Rastgele Etki Modeli olarak iki ana istatistiksel yaklaşım vardır (Cooper vd., 2009; Cumming, 2012). İlk model olan sabit etki modelinde, analiz sürecindeki bütün çalışmaların yalnız bir gerçek ortalama etki büyüklüğüne sahip olduğu varsayılır ve tüm farklılıkların örnekleme sürecindeki hatalardan dolayı ortaya çıktığı varsayıldığından bu modelde ulaşılan ortalama etki büyüklüğü değeri, ortak ortalama etki büyüklüğü değerinin tahmini olarak ifade edilir. Bu modelde sadece önceden tanımlı örneklem için ortak ortalama etki büyüklüğünü hesaplamak amaçlanır ve çalışma evrenine genelleme yapılmaz. Rastgele etki modelinde ise, gerçek etki büyüklüğünde çalışmalar arasında farklılıklar oluşabileceği öngörüsü ile bunlardan elde edilen etki, rastgele oluşturulmuş örnekleme sahip çalışmaların sonuçlarına göre ortaya çıkan etki büyüklüğü değerlerinin ortalamasını vermektedir. Sabit etki modeline göre gerçek etkinin tüm araştırmalarda eşit olduğu, buna karşılık rastgele etki modelinde ise gerçek ortalama etki büyüklüğü değerinin çalışmalar arasında değişiklik gösterebileceği savunulmaktadır (Borenstein vd., 2013).

Meta-analiz çalışmalarında homojenlik testinden elde edilen sonuçlar istatistiksel yönden anlamlı bulunmuşsa sabit etki modelinin kullanılmasının tekrar değerlendirilmesi gerekir (Borenstein vd., 2013). Buna göre dağılımda homojenlik olması durumunda sabit etki modeli, heterojenlik olması durumunda ise rastgele etki modeli kullanılmalıdır. Homojen dağılım ifadesi, etki büyüklükleri değerlerinde aynı örneklem ortalamalarının tahmin edildiği durumlar için kullanılır (Wilson, 1999). Meta-analiz yöntemindeki heterojenlik tabiri, rastgele oluşan hatalar gözetilerek gerçek ortalama etki büyüklüğü değerini analiz etmektedir (Borenstein vd., 2009). Buna göre bu çalışmada ortalama etki büyüklüğü değerinin bulunmasında sabit etki

modelinin ya da rastgele etki modelinin seçilmesi homojenlik testinden elde edilen sonuçların değerlendirilmesi neticesinde belirlenmiştir. Yapılan çalışmada tüm sonuçların dağılımlarda heterojenlik göstermesi sebebiyle hesaplamalarda rastgele etki modeli kullanılmıştır.

Bireysel çalışmalardaki etki büyüklükleri, heterojenlik testinden bağımsız olmalarına rağmen bu testte yer alan bireysel çalışma bulgularına bağlıdır. Heterojenlik testinin sonucunda elde edilen bilgiler, genel etki büyüklüğü değerinin bulunmasında, buna bağlı olarak da model seçiminde kullanılması yönüyle meta-analizde önemli bir yer tutar (Dinçer, 2014). Heterojenlik testi, etki büyüklüğü değerlerinde gözlenen varyansın, örnekleme hatalarından kaynaklanan varyanstan anlamlı olarak farklılaşıp farklılaşmadığını belirlemek amacıyla yapılır (Cooper, 2010). Bu testin sonucu %95 seviyesinde anlamlı bulunursa ($p < 0.5$) etki büyüklüğü heterojen olarak kabul edilmektedir ve model seçiminde Rastgele Etki Modeli kullanılmaktadır; %95 seviyesinde anlamlı olmayan bir sonuç bulunmuşsa etki büyüklüğü değerlerinin homojen olduğu saptanmakta ve buna uygun şekilde Sabit Etki Modeli seçimine göre hesaplamalar yapılmaktadır (Kanadlı, 2019).

Genel etki büyüklüğünün hesaplanması amacıyla model seçiminde Q değeri etkilidir. İstatistiksel çalışmalarda genel olarak p değeri kullanılmakla birlikte Q değerinin büyük oranda p değerinden daha net sonuçlar verebildiği düşünüldüğü için meta-analiz çalışmalarında Q değeri tercih edilmektedir (Dinçer, 2014). Q değerinin hesaplanması için, kay-kare (χ^2) tablosundaki eşdeğeri olan karşılığı bulunmaktadır. Q değeri tablodaki değerden daha küçük ise ($Q < \chi^2$) Sabit Etki Modeli, tablodaki değerinden büyük ise ($Q > \chi^2$) Rastgele Etki Modeli tercih edilmektedir (Kanadlı, 2019).

Meta-analiz yönteminde araştırmacının çalışmadaki hedefi çalışma evrenine genelleme yapmak ise rastgele etki modeli, araştırmacının elindeki örneklem sayısı sınırlı miktarda ise ve sınırlı bir alanda genellemeler yapacaksa sabit etki modeli tercih edilmektedir (Başol, Doğuyurt ve Demir, 2016). Araştırmacının yürütülen birincil çalışmaların farklı bağlamlarda olmasına ilişkin öngörüsü dolayısıyla analizler rastgele etki modeline göre sunulmuştur. Bunun yanında bağımsız değişkenlere ait ilişkiye yönelik hesaplanan etki büyüklüğü değerleri tablolarının sunulmuş, araştırma

kapsamına alınan çalışmalardan elde edilen sonuçların arasındaki farklılıkların görsel olarak değerlendirilmesi amacıyla orman grafikleri eklenmiştir (Akobeng, 2005).

Moderatör değişkenler, çalışmalar arasındaki farkların birtakım alt özellikler sebebiyle oluştuğunu gösteren değişkenler olarak tanımlanmaktadır (Schmidt ve Hunter, 2015). Moderatör değişken, diğer değişkenlere tesir eden üçüncü bir değişken şeklinde ifade edilir (Donaldson, 2001). Bunun yanında bir çalışmadaki moderatör değişkenler, çalışma sonucunu etkileme şansı olduğu düşünülen ve bu alandaki etkinin ne derecede olduğunu görmek maksadı ile kullanılan değişkenlerdir (Card, 2012). Araştırmanın çalışma disiplini, yapıldığı yayın türü, okul seviyesi ve araştırmanın yapıldığı ülke bu araştırmanın moderatörleri olarak belirlenmiştir.

Meta-analiz çalışmalarında ele alınması gereken bir diğer konu, analiz kapsamına alınan çalışmaların yayın yanlılığından etkilenip etkilenmediğinin tespit edilmesidir. Analiz sonuçlarından elde edilen ortalama etki büyüklüğü değerleri, belirli bir seviyenin üstündeki yayın yanlılığından etkilenmektedir. Yayın yanlılığı, olumlu sonuçlar içeren ve istatistiksel olarak anlamlı bulunan çalışmaların makale olarak yayınlanması, buna karşın negatif sonuçlar içeren ve istatistiksel olarak anlamlı sonuca ulaşamamış çalışmalarla yayınlanmaması yönünde bir eğilimin olmasını belirtir ve yayınlanmamış çalışmalara göre yayınlanmış çalışmalarda daha büyük etki büyüklüğü değerlerine sahip olma ihtimali olduğundan dolayı yayın yanlılığını kontrol etmek oldukça önemlidir (Borenstein vd., 2009). Bu nedenle meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığını engellemek için sadece yayınlanmış araştırmaları ele almayıp aynı zamanda yayınlanmamış çalışmalara da erişmek gerekir (Çarkungöz ve Ediz, 2009). Bu araştırmanın sonuçlarında yayın yanlılığı olup olmadığını belirlemek için Orwin's Fail Safe N, Rosenthal's Fail Safe N, Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu analizleri uygulanmıştır. Bunlara ek olarak huni saçılım grafiği kullanılarak araştırmada eksik yada ulaşamayan çalışmaların olup olmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır. Huni diyagramı araştırmalarda elde edilen büyüklük değeri ile genel ortalama etki büyüklüğü değeri arasında bulunan ilişkinin saptanması maksadıyla araştırmacıların yayın yanlılığı konusunda bir değerlendirmede bulunmalarına olanak sağlar. Analiz çalışmasında kullanılan huni diyagramının x ekseninde etki büyüklükleri sunulurken, y ekseninde örneklem büyüklükleri sunulmaktadır. Örneklem olarak daha kapsamlı ölçeğe sahip olan çalışmaların genelde

huni diyagramında üstlere doğru yerleştiği görülürken daha küçük ölçekteki çalışmalar diyagramda alt tarafa doğru yerleşmektedir. Ayrıca belirtilmesi gereken bir husus da; küçük çaptaki çalışmaların yer aldığı alt bölümlerdeki saçılmaları göstermesi açısından huni grafiği önem arz etmektedir, fakat bu diyagramlar genel olarak görsellik maksadıyla kullanılmaktadır ve istatistiksel olarak kesin bilgi sunmayabilecekleri ifade edilmektedir (Borenstein vd., 2013). Bu çerçevede bu araştırmada etki büyüklüğü değeri hesaplanması işleminin ardından heterojenlik testi yapılmış ve ardından yayın yanlılığının değerlendirilmesi için huni grafiği oluşturulmuştur.

Etki büyüklüğü değerlerinin hesaplanmasında kullanılan formüller aşağıdaki şekillerde sunulmuştur.

$$\text{Cohen's } d = \frac{M_{G1} - M_{G2}}{SD_{pooled}}$$

Şekil 3.2: *Cohen's d etki büyüklüğü hesaplama formülü*

$$\text{Hedges' } g = \left[1 - \frac{3}{4N - 9} \right] \times d$$

Şekil 3.3: *Hedges's g= etki büyüklüğü hesaplama formülü*

BÖLÜM IV

BULGULAR

Araştırmanın bu bölümünde bilgi işlemsel düşünme ile öğrenci başarı düzeyi arasındaki ilişkiye dayalı olarak homojenlik analizleri, değişkenlere ait ortalama etki büyüklüğü değerleri ile bu değerlere ilişkin orman grafiğine, moderatör analizleri sonucu ulaşılan bulgulara ve yayın yanlılığı analizlerine yer verilmiştir.

4.1. Araştırmaların Betimsel Özelliklerine Dair Bulgular

Bilgi işlemsel düşünme ile öğrenci başarı düzeyi arasındaki ilişkiye dayalı olarak ortalama etki büyüklüğü hesaplaması 24 araştırmadan sağlanmıştır. Bu çalışmalara ilişkin özet bilgilere Tablo 4.1’de yer verilmiştir.

Tablo 4.1. *Araştırmaların Betimsel Özellikleri*

No.	Yazar, Yıl	Ülke	Okul Düzeyi	Disiplin	Çalışma Türü	Çalışma Süresi (Gün)	Çalışma Grubu (N)
1	Rodriguez-Martinez, 2020	İspanya	Ortaokul	Matematik	Makale	35	47
2	Felicia, 2017	Malezya	İlkokul	Bilişim Teknolojileri	Makale	70	69
3	Parsazadeh, 2020	Tayvan	İlkokul	İngilizce	Makale	30	52
4	Uşengül, 2020	Türkiye	Ortaokul	Fen	Makale	77	36
5	Jayaraman, 2018	ABD	Üniversite	Finans	Bildiri	98	49

6	Kert, 2020	Türkiye	Ortaokul	Bilişim Teknolojileri	Makale	70	78
7	Fluck, 2018	Avustralya	Ortaokul	Matematik	Bildiri	91	434
8	Hsu, 2017	Tayvan	Ortaokul	Matematik	Bildiri	105	20
9	Chen-Huei, 2020	Tayvan	İlkokul	Matematik	Bildiri	1	26
10	Aslan, 2020	ABD	Lise	Fen	Bildiri	8	121
11	Voskoglou, 2015	Yunanistan	Yüksek Lisans	Matematik	Makale	98	90
12	Tsai, 2018	Tayvan	Üniversite	Bilişim Teknolojileri	Makale	98	187
13	Chan, 2020	Singapur	Ortaokul	Matematik	Bildiri	Belirtilmemiş	106
14	Tsai, 2017	Tayvan	Üniversite	Bilişim Teknolojileri	Makale	98	127
15	Sung, 2020	ABD	İlkokul	Matematik	Makale	42	115
16	Sung, 2017	ABD	İlkokul	Matematik	Makale	35	66
17	Echeverria, 2019	Kolombiya	İlkokul	Matematik	Bildiri	98	66
18	Lapawi, 2020	Malezya	Ortaokul	Fen	Makale	21	67
19	Roman-Gonzalez, 2018	İspanya	Ortaokul	Bilişim Teknolojileri	Makale	84	314
20	Peteranetz, 2018	ABD	Üniversite	Bilişim Teknolojileri	Bildiri	98	815
21	Chongo, 2020	Malezya	Ortaokul	Matematik	Makale	98	128
22	Rodrigues, 2016	Brezilya	Lise	Fen	Makale	98	149
23	Costa, 2017	Brezilya	Ortaokul	Matematik	Bildiri	14	46
24	Shen, 2020	ABD	İlkokul	Bilişim Teknolojileri	Makale	7	107

Araştırmaların %62,5'i (n=15) uluslararası makale, %37,5'i (n=9) uluslararası bildiri olarak hazırlanmıştır. Bu çalışmaların %8,33'ü (n=2) Türkiye'de yapılmış çalışmalardır, %91,67'si (n=21) ise Türkiye dışındaki ülkelerde yürütülmüştür. Bu ülkeler arasında en fazla araştırmanın yürütüldüğü ülkeler 6 adet çalışma (%25) ile A.B.D. ve 5 adet çalışma (%20,83) ile Tayvan'dır. En az çalışma sayıları birer adet çalışma ile (%4,17) Avustralya, Kolombiya, Singapur ve Yunanistan'dır. Tabloya göre

12 çalışmanın doğu ülkelerinde, 14 çalışmanın batı ülkelerinde yürütüldüğü söylenebilir.

Çalışma örneklemelerindeki öğrenci düzeylerine göre en fazla çalışmanın ortaokul düzeyindeki (n=10, %41,67) öğrencilerle yürütüldüğü görülmektedir. En az çalışma ise yüksek lisans düzeyinde yapılmıştır (n=1, %4,17). Çalışma disiplinlerine bakıldığında ise ağırlıklı olarak matematik eğitimi (n=11, %45,83) ve bilişim teknolojileri (n=7, %29,17) alanlarındaki öğrenci başarı düzeylerinin incelendiği görülmektedir. En az çalışma ise İngilizce eğitimi (n=1, %4,17) ile finans eğitimi (n=1, %4,17) alanlarındaki öğrencilerle yürütülmüştür.

En düşük örneklem sayısı 33 iken, en yüksek örneklem sayısı olarak 434 öğrenciye ulaşılmıştır. Bu araştırmadaki çalışmaların yayın yılları ise 2015 ile 2020 yılları arasında değişmektedir.

4.2. Bilgi işlemsel düşünme ile öğrenci başarı düzeyi arasındaki ilişkiye dayalı ortalama etki büyüklüğü bulguları: Meta-analiz sonuçları

Meta-analize dâhil edilen araştırmalardan elde edilen verilere göre oluşturulan etki büyüklüğü tablosu aşağıda sunulmuştur.

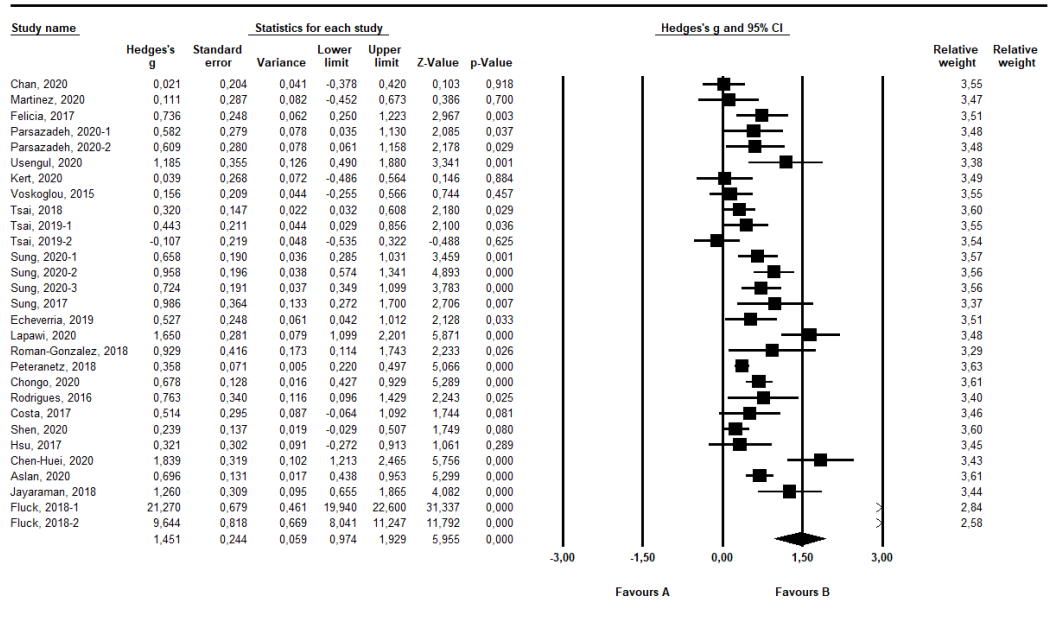
Tablo 4.2. *Etki Büyüklüğü Tablosu*

Model	n	Etki Büyüklüğü	Z	p	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		sd	Q	p	I ²
						Alt Sınır	Üst Sınır				
Sabit Etki	29	0,582	16,082	,000	0,036	0,511	0,653	28	1146,942	,000	97,559
Rastgele Etkiler	29	1,451	5,955	,000	0,244	0,974	1,929				

Meta-analize dâhil edilen çalışmalardan elde edilen verilere göre etki büyüklüğü değeri sabit etki modeline göre 0,582; rastgele etkiler modeline göre ise 1,451 olarak hesaplanmıştır. Buna göre elde edilen iki ayrı etki büyüklüğü değerinden hangisinin öğrenci başarısı üzerindeki etkiyi gerçek manada ortaya çıkardığının belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmaya dâhil olan birincil araştırmaların farklı öğrenci

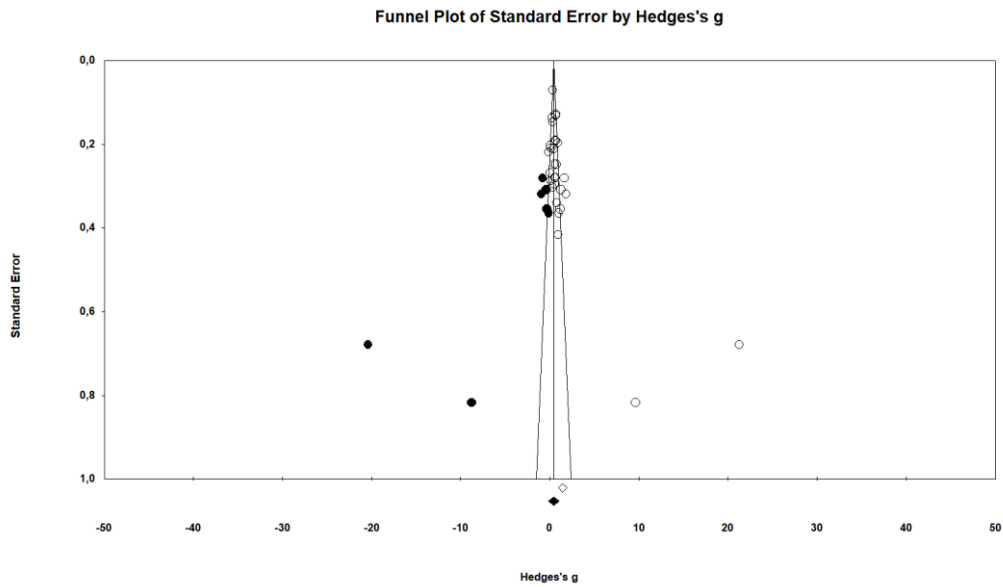
gruplarında, farklı ülkelerde, farklı okul seviyelerinde ve farklı derslerde yürütülmesi nedeniyle rastgele etkiler modelinden elde edilen etki büyüklüğünün kullanılmasına karar verilmiştir.

Ayrıca veriler heterojenlik testine tabi tutulmuştur (Borenstein vd., 2009). Bu bağlamda Q (sd=28) istatistiği değeri 1146,942 olarak elde edilmiştir ($p < ,01$). Bulunan Q değerinin ki-kare tablosunda görülen 28 serbestlik derecesi ve %95 güven seviyesindeki değerinden (sd=28, $\chi^2(,05) = 41,337$) fazla olması verilerin heterojen olduğunu göstermektedir. Heterojenliği belirlemekte kullanılan bir diğer yöntem de I^2 yüzdelik değerinin hesaplanmasıdır. Verilerden elde edilen I^2 değeri %97,56'dır, bu değer de yüksek düzeyde bir heterojenlik olduğuna işaret etmektedir. Bu değerlere göre ortalama etki büyüklüğü değeri 1,451 olarak kabul edilmiştir. Bu değer Cohen'in (1988) sınıflamasına göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarı düzeylerini yüksek seviyede ve olumlu olarak etkilediğini göstermektedir. Araştırma kapsamına alınan çalışmalara ait etki büyüklüğü değerlerinin rastgele etkiler modeline göre oluşturulan dağılımını gösteren orman grafiği (forest plot) ise Şekil 4.1'de verilmiştir.



Şekil 4.1. Orman grafiği

Orman grafiğinde görüleceği üzere hesaplanan ortalama etki büyüklüklerinin biri hariç tamamının pozitif olması, etkinin yönünün pozitif olduğunu göstermektedir. Araştırma sonucunda elde edilen ortalama etki değerleri hesaplamalarının gerçekleri göstermesi gerekmektedir. Bu gerçekliğe yani araştırmanın geçerliğine ilişkin en önemli tehdit olan yayın yanlılığını saptamak maksadıyla, Şekil 4.2’de sunulan huni grafiği Duval ve Tweedie (2000) tarafından önerilen düzeltme ve doldurma yöntemiyle (trim-and-fill method) incelenmiştir.



Şekil 4.2. *Huni Grafiği*

Bu araştırmaya dâhil edilen çalışmaların oluşturduğu huni grafiğinin simetrik olmaya yakın olduğu söylenebilir. Şekil incelendiğinde yayın yanlılığının hiç olmaması için kapsama 7 çalışmanın dâhil edilmesinin yeterli olacağı anlaşılmaktadır. Bu araştırma kapsamında 29 etki büyüklüğünün bulunduğu hesaba katıldığında 7 sayısının ihmal edilebileceği söylenebilir. Huni grafiğinin incelemesi genel olarak subjektiftir, bu yüzden ek olarak “fail safe N” değeri incelenmiştir (Rothstein vd., 2006). Verilere dair fail-safe N değeri %95 güven seviyesinde 3488 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, 29 etki büyüklüğünden oluşan bu meta-analiz çalışmasının bulgularının geçersiz sayılabilmesi için, alan yazında en az 3488 adet mevcut bulgulara zıt yönde değerlere sahip çalışma olması gerektiğini göstermektedir. Ayrıca Orwin’in

Fail-Safe N değeri kapsamında bu çalışmadan elde edilen etki büyüklüğünü 0,01 değerine düşürebilmek için bu alanda yürütülmesi gereken ve ters yönde bulgulara sahip 1660 çalışma olması gerektiği hesaplanmıştır. Bu değerler de araştırma bulgularında yayın yanlılığı olmadığını göstermekte ve bulguların geçerli olduğu tezini desteklemektedir.

4.3. Etki Büyüklüğünün Alt Gruplarda Farklılaşma Durumuna Ait Bulgular

Ortak etki büyüklüğü değerini belirlemek için yapılan analizlere ek olarak, bulgulardaki heterojenliğin kaynağını saptamak için alt grup karşılaştırması çalışmaları yapılmıştır. Alt grup karşılaştırmaları bağlamında; ilk olarak çalışmanın yürütüldüğü okul düzeyinin öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı bir değişime neden olup olmadığı incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin alt gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Analog ANOVA sonuçları Tablo 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.3. *Okul Düzeyi Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları*

Okul Düzeyi	n	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
				Alt	Üst					
				Sınır	Sınır					
İlkokul	10	0,742	0,125	0,497	0,987	5,933	,000	4	17,851	,001
Ortaokul	11	3,192	0,862	1,503	4,882	3,704	,000			
Lise	2	0,704	0,123	0,464	0,945	5,751	,000			
Üniversite	5	0,393	0,137	0,124	0,661	2,868	,004			
Lisansüstü	1	0,156	0,209	-0,255	0,566	0,744	,457			
Toplam	29	0,592	0,069	0,456	0,728	8,539	,000			

Okul düzeyi olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=17,85$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda etki büyüklükleri incelendiğinde en büyük etki büyüklüğü değerinin ortaokul öğrencileri ile yürütülen çalışmalardan elde edildiği görülmektedir. Ortaokul düzeyinde gözlemlenen 3,192 etki

büyüklüğü değeri yüksek bir etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Buna göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin en fazla ortaokul öğrencilerinin başarı düzeylerine katkı sunduğu söylenebilir. Bunun yanında ilkokul ve lise düzeyinde etki büyüklüğü değerlerinin birbirine yakın oldukları ve üniversite düzeyindeki değerden büyük oldukları görülmektedir. İlkokul (0,742) ve lise (0,704) düzeylerinden elde edilen etki değerleri orta derecede etki büyüklüğünü gösterirken üniversite (0,393) düzeyinden elde edilen değer düşük derecede bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Lisansüstü düzeyden yalnız bir çalışma olduğu için alt grup olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Daha sonrasında çalışma disiplininin öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı değişime neden olup olmadığı incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin alt gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Analog ANOVA sonuçları Tablo 4.4'te sunulmuştur.

Tablo 4.4. Çalışma Disiplini Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları

Çalışma Disiplini	n	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
				Alt Sınır	Üst Sınır					
Bilişim Teknolojileri	8	0,321	0,077	0,171	0,472	4,194	,000	4	29,472	,000
Fen Bilimleri	4	1,047	0,244	0,059	1,525	4,294	,000			
Finans Eğitimi	1	1,260	0,309	0,655	1,865	4,082	,000			
İngilizce Eğitimi	2	0,596	0,198	0,208	0,983	3,014	,003			
Matematik Eğitimi	14	2,580	0,581	1,441	3,719	4,439	,000			
Toplam	29	0,479	0,066	0,349	0,610	7,212	,000			

Çalışma disiplini olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=29,47$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir. Buna göre etki büyüklüklerini incelediğimizde en büyük etki büyüklüğünün matematik eğitimi alanında yürütülen çalışmalardan elde edildiği görülmektedir. Matematik eğitimi alanından elde edilen 2,580 etki büyüklüğü değeri yüksek bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Bu bağlamda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin en fazla matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalarda öğrencilerin başarı düzeylerine katkıda bulunduğu söylenebilir. Bunun yanında fen bilimleri alanından elde edilen 1,047 etki büyüklüğü değeri de yine fen bilimleri alanında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin başarı düzeylerine yüksek düzeyde katkıda bulunduğunu göstermektedir. İngilizce eğitimi alanından elde edilen 0,596 etki büyüklüğü değeri orta düzeyde bir etki büyüklüğünü işaret etmekteyken, bilişim teknolojileri alanından elde edilen 0,321 etki büyüklüğü değeri düşük düzeyde bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Finans eğitimi alanında yürütülen yalnız bir çalışma olduğu için alt grup olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Bir diğer alt grup analizi olarak çalışmanın yapıldığı ülkenin öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı değişime neden olup olmadığı incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin alt gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Analog ANOVA sonuçları Tablo 4.5'te sunulmuştur.

Tablo 4.5. Çalışmanın Yapıldığı Ülke Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları

Ülke	n	Etki Büyükülüğü	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
				Alt Sınır	Üst Sınır					
A.B.D	8	0,658	0,111	0,441	0,875	5,938	,000	9	20,210	,017
Avustralya	2	15,466	5,813	4,073	26,859	2,661	,008			
Brezilya	2	0,621	0,223	0,184	1,057	2,787	,005			
İspanya	2	0,464	0,405	-0,330	1,259	1,146	,252			
Kolombiya	1	0,527	0,248	0,042	1,012	2,128	,033			
Malezya	3	0,984	0,279	0,437	1,530	3,528	,000			
Singapur	1	0,021	0,204	-0,378	0,420	0,103	,918			
Tayvan	7	0,537	0,191	0,163	0,910	2,818	,005			
Türkiye	2	0,588	0,572	-0,533	1,710	1,028	,304			
Yunanistan	1	0,156	0,209	-0,255	0,566	0,744	,457			
Toplam	29	0,519	0,068	0,385	0,653	7,599	,000			

Çalışmaların yapıldığı ülkeler olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=20,21$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlama göre etki büyüklüklerine baktığımızda en büyük etki büyüklüğünün Avustralya'da yürütülen çalışmalardan elde edildiği görülmektedir. Avustralya'da yürütülen çalışmalardan elde edilen 15,466 etki büyüklüğü değeri yüksek bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Buna göre bilgi işlemsel düşünme becerileri en fazla Avustralya'da yürütülen çalışmalarda öğrencilerin başarı düzeylerine katkıda bulunmuştur. Ek olarak Malezya'da yürütülen çalışmalardan elde edilen 0,984 etki büyüklüğü değeri de yine Malezya'da yürütülen çalışmalarda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin başarı düzeylerine yüksek düzeyde katkıda bulunduğunu göstermektedir. A.B.D.'den elde edilen 0,658 etki büyüklüğü değeri, Brezilya'dan elde edilen 0,621 etki büyüklüğü değeri, Tayvan'dan elde edilen 0,537 etki büyüklüğü değeri ve Türkiye'den elde edilen 0,588 etki büyüklüğü değeri orta büyüklükte etki büyüklüklerini göstermekteyken, İspanya'dan elde edilen 0,464 etki büyüklüğü değeri düşük büyüklükte etki büyüklüğüne işaret etmektedir. Kolombiya, Singapur ve Yunanistan'da yürütülen yalnız birer çalışma olduğu için bu ülkelerin alt grup olarak değerlendirilmemesi gerekmektedir.

Ülkeleri coğrafi konumlarına göre gruplayarak yapılan alt grup analizinde ise ülke bölgelerinin öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı değişime neden olup olmadığı incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin alt gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Analog ANOVA sonuçları Tablo 4.6’da sunulmuştur.

Tablo 4.6. Çalışmanın Yapıldığı Bölge Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları

Kıta	n	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95’lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
				Alt Sınır	Üst Sınır					
Amerika	11	0,634	0,091	0,008	0,457	6,995	0,000	3	7,467	,058
Asya	11	0,613	0,151	0,317	0,910	4,051	0,000			
Avrupa	5	0,412	0,212	-0,003	0,828	1,945	0,052			
Avustralya	2	15,466	5,812	4,073	26,859	2,661	0,008			
Toplam	29	0,606	0,073	0,462	0,749	8,291	0,000			

Çalışmaların yapıldığı ülkelerin bölgeleri olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=7,47$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden küçük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamsız olduğunu göstermektedir. Yani uygulamaların yapıldıkları ülkelerin bulundukları kıtaların öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı bir etkisi bulunmamaktadır.

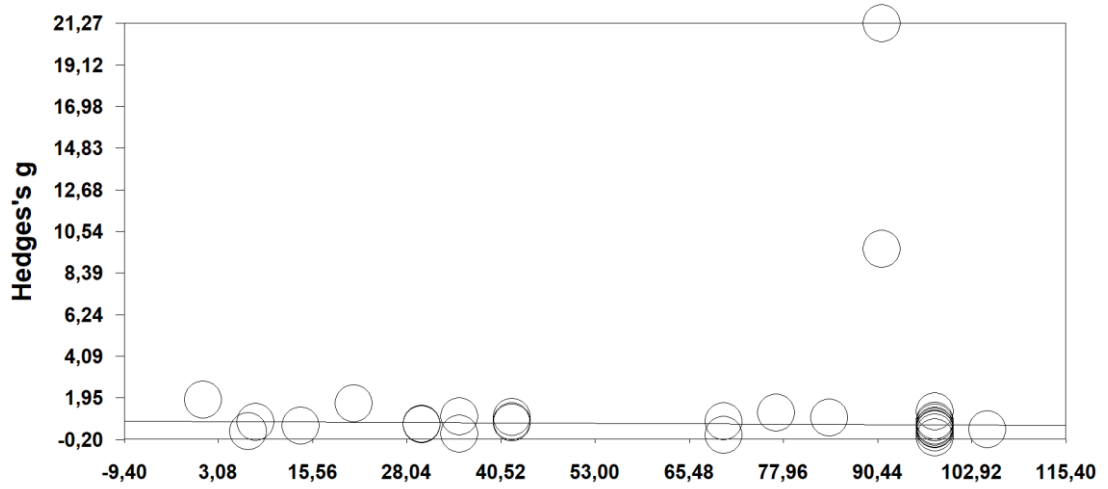
Daha sonrasında çalışma türünün öğrenci başarısında istatistiksel olarak anlamlı değişime neden olup olmadığı incelenmiştir. Rastgele etkiler modeline göre bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etkisinin alt gruplara göre farklılaşıp farklılaşmadığına ilişkin Analog ANOVA sonuçları Tablo 4.7’de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Çalışma Türü Alt Grup Analog ANOVA Sonuçları

Çalışma Türü	n	Etki Büyüklüğü	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
				Alt	Üst					
				Sınır	Sınır					
Bildiri	10	3,448	0,720	2,038	4,858	6,938	,000	1	15,689	,000
Makale	19	0,576	0,090	0,399	0,752					
Toplam	29	0,620	0,089	0,445	0,795					

Yapılan çalışmaların türleri olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=15,69$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda etki büyüklükleri incelendiğinde bildiri olarak sunulan çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğünün makale olarak yayınlanmış çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğünden daha büyük olduğu görülmektedir. Bildiri olarak sunulan çalışmalardan elde edilen 3,448 etki büyüklüğü değeri çok yüksek bir etki büyüklüğünü göstermektedir. Buna karşın makale olarak yayınlanan çalışmalardan elde edilen 0,576 etki büyüklüğü değeri orta düzeyde bir etki büyüklüğü anlamına gelmektedir. Bu duruma bildiri olarak sunulan çalışmalarda kullanılan örneklem büyüklüklerinin makale olarak yayınlanan çalışmalardaki örneklem büyüklüklerinden oldukça fazla olmasının neden olduğu düşünülebilir.

Ayrıca çalışmaların ne kadar sürede tamamlandıkları da çalışmaları karşılaştırmak için bir değişken olarak kullanılmıştır. Süre değişkeninin heterojenliğe etkisini görmek amacıyla meta-regresyon analizi uygulanmıştır. Meta regresyon sonuçları aşağıdaki şekil ve tabloda sunulmuştur.



Şekil 4.3. Meta-regresyon sonuçları

Meta-regresyon sonuçlarını gösteren grafiğe göre çalışma sürelerini gösteren araştırma verileri regresyon çizgisi üzerinde dağınık bir görünüm sergilemektedir. Bu durum regresyon sonucunun olumsuz olduğunu göstermektedir. Yani çalışma süresi akademik başarının anlamlı yordayıcısı değildir.

Tablo 4.8. Çalışma Süresi Alt Değişkeni Meta-Regresyon Sonuçları

Değişken	Etki Büyük­lüğü	Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı		Z	p	sd	Q _B	p
			Alt Sınır	Üst Sınır					
Kesen	-0,002	0,001	-0,004	0,000	-1,840	,066			
Çalışma Süresi	0,726	0,078	0,574	0,879	9,351	,000			
Toplam							1	3,387	,065

Yine yukarıdaki tablodan görüleceği üzere yapılan çalışmaların süreleri olarak belirlenen alt değişkene ait heterojenlik değerinin ($Q_B=3,39$, $p>,05$) Ki-Kare kritik değerinden küçük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamlı olmadığını göstermektedir. Buna göre etki büyüklükleri araştırma süresine göre değişmemektedir.

Yani bilgi işlemsel düşünme becerileri etkinliklerinin uygulanma süreleri öğrencilerin akademik başarıları üzerinde anlamlı bir fark yaratmamaktadır.



BÖLÜM V

TARTIŞMA

Bu bölümde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelendiği meta-analiz çalışmasında toplanan verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara dayalı olarak verilen sonuçlar ve bu sonuçlarla ilgili tartışmalara yer verilmiştir.

5.1. Tartışma

Toplamda 24 çalışmadan elde edilen bu meta-analiz çalışması, bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenci akademik başarısı üzerinde genel olarak güçlü düzeyde ve olumlu bir etkisinin olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=1,451$). Ayrıca çalışma disiplini, okul düzeyi, çalışmanın yapıldığı ülke ve bölgeler ile çalışma türleri bu etki düzeyini etkilemiştir.

5.1.1. Ortalama Etki Büyüklüğüne İlişkin Tartışma

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarılarını olumlu yönde etkilemesi bu alanda daha önce yapılan çalışmaların geneli ile uyumludur.

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin akademik başarı üzerinde yüksek etkisi olduğu çalışmalara bakıldığında Fluck vd. (2018) bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin başarı testlerinden aldıkları puanları anlamlı şekilde artırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmanın bulgularına göre elde

edilen etki büyüklüğü değerleri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=21,270$ ve Hedges's $g=9,644$). Chen-Huei vd. (2020) çalışmalarında ilkokul çağındaki öğrenme güçlüğü çeken öğrencilerde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik derslerindeki çevre ve alan kavramlarına etkisini incelemişlerdir ve bilgi işlemsel düşünme becerileri ile öğrenci başarıları arasında yüksek düzeyde ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenci akademik başarıları üzerinde güçlü bir etkisi vardır (Hedges's $g=1,839$). Lapawi ve Husnin (2020) yaptıkları çalışmada bilgi işlemsel düşünme modülünün öğrencilerin fen bilgisi dersindeki başarı düzeylerine etkisinin incelemişlerdir. Bu çalışmanın sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme modülünü kullanan öğrencilerin fen bilgisi dersindeki akademik başarı düzeyleri anlamlı şekilde yüksek olarak bulunmuştur. Çalışmadan elde edilen etki büyüklüğü değeri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin fen bilgisi dersi başarı düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi vardır (Hedges's $g=1,650$). Uşengül ve Bahçeci (2020) nin çalışmasında LEGO WeDo 2.0 eğitimi ile verilen bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre robotik eğitimi alan öğrencilerin fen bilgisi derslerindeki başarı düzeyleri eğitimi almayan öğrencilere göre anlamlı şekilde daha yüksek olarak bulunmuştur. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarı düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=1,185$). Jayaraman (2018) ın çalışması kapsamında finansal okuryazarlık dersi ile bilgi işlemsel düşünme arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme egzersizleri finansal okuryazarlık bilgilerini anlamlı şekilde artırmaktadır. Bu çalışmanın sonucuna göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin finansal okuryazarlık düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi olduğu görülmüştür (Hedges's $g=1,260$). Sung vd. (2017) nin çalışması matematik dersinde bilgi işlemsel düşünme becerileri kullanımının öğrenci başarıları üzerine etkilerini incelemektedir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerilerine göre hazırlanmış somutlaştırılmış aktiviteler, öğrencilerin matematik dersinde problemleri anlama ve çözme becerilerini geliştirmektedir. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme

becerilerinin öğrencilerin matematik başarı düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,986$). Roman-Gonzalez vd. (2018) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri ile matematik derslerindeki akademik başarılarına etkisini incelemişlerdir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin akademik başarı seviyelerini anlamlı şekilde arttırmaktadır. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik ve bilişim teknolojileri derslerindeki başarı düzeyleri üzerinde güçlü bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,929$). Bu çalışmaların ortak noktalarına bakıldığında ağırlıklı olarak matematik ve fen alanında yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. Matematik problemlerinin çözüm aşamalarında problemi anlama, soyutlama, belli bir işlem sırası ile çözüme ulaşma şeklinde bir yöntem izlenmektedir. Fen bilgisi derslerinde ise yine bir durumu gözlemleyerek bir problemin farkına varma ve sorunlarla ilgili hipotezler kurarak çözüm yollarını basamaklandırma ve deneme yanılma yöntemi ile sonuca ulaşma söz konusudur. Bu aşamalar da yine bilgi işlemsel düşünme basamakları ile benzer özellikler göstermektedir. Fen ve matematik sorularının çözümlerinin bilgisayardaki algoritma mantığı ile benzer olduğu düşünüldüğünde böyle bir sonucun oluşmasının beklenen bir durum olduğu düşünülebilir. Bu çalışmaların bir ortak noktasının da ağırlıklı olarak ilkokul ve ortaokul düzeylerinde yürütülmeleri olduğu görülmektedir. Bireylerin düşünme biçimleri ve zihinsel şemaları ağırlıklı olarak ilköğretim çağlarında şekillenmektedir. Buna göre daha erken yaşlardaki bireylere bilgi işlemsel düşünme gibi üst düzey düşünme becerilerinin kazandırılmasının öğrenci akademik başarı seviyelerine daha fazla miktarda olumlu katkı yapabileceği düşünülmektedir.

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin akademik başarı üzerinde orta düzeyde etkisi olduğu çalışmalara bakıldığında Rodrigues vd. (2016) yaptıkları çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki akademik başarı seviyelerine katkısını incelemişlerdir. Araştırma sonucunda bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin fen bilgisi dersindeki akademik başarı seviyelerini ve problem çözme becerilerini olumlu olarak etkilediği görülmüştür. Elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin fen bilgisi başarı düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,763$).

Felicia vd. (2017) nin çalışmasında robotik kodlama dersinde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin etkilerini incelenmiştir ve elde edilen bulgulara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki başarısını anlamlı şekilde artırmaktadır. Bu çalışma sonucunda elde edilen etki büyüklüğü değeri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin robotik kodlama becerileri üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=0,736$). Sung ve Black (2020) tarafından yürütülen bir diğer çalışmada bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin matematik bilgi seviyelerini artırdığını göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerlerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik başarı düzeyleri üzerinde deney gruplarına göre güçlü ya da orta düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,658$, Hedges's $g=0,958$, Hedges's $g=0,724$). Aslan vd. (2020) nin çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrenci başarı seviyelerini artırmıştır ve öğrencilerin problemleri sözel açıklama becerilerinde de gelişme gözlenmiştir. Aslan vd.nin çalışmasından elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrenci akademik başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkisi vardır (Hedges's $g=0,696$). Chongo vd. (2020) nin çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerileri ile matematik dersi başarısı arasında olumlu yönde anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Bu çalışmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarısı üzerinde orta düzeyde bir etkisi vardır (Hedges's $g=0,678$). Parsazadeh vd. (2020) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin İngilizce dersindeki başarılarına etkisini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin dil öğrenme becerilerini artırmakta ve öğrencilerin içsel ve dışsal motivasyon seviyelerini yükseltmektedir. Çalışmadan elde edilen etki büyüklüğü değerleri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin İngilizce dersi başarı düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=0,582$ ve Hedges's $g=0,609$). Echeverria vd. (2019) çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin geometri dersindeki öğrenmeyi artırıcı etkisini incelemişlerdir ve bilgi işlemsel düşünme becerileri ile geometri dersinde öğrencilerin başarı düzeyleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna varmışlardır. Echeverria'nın çalışmasından

elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin geometri dersi başarı düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğu görülmektedir (Hedges's $g=0,527$). Costa vd. (2017) nin çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerileri ile matematik dersinde problemleri çözme becerileri arasındaki ilişki incelenmiştir ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitimi alan öğrencilerin problemleri çözme konusunda daha yüksek başarı gösterdikleri sonucuna ulaşılmıştır. Bu çalışma sonucunda elde edilen etki büyüklüğü değeri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin problem çözme becerileri üzerinde orta düzeyde bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=0,514$).

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin akademik başarı üzerinde az düzeyde etkisi olduğu çalışmalara bakıldığında Tsai vd. (2017) nin araştırmasında öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerilerinin bilişim teknolojileri dersindeki başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Araştırmaya göre yalnız bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki başarıları üzerinde olumlu bir etkisinin olmadığı sonucuna ulaşılrken, her yerde öğrenme (ubiquitous learning) ile bilgi işlemsel düşünmenin birlikte verildiği eğitimin öğrenci başarılarını olumlu yönde etkilediği görülmüştür. Araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerlerine göre bilgi işlemsel düşünme becerileri ve her yerde öğrenmenin (ubiquitous learning) birlikte uygulanmasının öğrencilerin bilişim teknolojileri dersi başarı düzeyleri üzerinde az düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,443$). Peteranetz vd. (2018) nin çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki bilgi ve başarı düzeylerini ne ölçüde etkilediği incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarı seviyelerini anlamlı şekilde yükselttiğini göstermektedir. Bu çalışmadaki etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri başarı düzeyleri üzerinde az düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,358$). Hsu ve Hu (2017) bilgi işlemsel düşünme basamaklarının matematik dersine entegre edildiği bir program uyguladıkları çalışmalarında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik öğrenmesinde etkililiği arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışma sonucunda elde edilen etki büyüklüğü değeri bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı düzeyleri üzerinde az düzeyde bir etkisi olduğunu göstermiştir (Hedges's $g=0,321$). Tsai ve Tsai (2018) nin yürüttükleri bir diğer

çalışmada dış düzenlemeye dayalı öğretimin ve bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerine etkisi incelenmiştir. Buna göre dış düzenlemeye dayalı öğretim süreci ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitimi ayrı ayrı öğrencilerin akademik başarısını artırmaktadır. İlave olarak dış düzenlemeye dayalı öğretim süreci ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitiminin ortak etkisi incelendiğinde öğrencilerin akademik başarılarına daha da yüksek seviyede katkı yaptıkları tespit edilmiştir. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarı düzeyleri üzerinde az düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,320$). Shen vd. (2020) nin çalışmasında bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki akademik başarılarına etkisi incelenmiştir. Araştırma sonuçlarına göre bilgi işlemsel düşünme becerileri bilişim teknolojileri dersi kapsamındaki programlama ve mantık konularında öğrencilerin başarılarını arttırmaktadır. Bu çalışmanın etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin bilişim teknolojileri dersindeki başarı düzeyleri üzerinde az düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,239$).

Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin akademik başarı üzerinde düşük etkisi olduğu çalışmalara bakıldığında Rodriguez-Martinez vd. (2020) nin çalışmasından elde edilen sonuçlara göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin matematik dersindeki akademik başarılarını artırmada etkilidir. Elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı düzeyleri üzerinde düşük bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,111$). Chan vd. (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada bilgi işlemsel düşünmenin matematik dersine entegrasyonun etkililiği incelenmiştir. Bu araştırmanın neticesinde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik başarısına anlamlı bir katkı yapmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin matematik başarısı üzerinde düşük bir etkisi vardır (Hedges's $g=0,021$). Kert vd. (2020) nin çalışması bilgi işlemsel düşünmenin öğrencilerin akademik başarılarına ve kavramsal bilgi seviyelerine katkısını incelemektedir. Buna göre bilgi işlemsel düşünme becerileri öğrencilerin akademik başarılarına ve kavramsal bilgi düzeylerine olumlu katkı yapmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre ise bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin kavramsal bilgi

düzeyleri üzerinde düşük bir etkisi vardır (Hedges's $g=0,039$). Voskoglou (2015) Yunanistan'da yürütülen ve 90 yüksek lisans öğrencisi ile çalışılan araştırmasında matematik öğretiminde bilgi işlemsel düşünme kullanımının öğrencilerin problem çözme becerilerini artırdığını göstermektedir. Bu araştırmadan elde edilen etki büyüklüğü değerine göre bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilerin matematik dersi başarı düzeyleri üzerinde düşük düzeyde bir etkisi bulunmaktadır (Hedges's $g=0,156$). Az ve düşük etki düzeylerinin gözlemlendiği çalışmaların ortak yönleri incelendiğinde bilişim teknolojileri alanında yapılan çalışmaların genelde bu gruplarda yer aldıkları görülmektedir. Bilişim teknolojileri dersinde bilgi işlemsel düşünmenin etkisinin nispeten az olması ilginç bir durum olarak görülebilir. Bu duruma bilişimle ilgili derslerde hali hazırda bilgi işlemsel düşünme basamakları ile uyumlu tarzda programlar uygulanması ve bilgi işlemsel düşünme ile ilgili ekstra eğitimlerin bu alanlardaki akademik başarıya fazla etki etmemiş olmasının sebep olduğu düşünülebilir. Yine bir diğer ortak nokta olarak eğitim seviyeleri olarak lisans ve lisan üstü eğitim seviyelerindeki çalışmaların genelde bu seviyede kaldıkları görülebilir. Bu durumda da daha önce belirtildiği üzere üst seviye bilişsel özelliklerin kazanılmasının öğrencilerin yaşları arttıkça daha da zorlaşmaya başladığı ve bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitimlerinin edindireceği kazanımların azalmaya başlamasının bu duruma sebep olabileceği düşünülebilir.

Araştırma kapsamında ulaşılan yayınların büyük ölçüde yurt dışında yapılan araştırmalar olduğu görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme üzerine Türkiye'de yapılan çalışmaların nispeten az olduğu söylenebilir. Bu konuda bilgi işlemsel düşünme üzerine ülkemizde de daha fazla araştırma yapılması gerektiği düşünülmektedir. Bunun yanında tarama kapsamında ulaşılan yayınların büyük oranda makale ve bildirilerden oluştuğu, bilgi işlemsel düşünme üzerine yapılan yüksek lisans ve doktora tezlerinin sayısının az olduğu görülmüştür. Araştırma sorusu kapsamında incelenen bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarı düzeyi üzerine etkisi hakkında ise herhangi bir tez çalışmasına ulaşılamamıştır. Bu konuda araştırmacıların bilgi işlemsel düşünme üzerine daha çok lisansüstü çalışma yapmaları gerektiği düşünülmektedir.

5.1.2. Etki Büyüklüğünün Alt Gruplarda Farklılaşma Durumuna İlişkin Tartışma

Ortak etki büyüklüğü değerini belirlemek için yapılan analizlere ek olarak, bulgulardaki heterojenliğin nereden kaynaklandığını saptamak amacıyla alt grup karşılaştırmaları yapılmıştır.

Okul düzeyi olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=17,85$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması okul düzeyi alt grupları arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermiştir.

Araştırma kapsamında bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların ağırlıklı olarak ilkokul ve ortaokul düzeyinde öğrenciler üzerinde çalışıldığı görülmektedir. Lise ve üniversite ile lisansüstü düzeylerinde oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır. Buna göre lise ve üzeri eğitim seviyelerinde bilgi işlemsel düşünmenin etkilerinin incelendiği daha fazla çalışmanın yapılması gerektiği düşünülmektedir. Ayrıca okul öncesi düzeyinde de çalışma eksikliği olduğu görülmektedir. Araştırma kapsamında ulaşılan çalışmalar içinden yalnız bir çalışmada okul öncesi ve ilkokul öğrencileri ile bir arada çalışılmıştır. Günümüzde STEM, robotik kodlama gibi eğitimlerin okul öncesi düzeyinde de yaygınlaşmaya başladığı düşünüldüğünde bilgi işlemsel düşünme becerilerinin okul öncesi düzeyde de incelenmesi gerektiği değerlendirilmektedir.

En yüksek etki büyüklüğü değeri ortaokul düzeyi grubunda bulunmuştur (Hedges's $g=3,192$). Uşengül ve Bahçeci (2020), Lapawi vd. (2020) ve Fluck vd.nin (2018) çalışmalarında da bu bulguya benzer şekilde ortaokul düzeyindeki çalışmalarda güçlü etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir. Chongo vd. (2020), Roman-Gonzalez vd. (2018), ile Costa vd. (2017) ise ortaokul düzeyinde yaptıkları çalışmalarda orta etki büyüklüğü değeri elde etmişlerdir. Hsu vd. (2017) ortaokul düzeyinde yaptığı çalışmada az etki büyüklüğü değeri elde ederken; Chan vd. (2020), Rodriguez-Martinez vd. (2020) ve Kert vd.nin (2020) ortaokul düzeyinde yaptıkları çalışmalarda düşük etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

İlkokul (Hedges's $g=0,742$) ve lise (Hedges's $g=0,704$) alt gruplarında orta etki büyüklüğü değeri gözlenmiştir. Felicia vd. (2017), Parsazadeh vd. (2020), Sung vd. (2017; 2020) ve Echeveria vd.nin (2020) yaptıkları ilkokul düzeyi çalışmalarda ve

Aslan vd.nin (2020) lise düzeyinde yaptığı çalışmada da bu bulguyu destekler şekilde orta etki değerleri elde edilmiştir. Chen-Huei vd.nin (2020) ilkokul seviyesinde yaptığı çalışmada yüksek etki büyüklüğü değeri elde edilirken; Shen vd.nin (2020) ilkokul seviyesinde yaptığı çalışmada düşük etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

Üniversite alt grubunda az etki büyüklüğü değeri gözlenmiştir. Tsai ve Tsai (2018), Tsai vd. (2017) ve Peteranetz vd.nin (2018) üniversite düzeyinde yaptıkları çalışmalarda da bu bulguyu destekler şekilde az etki değerleri elde edilirken; Jayaraman vd.nin (2018) üniversite düzeyinde yaptığı çalışmada yüksek etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

Etki büyüklükleri okul düzeyi alt grubunda farklılaşmaktadır. Buna göre en yüksek etki büyüklüğü değerine sahip olan alt grup ortaokul düzeyidir. İlkokul ve lise düzeylerinde de ortaokuldan daha az olmakla birlikte yine yüksek etki değerleri gözlenmiştir. Ortaokul düzeyinde yaşanan bu farkın sebebinin bu düzeyde yapılan çalışmalardaki örneklem sayılarının diğerlerine göre oldukça yüksek olması olduğu düşünülmektedir. Bunun yanında ortaokul öğrencilerinin bilgi işlemsel düşünmeyi uygulamak için en uygun yaş aralıklarından birinde olmasının da bu durumun bir nedeni olabileceği değerlendirilebilir. Üniversite ve üzeri düzeyde yapılan çalışmalar ise az düzeyde etki büyüklüğü değerine sahiptir. Bu duruma belli bir yaşın üzerindeki öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme adımlarını içselleştirmede daha fazla zorluk yaşamalarının sebep olabileceği düşünülebilir. Tun ve Wingfield (1995) ile Johnson ve Newport (1989) çalışmalarında belli bir kritik yaşı aşan öğrencilerin ikinci yabancı dil öğrenim kabiliyetlerinde azalma olduğu görüşünü belirtmişlerdir.

Çalışma disiplini olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=29,47$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden büyük olması çalışma disiplini alt grupları arasındaki farkın anlamlı olduğunu göstermiştir.

En yüksek etki büyüklüğü değeri matematik eğitimi grubunda bulunmuştur (Hedges's $g=2,580$). Fluck vd. (2018) ile Chen-Huei vd.nin (2020) matematik eğitimi alanında yaptıkları çalışmalarda bu bulguya benzer şekilde güçlü etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir. Chongo vd. (2020), Costa vd. (2017), Echeveria vd. (2020) ve Sung vd.nin (2017; 2019) matematik eğitimi alanında yaptıkları çalışmalarda orta etki büyüklüğü değeri elde edilirken; Hsu vd. (2017), Voskoglou (2015), Chan vd. (2020),

ve Rodriguez-Martinez vd.nin (2020) matematik eğitimi alanında yaptıkları çalışmalarda düşük etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

Fen bilimleri alt grubunda da yüksek etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir(Hedges's $g=1,047$). Uşengül ve Bahçeci (2020) ile Lapawi vd.nin (2020) fen bilimleri alanında yaptıkları çalışmalarda bu bulguya benzer şekilde güçlü etki büyüklüğü değeri elde edilirken, Aslan vd. (2020) ile Rodrigues vd.nin (2016) fen bilimleri alanında yaptıkları çalışmalarda orta etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

Bilişim teknolojileri alt grubunda az etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir(Hedges's $g=0,321$). Tsai ve Tsai (2018), Tsai vd. (2017), Shen vd. (2020) ile Peteranetz vd.nin (2018) bilişim teknolojileri alanında yaptıkları çalışmalarda bu bulguya benzer şekilde az etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir. Roman-Gonzalez vd. (2018) ile Felicia vd. (2017) bilişim teknolojileri alanında yaptıkları çalışmalarda orta etki büyüklüğü değeri elde ederlerken, Kert vd.nin (2020) bilişim teknolojileri alanında yaptıkları çalışmada düşük etki büyüklüğü değeri elde edilmiştir.

Araştırma kapsamındaki çalışmaların yürütüldüğü disiplinler incelendiğinde çalışmaların büyük oranda matematik ve bilişim teknolojileri dersleri hakkındaki akademik başarıları inceledikleri görülmektedir. Bunları fen bilimleri alanındaki çalışmalar izlerken az sayıda İngilizce eğitimi ile finansal okuryazarlık eğitimi alanında çalışma bulunmuştur. Bilgi işlemsel düşünmenin daha çok bilgisayarlar ve sayısal problemler ile özdeşleştirildiği şeklindeki algı sebebiyle çalışmaların bu alanlara yoğunlaşmış olmaları normal karşılanabilir. Ancak bilgi işlemsel düşünmenin doğası itibarıyla sözel alanlar da dâhil olmak üzere hemen her disipline uyarlanabileceği göz önüne alındığında söz edilen alanlar dışındaki disiplinlerde de bilgi işlemsel düşünme becerilerinin uygulamalarının yapılması gerektiği düşünülmektedir. Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar da yüksek seviyede etki büyüklüğü değerine sahipken İngilizce eğitimi alanındaki çalışmaların orta düzeyde etkiye sahip oldukları görülmüştür. İlginç bir şekilde en düşük etki büyüklüğü değerine sahip araştırmaların bilişim teknolojileri alanında yapılan çalışmalar olduğu görülmektedir. Bu duruma bilgi işlemsel düşünme adımlarının bilişim teknolojileri konuları içinde zaten var olduğu ve bu sebeple bu eğitimlerin alandaki akademik

başarıyı artırmada fazladan bir etki yaratmadığı durumunun sebep olduğu düşünülmektedir.

Çalışmaların yapıldığı ülkelerin bölgeleri olarak belirlenen alt gruplara ait heterojenlik değerinin ($Q_B=7,47$, $p<,05$) Ki-Kare kritik değerinden küçük olması alt gruplar arasındaki farkın anlamsız olduğunu göstermektedir. Yani kıtalara göre ülkeler gruplandırıldığında bilgi işlemsel düşünmenin akademik başarı üzerindeki etkisi anlamlı şekilde değişmemektedir.

Çalışmaların yapıldıkları ülkeler göz önüne alındığında Amerika Birleşik Devletleri ile uzak doğu ülkelerinin ağırlıklı olduğu görülmektedir. Bilgi işlemsel düşünme ve STEM gibi kavramların ilk defa Amerika Birleşik Devletlerinde ortaya çıktıkları göz önüne alındığında en fazla çalışmanın burada yapılmış olması beklenen bir sonuç olarak görülebilir. Yine uzak doğu ülkelerinde de teknoloji kullanımının günlük hayatla oldukça iç içe geçmiş olması ve teknoloji eğitiminin devlet politikası olarak görülmesinin bu ülkelerde bilgi işlemsel düşünme alanında fazla sayıda çalışma yapılmış olmasını açıkladığı düşünülebilir. Ancak Avrupa Birliği ülkelerinde de STEM, robotik kodlama gibi konulara ve eğitimlere oldukça kaynak ayrıldığı halde araştırma sorusu kapsamında incelenen alanda oldukça az sayıda çalışmaya rastlanmıştır olması ilginç bir durum olarak görülebilir. Ülkeleri kıtalarına göre ayırdığımızda ise çalışma sayılarının yaklaşık olarak eşit sayıda olduğu görülmektedir ancak daha önce belirtildiği gibi batı ülkelerinde çalışma sayısı olarak Amerika Birleşik Devletleri büyük ağırlığa sahip olduğu için kalan batı ülkelerindeki çalışma sayısının az olması göze çarpmaktadır. Bu durumun bir sebebinin Avrupa’da İngilizce konuşulan ülkeler dışındaki diğer gelişmiş ülkelerde de benzer çalışmalar yapılıyor olabileceği ancak tarama süreci sadece İngilizce dilinde yapıldığı için bu yayınlara ulaşılammış olabileceği ihtimali olduğu düşünülmektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE ÖNERİLER

6.1. Sonuç

Bu araştırmada, 2015-2020 yılları arasında gerçekleştirilen çalışmalardaki bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerindeki etki düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Araştırma kapsamına alınan çalışmaların deneysel olarak ortalama etki büyüklüğü hesaplamalarının hangi modele göre yapılacağını belirlemek amacıyla Q ve I^2 istatistikleri yapılmıştır. Elde edilen bu analizler sonrasında araştırmaya dâhil edilen çalışmaların yayın türü, yapıldığı ülke, öğrenim düzeyi ve çalışma disiplinleri konularında heterojenlik gösterdiği tespit edildiğinden bütün analizler rastgele etkiler modeline uygun olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma bulgularına dayanarak varılan sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

Araştırmacının yürütülen birincil çalışmaların farklı bağlamlarda olmasına ilişkin öngörüsü dolayısıyla rastgele etkiler modeli seçilmiş ve ortalama etki büyüklüğü değeri 1,451 olarak belirlenmiştir.

Yapılan deneysel çalışmalardan elde edilen ortak etki büyüklüğü değerinin 1,451 olması, bilgi işlemsel düşünme becerisinin öğrenci başarısı üzerinde geniş düzeyde (Cohen, 1988) olumlu etkisinin olduğunu göstermektedir. Belirlenen etkinin geçerliliğine ilişkin yayın yanlılığının olmadığı ve etki büyüklüğü değerinin geçerli olduğu görülmüştür. Hesaplanan etki büyüklüğü değerinin omega kare eşdeğeri

0,349'dur. Bu değer, farklı ülkelerden 3315 öğrenciyi örnekleyen 24 deneysel araştırmaya göre bilgi işlemisel düşünme becerisinin akademik başarı üzerinde %34,9 oranında pozitif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Elde edilen bu sonuç, son yıllarda giderek artan bir şekilde ele alınan ve 21. yüzyıl için önemli bir özellik olarak nitelendirilen bilgi işlemisel düşünme becerilerinin öğrencilerin akademik başarıları üzerinde güçlü düzeyde bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Günümüzde teknoloji kullanımı her geçen gün kapsamını genişletmekte, yaratıcı ve eleştirel düşünebilen, algoritmik düşünme becerilerini içselleştirmiş insanlara olan ihtiyaç gitgide artmaktadır. Bu bakımdan bilgi işlemisel düşünme becerilerinin eğitim müfredatlarına dâhil edilmesinin, her yaştan ve disiplinden öğrencilerin bilgi işlemisel düşünme ile ilgili eğitimler alması için gerekli evrimii kaynaklara yönlendirilmesinin ve konunun uzmanları tarafından düzenlenecek olan eğitimsel katılımlarının sağlanması gerektiği düşünülmektedir.

Araştırma kapsamında ulaşılan yayınların büyük ölçüde yurt dışında yapılan araştırmalar olduğu görülmektedir. Bilgi işlemisel düşünme zerine Türkiye’de yapılan çalışmaların nispeten az olduğu söylenebilir.

Araştırma kapsamında bilgi işlemisel düşünmenin ğrenci başarısı üzerine etkilerinin incelendiği çalışmaların ağırlıklı olarak ilkokul ve ortaokul düzeyinde öğrenciler üzerinde çalışıldığı görülmektedir. Lise ve niversite ile lisansüstü düzeylerinde oldukça az sayıda çalışma bulunmaktadır.

Araştırma kapsamındaki çalışmaların yürütüldüğü disiplinler incelendiğinde çalışmaların büyük oranda matematik ve bilişim teknolojileri dersleri hakkındaki akademik başarıları inceledikleri görülmektedir. Bunları fen bilimleri alanındaki çalışmalar izlerken az sayıda İngilizce eğitimi ile finansal okuryazarlık eğitimi alanında çalışma bulunmuştur.

Araştırmaya dâhil edilen çalışmaların yayınlandıkları yıllara bakıldığında günümüze yaklaşıldıkça yayın sayısının arttığı görülmektedir. Zaten araştırma sayısının son yıllarda hızlı artış göstermesi araştırma kapsamı olarak 2015-2020 yılları arasının seçilmesindeki ana etken olmuştur. Yönelimin bu şekilde devam edeceği göz önüne alındığında ilerleyen yıllarda bu alandaki çalışmaların sayısının gittikçe artacağı ve farklı çalışmaların evrene dâhil olmasıyla ileride daha kesin ve ayrıntılı sonuçlar

verebilecek yeni bilgi işlemsel düşünme meta-analiz ve meta-sentez çalışmalarının yapılabileceği düşünülmektedir.

Çalışmaların yapıldıkları ülkeler göz önüne alındığında Amerika Birleşik Devletleri ile uzak doğu ülkelerinin ağırlıklı olduğu görülmektedir.

Araştırma kapsamında elde edilen bulgulardan bir diğeri de alt grup değişkenlerinin farklı etki değerlerine sahip olmasıdır.

Örneğin etki büyüklükleri okul düzeyi alt grubunda farklılaşmaktadır. Buna göre en yüksek etki büyüklüğü değerine sahip olan alt grup ortaokul düzeyidir. İlkokul ve lise düzeylerinde de ortaokuldan daha az olmakla birlikte yine yüksek etki değerleri gözlenmiştir.

Etki büyüklüklerinin farklılaştığı bir diğeri alt grup çalışma disiplinleridir. Bu bağlamda en büyük etki büyüklüğü değerine matematik eğitimi alanında yapılan çalışmalar sahiptir. Fen bilimleri alanında yapılan çalışmalar da yüksek seviyede etki büyüklüğü değerine sahipken İngilizce eğitimi alanındaki çalışmaların orta düzeyde etkiye sahip oldukları görülmüştür.

Farklılaşma yaşanan bir diğeri alt grubun çalışmanın yapıldığı ülkeler olduğu görülmektedir. En yüksek etki büyüklüğü değerine sahip alt grubun Avustralya’da yapılan çalışmalar olduğu belirlenmiştir. Bunun yanında Amerika Birleşik Devletleri, Brezilya, Kolombiya, Malezya, Tayvan ve Türkiye’de yapılan çalışmalarda yüksek etki değerleri elde edilirken İspanya alt grubunda orta düzeyde bir etki büyüklüğü değerine ulaşılmıştır. Yine ülkelere bölgelerine göre bakıldığında doğu ülkelerinde yürütülen çalışmaların batı ülkelerinde yürütülen çalışmalara göre daha yüksek etki değerlerine sahip oldukları sonucuna ulaşılmıştır.

Etki büyüklüğü değerlerinde farklılık yaratabileceği düşünülen bir başka değişken olarak çalışmanın yürütülme süresi değişkeni incelenmiştir. Araştırmaların uygulama kısmında geçen süreler 1 gün ile 1 dönem arasında değişmektedir. Analiz için yapılan meta-regresyon sonucuna göre araştırmanın yapıldığı sürelerin anlamlı bir farklılık yaratmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Yani bilgi işlemsel düşünme uygulamalarının kısa sürede ya da bir döneme yayılarak verilmesi öğrenci başarısı üzerinde anlamlı bir değişiklik yaratmamaktadır. Bu durumdan öğrencilerin bilgi

işlemsel düşünme becerilerini fazla bir süreye ihtiyaç duymadan edinebildikleri ve bunları uygulamaya koyabildikleri sonucunun çıkarılabileceği değerlendirilmektedir.

6.2. Öneriler

Araştırmadan elde edilen sonuçlara dayanarak uygulamacılara ve araştırmacılara aşağıdaki gibi öneriler sunulabilir:

6.2.1. Araştırmacılar İçin Öneriler

- Avrupa Birliği ülkeleri ile Ortadoğu ülkeleri ve Türkiye’de bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen daha fazla akademik çalışma yapılması düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünmenin bilişim teknolojileri ile matematik eğitimi dışındaki alanlardaki öğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen daha fazla akademik çalışma yapılması düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünme üzerine farklı boyutların incelendiği akademik çalışmaların sayısı artırılması düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünmenin okul öncesi ve lisans ve üstü seviyelerde öğrenci başarısı üzerine etkisini inceleyen daha fazla akademik çalışma yapılması düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünmenin öğrenci başarısı üzerine etkisinin incelendiği lisansüstü çalışmalar yapılması düşünülebilir.

6.2.2. Uygulayıcılar İçin Öneriler

- Bilgi işlemsel düşünme becerilerinin öğrencilere kazandırılması amacıyla alan uzmanları rehberliğinde derslere ek olarak çeşitli kurslar, eğitimler ve etkinliklerin düzenlenmesi düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünme becerileri eğitimlerinde kullanılmak üzere çeşitli basılı ve çevrimiçi kaynaklar oluşturulması düşünülebilir.

6.2.3. Politika Yapıcılar İçin Öneriler

- 21. yüzyılda gereken niteliklere sahip insanların yetiştirilmesinde bilgi işlemsel düşünme becerilerine sahip olmanın önemli bir rolü olacağı değerlendirilmektedir. Bu nedenle bu becerilerin eğitim programlarında yer almasının sağlanması düşünülebilir.
- Bilgi işlemsel düşünme becerilerini öğrencilere kazandırabilecek alan uzmanlarının yetiştirilmesi için gereken kaynaklar ve eğitim ortamlarının hazırlanması düşünülebilir.



KAYNAKLAR

- Agalianos, A., Noss, R., & Whitty, G. (2001). Logo in mainstream schools: The struggle over the soul of an educational innovation. *British Journal of Sociology of Education*, 22(4), 479-500.
- Ahorani, D. (2000). Cotiga, Ergo, Sum! cognitive processes of students dealing with data structures. *ACM SIGCSE Bulletin*, 32(1), 26-30.
- Akobeng, A. K. (2005). Understanding systematic reviews and meta-analysis. *Archives Of Disease In Childhood*, 90(8), 845-848.
- Allen, M. (2004). *Smart Thinking: Skills for Critical Understanding and Writing* (2. Basım b.). Oxford University Press.
- Altun, M. (2014). *Ortaokullarda (5, 6, 7 ve . sınıflarda) matematik öğretimi*. Bursa: Alfa Aktüel.
- Altun, M. & Ç. Arslan. (2006). A Study on Learning of the Problem Solving Strategies by Secondary School Students. *Journal of Uludag University of Faculty of Education*. 19 (1): 1–21.
- Artut, P. D. & K. Tarım. (2006). Investigation of the Elementary School Students' Problem Solving Levels, Problem Solving Strategies and Error Types in the Non-routine Word Problems. *Journal of Çukurova University Institute of Social Sciences*. 15 (2): 39–50.
- Aslan, U., LaGrassa, N., Horn, M., & Wilensky, U. (2020). Putting the Taxonomy into Practice: Investigating Students' Learning of Chemistry with Integrated Computational Thinking Activities. In *American Education Research Association (AERA) 2020 Annual Meeting*.
- Baker, M., Rudd, R., & Pomeroy, C. (2001). Relationships between critical and creative thinking. *Journal of Southern Agricultural Education Research*, 51(1), 173-188.
- Bakioğlu, A. ve Özcan, Ş. (2016). *Meta-analiz*. Ankara: Nobel Yayıncılık.

- Barr, V., 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.
- Batur, Z., & Ulutaş, M. (2013). PISA ile Türkçe öğretim programındaki okuduğunu anlama kazanımlarının örtüşme düzeylerinin incelenmesi. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 6(2), 1549-1563.
- Baykul, Y. (2014). *Ortaokulda Matematik Öğretimi(5-8. Sınıflar)*. Ankara: Pegem Akademi Yayınları.
- Başol, G., Doğuyurt, M. F., ve Demir. S. (2016). Türkiye örnekleminde meta analiz çalışmalarının içerik analizi ve metodolojik değerlendirilmesi. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 714-745.
- Beth, E. W., & Piaget, J. (1966). *Mathematical epistemology and psychology*. Dordercht: Reidel.
- bilgekunduz.org. (2020). <https://bilgekunduz.org/> adresinden alındı.
- Booth W. A., (2013). *Mixed-methods study of the impact of a computational thinking course on student attitudes about technology and computation*. Yayınlanmamış Doktora Tezi, Baylor University, Texas USA.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., ve Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to Meta-analysis*. West Sussex-UK: John Wiley & Sons Ltd.
- Borenstein, M., Hedges. L. V., Higgins, J. P.T. ve Rothstein. (2013). *Meta analize giriş* (Çev. Serkan DİNÇER). Ankara: Anı.
- Bozkurt, B. Ü. (2016). Türkiye’de okuma eğitiminin karnesi: PISA ölçeğinden çıkarımlar. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 16(4).
- Brennan, K., & Resnick, M. (2012, April). New framework for studying and assessing the development of computational thinking. *In Proceedings of the 2021 annual meeting of the American Educational Research Association*, 1-25.
- BTK, (2020). *Türkiye Elektronik Haberleşme Sektörü Pazar Verileri Raporu*. <https://www.btk.gov.tr/uploads/pages/pazar-verileri/4-ceyrekraporu-2019-5eb4093cc1d6e.pdf> adresinden alındı.

- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F. (2012). *Bilimsel araştırma yöntemleri. 11. Baskı*. Ankara: Pegem Yayınevi.
- Card, N. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. USA: The Guilford Press.
- Chambers, E. A. (2004). An introduction to meta-analysis with articles from the journal of educational research (1992-2002). *The Journal Educational Research*, 98(1), 35-44.
- Chan, S. W., Looi, C. K., Ho, W. K., Huang, W., Seow, P., Wu, L., & Kim, M. S. (2020). Computational Thinking Activities in Number Patterns: A Study in a Singapore Secondary School. *28th International Conference on Computers in Education*.
- Chen-Huei, L., Hui-Ju, H. & Pei-Chen, W. (2020). Integrating Computational Thinking in math courses for 3rd and 4th Grade students with Learning disabilities via Scratch. In *Proceedings of the 51st ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 1282-1282).
- Cheung, M. W. L., & Vijayakumar, R. (2016). *A guide to conducting a meta-analysis*. Neuropsychology review, 26(2), 121-128.
- Chongo, S., Osman, K., & Nayan, N. A. (2020). Level of Computational Thinking Skills among Secondary Science Student: Variation across Gender and Mathematics Achievement. *Science Education International*, 31(2), 159-163.
- Cortina, T. J. (2015). Reaching a broader population of students through unplugged activities. *Communications of the ACM*, 58(3), 25-27.
- Csizmadia, A., Curzon, P., Dorling, M., Humphreys, S., Ng, T., Selby, C., & Woollard, J. (2015). Computational thinking: A guide for teachers. <http://community.computingatscholl.org.uk/resources/2324> adresinden alındı
- CSTA (2017). CSTA K-12 Computer Science Standards Revised. [https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA A%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf](https://www.doe.k12.de.us/cms/lib/DE01922744/Centricity/Domain/176/CSTA%20Computer%20Science%20Standards%20Revised%202017.pdf) adresinden alındı.

- Coe, R. (2002). *It's the effect size, stupid*. British Research Association Annual Conference (pp. 1-18). Exeter. UK.
- Cohen, L., Manion, L. ve Morrison, K. (2007). *Research methods in education* (6th ed.). London and New York: Routledge Falmer.
- Cooper, H., Hedges. L. V., ve Valentine, J. C. (Eds.). (2009). *The handbook of research synthesis and meta-analysis (2nd edition)*. New York: Russell Sage Publication.
- Cooper, H. (2010). *Research Synthesis and Meta-Analysis: A Step-by-Step Approach, 4th Edition*. Thousand Oaks, CA: Sage Publications Inc.
- Costa, E. J. F., Campos, L. M. R. S., & Guerrero, D. D. S. (2017). Computational thinking in mathematics education: A joint approach to encourage problem-solving ability. In *2017 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.
- Cumming, G. (2012). *Understanding the new statistics*. New York: Routledge. Taylor and Francis Group.
- Çağlayan Öztürk, Ç. (2013). İlköğretim sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç, eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerileri arasındaki ilişkinin incelenmesi. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Çakır, E. (2017). *Ters yüz sınıf uygulamalarının fen bilimleri 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, zihinsel risk alma ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi*. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Çarkungöz, E., & Ediz, B. (2009). Meta analiz. *Uludağ Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 28(1), 33-37.
- Çetin, E. (2016). Okul öncesi çocukların problem çözme sürecinde teknoloji destekli şematik düzenleyicilerin kullanımına yönelik bir durum çalışması. *Doktora tezi*. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü.

- Çetin, İ. (2015). Students' understanding of loops in computer programming: An APOS theory perspective. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 15(2), 1098-1111.
- Çetin, İ., & Dubinsky, E. (2017). Reflective abstraction in computational thinking. *Journal of Mathematic Behavior*, 47, 70-80.
- Çetin, İ., & Toluk Uçar, Z. (2020). Bilgi İşlemsel Düşünme Tanımı ve Kapsamı. *Bilgi İşlemsel Düşünmeden Programlamaya* (s. 43) İçinde. Ankara : Pegem Akademi.
- Dagiene, V., & Futschek, G. (2008). Bebras international contest on informatics and computer literacy: Criteria for good tasks. *Informatics education-supporting computational thinking*, 19-30.
- Dagiene, V., & Stupuriene, G. (2016). Bebras-a sustainable community building model for the concept based learning of informatic and computational thinking. *Informatics in Education*, 15(1), 25.
- Demirel, G., & Yağmur, K. (2017). Uluslararası PIRLS uygulamaları ölçütlerine göre Türk öğrencilerin üst düzey düşünme becerilerinin değerlendirilmesi. *Journal of Language Education and Research*, 3(2), 95-106.
- Denning, P. J. (2009). The profession of IT Beyond computational thinking. *Communications Of The Acm*, 52(6), 28-30.
- Dinçer, S. (2014). *Eğitim bilimlerinde uygulamalı meta-analiz (1. Baskı)*. Ankara: Pegem Akademi.
- Donaldson, S. I. (2001). Mediator and moderator analysis in program development. *Handbook of Program Development for Health Behavior Research and Practice*, 470-496.
- Doornekamp, G. (2002). A comparative study on ICT as a tool for the evaluation of the policies on ICT in education. *Studies in Educational Evaluation*, 28(3), 253–271.
- Dubinsky, E. (1995). ISETL: A programming language for learning mathematics. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 48(9), 1027-1051.

- Duval, S. & Tweedie, R. (2000). Trim and fill: a simple funnel-plot-based method of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455–463.
- Echeverría, L., Cobos, R., Morales, M., Moreno, F., & Negrete, V. (2019). Promoting computational thinking skills in primary school students to improve learning of geometry. In *2019 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 424-429). IEEE.
- edu.google.com. (2020). https://edu.google.com/intl/ALL_tr/products/workspace-for-education/ adresinden alındı
- Ellis, P. D. (2012). *The essential guide to effect sizes. (5th edition)*. Cambridge-UK: Cambridge University Press.
- Erdem, E. (2018). *Blok tabanlı ortamlarda programlama öğretimi sürecinde farklı öğretim stratejilerinin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi*. Başkent Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Felicia, A., Sha'rif, S., Wong, W. K., & Mariappan, M. (2017). Computational thinking and tinkering: Exploration study of primary school students' in robotic and graphical programming. *Asian Journal of Assessment in Teaching and Learning*, 7, 44-54.
- Feurzeig, W., & Papert, S. A. (2011). Programming- languages as a conceptual framework for teaching mathematics. *Interactive Learning Environments*, 19(1), 217-228.
- Fitz-Gibbon, C. T. (1985). The implications of meta-analysis for educational research. *British Educational Research Journal*, 11(1), 45-49.
- Flavell, j. H. (1979). Metacognition and comprehension monitoring: A new era of cognitive development inquiry. *American Psychologist*, 34, 906-911.
- Fluck, A. E., Chin, C. K. H., & Ranmuthugala, D. (2018). Transformative Computational Thinking in Mathematics. In *Open Conference on Computers in Education* (pp. 34-43). Springer, Cham.

- Futschek, G. (2006). Algorithmic thinking: in Secondary schools- Evolution and Perspectives. *Springer Berlin Heidelberg*, 159-168.
- Gardner, H. (1985). *Frames of minds: Thinking skills: Critical thinking and problem solving*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Google Education (2017). *Computational Thinking For Educators*.
<https://computationalthinkingcourse.withgoogle.com/unit?lesson=8&unit=1>
 adresinden alındı
- Google Education (2020). https://edu.google.com/intl/ALL_tr/ adresinden alındı
- Google Trends. (2020). [https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=%22computational %20thinking%22](https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=%22computational%20thinking%22) adresinden alındı.
- Güneş, F. (2012). Öğrencilerin düşünme becerilerini geliştirme. *Türklük Bilimi Araştırmaları*, (32), 127-146.
- Harel, I. E., & Papert, S. E. (1991). *Constructionism*. Ablex Publishing.
- Hartung, J., Knapp, G., ve Sinha, B. K. (2008). *Statistical meta-analysis with applications*. New Jersey: Wiley Publishing Inc.
- Hedges, L. V. (2017). *Meta-analiz*. (Ö. Baltacı, Çev.). Arthur, J., Waring, M., Coe, R., Hedges, L. V. (Erözkan, A. ve Büyüköksüz, E. Çev. Ed.) *Eğitimde araştırma yöntemleri ve metodolojileri*.
- Henderson, P. (2008). Computer science unplugged. *Journal of Computing Sciences in Colleges*, 23(3), 168-168.
- Hsu, T. C., & Hu, H. C. (2017). Application of the four phases of computational thinking and integration of blocky programming in a sixth-grade mathematics course. In *Proceedings of international conference on computational thinking education* (pp. 73-76).
- Heong, Y. M., Othman, W. B., Yunus, J. B. M., Kiong, T. T., Hassan, R. B., & Mohamad, M. M. B. (2011). The level of marzano higher order thinking skills among technical education students. *International Journal of Social Science and Humanity*, 1(2), 121.

<https://mufredat.meb.gov.tr>. (2020). <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=374> adresinden alındı

<https://code.org>. (2020). <https://code.org/international/about> adresinden alındı

<https://k12cs.org>. (2020). <https://k12cs.org/curriculum-assessment-pathways/> adresinden alındı

<https://www.barefootcomputing.org>. (2020). <https://www.barefootcomputing.org/about-barefoot> adresinden alındı

<https://www.barefootcomputing.org>. (2020). <https://www.barefootcomputing.org/concepts-and-approaches> adresinden alındı

Internet World Stats (2017). World Internet usage statistics, population and telecommunications reports, <http://www.internetworldstats.com/stats.htm> adresinden alındı

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

ISTE. (2011). *Operational Definition for Computational Thinking*. https://cdn.iste.org/www-root/Computational_Thinking_Operational_Definition_ISTE.pdf.

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

Jayaraman, J. D. (2018). Teaching Financial Literacy using Computational Thinking. *Proceedings of the Northeast Business & Economics Association*.

Johnson, J. S., & Newport, E. L. (1989). Critical period effects in second language learning: The influence of maturational state on the acquisition of English as a second language. *Cognitive psychology*, 21(1), 60-99.

Jonassen, D. H. (2000). *Computers as midtools for schools: Engaging critical thinking*. Prentice Hall.

- Jonsson, B., Norqvist, M., Liljekvist, Y., & Lintner, J. (2014). Learning Mathematics through algorithmic and creative reasoning. *The Journal Mathematical Behavior*, 36, 20-32.
- Kablan, Z., Topan, B., & Erkan, B. (2013). Sınıf içi öğretimde materyal kullanımının etkililik düzeyi: Bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Eğitim Bilimleri*, 13(3), 1629-1644.
- Kalelioğlu, F., Gülbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal of Modern Computing*, 4(3), 583.
- Kanadlı, S. (2019). A Meta-Summary of Qualitative Findings about STEM Education. *International Journal of Instruction*, 12(1), 959-976.
- Kanadlı, S., & Akay, C. (2019). Schommer'ın epistemolojik inançlar modelinin cinsiyet ve akademik başarı açısından incelenmesi: Bir meta-analizi çalışması. *Eğitim ve Bilim*, 44(198).
- Kert, S. B., Erkoç, M. F., & Yeni, S. (2020). The effect of robotics on six graders' academic achievement, computational thinking skills and conceptual knowledge levels. *Thinking Skills and Creativity*, 38, 100714.
- Kış, A. (2013). Okul müdürlerinin öğretimsel liderlik davranışlarını gösterme düzeylerine ilişkin yönetici ve öğretmen görüşlerine yönelik bir meta-analiz (Doktora tezi). İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Knuth, D. E. (1985). Algorithmic thinking and mathematical thinking. *The American Mathematical Monthly*, 92(3), 170-181.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y., Oluk, A., Sarıoğlu, S. (2015). Bireylerin bilgisayarca düşünme becerilerinin farklı değişkenler açısından incelenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 68-87.
- Korkmaz, Ö., Çakır, R., Özden, M. Y. (2016). Bilgisayarca Düşünme Beceri Düzeyleri Ölçeğinin (Bdbd) Ortaokul Düzeyine Uyarlanması. *Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 1(2).

- Kozma, R. B., Anderson, R. E. (2002). Qualitative case studies of innovative pedagogical practices using ICT. *Journal of computer assisted learning*, 18(4), 387-394.
- Kök, A. (2018). *Harmanlanmış öğrenme yönteminin etkililiği: Bir meta-analiz çalışması* (Yüksek lisans tezi). Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Kramer, J. (2007). Is abstraction the key to computing? *Communications of the ACM*, 50(4), 36-42.
- Kurfiss, J. (1988). Critical Thinking: Theory, research, practice, and possibilities. *ASHEERIC Higher Education Report No.2*. Washington, DC: Association For The Study Of Higher Education.
- Lai, S. L., Chang, T. S., Ye, R. (2006). Computer usage and reading in elementary schools: A cross-cultural study. *Journal of Educational Computing Research*, 34(1), 47-66.
- Lapawi, N., & Husnin, H. (2020). The Effect of Computational Thinking Module on Achievement in Science onal Thinking Modules on Achievement in Science. *Science Education International*, 31(2), 164-171.
- Lau, J. Y. (2011). *An introduction to critical and creativity: Think more, think better*. New Jersey: John Wiley & Sons.
- LEGO Education. (2018). *WeDo 2.0 Computational thinking teachers guide*. LEGO Education.
- Liskov, B., & Guttag, J. (2000). *Program development in JAVA: abstraction, specification, and object-oriented design*. Pearson Education.
- Lipsey, M. W., ve Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. Sage Publications, Inc.
- Lu, J. J., & Fletcher, G. H. (2009). Thinking about computational thinking. In *Proceedings of the 40th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 260-264).

- Mayer, R. E. (1992). *Thinking, problem solving, cognition* (2nd Ed. b.). New York: Freeman.
- Mayer, R. E. (1998). Cognitive, metacognitive and motivational aspects of problem solving. *Instructional Science*, 26, 49-63.
- Milli Eğitim Bakanlığı. (2020). *Öğretmen Kitaplığı*. <https://ogretmen.meb.gov.tr/kitap/bilgiislemsel1/> adresinden alındı.
- Moher, D., Shamseer, L., Clarke, M., Ghersi, D., Liberati, A., Petticrew, M., Shekelle, P. ve Stewart, L, A. (2015). *Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement*. *Systematic reviews*, 4(1), 1-9.
- Moore, B. N., & Parker, R. (2008). *Critical Thinking* (9. Basım b.). McGraw-Hill.
- Nardelli, E. (2019). Do we really need computational thinking?. *Communications of the ACM*, 62(2), 32-35.
- National Research Council. (2010). *Report of a workshop on the scope and nature of computational thinking*. Washington, DC: The National Academies Press.
- Newell, A., & Simon , H. A. (1972). *Human problem solving*. Englewood Cliffs: NJ: Printice-Hall.
- Oktaç , A., & Çetin , İ. (2016). *APOS teorisi ve matematiksel kavramların öğrenimi*. Ankara : Pegem Akademi .
- Oluk, A. (2017). *Öğrencilerin bilgisayarca düşünme becerilerinin mantıksal matematiksel zekâ ve matematik akademik başarıları açısından incelenmesi*. Amasya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Amasya: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Otaran, A. (2017). *Design, control and evaluation of educational devices with series elastic actuation*. Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Book.
- Papert, S. (1996). An exploration in the space of mathematics educations. *Int. J. Comput. Math. Learn.*, 1(1), 95-123.

- Parsazadeh, N., Cheng, P. Y., Wu, T. T., & Huang, Y. M. (2020). Integrating Computational Thinking Concept Into Digital Storytelling to Improve Learners' Motivation and Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 59(3), 470-495.
- Patan , B. (2016). *Okul öncesi kodlama öğretim programının geliştirilmesi*. İstanbul: Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Peteranetz, M. S., Wang, S., Shell, D. F., Flanigan, A. E., & Soh, L. K. (2018). Examining the impact of computational creativity exercises on college computer science students' learning, achievement, self-efficacy, and creativity. In *Proceedings of the 49th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 155-160).
- Petitti, D. B. (2000). *Meta-analysis. decision analysis. and cost-effectiveness analysis* (2nd edition). New York: Oxford University Press.
- Petticrew, M., ve Roberts, H. (2006). *Systematic reviews in the social sciences*. MAUSA: Blackwell Publishers Ltd.
- Piaget, J. (1964). Cognitive development in children: Development and Learning. *Journal of Research in Science Teaching*, 2(3), 176-186.
- Polya, G. (1957). *How to Solve it: A New Aspects of Mathematical Methods*. Prentice University Press.
- Quesada, J., Kintsch, W., & Gomez, E. (2005). Complex problem-solving: a field in search of a definition? *Theoretical Issues in Ergonomics Science*, 6(1), 5-33.
- Resnick, M., Ocko, S., & Papert, S. (1988). *LEGO, Logo, and design*. Children's Environments Quarterly.
- Resnick, M., Ocko, S., & Papert, S. (1988). LEGO, Logo, and design. *Children's Environments Quarterly* , 14-18.
- Ribble, M. S., Bailey, G. D., & Ross, T. W. (2004). Digital citizenship: Addressing appropriate technology behavior. *Learning & Leading with technology*, 32(1), 6.

- Robson, C. (2015). Real world research. Bilimsel araştırma yöntemleri gerçek dünya araştırması.(Ş. Çinkır ve N. Kasımoğlu, Çev.) (s.551) içinde. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Rodrigues, R. S., Andrade, W. L., & Campos, L. M. S. (2016). Can Computational Thinking help me? A quantitative study of its effects on education. In *2016 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)* (pp. 1-8). IEEE.
- Rodríguez-Martínez, J. A., González-Calero, J. A., & Sáez-López, J. M. (2020). Computational thinking and mathematics using Scratch: an experiment with sixth-grade students. *Interactive Learning Environments*, 28(3), 316-327.
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J., & Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 18, 47-58.
- Rothstein, H. R., Sutton, A. J., & Borenstein, M. (Eds.). (2005). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. West Sussex: John Wiley ve Sons.
- Schmidt, F.L. ve Hunter, J.E. (2015). *Methods of Meta-Analysis Correcting Error and Bias in Research Findings*. Thousand Oaks: Sage.
- Schneider, G. M., & Gersting, J. (2016). *Invitation to computer science* . Nelson Education.
- Schoenfeld, A. (1987). What's all the fuss about metacognition. A. Scohenfeld (Dü.) içinde, *Cognitive Science and Mathematics Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- scratch.mit.edu. (2020). Scratch. <https://scratch.mit.edu/studios/1611338/> adresinden alındı
- Sedgewick, R., & Wayne , K. (2011). *Algorithms*. Addison-Wesley.
- Sengupte, P., Kinnebrew, J., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with k-12 science education using agent – based computation: a theoretical framework. *Educ Inf Technol*, 351-380

- Shen, J., Chen, G., Barth-Cohen, L., Jiang, S., & Eltoukhy, M. (2020). Connecting computational thinking in everyday reasoning and programming for elementary school students. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-21.
- Shute, V. J., Sun, C., & Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22, 142-158.
- Smith, M. (1991). Toward a untied theory of problem solving. M. Smith (Ed.) içinde, *A view from biology*. NJ: Hillsdale.
- Staff, C. A. C. M. (2017). Computational thinking is not necessarily computational. *Communications of the ACM*, 60(9), 8-9.
- Sung, W., Ahn, J., & 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.
- Sung, W., & 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.
- Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving: Effects on learning. *Cognitive Science*, 12, 257-285.
- Syslo, M. M., & Kwiatkowska, A. B. (2015, September). Introducing a new computer science curriculum for all school levels in Poland. In: *International Conference on Informatics in Schools: Situation, Evolution, and Perspectives*, 141-154.
- Şahin, G. (2018). *Ortaokul seviyesinde programlama öğretimi için bir yöntem önerisi*. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Şahin, Y. L. (2021). Öğretme- Öğrenme Sürecinde Bilişim Teknolojileri. Y. L. Şahin, & P. D. Şendağ (Ed.) içinde, *Öğretim Teknolojileri Etkili ve Eğlenceli Öğrenme Deneyimi Tasarım Rehberi* (s. 147-186). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Şahinel, S. (2002). *Eleştirel Düşünme*. Ankara: Pagem Akademi Yayıncılık.

- Şahiner, A. (2017). *Komputasyonel düşünmek kavramı ile ilgili 2006 – 2016 yılları arasındaki bilimsel yayınların incelenmesi: doküman analizi çalışması*. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Şen, S. & Yıldırım, İ. (2020). *CMA ile meta-analiz uygulamaları* (1.Baskı). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Talim ve Terbiye Kurulu. (2018). Milli Eğitim Bakanlığı Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programı: 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar. Ankara.
- Tanujaya, B., Mumu, J., & Margono, G. (2017). The Relationship between Higher Order Thinking Skills and Academic. *International Education Studies* . 10(11), 78-85.
- Taş, N. (2018). *Farklılaştırılmış bilgisayar destekli matematik etkinliklerinin üstün yeteneklilerin bilgi işlemsel düşünme özyeterlikleri ve matematiğe yönelik tutumlarına etkisi*. Atatürk Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Erzurum: Yayınlanmamış doktora tezi.
- Taylor, I. A. (1959). *The nature of the creative process*. New York: Hasting House: In P. Smith (ed) *Creavity*.
- Tsai, M. C., & Tsai, C. W. (2018). Applying online externally-facilitated regulated learning and computational thinking to improve students' learning. *Universal Access in the Information Society*, 17(4), 811-820.
- Tsai, C. W., Shen, P. D., Tsai, M. C., & Chen, W. Y. (2017). Exploring the effects of web-mediated computational thinking on developing students' computing skills in a ubiquitous learning environment. *Interactive learning environments*, 25(6), 762-777.
- Tun, P. A., & Wingfield, A. (1995). Does dividing attention become harder with age? Findings from the Divided Attention Questionnaire. *Aging, Neuropsychology, and Cognition*, 2(1), 39-66.
- Türk Dil Kurumu. (2020). "örüntü" kelimesinin araştırması. <https://sozluk.gov.tr/> adresinden alındı.

- Uşengül, L., & Bahçeci, F. (2020). The Effect of LEGO WeDo 2.0 Education on Academic Achievement and Attitudes and Computational Thinking Skills of Learners toward Science. *World Journal of Education*, 10(4), 83-93.
- Üzümcü, Ö. (2019). *Bilgi İşlemsel Düşünme Becerisine Yönelik Program Tasarımının Geliştirilmesi ve Etkinliğinin Değerlendirilmesi*. Doktora Tezi, Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Gaziantep.
- Valentine, J. C., Pigott, T. D., & Rothstein, H. R. (2010). *How many studies do you need? A primer on statistical power for meta-analysis*. *Journal of Educational and Behavioral Statistics*, 35(2), 215-247.
- Voskoglou, M. G. (2015). An application of fuzzy sets for studying the influence of computational thinking in learning mathematics. *Journal of Mathematical Sciences & Mathematics Education*, 9(1), 30-47.
- We Are Social (2020) *Digital in 2020*. <https://wearesocial.com/digital-2020>
- Whitehead, A. (2002). *Meta-analysis of controlled clinical trials*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Wilson, T. (1999). Exploring models of information behaviour: the ‘uncertainty’ project. *Information Processing & Management*, 35(6), 839-849.
- Wikipedia. (2020). *"Algoritma" nedir başlıklı aramadan*. <https://tr.wikipedia.org/wiki/Algoritma> adresinden alındı
- Wikipedia. (2020). *"Eleştirel düşünme nedir" olarak yapılan arama*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Ele%C5%9Ftirel_d%C3%BC%C5%9F%C3%BCnme adresinden alındı
- Wikipedia. (2020). *"Problem çözme" nedir araması*. https://tr.wikipedia.org/wiki/Bili%C5%9Fsel_bilim#Problem_%C3%87%C3%B6zme adresinden alındı
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking . *Communications 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: Computatioanal thinking- what and why? . *The Link Magazine* , s. 20-23.
- www.bbc.com. (2020). *Bitesize*. <https://www.bbc.co.uk/bitesize/articles/z6x992p> adresinden alındı
- www.robokids.com.tr. (2020). *Robokids*. <https://www.robokids.com.tr/lego-education-nedir-> adresinden alındı
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2014). Computational thinking in elementary and secondary teacher education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 14(1), 5.
- Yadav, A., Zhou, N., Mayfield, C., Hambrusch, S., & Korb, J. T. (2011, March). *Introducing computational thinking in education courses*. In Proceedings of the 42nd ACM technical symposium on Computer science education (pp. 465-470). ACM.
- Yecan, E., Özçınar, H., & Tanyeri, T. (2017). Bilişim Teknolojileri Öğretmenlerinin Görsel Programlama Öğretimi Deneyimleri. *İlköğretim Online*, 16(1), 377-393.
- Yolcu, V. (2018). *Programlama eğitiminde robotik kullanımının akademik başarı bilgi-işlemsel düşünme becerisi ve öğrenme transferine etkisi*. Süleyman Demirel Üniversitesi , Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi.
- Yüksek Öğretim Kurulu. (2018). Sınıf Öğretmenliği Lisans Programı.

ÖZGEÇMİŞ

Erhan Yokuş Çukurova Üniversitesi Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Eğitimi Bölümü'nden 2010 yılında mezun oldu. Yüksek lisans derecesini 2014 yılında "Eğitim Fakültesi 1. Sınıf Öğretmen Adaylarının Öğretmenliğe Giriş Özelliklerinin Analizi" konulu tezi ile Gaziantep Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Eğitim Bilimleri Anabilim Dalından aldı. Erhan Yokuş iyi derecede İngilizce bilmektedir. 2012 yılından bu yana Gaziantep Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Bölümünde öğretim elemanı olarak çalışmaktadır.

RESUME

Erhan Yokuş graduated from Çukurova University, Department of Computer Education and Instructional Technologies in 2010. He received his master's degree from Gaziantep University Institute of Educational Sciences, Department of Educational Sciences in 2014 with his thesis on "Analyze of Entry Features Of First Grade Students In Education Faculty". Erhan Yokuş has a good command of English. Since 2012, he has been working as a lecturer at Gaziantep University, Faculty of Education, Department of Educational Sciences.