
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
Gazi
1926

FEN EĞİTİMİNDE HESAPLAMALI DÜŞÜNME ARAŞTIRMALARININ İNCELENMESİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

Gülbin Kıyıcı

DOKTORA TEZİ
MATEMATİK VE FEN BİLİMLERİ EĞİTİMİ ANABİLİM DALI
FEN BİLGİSİ EĞİTİMİ BİLİM DALI

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

ŞUBAT, 2022

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren bir (1) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

YAZARIN:

Adı : Gülbin

Soyadı : Kıyıcı

Bölümü : Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Fen Bilgisi Eğitimi BD

İmza :

Teslim Tarihi :

TEZİN

Türkçe Adı : Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme Araştırmalarının İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması

İngilizce Adı : Analysis of Computational Thinking Research in Science Education: A Meta-Analysis Study

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 beyan ederim.

Yazar adı Soyadı : Gülbin Kıyıcı

İmza : …./……/2021

JÜRİ ONAY SAYFASI

Gülbin KIYICI tarafından hazırlanan "Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme Araştırmalarının İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Prof. Dr. Havva YAMAK ……

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Başkan: Prof. Dr. Nusret KAVAK ……

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Kimya Eğitimi Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Porf. Dr. Şeref TAN ……

(Eğtim Bilimleri Bölümü Eğitimde Ölçme Değerlendirme Bilim Dalı, Gazi Üniversitesi)

Üye: Doç. Dr. Sedef CANBAZOĞLI BİLİCİ ……

(Mat. ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Kimya Eğitimi Bilim Dalı, Aksaray Üniversitesi))

Üye: Doç. Dr. Zeynep YÜCE ……

(Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Kimya Eğitimi Bilim Dalı, Kafkas Üniversitesi)

Tez Savunma Tarihi: 13/01/2022

Bu tezin Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi ABD Fen Bilgisi Eğitimi Bilim Dalı'nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel Gelişli
Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü ……

TEŞEKKÜR

Öncelikle tüm doktora sürecimde benden ilgi ve desteğini hiçbir zaman esirgemeyen, gelecekteki çalışmalarım için yolumu aydınlatan, pozitif enerjisiyle bir danışmandan çok fazlası, kıymetli hocam, Prof. Dr. Havva YAMAK'a;

Çalışmalarımda farklı bakış açısı ve fikirleriyle bana yol gösteren, destek olan değerli hocam Prof. Dr. Nusret KAVAK'a;

Bu tezin oluşma süreciyle birlikte tüm çalışmalarımızda hızlı dönütleri, olumlu ve yapıcı tutumlarıyla beni yönlendiren Doç. Dr. Sedef Canbazoğlu BİLİCİ'ye;

Akademik hayatımın ilk yıllarından itibaren olduğu gibi tez hazırlama sürecimde desteğini hep hissettiren, bana istatistikle ilgili balık vermeyip balık tutmayı öğreten değerli hocam Prof. Dr. Şeref TAN'a;

Varlığıyla bana büyük güç veren, benim bile umutsuz olduğum zamanlarda başaracağıma inanan kıymetli dostum, ağabeyim Öğr. Gör. Zafer IŞILDAR'a;

Bana hem birey hem de akademisyen olarak harika modeller olan ablam Prof. Dr. Ayşe İLKER ve kıymetli büyüğüm Prof. Dr. Süleyman Sami İLKER'e;

Eğitim hayatım boyunca bana hep örnek olan, desteğini hep hissettiğim ağabeyim Prof. Dr. Mübin KIYICI ve sevgili kardeşim Prof. Dr. Fatime BALKAN KIYICI' ya;

Hayatım boyunca iyi ve kötü günümde benden desteklerini esirgemeyen ve bana güvenmeyi asla bırakmayan, maddi ve manevi fedakârlıkları ile bugünlere gelmemde en büyük pay sahibi olan Annem ve Babama,

Sevgi ve saygılarımla teşekkür ederim.

Bana ülkemin geleceği için daha çok çalışma imkânı nasip eden Allah'a sonsuz şükürle…

FEN EĞİTİMİNDE HESAPLAMALI DÜŞÜNME ARAŞTIRMALARININ İNCELENMESİ: BİR META-ANALİZ ÇALIŞMASI

(Doktora Tezi)

Gülbin Kıyıcı
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
Şubat 2022

ÖZ

Bu araştırmanın amacı hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik fen eğitimi alanında yapılmış araştırmaların bulgularına kapsamlı bir genel bakış sağlamak ve bütüncül bir yaklaşımla incelemektir. Aynı zamanda meta-analize dahil edilen çalışmaların betimleyici istatistikleri ve Fen derslerindeki uygulamaların hesaplamalı düşünme becerisi üzerinde bir etkiye sahip olup olmadığı incelenmiştir. Alan yazın taramasıyla başlayan süreç uygunluk ölçütlerinin belirlenmesi, kodlama formu geliştirilmesi, pilot kodlamalar, kodlama formu ve kılavuzunun son halinin verilmesi, Kodlama süreci (araştırmacı kodlaması ve paralel kodlamalar) sonrasında veri analizi, bulguların değerlendirilmesi ve rapor etme süreciyle son bulmuştur. Analiz aşamasında meta-analize dahil edilen birincil araştırmalardan elde edilen verilerin tanımlanması amacıyla Betimsel İstatistiki bilgilere, fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisinin düzeyini sorgulamak amacıyla temel bileşen analizlerine ve düzenleyici değişken analizlerine yer verilmiştir. Temel Bileşen analizlerinde yapılan meta-analizin geçerliliğini test etmek için yayın yanlılığının incelenmesi gerekmektedir. Çalışmaya Ait Yayın Yanlılığı durumu, Huni Saçılım Grafiği, Egger Regresyon Analizi, Duval ve Tweedie Kes ve Doldur Analizi, Rosenthal'ın Hata Koruma N değeri, Orwin Koruma N değeri, Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu ile belirlenmiştir. Analizler sonucunda elde edilen bulgular incelendiğinde %69 dergi makalesi, %6 oranında ise yüksek lisans tezi olduğu belirlenen fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünme çalışmalarının yüksek oranda (0,84) İngilizce dilinde yayınlandığı, %38 Amerika

Birleşik Devletlerinde yapıldığı, yarısında pilot çalışma yapılmadığı ve hatta %9'luk bir kısmının ise pilot çalışma yapıp yapmama durumunu açıklamadığı, yüksek oranda (0,63) karma yöntemle tasarlandığı, çoğunlukla yarı deneysel desenlendiği, deney-kontrol gruplu (0,38) ve tek grup (0,36) ön test/son test modeline uygun tasarlandığı, örnekleme yönteminin Rastgele Olmayan (%47) ve Amaçlı Rastgele Olmayan (%16), okul seviyesinin ise yarıdan fazlasının (%53) 5-8. sınıf seviyesinde olduğu, örneklem demografik yapısının çok yüksek oranda (%72) kentsel bölgelerden seçildiği, uygulama konu alanının çoğunlukla STEM (%47) ve Fizik (%16) olduğu, uygulamayı %53'ünde araştırma grubu öğretmeninin yaptığı belirlenmiştir. Alan yazında fen bilimleri konularının öğretilmesi sürecinde hesaplamalı düşünme düzeyine müdahale etmek amacıyla yapılan araştırmalarda algoritma, bilgisayar, kodlama, robotik ve ters yüz (flipped) sınıf uygulamalarının kullanıldığı çalışmalar belirlenmiştir. Yayın yanlılığı analizlerine toplu şekilde baktığımızda Huni Grafiği tarafsız verilerden elde edilen bir grafik olup; Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonuna göre de örneklem seçimi yanlı olmadığından herhangi bir yayın yanlılığına yol açmamaktadır. Egger ve Orwin'e göre birincil araştırmalar arasında düşük düzeyde yayın yanlılığı olduğu görülmüştür. Yayın yanlılığını tamamen ortadan kaldırmak için gerekli çalışma sayısının tespit edildiği yöntemler farklı sonuçlar verdiğinden yayın yanlılığının meta-analiz için tehdit olup olmadığı konusunda çok farklı değerlendirmelere yol açar. Ancak Roshental'ın önerdiği hesaplanan hata koruma sayısı(N) ile meta-analizdeki birincil araştırma sayısı (k) arasındaki orana göre, birincil araştırmalar arasında olan düşük düzeydeki yayın yanlılığına karşı, meta-analiz verileri sağlamdır. Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmaların genel etki büyüklüğü tahmini incelenmiş ve birincil araştırmaların heterojen olduğu sonucuna varılmıştır. İncelenen heterojenlik parametrelerinin değerlendirilmesi sonucu, düzenleyici değişkenlerin araştırma verilerindeki heterojenliği kısmen ya da tamamen ortaya çıkarmış olabileceği düşünülmüştür. Dahil etme ve hariç tutma ölçütlerine göre belirlenen birincil araştırmaların etki büyüklükleri arasında, yıllara, ülkelere, sınıf/eğitim düzeyine, örneklem sayılarına, uygulama alanlarına, öğretim yaklaşımlarına, araştırma yöntemlerine, yayın türüne, uygulanan konu alanına (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi), öğrencilerin öğrenim düzeylerine (İlköğretim, ortaöğretim, yükseköğretim), örneklem büyüklüklerine, ölçek çeşidine, uygulamanın süresine, uygulamayı yapan kişiye göre anlamlı bir farklılık olup olmaması da düzenleyici değişken analizleriyle belirlenmiştir. Fen bilimleri eğitimin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisinin incelendiği meta-analiz çalışmasında 29 araştırmanın pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Çalışmanın son bölümünde, araştırmada elde edilen sonuçlara göre uygulayıcılara ve araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Kelimeler : Meta-analiz, fen eğitimi, hesaplamalı düşünme
Sayfa Adedi : xxii + 206
Danışman : Prof. Dr. Havva YAMAK

ANALYSIS OF COMPUTATIONAL THINKING RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION: A META-ANALYSIS STUDY

(Ph.D. Thesis)

Gülbin Kıyıcı

GAZI UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES

February 2022

ABSTRACT

To provide a comprehensive overview and examine with a holistic approach for the findings of research on developing computational thinking in the field of science education. Same time, it has been examined whether the applications in science lessons affect computational thinking skills and the distribution of descriptive statistics of studies included in the meta-analysis. The process starts with a literature review; determination of eligibility criteria, development of coding page, pilot coding, finalization of the coding page and guide, data analysis after the coding process (researcher coding and parallel coding), evaluation of the findings and ended with the reporting process. In the analysis phase, descriptive (Descriptive) Statistical information was used to define the data obtained from the primary studies included in the meta-analysis, principal component analyzes and moderator variable analyzes were used to question the level of the effect of science education on computational thinking skills. It is necessary to examine the publication bias, to test the validity of the meta-analysis in Principal Component analyzes. Publication Bias of the Study was determined with Funnel Scatterplot, Egger Regression Analysis, Duval and Tweedie Cut and Fill Analysis, Rosenthal's Error Protection Number, Orwin Protection N Number, Begg and Mazumdar Rank Correlation. When the research findings were examined, it was seen that computational thinking studies in science education were published in 69% journal articles, 6% master's thesis, and a high rate (84%) in English. According to the primary investigations of this study 38% made in the United States, half of them were not piloted and even 9% of them did not explain whether to conduct a pilot study or not, highly (63%) designed with a mixed-method, mostly quasi-experimental design, it was designed by the experimental-

control group (38%) and single group (36%) pre-test/post-test model, the sampling method was Non-Random (47%) and Purpose-Non-Random (16%), on the other hand, more than half (53%) of the school level is 5-8. is at grade level, the demographic structure of the sample is very high (72%) from urban areas, the subject area of application is mostly STEM (47%) and Physics (16%), it was determined that 53% of the research group teachers did the application. There have been studies in which algorithm, computer, coding, robotics, and flipped classroom applications are used which in the studies carried out to increase the level of computational thinking in the field of science education in the literature. When we look at publication bias analyzes collectively, the Funnel plot is a chart derived from unbiased data; According to Begg and Mazumdar Rank Correlation, since the sample selection is not biased, it does not cause any publication bias. According to Egger and Orwin, there was a low level of publication bias among primary studies. Methods that was determined that the number of studies required to eliminate publication bias was determined to yield different results. This leads to very different evaluations on whether publication bias is a threat to the meta-analysis. However, according to the rate suggested by Roshental (between the calculated error protection number (N) and the number of primary studies in the meta-analysis (k)) meta-analysis data is robust against the low level of publication bias among primary studies. The overall effect size estimation of studies on computational thinking in the field of science education was examined and primary studies were found to be heterogeneous. As a result of the evaluation of the heterogeneity, parameters examined it was thought that the regulatory variables may have partially or completely revealed the heterogeneity in the research data. Whether there was a significant difference between the effect sizes of primary studies determined by inclusion and exclusion criteria was determined by moderator variable analysis. The variables evaluated as variables in the moderator analysis depend on years, countries, grade/education level, sample numbers, application areas, teaching approaches, research methods, publication type, applied subject area (physics, chemistry, biology, and science), students' education level (Primary Education). , secondary education, higher education), sample size, type of scale, duration of the application, and the person performing the application. In the meta-analysis study, which examined the effect of science education on computational thinking, 29 studies were found to have a positive effect. In the last part of the study, suggestions were made to practitioners and researchers according to the results obtained in the study.

Key Words : Meta-analysis, science education, computational thinking
Page Number : xxii + 206
Supervisor : Prof. Dr. Havva YAMAK

İÇİNDEKİLER

TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ..... **i**
ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI ..... **ii**
JÜRİ ONAY SAYFASI ..... **iii**
TEŞEKKÜR ..... **iv**
ÖZ ..... **v**
ABSTRACT ..... **vii**
İÇİNDEKİLER ..... **ix**
TABLOLAR LİSTESİ ..... **xvi**
ŞEKİLLER LİSTESİ ..... **xxi**
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ ..... **xxii**
BÖLÜM I **23**
GİRİŞ **23**
1.1.Problem Durumu **23**
1.2.Araştırmanın Amacı **26**
1.3.Araştırmanın Önemi **27**
1.4.Araştırma Problemi **28**
1.5.Araştırmanın Varsayımları **31**
1.6.Araştırmanın Sınırlılıkları **31**
BÖLÜM II **33**
KURAMSAL ÇERÇEVE **33**
2.1. Fen Bilimleri Eğitimi **33**
2.1.1. Fen bilimleri Eğitiminin Genel Amaçları **34**
2.1.2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Amaçları **35**

2.2. Hesaplamalı Düşünme 36

2.2.1. Hesaplamalı Düşünmenin Özellikleri 40

2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme 43

BÖLÜM III 46

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR 46

3.1. Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme Araştırmaları 46

3.2. Fen Eğitiminde Meta-Analiz Araştırmaları 52

BÖLÜM IV 56

YÖNTEM 56

4.1. Araştırma Modeli 56

4.2. Meta-Analiz 57

4.2.1. Meta-Analizin Tanımı 57

4.2.2. Meta-Analizde İstatistiksel Modeller 58

4.2.2.1. Sabit Etkiler Modeli 58

4.2.2.2. Rastgele Etkiler Modeli 58

4.2.3. Meta-Analizde Temel Kavramlar 59

4.2.3.1. Etki Büyüklüğü 59

4.2.3.1.1. Gruplar Arası Farka Dayalı Etki Büyüklükleri: 60

4.2.3.1.2. Korelasyona Dayalı Etki Büyüklükleri 61

4.2.3.2. Heterojenlik 62

4.2.3.3. Yayın Yanlılığı 67

4.2.3.3.1. Huni Grafiği 68

4.2.3.3.2. Rosenthal Hata Koruma N 69

4.2.3.3.3. Orwin Koruma N Sayısı 70

4.2.3.3.4. Egger Regresyon Analizi 70

4.2.3.3.5. Duval ve Tweedie Analizi 70

4.2.3.3.6. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu 71

4.2.3.4. Güç Analizi 71

4.2.3.5. Düzenleyici Değişken Analiz *73*

4.2.3.6. Meta-Analiz Süreci *75*

4.3. Veri Toplama **77**

4.3.1. Veri Toplama Araçları **77**

4.3.2. Literatür Taramasında Kullanılan Anahtar Sözcükler **77**

4.3.3. Literatür Taraması Yapılan Veri Tabanları ve Kaynaklar **77**

4.3.4. Meta-Analize Dahil Edilen Çalışmaların Seçiminde Kullanılan Ölçütler (Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Ölçütleri) **80**

4.3.4.1. Meta-Analize Dahil Edilme Ölçütleri *80*

4.3.4.1. Dışlama Ölçütleri *81*

4.3.5. Kodlama Yöntemi **81**

4.3.6. Kodlayıcı Güvenilirliği **83**

4.3.6.1. Türkçe Yayınlar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği *85*

4.3.6.2. İngilizce Yayınlar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği *85*

4.4. Verilerin Analizi **87**

4.4.1. Etki Büyüklüğü Ölçüm Çeşidi ve Yorumlanması **88**

4.4.2. Kullanılan İstatistik Programı **89**

4.4.3. Homojenlik Testi ve Meta-Analizde Kullanılan Istatistiksel Model **89**

4.4.4. Araştırmada Takip Edilen Meta-Analiz Basamakları **90**

BÖLÜM V **93**

BULGULAR VE YORUM **93**

5.1. Betimsel (Tanımlayıcı) İstatistikler **93**

5.2. Meta Analiz **99**

5.2.1. İkinci Araştırma Sorusu İçin Bulgular **99**

5.2.1.1. Heterojenlik Analizi *99*

5.2.1.2. Genel Ortalama Etki Büyüklüğü ve Karşılık Gelen İstatistiksel Test *101*

5.2.1.3. Güç Analizi *103*

5.3. Çalışmaya Ait Yayın Yanlılığı Bulguları 103

5.3.1. Huni Saçılım Grafiği 104

5.3.2. Egger Regresyon Analizi Bulguları 104

5.3.3. Duval ve Tweedie Kes ve Doldur Analizi Bulguları 105

5.3.4. Rosenthal'ın Hata Koruma Sayısı Bulguları 106

5.3.5. Orwin Koruma N Sayısı Bulguları 107

5.3.6. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyon Bulguları 107

5.4. Düzenleyici Değişken Analizi 108

5.4.1. Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 108

5.4.1.1. Analiz ve Model Birimi 108

5.4.1.2. Analog ANOVA 109

5.4.2. Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: 110

5.4.2.1. Analiz ve Model Birimi 110

5.4.2.2. Analog ANOVA 110

5.4.3. Beşinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: 111

5.4.3.1. Analiz ve Model Birimi 111

5.4.3.2. Analog ANOVA 112

5.4.4. Altıncı Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 113

5.4.4.1. Analiz ve Model Birimi 113

5.4.4.2. Analog ANOVA 114

5.4.5. Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 115

5.4.5.1. Analiz ve Model Birimi 115

5.4.5.2. Analog ANOVA 115

5.4.6. Sekizinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: 116

5.4.6.1. Analiz ve Model Birimi 116

5.4.6.2. Analog ANOVA 117

5.4.7. Dokuzuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: 118

5.4.7.1. Analiz ve Model Birimi 118

5.4.7.2. Analog ANOVA *118*

5.4.8. Onuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: **120**

5.4.8.1. Analiz ve Model Birimi *120*

5.4.8.2. Analog ANOVA *120*

5.4.9. On Birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: **121**

5.4.9.1. Analiz ve Model Birimi *122*

5.4.9.2. Analog ANOVA *122*

5.4.10. On İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **123**

5.4.10.1. Analiz ve Model Birimi *123*

5.4.10.2. Analog ANOVA *124*

5.4.11. On Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **125**

5.4.11.1. Analiz ve Model Birimi *125*

5.4.11.2. Analog ANOVA *126*

5.4.12. On Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **127**

5.4.12.1. Analiz ve Model Birimi *127*

5.4.12.2. Analog ANOVA *127*

5.4.13. On Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: **128**

5.4.13.1. Analiz ve Model Birimi *128*

5.4.13.2. Analog ANOVA *129*

5.4.14. On Altıncı Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **130**

5.4.14.1 Analiz ve Model Birimi *130*

5.4.14.2. Analog ANOVA *130*

5.4.15. On Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **131**

5.4.15.1. Analiz ve Model Birimi *132*

5.4.15.2. Analog ANOVA *132*

5.4.16. On sekizinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular **133**

5.4.16.1. Analiz ve Model Birimi *133*

5.4.16.1. Analog ANOVA *134*

5.4.17. On Dokuzuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 135

5.4.17.1. Analiz ve Model Birimi 135

5.4.17.2. Analog ANOVA 135

5.4.18. Yirminci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 136

5.4.18.1. Analiz ve Model Birimi 136

5.4.18.2. Analog ANOVA 137

5.4.19. Yirmi birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 138

5.4.19.1. Analiz ve Model Birimi 138

5.4.19.2. Analog ANOVA 138

5.4.20. Yirmi İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 139

5.4.20.1. Analiz ve Model Birimi 139

5.4.20.2. Analog ANOVA 140

5.4.21. Yirmi Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular: 141

5.4.21.1. Analiz ve Model Birimi 141

5.4.21.2. Analog ANOVA 141

5.4.22. Yirmi Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular 143

5.4.22.1. Analiz ve Model Birimi 143

5.4.22.2. Analog ANOVA 143

BÖLÜM VI 145

SONUÇ VE TARTIŞMA 145

6.1. Sonuçların Tartışılması 147

6.1.1. Betimsel Analizlerin Tartışılması 147

6.1.2. Ana Etki Analizlerinin Tartışılması 151

6.1.3. Düzenleyici Analiz Sonuçlarının Tartışılması 156

6.2. Öneriler 165

6.2.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler 165

6.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler 166

KAYNAKLAR 169

EKLER 192

Ek-1. Kodlama Formu Kullanma Kılavuzu 193

Ek-2. Kodlama Formu 201

Ek-3. Ki-Kare Tablosu 202

Ek-4. Birincil Araştırmalar %95 Güven Aralığı Alt ve Üst Sınır Değerleri 203

Ek-5. Kodlayıcı İçi Güvenilirliğe İlişkin Tablolar 204

Ek-6. Türkçe Dilinde Yayınlanmış Araştırmalar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği 205

Ek-7. İngilizce Dilinde Yayınlanmış Araştırmalar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği ... 206

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. *Dağılım Ölçülerini Etkileyen Faktörler* 67

Tablo 2. *Tau Kare (T^2) ve Higgin's I^2 Arasındaki Fark* *67*

Tablo 3. *Kodlayıcı İçi Güvenilirlik İçin Cohen'in Kappa İstatistiği* 83

Tablo 4. *Yayın Dili Türkçe Olan Araştırmalar İçin Cohen's Kappa İstatistiği* *85*

Tablo 5. *Yayın Dili İngilizce Olan Araştırmalar İçin Cohen's Kappa İstatistiği* *86*

Tablo 6. *Kappa (κ) İstatistiği İçin Önerilen Sınıflandırmalar* *86*

Tablo 7. *Çalışma Karakteristiklerinin Betimsel İstatistikleri* *94*

Tablo 8. *Birincil Araştırmalar Uygulamanın Yapıldığı Yıl, Yayın İçin Önerildiği Yıl ve Yayınlandığı Yıl* *96*

Tablo 9. *Uygulama Süresine İlişkin Betimsel İstatistikler* *97*

Tablo 10. *Uygulamayı Kimin Yaptığı ve Hangi Araçların Kullanıldığına İlişkin Betimsel İstatistikler* *98*

Tablo 11. Birincil Araştırmalarda Kullanılan Ölçeğe İlişkin Betimsel İstatistikler 98

Tablo 12. *İkinci Araştırma Sorusu İçin Heterojenlik Analizi* *100*

Tablo 13. *İkinci Araştırma Sorusu İçin Genel Etki Büyüklüğü Ayrıntıları ve Karşılık Gelen İstatistiksel Test* *101*

Tablo 14. *Birincil Araştırmalara Ait Etki Büyüklüğü Değerleri ve Cohen ve d. (2007)' ye Göre Etki Düzeyleri* *102*

Tablo 15. *Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Egger Regresyon Testi Sonuçları* *105*

Tablo 16. *Duval ve Tweedie Kes ve Doldur Analizi Sonuçları* *106*

Tablo 17. *Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Rosenthal Hata Koruma Sayısı Testi Sonuçları*.....106
Tablo 18. *Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Orwin Koruma Sayısı Testi Sonuçları*.....107
Tablo 19. *Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyon Testi Sonuçları*.....108
Tablo 20. *Yayın Türleri Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....109
Tablo 21. *Yayın Türü İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....109
Tablo 22. *Yayın Dili Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....110
Tablo 23. *Yayın Dili Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....111
Tablo 24. *Uygulamanın Yapıldığı Ülke Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....112
Tablo 25. *Uygulamanın Yapıldığı Ülke İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....113
Tablo 26. *Pilot Çalışma Yapılıp Yapılmama Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....114
Tablo 27. *Pilot Çalışma Yapılıp Yapılmama Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....114
Tablo 28. *Yayınlandığı Yıl Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* ..115
Tablo 29. *Yayınlandığı Yıl Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....116
Tablo 30. *Araştırmanın Yöntemi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....117
Tablo 31. *Araştırmanın Yöntemi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....118
Tablo 32. *Araştırmanın Deseni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....119
Tablo 33. *Araştırmanın Deseni Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....119

Tablo 34. *Araştırma Modeli Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....121
Tablo 35. *Araştırma Modeli Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....121
Tablo 36. *Çalışma Grubunun Öğrenim Düzeyi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....122
Tablo 37. *Çalışma Grubu Öğrenim Düzeyi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....123
Tablo 38. *Çalışma Grubunun Örnekleme Yöntemi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....124
Tablo 39. *Çalışma Grubunun Örnekleme Yöntemi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....125
Tablo 40. *Çalışma Grubunun Demografik Yapısı Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....126
Tablo 41. *Çalışma Grubunun Demografik Yapısı Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları.*.....126
Tablo 42. *Çalışma Grubunun Okul Türü Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....127
Tablo 43. *Çalışma Grubunun Okul Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....128
Tablo 44. *Uygulamanın Konu Alanı Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*....129
Tablo 45. *Uygulamanın Konu Alanı Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları*.....130
Tablo 46. *Uygulama Süresi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....131
Tablo 47. *Uygulama Süresi Değişkenine İlişkin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analiz Sonuçları*.....131
Tablo 48. *Uygulamayı Yapan Kişi Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları*.....132

Tablo 49. *Uygulamayı Yapan Kişi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *133*
Tablo 50. *Uygulamada Bilgisayar Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *134*
Tablo 51. *Uygulamada Bilgisayar Kullanılması Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *134*
Tablo 52. *Uygulamada Kodlama Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *135*
Tablo 53. *Uygulamada Kodlama Kullanılması Durumu İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *136*
Tablo 54. *Robotik Uygulaması Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *137*
Tablo 55. *Robotik Uygulaması Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *137*
Tablo 56. *Uygulamada Algoritma Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *138*
Tablo 57. *Uygulamada Algoritma Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *139*
Tablo 58. *Uygulamada Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *140*
Tablo 59. *Uygulamada Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *141*
Tablo 60. *Ölçme Aracı Türü Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *142*
Tablo 61. *Ölçme Araçlarının Soruları Bakımından Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *142*
Tablo 62. *Ölçme Aracını Geliştiren Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları* *143*

Tablo 63. *Ölçme Aracını Geliştiren Bakımından Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları* *144*
Tablo 64. *Düzenleyici Değişken Analizlerinin Sonuçlarının Özeti* *144*

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. Hesaplamalı düşünmenin bileşenleri 38

Şekil 2. Temel hesaplamalı düşünme kavramları ve yetenekler 39

Şekil 3. Yayın yanlılığını tespit için kullanılabilecek yöntemler tablosu 68

Şekil 4. Sanchez ve Martinez'in meta-analiz süreci aşamaları 75

Şekil 5. Rosenthal ve DiMatteo'nun meta-analiz süreci basamakları 75

Şekil 6. APA meta-analiz süreci aşamaları 76

Şekil 7. Meta-analiz için PRISMA 2009 Akış Şeması 79

Şekil 8. Meta-analiz çalışmasının basamakları 91

Şekil 9. Meta analiz orman grafiği (forest plot) 100

Şekil 10. Araştırmadan elde edilen etki büyüklüğünün merkezi ve merkezi olmayan dağılımlar 103

Şekil 11. Huni saçılım grafiği 104

Şekil 12. Kes ve doldur yöntemiyle huni saçılım grafiği 105

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

$C_6H_{12}O_6$	: Glikoz
CSTA	: Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği (Computer Science Teachers Association-
ISTE	: International Society for Technology in Education (Uluslararası Eğitim Teknolojileri Topluluğu)
MEB,	: Milli Eğitim Bakanlığı
NGSS	: Next Generation Science Standarts
STEM	: Science Technology Engineering Mathematics
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu

BÖLÜM I

GİRİŞ

Araştırmanın bu kısmında; problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, problem cümlesi, alt problemler, araştırmanın sınırlılıkları ve araştırmanın varsayımlarına yer verilecektir.

1.1. Problem Durumu

Millî Eğitim Bakanlığı tarafından yayınlanan 2023 Eğitim Vizyonunun temel hedefleri içinde her çocuğun farklı olduğu ve her beynin farklı öğrendiği yaklaşımından hareketle, iradesi gelişmiş, doğal merakını koruyan ve öğrenmenin kendisini bir ödül olarak gören öğrenenler yetiştirme hedefi belirtilmiştir. Ayrıca çocuklarımızı insanlığa hizmet eden, evrensel medeniyete katkı sağlayan bireyler olarak yetiştirme hedefi de ifade edilmektedir (MEB, 2018b).

Millî Eğitim Temel Kanununun 2. maddesinde ifade edilen Türk Millî Eğitimi'nin Genel Amaçları ve Temel İlkeleri esas alınarak hazırlanan Fen Bilimleri Öğretim Programında öğrenenlere matematiksel yetkinliklerin kazandırılması, hedefler arasında ifade edilmektedir. Matematiksel yetkinlik Fen Bilimleri Öğretim Programına göre, günlük hayatta karşılaşılan bir dizi problemi çözmek için matematiksel düşünme tarzını geliştirme ve uygulamaktır (MEB, 2018a). Programda ifade edilen matematiksel yetkinlik incelendiğinde, sadece bilgisayar bilimciler için değil herkes için geçerli temel bir beceri olan hesaplamalı düşünme ile ilişkisi dikkat çekmektedir.

Alan yazında hesaplamalı düşünme kavramı daha önce kullanılmış olsa da bir başlangıç kabul edilen "Computational Thinking" başlıklı makalesinde Wing (2006),

> Hesaplamalı düşünme, bir çeşit analitik düşünmedir ve karmaşık bir sistemi tasarlamak için değerlendirirken mühendislik, hesaplanabilirlik, zeka, akıl ve insan davranışları gibi kavramları anlamaya çalışırken bilimsel düşünceyle bunların yanında problemi çözme aşamasında matematiksel düşünceyle örtüşmektedir,

ifadesiyle kapsamlı bir tanım yapmıştır (Korkmaz, Çakır, and Özden 2015; Wing 2006). Matematiksel düşünceyle örtüşen hesaplamalı düşünme, hem problemlerin hem de çözümlerinin formüle edilmesiyle ilgili düşünce sürecidir ve çözümlerin bir bilgi işleme aracısı tarafından etkin bir şekilde gerçekleştirilebilecek bir biçimde temsil edilmesini içermektedir (Wing, 2010). Çoğunlukla bir kurumun teknik altyapısını oluşturan bölüm olarak düşünülen bilgi işlemin üstlendiği roller bundan çok daha fazlasıdır. Başka bir deyişle insan beyninde geçen bilgi işlemsel süreç, hesaplamalı düşünme süreci olarak adlandırılmıştır.

Bir süreç olan hesaplamalı düşünme, bilgisayar biliminin temelinde yer alan problem çözme becerilerini merkeze almaktadır; böylece diğer konu alanlarıyla entegrasyonu teşvik eder ve daha fazla öğrencinin bilgisayar biliminin imkanlarıyla karşılaşmasını sağlar. Diğer taraftan alan yazında hesaplamalı öğrenme olarak da adlandırılmış olan hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmalarda çocukların dört yaşından itibaren bu süreci geliştirebileceği gösterilmektedir (Bers et al. 2014; Leidl, Bers, and Mihm 2017; Werner, Denner, and Campe 2014). Hesaplamalı düşünmenin geliştirilmeye başlayacağı dört yaşında çocuklar doğaları gereği meraklıdır ve yaşadıkları dünyayı anlamlandırmaya çalışmaktadır. Bu süreçte çocuklar, bilim insanlarının çalışırken kullandıkları aynı bilimsel süreç becerilerini kullanmaktadır (Akman and Ünal 2021). Bilimsel süreç becerileri ise, bilimin tüm öğeleriyle birlikte, bilimsel araştırma sürecinde ihtiyaç hissedilen bilgi ve becerilerin tamamından oluşmaktadır (Aktamış and Ergin 2007; Harlen 1999). Harlen (1999)'a göre bireylerin var olan problemle ilgili düşünmeleri, ürettikleri farklı çözümleri uygulamaları ve sonuçları değerlendirirken kullandıkları becerilerin tümü bilimsel süreç becerileri kapsamına

girmektedir. Bir problemi çözerken insan beyninde geçen bilgi işlemsel etkinlikler yani hesaplamalı düşünme süreci ile fen bilimlerinin doğasıyla örtüşen ve bir problemi çözme sürecinde gerçekleştirilen bilimsel becerilerin kullanıldığı sürecin birbirine eşlik eden süreçler olduğu görülmektedir. Hesaplamalı düşünmeye ilişkin bu durum eğitimcilere hesaplamalı düşünme becerisinin, öğrenen bireylerde geliştirilmesine yönelik bir sorumluluk yüklemektedir. Eğitimcilere yüklenen bu sorumlulukla birlikte bu alanda akademik araştırmalar yapanların da hesaplamalı düşünme ile ilgili araştırmalar yapma gerekliliği artmaktadır.

Doğru ve güvenilir bir bilimsel araştırma sadece doğru analizlerin yapılmasıyla sağlanmamaktadır. Bir bilimsel araştırmada beklenen, araştırma sonuçlarının doğru ve güvenilir olmasıdır. Ancak araştırmacının objektif bakış açısıyla araştırmayı yapması bile geçerlik için yeterli değildir (Akan, 2018). Bir araştırmanın iç ve dış geçerliklerinin sağlanabilmesi için başka örneklemlerle tekrarlanması önemlidir. Bir araştırmada iç ve dış geçerliliği sağlayabilmek için gerekli önlemler alınmış olsa bile kontrol altına alınamayan unsurlar olabilir (Creswell and Creswell 2018). Bu nedenlerle küçük ölçekli araştırmalarda genellenebilirlik ihtimali düşüktür (Akçayır, 2018). Ancak belirli bir konuda yapılmış olan küçük ölçekli araştırmaların istatistiksel olarak sentezlenmesi ve tek bir çatı altında toplanması gerekliliği meta-analizi ortaya çıkarmıştır (Glass 1976; Lipsey and Wilson 2001).

Bu bağlamda bilimsel kaynaklarda fen bilgisi eğitimi alanında hesaplamalı düşünme becerisiyle ilgili araştırmalar olmasına rağmen hesaplamalı düşünme becerisi üzerinde fen öğretiminin, fen öğretiminde kullanılan farklı yöntemlerin, fen bilimlerine yönelik tutumlar gibi faktörlerin etkilerinin incelendiği büyük miktarda verinin sentezlendiği ve genellendiği bir araştırmaya rastlanmamıştır.

Mevcut çalışmalar incelendiğinde (Basu, Biswas, and Kinnebrew 2017; Esra Çakır 2017; Conde 2020; Czerkawski; and Lyman; 2015; Sun et al. 2020; Uşengül; and Bahçeci 2020), fen bilgisi eğitimi ve hesaplamalı düşünme becerisi arasındaki ilişkinin tam olarak belirlenmesi için bu konuda yapılmış araştırmaların bulgularının bir araya getirilmesi gerekliliği tespit edilmiştir. Konunun ayrıntılarıyla birlikte incelenmesinin yanında fen

bilgisi eğitimi ve hesaplamalı düşünme arasındaki ilişkinin açıklanması bireylerin hesaplamalı düşünme becerilerinin geliştirilmesinde fen bilgisi eğitiminin nasıl kullanılabileceğinin ayrıntılarıyla birlikte incelenmesi gerekliliği görülmüştür.

Bu çalışmada, fen bilgisi eğitimi alanındaki çalışmalar meta-analiz yöntemiyle analiz edilerek fen bilgisi eğitimi ve hesaplamalı düşünme becerisi arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır.

İletişim ve etkileşimin engellenemez olduğu günümüzde bu durumun önemli sonuçlarının görüldüğü alan dildir. Özellikle günlük dilde olduğu gibi alan yazında kullanılan ve dilimize yerleşen yabancı kökenli kelimelerin varlığı söz konusudur. Bu araştırmada dilimize yabancı dillerden giren kelimeler yerine varsa Türkçe karşılıkları olan terimlerin kullanılmasına gayret edilmiştir.

1.2. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı,

Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik fen eğitimi alanında yapılmış araştırmaların bulgularına kapsamlı bir genel bakış sağlamak ve bütüncül bir yaklaşımla incelemektir. Bu amaçla araştırmacı tarafından çalışmalara etki ettiği düşünülen çalışma karakteristikleri belirlenmiş ve bu karakteristikler doğrultusunda aşağıdaki alt amaçlar oluşturulmuştur;

1. Meta-analize dâhil edilen çalışmaların betimleyici istatistikleri nasıldır?
2. Fen derslerindeki uygulamalar hesaplamalı düşünme üzerinde pozitif/olumlu bir etkiye sahip midir?

Fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin yapılan araştırmaların

3. Etki büyüklüklerinin dağılımı, sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modeline göre nasıldır?
4. Heterojenlik durumu nasıldır?
5. Heterojenlik bakımından, yıllara, ülkelere, sınıf/eğitim düzeyine, örneklem sayılarına, uygulama alanlarına, öğretim yaklaşımlarına, araştırma yöntemlerine ve

incelenen değişkenlere göre belirlenen alt gruplar arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

6. Yayın türü alt grupları arasında heterojenliğe ilişkin anlamlı bir farklılık var mıdır?
7. Uygulanan konu alanına (fizik, kimya, biyoloji ve fen bilgisi) ikişlin alt gruplar arasında heterojenlik bakımından anlamlı bir farklılık var mıdır?
8. Heterojenlik bakımından öğrencilerin öğrenim düzeyleri alt grupları (ilköğretim, ortaöğretim, yükseköğretim.) arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?
9. Örneklem büyüklüklerine (düşük, orta, büyük) alt grupları arasında heterojenlik bakımından anlamlı bir farklılık var mıdır?
10. Uygulamada kullanılan ölçek alt grupları arasında heterojenlik bakımından anlamlı bir farklılık var mıdır?
11. Heterojenlik bakımından uygulamanın süresi alt grupları arasında anlamlı bir farklılık var mıdır?

1.3. Araştırmanın Önemi

Türkiye'de fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünme becerisine ilişkin araştırmaların etki büyüklüğü düzeyinin ne olduğunu meta-analiz yöntemi kullanarak araştıran bu çalışma, birçok açıdan özgün öneme sahiptir:

Hesaplamalı düşünmenin eğitim ortamlarında giderek dikkat çekmesiyle birlikte geliştirilmesine ilişkin çalışmalar artmaktadır. Ancak hesaplamalı düşünmenin geliştirilmesini konu alan araştırmalar genellikle belirli bir konuya ilişkin ya da küçük bir örneklemle gerçekleştirilmektedir. Fen eğitimi alanında değerlendirildiğinde araştırmaların konu alanları daha kısıtlı kalmaktadır. Bu araştırmanın, fen bilimleri eğitimi alanında şimdiye kadar yapılmış olan hesaplamalı düşünme konulu araştırmaların ayrıntılı incelenmesiyle bu konudaki bilgi birikimini ortaya koyması açısından önemli olduğu düşünülmektedir.

Ergene (1999) meta-analizleri, önemli araştırmalar ile önemsiz, anlamsız ve sağlam temellere oturmayan araştırmaları birbirinden ayırmaya yardımcı olan değerlendirme ve

sentezlemeler olarak tanımlamaktadır (Ural, 2014). Sonuç olarak Fen Eğitimi alanında hesaplamalı düşünme becerisine ilişkin yapılan araştırmaların genel bir değerlendirmesi yapılması ihtiyacı görülmektedir.

Araştırmanın bir diğer önemi, bu çalışmadan elde edilecek sonuçların; fen bilgisi öğretim programları hazırlanırken, ilgili ders kitapları ve öğrenme etkinliklerinin düzenlenmesinde yetkili olan kişilere önemli bir yol gösterici araç olacağının öngörülmesidir.

Hesaplamalı düşünme ve fen bilimleri alanlarının doğasından kaynaklanan hızlı değişimle birlikte ikisi arasındaki destek ilişkisi de fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünme entegrasyonunun önemini artırmaktadır (Bailey & Borwein 2003; Foster I 2006; Henderson et al. 2007). Alan yazında hesaplamalı düşünmenin bileşenlerinin fen bilimleri içeriğinin öğrenilmesine ya da fen eğitiminin hesaplamalı düşünmenin geliştirilmesine katkı sağlayacağını gösteren araştırmaların yanı sıra söz konusu entegrasyonun nasıl yapılacağına ilişkin araştırmalar tespit edilmiştir (Guzdial 1994; Hambrusch et al. 2009; Jona et al. 2014; Lin et al. 2009; NRC 2000; Redish & Wilson 1993; Repenning, Webb, & Ioannidou 2010; Sengupta et al. 2013; Sherin 2001; Weintrop et al. 2016a; Wilensky 1995; Wilensky, Brady, & Horn 2014; Wilensky & Reisman 2006). Ancak alan yazındaki araştırmalarda, bir alana (STEM) odaklanılmış olması, katılımcıların hesaplamalı düşünme düzeyleriyle ilgili sonuç belirtilmemesi, fen bilimleri eğitimiyle hesaplamalı düşünme entegrasyonu yapıldığı belirtilen araştırmalarda hesaplamalı düşünme düzeyi ölçülürken fen öğrenme düzeylerini ölçülmemesi, müdahalelerinde hesaplamalı düşünme ve bilimi birleştirirken entegre öğrenme sonuçlarını değerlendirilmemesi önemli eksiklikler olarak görülmüştür.

Ayrıca, bu çalışmanın ileride yapılacak olan fen eğitiminde hesaplamalı düşünme becerisiyle ilgili çalışmalara geniş kapsamlı veri sağlayacağı ve temel teşkil edeceği düşünülmektedir.

1.4. Araştırma Problemi

Bu araştırmada bağımlı değişken ve düzenleyici (moderatör, bağımsız) değişken olmak üzere iki farklı değişken incelenecektir.

Araştırmanın bağımlı değişkeni:

“Hesaplamalı Düşünme düzeyleri”

Araştırmanın bağımsız değişkenleri:

Araştırmacı tarafından çalışmaya etki ettiği düşünülen ve bu etkinin boyutunu tespit etmek amacıyla kullanılan düzenleyici değişkenler meta-analiz çalışmasındaki bağımsız değişkenlerdir. Çalışmada temel olarak Fen Eğitimine ilişkin uygulamaların Hesaplamalı Düşünme düzeyleri üzerine etkililiği incelenmiştir. Ayrıca fen eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkililiğini etkileyen çeşitli çalışma özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Bu ayırt edici özellikler: yayın türü, yayın dili, uygulandığı ülke, pilot çalışma yapılıp yapılmaması, uygulamanın yapıldığı, yayın için önerildiği ve yayınlandığı yıl, araştırmanın yöntem, desen ve modeli, çalışma grubunun öğrenim düzeyi, örnekleme yöntemi, demografik yapısı, okul türü, uygulamanın konu alanı, uygulama süresinin verilişi, öğretmen ve araştırmacı etkisi, uygulamada bilgisayar, kodlama, robotik uygulaması, algoritma ve ters-yüz sınıf uygulaması kullanılması, ölçme araçlarının soruları bakımından türü ve ölçme aracını geliştiren bakımından türü olarak seçilmiştir.

Bu çalışmada,

1. Öğrenen bireylerin hesaplamalı düşünme düzeylerini geliştirmeye yönelik (robotik, kodlama, algoritma, bilgisayar ve ters-yüz sınıf uygulaması) fen eğitimi uygulamalarının yapıldığı birincil araştırmalar Meta analiz yöntemiyle incelendiğinde etki büyüklükleri ne düzeydedir?
2. Fen eğitiminde hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmaların sonuçları karşılaştırıldığında tespit edilen ayırt edici özelliklerden hangileri bu sonuçlara etki etmektedir?

Sorularının cevabı aranacaktır.

Alt Problemler:

Fen eğitiminde hesaplamalı düşünme becerilerine ilişkin araştırmaların sonuçları karşılaştırıldığında fen eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etki büyüklüğü,

1. Ne düzeydedir?
2. Yayın türüne (doktora tezleri, yüksek lisans tezleri ve dergi makaleleri) göre farklılık gösteriyor mu?
3. Yayın diline göre farklılık gösteriyor mu?
4. Uygulamanın yapıldığı ülkeye göre farklılık gösteriyor mu?
5. Pilot çalışma yapılıp yapılmamasına göre farklılık gösteriyor mu?
6. Yayınlandığı yıla göre farklılık gösteriyor mu?
7. Araştırmanın yöntemine göre farklılık gösteriyor mu?
8. Araştırmanın desenine göre farklılık gösteriyor mu?
9. Araştırma modeline göre farklılık gösteriyor mu?
10. Çalışma grubunun öğrenim düzeyine göre farklılık gösteriyor mu?
11. Çalışma grubunun örnekleme yöntemine göre farklılık gösteriyor mu?
12. Çalışma grubunun demografik yapısına göre farklılık gösteriyor mu?
13. Fen eğitimi' nin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği çalışma grubunun okul türüne göre farklılık gösteriyor mu?
14. Uygulamanın konu alanına göre farklılık gösteriyor mu?
15. Uygulama süresinin ayrıntılı verilmesine göre farklılık gösteriyor mu?
16. Uygulamayı yapan kişiye göre farklılık gösteriyor mu?
17. Uygulamada bilgisayar kullanılmasına göre farklılık gösteriyor mu?
18. Uygulamada kodlama kullanılmasına göre farklılık gösteriyor mu?
19. Uygulamada robotik uygulaması kullanılmasına göre farklılık gösteriyor mu?
20. Uygulamada algoritma kullanılmasına göre farklılık gösteriyor mu?
21. Uygulamada ters-yüz sınıf uygulaması kullanılmasına göre farklılık gösteriyor mu?
22. Ölçme araçlarının soruları bakımından türüne göre farklılık gösteriyor mu?

23. Ölçme araçlarının ölçme aracını geliştiren bakımından alt gruplara göre farklılık gösteriyor mu?

1.5. Araştırmanın Varsayımları

Bu meta-analiz çalışmasına dahil edilen çalışmaların;

1. Yöntemsel olarak güvenilir olduğu,
2. Bulgularının objektif bir şekilde raporlaştırıldığı,
3. Uygulayıcılarının veya araştırmacılarının yanlı davranmadıkları, deney ve/veya kontrol grubunda yanlı uygulamalar yapmadıkları,
4. Ölçme araçları ve izlenmiş olan yöntemin araştırmanın amacına uygun olunduğu,
5. Deneysel desen kurallarına uygun olarak desenlendiği,
6. Kodlama formu ile elde edilen bilgiler birincil araştırmada raporlanan bilgilerle sınırlıdır. Meta-analize dahil edilen çalışmalarda belirtilmeyen ancak çeşitli şekillerde ifade edilen bilgilerin raporlanmadığı varsayılmıştır.

1.6. Araştırmanın Sınırlılıkları

Genellikle araştırmacılar tarafından beklenen sonuçlar rapor edildiğinden bu durum istatistiksel olarak anlamlı olsa bile beklenmedik sonuçların göz ardı edilmesine neden olur ve bu durum meta-analizin geçerliliğini düşürür. Bunun yanında araştırmaya dahil edilecek çalışmaları belirlerken kullanılacak ölçütler ve bu araştırmaların hangi değişkenlerinin kullanılacağına araştırmacı karar verir. Doyasıyla meta-analiz yönteminin objektifliği düşüktür (Armağan, 2011) ve bu çalışma meta-analiz yönteminin sınırlılıklarıyla sınırlıdır.

1. Araştırmaya dahil edilen çalışmalar Yüksek Öğretim Kurumu'nun tez kataloğu, Ulakbim, bilimsel dergilerin sayfaları, ProQuest Digital Dissertations, Proquest EBSCOHOST, ERIC, ScienceDirect, Web of Science, Taylor&Franchis Online, Scopus ve JSTOR veri tabanlarından "*Fen Eğitimi*", "*Fen Öğretimi*", "*Fen Öğrenme*", "*STEM*", "*Science Education*", "*Science Teaching*", "*Science Learning*"

ifadeleriyle birlikte "*Computational Thinking*" ve Türkçe karşılığı olarak kullanılan "*Hesaplamalı Düşünme*", "*Bilgisayarca Düşünme*", "*Bilgi işlemsel Düşünme*" ve "*Komputasyonel Düşünme*" anahtar kelimeleriyle, elektronik ortamda ulaşılabilen kaynaklarla sınırlıdır.

2. İngilizce ve Türkçe dilinde yazılan çalışmalar dahil edilmiş, diğer dillerde yazılan çalışmalar kapsam dışında tutulmuştur.
3. Düzenleyici değişken analizi, çalışmada incelenmesine karar verilen ve kodlama formunda yer alan 23 düzenleyici değişkenle sınırlıdır.
4. Bu araştırma için kullanılan kodlama formundaki veriler, meta-analize dahil edilen çalışmalarda rapor edilen bilgilerle sınırlıdır.

BÖLÜM II

KURAMSAL ÇERÇEVE

Araştırmanın kuramsal çerçevesi kapsamında, genel olarak fen eğitimi, hesaplamalı düşünme becerisi ve araştırmanın yöntemi açısından önem taşıyan meta-analiz ile ilgili alan yazına yer verilmiştir.

2.1. Fen Bilimleri Eğitimi

Fen bilimleri, ilk öğretim okullarındaki "mihver dersler" den biridir. Eğitimin temel amaçlarının en başında bireyleri günlük yaşamda karşılaşabilecekleri problemlere çözüm bulabilecek becerilerle donatmaktır. Bu amacın gerçekleştirilebilmesi için fen bilimleri ve bu alandaki derslerin öğrenilmesi büyük önem taşımaktadır(Coştu, Ünal, & Ayas 2007). Fen bilgisi eğitimiyle ilgili başka bir önemli nokta kavram öğretiminde günlük yaşamla ilişkilendirmedir. Fenle ilgili temel kavramlar öğrenilirken "bilimsel araştırma" terimi birbirini tamamlayan üç farklı durum olarak ifade edilmektedir (Bybee, 2002):

I. Anlaşılması gereken bilim içeriği
II. Öğrencilerin geliştirmesi gereken bir bilişsel yetenekler kümesi
III. Fen öğretmenlerinin kullanabileceği öğretme yöntemleri

Fen eğitiminin önemi için George DeBoer "Fen bilimleri eğitiminin amacını anlatmak için tek kelime kullanmamız gerekseydi bu kelime araştırma olurdu" tespitini yapmıştır (Chiappetta, 1997). Gerekli bilişsel yeteneklerin geliştirilmesi, bilimsel araştırmanın önemli bir parçasıdır. Çünkü öğrenenlerin söz konusu ilişkileri kurabilmesi öğrencilerin gerçek yaşam problemlerine yaklaşımı ve bu problemlere buldukları çözümleri başka problemlere

uyarlama kabiliyetleriyle sağlanabilecektir (Dewey, 1907). Bu bağlamda Bybee (2002)' nin ifade ettiği bilimsel araştırmayı oluşturan üç durumdan ikincisi "öğrencilerin geliştirmesi gereken bir bilişsel yetenekler kümesi" ifadesi ayrıca önem kazanmaktadır. Çünkü fen eğitimi alarak yetişen bireyler bu beceriler sayesinde karşılaştıkları problemleri araştırıp, sebep sonuç ilişkileri kuran ve problemler için yeni çözüm yolları önerebilen bireyler olacaklardır (Sarıkaya et al., 2010). Fen eğitiminin bu amaca ulaşabilmesi için uygulanan yöntemler ve hedeflenen becerilerin açıklanması büyük önem taşımaktadır.

Fen bilgisi öğrenmek bireylere, doğal ihtiyaçlarına daha kolay ulaşmayı, çevreyle uyum sağlamayı ve doğayla baş etmenin yollarını bilmek gibi becerileri kazandırır. Fen bilimleri ile ilgili konuları ve uygulanan etkinlikleri anlamlı hale getiren bireyler, yaşadığı çevreyi ve evreni algılayabilme, karşılaştığı olayları eleştirebilme ve analitik düşünebilme becerilerine sahip olurlar (Temizyürek, 2003).

Yaşadığımız dünyanın vazgeçilemez bir parçası olan fen bilimleri, bireylerin hayatları için temel prensiplerinin öğrenmek ve bunları uygulama noktasında önem taşımaktadır. Dolayısıyla fen bilimleri eğitimi bireyleri hayata hazırlarken yaşam boyunca karşılarına çıkacak tüm durumlara hazırlıklı olmalarını sağlayan bir alandır (Cömert & Kıyıcı 2013; Yavru & Gürdal 1998). Sosyal ve beşerî bilimler arasında temel taşı niteliği taşıyan fen bilimleri eğitimi, ilköğretim 4. sınıftan başlayarak lisans eğitimi de dahil bireylerin eğitim sürecinin birçok safhasında ve ayrıntılandırıldığı alanlarla karşısına çıkmaktadır (Demirbaş ve Yağbasan, 2006).

Fen bilimleri eğitiminin genel amacı, öğrenenlerin fen konularındaki akademik bilgileri ezberlemeleri değildir (Kaptan & Korkmaz 2001). Bu konu fen bilimleri eğitiminin genel amaçları başlığı altında incelenmiştir.

2.1.1. Fen bilimleri Eğitiminin Genel Amaçları

Temel Bilimlerin en değerli ve vazgeçilemez unsurlarından biri olan fen bilimleri eğitiminin genel amaçlarını (Ergün & Özdaş 1997) şu şekilde sıralamıştır (Doğanay, 2018):

1. Araştırma ve keşfetme amacı; bir bilim insanı gibi çalışma ve bilimsel süreçleri kullanma.
2. Gözleme ve betimleme amacı; sınıflama, sıralama, düzenleme, ölçme, eleştirme, hipotez kurma, hipotezleri sınama, kontrol etme, verileri yorumlama ve modeller yapma.
3. Bilimsel bilgileri öğrenme ve kavrama (olgular, kavramlar, ilkeler, kuramlar, yasalar).
4. Hayal etme ve bilgiyle yeni ürünler ortaya koyma.
5. Fen bilimleri eğitimine, eğitim ortamlarına, eğiticilere ve öğretmenlere karşı olumlu tutumlar geliştirme.
6. Edinilen bilimsel bilgi ve becerileri teknolojik problemlere karşı uygulayabilme.
7. Günlük hayatta karşılaşılan sorunların çözümünde bilimsel süreç becerilerini aktif olarak kullanma.
8. Hayatı boyunca sağlık, beslenme ve yaşam stili konularında söylenti ve duyumlara göre değil, bilimsel bilgilere göre hareket etme.
9. Fen bilimlerini diğer disiplin alanlarıyla birleştirebilme.
10. Fen okuryazarı olabilme.

2.1.2. Fen Bilimleri Dersi Öğretim Programının Amaçları

Türk Millî Eğitiminin Genel Amaçları ve Temel ilkeleri esas alınarak hazırlanan Fen Bilimleri Dersi öğretim Programı'nın temel amacı bütün bireyleri fen okuryazarı olarak yetiştirmektir (MEB, 2018a). Fen bilimleri dersi öğretim programının amaçları ayrıntılı incelendiğinde aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

1. Fen Bilimleri alanına dahil olan tüm konularla ilgili temel bilgiler kazandırılması,
2. Öğrenenlere bilimsel süreç becerilerinin ve bilimsel araştırma yaklaşımının kazandırılması,
3. Birey, çevre ve toplum arasındaki ilişkiye dikkat çekerken sürdürülebilir kalkınma bilinci oluşturulması,

4. Bireyin yaşantısında karılaştığı sorunlarla ilgili sorumluluğu üstlenmesi ve çözüm için bilimsel süreç becerileriyle birlikte yaşam becerilerini kullanmayı öğrenmesi,
5. Fen bilimleri ile ilişkili konularda kariyer bilinci geliştirmesi,
6. Bireylerin, bilimsel araştırma basamaklarını ve bilginin doğasını anlayıp kullanabilmesi,

Fen bilimleri dersi öğretim programıyla birlikte Milli Eğitim Bakanlığı'nın 2023 vizyonunda özellikle dijitalleşme ve hesaplamalı düşünme vurgulanmaktadır (MoNE 2018a, 2018b). Her alanda dijitalleşmenin arttığı günümüzde, öğrenme ortamlarını dijital dünyadan bağımsız düşünmek mümkün değildir. Fen bilimleri eğitimi için sözü edilen becerilere bir de dijital yeterlilikler eklenmiştir. Dijital yeterlilikler küresel olarak gerçekleşen değişime ayak uydurabilmek için gereklidir (Dede, 2009).

Avrupa birliği tarafından dijital yeterliklerin sekiz başlık altında ele alındığı Dijital Yeterlikler çerçevesinde hedeflenen beceri olarak Hesaplamalı Düşünme ifade edilmiştir (Carretero, Vuorikari, & Punie 2017).

Hesaplamalı düşünme becerisine sahip bir birey, problemi çözmektense onu analiz ederken veri toplayıp alt basamaklarına ayırır. Amaç o problemi çözmek değil söz konusu problemi ve benzerlerinin çözüm yolunu anlamaktır. İşte bu çözüm yolundaki basamaklar hesaplamalı düşünmeyi oluşturmaktadır (Vaidyanathan, 2016).

Hesaplamalı düşünmeye ilişkin farklı araştırmacılar tarafından farklı bileşenlerin ifade edildiği tanımlar yapılmıştır (Barr & Stephenson 2011; ISTE&CSTA 2011; Kalelioğlu 2018; Özgür 2020). Ortak noktası ise problem çözme ve algoritmik düşünme süreçlerini içerme olan tanımlar hesaplamalı düşünme başlığı altında incelenmiştir.

2.2. Hesaplamalı Düşünme

Hesaplamalı düşünme kavramı daha önceleri araştırılmış olsa da Wing'in 2006 da yayınlamış olduğu makalesinde öğrenenlerin analitik becerisine hesaplamalı düşünmeyi ekleyerek okuma, yazma ve aritmetik yapma becerilerinin de destekleneceğini söylemiştir (Papert, 1996; Wing, 2006).

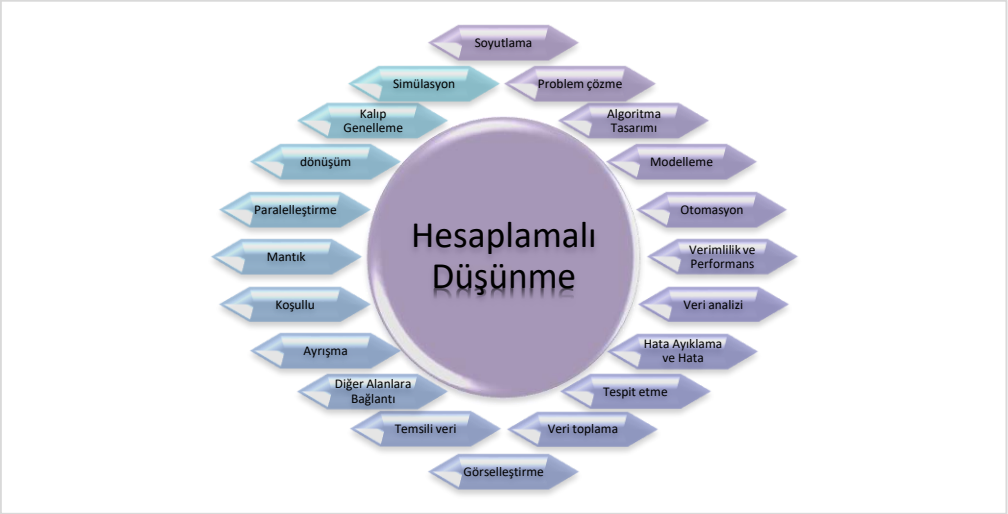
Öğrencilerin öğrenme süreçlerinin sonunda daha kaliteli ürünlere ulaşmalarında bunun yanında matematik, fen ve dil gibi farklı akademik konuları anlamlandırabilecek anlayış sistemlerini oluşturmalarında hesaplamalı düşünmenin temel prosedürleri / algoritmaları ve soyutlama öğeleri etkili olmaktadır (Grover & Pea 2013).

Soyutlama her alanda farklı şekillerde karşımıza çıkmaktadır. Matematikte öğrencilerin, nesnelerin miktarlarından sayıları çıkarması, aritmetik algoritmalar uygulaması ve aritmetik sistemler oluşturması soyutlama örnekleridir. Fen bilimlerinde ise öğrencilerin bir bileşiğin adıyla formülünü eşleştirmesi (Ör: Şeker : $C_6H_{12}O_6$), kimyasal algoritmalar uygulaması (Ör: reaktantları verilen bir reaksiyonun ürünlerini yazabilmesi) ve sistemler oluşturabilmesi (Ör: oksijenli solunumdaki reaksiyonların birbirine eklenmesi) gibi örnekler verilebilir. Bu nedenle, hesaplamalı düşünme düzeyi yüksek olan bireyler farklı alanlarda yüksek akademik başarı gösterebilirler (Lei et al., 2020).

Daha yaygın bir ifade ile tanımlamak gerekirse hesaplamalı düşünme, ister bir makine isterse insan beyni tarafından gerçekleştirilsin sayısal bir çözümü, anlamlandırmak için bir problemi formüle etmedeki zihinsel etkinliktir (Wing, 2011). Hesaplamalı düşünme başka bir tanımda ise, problemlerin çözüm adımları ve algoritmalarla çözülebilecek şekilde formül haline getirmek olarak açıklanmaktadır (Aho, 2012).

Bu bağlamda sayısal düşünmeyi açıklamak gerekmektedir. Sayısal düşünme algoritmik düşünme, işbirliği yapma, yaratıcılık, eleştirel düşünme ve problem çözme gibi becerilerden oluşmaktadır (Korkmaz, Çakir, & Özden 2017).

Alan yazında hesaplamalı düşünmeyle ilgili yapılan çalışmalarda en çok soyutlama, problem çözme ve algoritmik düşünme bileşenlerini içerdiği görülmüştür (Kalelioglu, Gulbahar, & Kukul 2016). Faklı bakış açılarıyla yapılan tanımlar incelendiğinde hesaplamalı düşünmenin birçok becerinin yanında özelliği de içerdiği görülmüştür (Özgür, 2020).



Şekil 1. Hesaplamalı düşünmenin bileşenleri (Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers and Education*, *126*(July), 296–310. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004)

Farklı bakış açılarına öncelik vererek hesaplamalı düşünme kavramını açıklayan birçok farklı tanım vardır. Kavrama ilişkin tanımlar incelendiğinde hesaplamalı düşünmenin birçok beceri ve / veya özelliği içerdiği görülmektedir. Hesaplamalı düşünme kavramını açıklayan ve alan yazındaki çalışmalardan derlenen çok sayıda karakteristik mevcuttur (Şekil 1). Çoğu 21. Yüzyıl becerileri arasında yer alan bu karakteristikler: Soyutlama, Problem çözme, Algoritma Tasarımı, Modelleme, Otomasyon, Verimlilik ve Performans, Veri analizi, Hata Ayıklama ve Hata, Tespit etme, Veri toplama, Görselleştirme, Temsili veri, Diğer Alanlara Bağlantı, Ayrışma, Koşullu, Mantık, Paralelleştirme, Dönüşüm, Kalıp Genelleme, Simülasyon yapmaktır.

Başka bir araştırmada ortaya konan yapılandırılmış modele göre temel hesaplamalı düşünme kavramları ve yeteneklerinin yanında bunların nasıl uygulandığıyla ilgili örnekler vererek birden çok disiplinde uygulanabilirliğini göstermiştir (Barr & Stephenson 2011).



Şekil 2. Temel hesaplamalı düşünme kavramları ve yetenekler

Bar ve Stephenson (2011)'ın Şekil 2' de sunulan hesaplamalı düşünmenin farklı alanlara nasıl uygulanabileceğine ilişkin örnekte birinci sütundaki hesaplamalı düşünme kavramı-yeteneğinin bilgisayar bilimine ilişkin uygulama örneği ikinci sütunda, fen bilimine ilişkin uygulama örneği üçüncü sütunda verilmiştir. Örneğin hesaplama düşünme kavram-becerilerinden veri toplamanın bilgisayar bilimleri için örneği sorunlu bir alan için bir veri kaynağı bulmak, fen bilimleri için örneği ise bir deneyden veri toplamaktır. Başka bir örnek ise problem ayrıştırma için bilgisayar bilimleri örneği nesneleri ve yöntemlerle işlevleri tanımlamayken, fen bilimleri örneği ise tür sınıflandırması yapma verilebilmektedir.

Hesaplamalı düşünmenin kapsadığı belirtilen becerilerin aşağıdaki tutum ve eğilimlerle de desteklendiği göz ardı edilmemelidir (Kalelioğlu, 2018).

- Karmaşıklıkla başa çıkmada güven
- Zor problemlerle çalışma konusunda ısrarcı olmak
- Belirsizliğe tolerans
- Açık uçlu problemlerle başa çıkma yeteneği
- Ortak bir hedefe ulaşmak için iletişim ve işbirliği yeteneği

2.2.1. Hesaplamalı Düşünmenin Özellikleri

Hesaplamalı düşünmenin hangi bileşenlerden oluştuğunu sorgulayan araştırmalar incelendiğinde algoritmaların bir parçası olduğu görülmektedir. Algortima kavramını Donald Knuth "belirli bir girdiden belirli bir çıktı almak için bir dizi kural" olarak açıklamaktadır (Denning & Tedre 2019). Bir algoritma da eylemlerin gerçekleşme sırası iyi tanımlanmalıdır. Bu özellikleriyle algoritmik düşünme ile karıştırılma ihtimali olan hesaplamalı düşünme bir problemin çözülmesinde yer alan düşünsel süreç ile açıklanır ve algoritmalarla birlikte bilgisayar ve/veya insan beyni tarafından gerçekleştirilecek hesaplamaları, soyutlama, genelleme, ayrışma ve değerlendirmeyi de içermektedir (Curzon & McOwan 2018; Denning 2017)

Hesaplamalı düşünmenin algoritmik düşünmeyi içinde barındırdığı, ancak tamamen ondan oluşmadığını söylemekte yarar vardır.

Hesaplamalı düşünme ile güçlü bir şekilde ilişkili olan sayısal düşünmeyle de karıştırıldığı görülmektedir (Beecher, 2017). Ancak sayısal düşünme becerisinin geliştirilmesiyle hesaplamalı düşünme becerisinin de geliştiği söylenemez.

Hesaplamalı düşünme diğer düşünme şekilleriyle ortak yönler taşısa da, problem çözmeye yönelik bir yaklaşım olarak değerlendirilmelidir. Bir bilgisayarın nihai çözümü uygulayacağını varsayması yani bir algoritmanın sonlu olmak zorunda olması, hesaplamalı düşünmeyi alışılmış problem çözme yaklaşımlarından ayıran noktadır.

Hesaplamalı düşünmenin özelliklerini Wing aşağıdaki gibi açıklamaktadır (Wing, 2006):

1. Hesaplamalı düşünme sadece programlama değildir. Birden fazla soyutlama düzeyinde düşünmeyi gerektirir.
2. Temel bir beceri olup, her insanın modern toplumda işlev görmek için bilmesi gereken bir şeydir.
3. İnsanların problemleri çözme yoludur; insanların bilgisayarlar gibi düşünmesini sağlamaya çalışmak değildir.
4. Doğası gereği matematiksel düşünceye ve gerçek dünya ile etkileşime giren sistemler oluşturduğumuz için mühendislik düşüncesine dayanır.
5. Hedefte sadece yazılım ve donanım eserleri değil, her yerde mevcut olacak ve her zaman hayatımıza dokunacak olan problemlere yaklaşım şeklimiz ve çözüme ulaşmamız, günlük hayatlarımızı yönetmek, iletişim ve etkileşim kurmak için kullandığımız hesaplama kavramları olacaktır.
6. İnsan davranışlarının ayrılmaz bir parçası olduğunda, açık bir felsefe olarak kabullenilmelidir.

Uluslararası Eğitimde Teknoloji Topluluğu ve Bilgisayar Bilimleri Öğretmenleri Derneği ise hesaplamalı düşünmenin, bir problem çözme süreci olup, aşağıdaki özellikleri içerdiğini ancak bunlarla sınırlı olmadığını belirtmektedir (Hoppe & Werneburg 2019).

1. Bilgisayar veya diğer araçları, sorunları çözmemize yardımcı olacak şekilde programlamak.
2. Verileri mantıksal olarak düzenleme ve analiz etme.
3. Modeller ve simülasyonlar gibi soyutlamalar yoluyla verileri temsil etme.
4. Algoritmik düşünme yoluyla çözümleri otomatikleştirme (bir dizi sıralı adım).
5. Adımların ve kaynakların en verimli ve etkili kombinasyonunu elde etmek amacıyla olası çözümleri belirlemek, analiz etmek ve uygulamak.
6. Bu problem çözme sürecini genelleştirmek ve farklı problemlere aktarmak.

Uluslararası Eğitim Teknolojileri Topluluğu (International Society for Technology in Education - ISTE) ve Bilgisayar Bilimi Öğretmenleri Derneği (Computer Science Teachers Association-CSTA) ortak bir çalışma ile hesaplamalı düşünmeyi problem çözme süreci

olarak açıklarken aşağıdaki özellikleri de kapsaması gerektiğini rapor etmişlerdir (ISTE&CSTA 2011).

- Problemleri bilgisayar veya başka araçlar yardımı ile çözebilmek için formülleştirme,
- Verileri mantıklı bir şekilde düzenleme ve çözümleme,
- Modeller ve simülasyonlar aracılığıyla verileri sunma,
- Algoritmik düşünme çerçevesinde çözümleri otomatikleştirme,
- Kaynakları etkin bir şekilde kullanarak en uygun çözümleri tanımlama, çözümleme ve uygulama
- Bulunan çözümü farklı problemlere transfer etme ve genelleştirme

ISTE ve CSTA (2011) hesaplamalı düşünme sürecinin karmaşıklıkla başa çıkmada güven, zor problemlerle çalışmakta ısrar, belirsizlik için tolerans, açık uçlu problemlerle başa çıkma yeteneği, ortak bir amaç veya çözüme ulaşmak için başkalarıyla iletişim kurma ve çalışma yeteneği gibi eğilim veya tutumlar tarafından desteklendiğini belirmiştir.

Günümüze hesaplamalı düşünmenin önemi arttığından ilgili akademik çalışmaların önemini de artırmaktadır. Ancak hesaplamalı düşünmenin tespit edilmesiyle ilgili çalışmalar yaygınlaşmakta olsa da bu becerinin geliştirilmesine ilişkin araştırmalar sınırlı kalmaktadır.

Bunların yanında hesaplamalı düşünmeyi bilgisayar olmadan öğrenme işinde kullanılan diğer materyaller ve uygulamalarla öğrenmeyi sağlayan bağlantısız öğrenme (Harris, 2018) uygulamaları da dikkat çekici araştırmalardır.

Hesaplamalı düşünme ve öğrenmeye ilişkin geçmiş çalışmaların sonuçları, tamamen olumlu ilişkiler değil bazıları olumsuz yada daha az olumlu bağlantılara kadar değişmektedir (Lei et al., 2020). Bu nedenlerle, bu meta-analiz, genel bir sonucu belirlemek ve önemli düzenleyicileri test etmek için geçmiş araştırmaların sonuçlarını sentezlemek üzere planlanmıştır.

2.3. Fen Bilimleri Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme

Fen bilimleri eğitiminin amaçları ve hesaplamalı düşünme becerisinin problem çözme ve algoritmik düşünme gibi becerilerle kesişmesi birbirlerini destekledikleri fikrini oluşturmaktadır.

Fen bilimleri dersleri, karşılaştıkları problemlere uygulanabilir çözümler üretmek için öğrendiklerini kullanabilen, yaşadığı doğayı tanıyıp onunla ilgili soruları cevaplayan, bireylerin ve toplumun gelişimine katkı sağlayan bireyler olarak yetiştirmek gibi amaçları bulunmaktadır (Kaptan, 1999). Çocukları, dünyayı keşfetmeye çalışan ilk araştırmacılar olarak tanıtan Jean Piaget (1972, akt. (Ackermann 2001), insanların bilgi aktarımının yanında, bir faaliyete veya deneyime aktif olarak katıldıklarında öğrendiklerini belirmektedir. Papert (1980) ise bireyler bilgiyi kendi yaşantıları ile yapılandırırsa bilgiyi anlamanın daha etkili olacağını ifade etmektedir.

Piaget ve Papert'ın etkili bilgi edinmenin çevreyle etkileşme sonucunda gerçekleşeceği fikri doğrultusunda, fen sınıfları öğretmenin bilgi aktardığı yerler olmayıp, öğrencilerin fen'e ilişkin materyaller ve çevreyle etkileşimde bulundukları ortamlar olması gerekmektedir.

Yeni nesil bilim standartları (NGSS), alan yazındaki çalışmalara paralel olarak sadece bilimsel içerik aktarımı değil de aynı zamanda bireylerin bilimi nasıl etkin bir şekilde öğrendiklerine de dayanmaktadır. Hesaplamalı düşünme NGSS'nin bir parçası olup, K-12 eğitiminde geliştirmeye çalışması gereken sekiz temel bilim ve mühendislik uygulamasından biri olarak karşımıza çıkmaktadır (NGSS, 2017).

Hesaplamalı düşünme kavramlarının en iyi gerçek dünya problem bağlamlarında öğrenildiği ve hesaplamalı düşünme kavramlarının bilim öğreniminin önemli yönlerine paralel olduğu varsayımından yararlanan araştırmacılar, bu paralellikten yararlanmaya odaklanmıştır (Guzdial 1994; Hambrusch et al. 2009; Perkins & Simmons 1988). Bu bağlamda hesaplamalı düşünme uygulamalarını fen bilimleri sınıflarına adapte etme gerekliliğinin önemi, profesyonel dünyada uygulandıkça bu disiplinlerin hızla değişen doğasından kaynaklanmaktadır (Bailey & Borwein 2003; Foster I 2006; Henderson et al. 2007).

Hesaplamalı düşünmenin bilgisayar bilimi ve fen bilimi arasındaki bağ dokusu olarak değerlendirilmesi de bilimle olan entegrasyonuna ayrı bir önem yüklemektedir(Martin, 2018).

Alan yazın da hesaplamalı düşünmenin bileşenlerinin fen içeriğinin öğrenilmesini derinleştirebileceğini yada fen eğitiminin içinde hesaplamalı düşünme uygulamalarının olabileceğini gösteren araştırmalar bulunmaktadır (Guzdial 1994; Hambrusch et al. 2009; Jona et al. 2014; Lin et al. 2009; NRC 2000; Redish & Wilson 1993; Repenning et al. 2010; Sengupta et al. 2013; Sherin 2001; Wilensky 1995; Wilensky et al. 2014; Wilensky & Reisman 2006).

Fen öğrenimin de hesaplamalı düşünmeyi kullanmak ve hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek için fen bağlamlarını kullanmak, hesaplamalı düşünme ile bilim kavramlarını bir araya getirme işinin önemini artırmaktadır.

(Grover & Pea 2017), hesaplamalı düşünmenin içerik öğrenmenin hizmetinde olduğunu ve bütünleşik görüşünü hayata geçirmek için entegrasyon çalışmaları yapıldığını ifade etmiştir.

Başlangıçta hesaplamalı düşünmeyi fen derslerine entegre etmek, öğrenilen konu hakkında bilişimsel modellerin simülasyonlarını oluşturma ve kullanma şeklinde olduğu görülmüştür (Blikstein 2012; Sengupta et al. 2013; Tisue & Wilensky 2004).

Fen sınıflarında hesaplamalı düşünmeyi entegre etmek için önerdikleri çerçevede (Weintrop et al. 2016b) hem hesaplamalı problem çözme uygulamaları (bilgisayar bilimi ile daha alakalı) hem de fen bilimlerine ilişkin modelleme uygulamaları ve sistem düşüncesi uygulamalarına (bilimle daha alakalı) yer vermişlerdir.

Hesaplamalı düşünme ve bilimsel uzmanlık arasındaki ilişki, bir programlama paradigmasının seçimi, seçim müfredat bilimi konuları ve sistem tasarımı ilkeleri bileşenleri olarak sunulan, hesaplamalı düşünmeyi bilime entegre etme çerçevesinde entegre hesaplamalı düşünme ve fen öğrenimi için de bir dizi tasarım ilkesi önermektedir (Sengupta et al., 2013).

Sengupta ve arkadaşları (2013)'ün önerdiği entegre hesaplamalı düşünme ve fen öğrenimi ilkeleri:

1. Düşük eşiğin yanı sıra yüksek tavan öğrenimini desteklemek,
2. Programlama ilkellerinin tasarımı,
3. Algoritma görselleştirmelerini desteklemek; ve
4. Öğrenme etkinliklerini yapılandırmacı bir tarzda sıralamak.

Bütünleşik yaklaşımın fen eğitimini de içine alan uygulaması STEM (Science, Technology, Engineering ve Mathematics)'in de hesaplamalı düşünmeyle ilişkisi dikkat çekicidir. Bu nedenle fen bilgisi sınıfları hesaplamalı düşünme öğrenimi için en kullanışlı bilgisayar dışı bilim bağlamları oluşturmaktadır. Hesaplamalı düşünme ve STEM'i bütünleştirmek için somut mekanizmalar olan modelleme ve simülasyon kullanımı, STEM içeriğinin öğrenilmesi ve hesaplamalı düşünme becerilerinin geliştirilmesine katkı sağlayabileceği düşünülmektedir (Grover & Pea 2017).

BÖLÜM III

İLGİLİ ARAŞTIRMALAR

Bu çalışmanın temelini oluşturan konularla ilgili alan yazında tespit edilen araştırmalar bu bölümde özetlenmiştir.

3.1. Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme Araştırmaları

Hem hesaplamalı düşünmenin hem de biyolojik evrimin karmaşık doğası, öğretim bağlamında, hesaplamalı ürünü ve hesaplama sürecini tanımlayan ve basitten karmaşığa yayılan bir öğrenme ilerlemesine ihtiyaç duyar. Biyolojik evrim öğrenimi için hesaplamalı düşünmeyi vurgulayan müdahaleler bulunan bir içerik tasarlanan araştırmada Sonuçlar, katılımcıların biyolojik evrim bilgisinde ve hesaplamalı düşünme bilgisinde artış olduğunu, tek değişkenli varyans analiziyle hem zaman içindeki evrim bilgisi değişimini hem de zaman içindeki hesaplama bilgisinin orta ila büyük etki büyüklükleri ile önemli olduğunu göstermiştir (Christensen, 2020).

STEM mesleklerine yönelik olumsuz stereotipler geliştirmeden önce, küçük çocuklar için gelişimsel olarak uygun bir şekilde kavramları tanıtmak üzere tasarlanan CRISPEE, çocukların biyomühendisliğin temel kavramlarını şakacı bir şekilde tanıtmak için yeni somut bir teknoloji olan CRISPEE'i kullanırken temel STEM stratejileriyle meşgul olma yollarının araştırıldığı çalışmada çocukların etkileşime girebileceği yedi güçlü hesaplamalı düşünme fikrini belirleyerek bir öğrenme ortamı için bu tanım işlevsel hale getirildi. Tasarım süreci içeren uygulamalarla gerçekleştirilen öğrenme süreci sonunda, CRISPEE müze çalışması sonrasında, çocukların CRISPEE ile fiziksel olarak etkileşime girdiklerinde sayısal sıralama ve algoritmalar fikriyle meşgul oldukları, CRISPEE ile ilk deneyimlerinde sıralama ile

meşgul olmalarına karşın zamanla oyunlarının diğer güçlü hesaplamalı düşünme fikirlerini keşfetmeye daha fazla odaklandıkları tespit edilmiştir (Strawhacker, 2020).

Hesaplamalı düşünme araştırmalarında yer bulan bir diğer değişken ise modellemedir. Hesaplamalı düşünme ve modelleme, bilim insanlarının ve mühendislerin günlük işlerinde sıklıkla kullandıkları özgün uygulamalar olduğundan öğrencilerin K-12 fen sınıflarında bu uygulamalara maruz kalması önemlidir. Karma yöntem araştırması olan çalışmada, görsel blok tabanlı bir programlama ortamı aracılığıyla sayısal düşünme uygulamaları ve simülasyon tabanlı model oluşturmayı tanıtan normal ortaokul fen sınıflarında bir haftalık bir müdahale yapılmıştır. Araştırmada öğrencilerin sayısal düşünme kavramlarını ve uygulamalarını bunun yanında kuvvet ve hareket konusundaki kavramsal anlayışları incelenmiştir. Yapılan müdahale bu çalışmanın örneklemi için önemli kavramsal öğrenme kazanımları ile sonuçlanmış; hesaplamalı modellerin dinamik doğasının sağladığı imkanlar, öğrencilerin hedef fenomeni gerçek zamanlı olarak hem "gözlemlemesine" hem de "etkileşimde bulunmasına" olanak sağlamıştır (Akşit, 2018).

Amacı iki hesaplamalı düşünme temelli STEM müfredatı arasındaki müfredat motivasyonunu karşılaştırmak olan çalışmada, motivasyon, ilgi zorluğu, seçim ve zevk yapıları aracılığıyla Sınıf Etkinliklerim değerlendirmesiyle yapılmıştır. Sınıf içi etkinlikleri sonrasında öğrencilerin sayısal düşünme temelli müfredata yönelik ilgi, zorluk, seçim ve zevk yapıları ölçülmüş; sonuçlar, öğrenci motivasyonunun onlar için istatistiksel olarak daha fazla zorluk ve seçenek sunsa da müfredatı sunan öğretmenle daha çok ilgisi olduğunu göstermektedir (Ortiz, 2018).

Başka bir araştırma, bilgisayar bilimi ve hesaplamalı düşünmede öğrenci öz yeterliğini geliştirmeyi amaçlayan Scratch programlama diline dayalı müdahalelerin, 5-9. Sınıf öğrencilerine yönelik bir STEM sosyal yardım programında uygulanmasıyla gerçekleştirilmiştir. Deney kontrol gruplu ön test-son test çalışması olarak planlanan araştırmada, bilgisayar bilimi ve STEM arasındaki boşluğu test etmek için, hesaplamalı düşünme alıştırmaları bir elektromanyetik alanlar dersine yerleştirilmiş. Araştırmanın bir parçası olarak, birden çok müfredat ve pedagoji K-12 sosyal yardım ortamlarında

kullanılmış ve test edilmiştir. Bu yöntemler, hesaplamalı düşünmeyi teşvik etmede etkililik göstermiştir. Lisans eğitiminde bile, hesaplamalı düşünmeyi fizik gibi diğer disiplinlere dahil etmenin imkanları ve faydaları görülmüştür (Weese, 2013).

Öğrencilerin fen bilgisi ve hesaplamalı düşünme öğrenmelerini ölçmek için bir dizi değerlendirme aracının geliştirildiği çalışmada ortaokul öğrencileri için önceden programlama deneyimi çok az olan öğretmenler tarafından ortaokul müfredatıyla bütünleştirerek dahil edilebilen hesaplamalı düşünme tabanlı bir fen öğrenme ortamının sistematik tasarımı ve uygulaması hazırlanmıştır. Araştırma sonuçları, öğrencilerin kullanılan web 2.0 ortamındaki modelleme performanslarının ve modelleme davranışlarının fen öğrenimleri ile ilişkili olduğunu, modelleme görevlerinin ayrıştırılması ve farklı soyutlama düzeylerindeki temsillerin anlaşılması ve ilişkilendirilmesi gibi fen öğrenimi ile önemli hesaplamalı düşünme uygulamalarının kullanımı arasında güçlü bağlantılar olduğunu açıkça göstermektedir. Araştırmanın deney grubundaki öğrenciler kontrol grubundaki öğrencilere kıyasla daha yüksek bilim ve hesaplamalı düşünme öğrenme kazanımları göstermiş, daha doğru kavramsal ve hesaplama modelleri oluşturup modelleme becerilerini yeni senaryolara daha iyi aktarabilmişler ve daha yetkin modelleme davranışları, hesaplamalı düşünme uygulamalarının daha iyi kullanımı ve daha sık etkili strateji kullanımı sergilemişlerdir (Basu, 2016).

Vaka çalışması olarak planlanan bir çalışmada, üç boyut, entegre bir hesaplamalı düşünme-bilim öğrenme yaz kampı deneyimi kapsamında uygulanabilir kavramları içerecek şekilde hazırlanmıştır. Kamp katılımcıları Dash robotlarını kodlamak için dizileri, döngüleri ve koşullu ifadeleri kullanmayı öğrenip bununla birlikte bitki döngüleri ve hesaplamalı düşünmenin anlaşılmasını gerektiren görevlerle mücadele ederken bir problemden diğerine bir çözüm yolu aktarımını gerçekleştirdikleri etkinliklerle, karmaşık bir görevi daha küçük ve çözülebilir alt görevlere ayırarak tek tek bitirebilmeleri, kodları birden çok kez çalıştırma ve kodlama hatalarının tanımlama ve düzeltmesini yapma görevleriyle karşı karşıya kalmışlardır. Müdahalenin ardından katılımcıların kodlamada hesaplamalı düşünme kavramlarını, uygulamalarını ve perspektiflerini etkili bir şekilde kullanabildikleri, bilime

olan ilgisi düşük olsa bile, bütünleşik öğrenmede davranışsal, duygusal ve bilişsel katılım göstermişler ve sonuçlar hesaplamalı düşünmenin belirli içerik alanlarına nasıl entegre edilebileceği hakkında bir fikir vermiştir (Luo, Antonenko, & Davis 2020).

STEM eğitimini desteklemeye yönelik temel yaklaşımlardan birinin, hesaplamalı düşünme öğelerini STEM konularına dahil etmek olduğunu belirten araştırmada STEM eğitiminde hesaplamalı düşünme ve Siber altyapıyı yerleştirmek için çok aşamalı bir proje tasarlanmıştır. Araştırma sonun da STEM disiplinlerinde gelecekte araştırma yapacak olan kişilerin iyi eğitilmiş olması ve hesaplamalı düşünme uygulanma gerekliliği hissedilen karmaşık sorunların zorluklarıyla yüzleşmeye hazır olmaları gerektiği vurgulanmaktadır (Swaid, 2015).

Alan yazındaki bir makalede öğrencinin özellikle fen bilgisi sınıfındaki etkinlikleri tamamlarken bilişini açıklayabilen bir Yapay Sinir Ağı (YSA) biçiminde bir hesaplama modelinin oluşturmak üzere çalışılmıştır. Araştırma sonuçları, hedeflenen bir bilişsel nitelik yaklaşımı kullanarak öğrenci başarı düzeylerini artırmanın mümkün olduğunu ve hesaplamalı modellemenin gelecekteki eğitim araştırmaları için eğitim teorisini test etmek için bir araç sağladığını göstermektedir. Araştırma sonuçları fen bilimleri 9-12. sınıfındaki öğrencilerin bilişsel sistemleriyle ilişkili güçlü öğrenme yeteneklerini göstermiş ve dinamik hesaplamalı modelleme yoluyla modellemiştir(Lamb et al., 2014).

Probleme dayalı öğrenme yönteminin kullanıldığı STEM etkinliklerinin eğitim fakültesi öğrencilerinin eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine nasıl etki ettiğinin araştırıldığı doktora tezinde araştırma deney kontrol gruplu ön test son test olmak üzere yarı deneysel olarak planlanmıştır. STEM etkinlikleri deney grubu ile robotik ve kodlama temelli, kontrol grubu ile basit malzemelerle gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda her iki grupta eleştirel düşünme, bilgi işlemsel düşünme, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerinin olumlu yönde değiştiği; deney grubunda kontrol grubuna göre öğretmen adaylarının gelişimlerini daha çok desteklediği belirlenmiştir (Akyol, 2020)

Bir doktora tezinde bilgi işlemsel düşünme becerileri, fen bilimleri dersine yönelik akademik başarı ve tutumlarına LEGO WeDo 2.0 robotik eğitiminin etkisi incelenmiştir. 5.sınıf öğrencileri ile yürütülen ve ön test-son test kontrol gruplu desenlenen araştırmada veri toplama aracı olarak "Fen Dersi Akademik Başarı Testi", "Fen Dersi Tutum ölçeği" ve "Bilgi İşlemsel Düşünme Ölçeği" kullanılmıştır. Deney grubuna etkinlikler LEGO WeDo 2.0 Robotik Eğitim Seti yaptırılırken kontrol grubundaki aynı etkinlikler geleneksel düz anlatım tekniği ile yaptırılmıştır. Sonuçlar deney grubu ve kontrol grubu arasında Bilgi işlemsel düşünme, fen dersi akademik başarısı ve fen dersi tutumları bakımından deney grubu lehine anlamlı bir farklılık görülmüştür (Uşengül, 2019b) .

Okul öncesi eğitimde öğrenenlerin hesaplamalı düşünme etkinliklerine dahil edilmesi için balık kılçığı, beyin fırtınası ve akış diyagramı gibi şematik araçların bilgisayar ortamında kullanıldığı doktora tezinde, okul öncesi eğitimde problem çözme ve algoritmik düşünme temelleri üzerine hazırlanmış olan İlk Garaj uygulaması kullanılmıştır. İlk Garaj uygulamasıyla, Okul öncesi çocukların bilişsel araçları kullanma, sınıf içi etkileşim sürecinde problem çözme etkinliklerine katılma ve bilişimsel düşünme durumlarını ortaya koymak amaçlanmıştır. 12 hafta süren araştırma için okul öncesi sınıflarda 10 ayrı etkinlik yapılmıştır. Araştırma sonucuna göre yapılan uygulama ile okul öncesi dönemde 60-72 ay arası çocuklarda ilgili araçların bilgisayar ortamında kullanımının uygun olduğu, Problem çözümünü planlarken çocukların hesaplamalı düşünmelerinin ve akış diyagramlarını oluşturmalarının da iyi düzeyde olduğu, Ayrıca yapılan etkinliklerin Millî Eğitim Bakanlığının okul öncesi dönem için belirlediği kazanımları da edindirmeye yönelik destekleyici olduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak araştırmaya katılan bireylerin hesaplamalı düşünme etkinliklerine katılımlarının yüksek olduğu belirlenmiştir (Çetin, 2016).

Ters yüz sınıf uygulamasının Ortaokul 7. Sınıf öğrencilerinin fen bilimleri dersinde öğrenci başarısına, hatırlama düzeyine, zihinsel risk alma becerisine ve hesaplamalı düşünme becerileri üzerine etkisinin araştırıldığı yüksek lisans tezinde öğrencilerin fen bilimleri akademik başarıları ve kalıcılık bakımından deney grubu lehine anlamlı bir fark olduğu,

hesaplamalı düşünme becerilerinde farklılık gözlenmesine rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilmediği rapor edilmiştir (Çakır, 2017a).

Ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersinde ters yüz sınıf (TYS) modelinin öğrencilerin fen başarısına (FB) ve bilgisayarca düşünme (BD) becerileri üzerine etkisini incelendiği çalışmada ön-test, son-test kontrol gruplu yarı deneysel desen kullanılmıştır. Deney grubu öğrencileriyle TYS modeli ile ders işlenirken; kontrol grubu öğrencileriyle dersler okullarda kullanılan mevcut programın yürütüldüğü ve sunuş ağırlıklı öğretim şekilde işlenmiştir. Sonuçlar deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilgisi puanları arasında deney grubu öğrencilerinin lehine ve hesaplamalı düşünme becerileri arasında manidar düzeyde bir farklılık olduğunu göstermiştir (Çakır & Yaman 2018).

Meslek liselerinde bilişim teknolojileri bölümü öğrencilerinin, programlama öz yeterlilik algılarını, STEM beceri düzeylerine ve hesaplamalı düşünme becerilerine yönelik algılarının belirlenmesine yönelik araştırma karma desene göre planlanmıştır. Sonuçlara göre, programlama öz yeterlilik algıları yüksek düzeyde, hesaplamalı düşünme ve STEM alanlarındaki becerileri ise orta düzeyde tespit edilmiştir. Öğrencilerin hesaplamalı düşünme becerileri ile STEM alanlarındaki becerileri arasında pozitif yönlü anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir (Kılıç et al., 2019).

Fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeyle ilişkili araştırmalarda, robotik eğitimini veya robotik uygulamalarının yapıldığı, doğrudan akademik başarıyla ilişkili olmasa da bilimsel süreç becerileri, motivasyon, derse ilgiyi artırdığı; ters yüz sınıf uygulaması yapılan hesaplamalı düşünme becerilerinde bir artış olsa da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olmadığı; programlama uygulaması yapılıp müdahalenin hesaplamalı düşünme ve kavram örenme düzeyine etki etmediği; modelleme ve simülasyon uygulamalarının da öğrenme kazanımı sağlamadı sadece modelleme ve simülasyon uygulamalarına ışık tuttuğunu tespit eden araştırmalar bulunmaktadır (Esra; Çakır 2017; Çakır & Yaman 2018; Koç & Büyük 2015; Orton et al. 2016; Sengupta et al. 2013; Şimşek 2018; Sullivan 2008; Swanson et al. 2017; Uşengül 2019a).

Hesaplamalı düşünme entegrasyonu yapılan fen öğrenme uygulamalarının olduğu bazı araştırmalarda da deney grubundaki öğrencilerin problem çözme becerilerinin daha fazla geliştiği sonucunu ortaya konmuştur(Barak & Zadok 2009; Kapa 1999; Lindh & Holgersson 2007; Turner & Hill 2006)

3.2. Fen Eğitiminde Meta-Analiz Araştırmaları

Alan yazında fen eğitimine ilişkin araştırmalar üzerine yapılmış meta-analiz çalışmaları incelenmiştir.

Hesaplamalı düşünme ve akademik başarı: Öğrenciler arasında bir meta-analiz başlıklı çalışmada, daha fazla sayısal düşünmenin, ilkokul 1. sınıflardan üniversitede 4. sınıf son sınıf öğrencilerine kadar öğrenciler arasında daha yüksek akademik başarı ile bağlantılı olup olmadığı incelenmiştir. Hesaplamalı düşünme ile akademik başarının pozitif yönde ilişkili olduğunu, düzenleyici değişken analiziyle bu ilişkinin (a) Doğu kültürlerindeki öğrenciler arasında Batı kültürlerindekilerden daha güçlü; (b) ilkokul öğrencileri arasında en güçlü, ortaokul öğrencileri arasında daha az güçlü ve lisans öğrencileri arasında en zayıf; (c) kadınlar arasında erkeklerden daha güçlü; ve (d) ödev puanlarını değerlendirirken en güçlü olanlar; GPA (Grade Points Average), ders notu veya testlerle daha az güçlü; ve sınavlarla en zayıf olduğu rapor edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre ne konu içeriği (ör. Matematik, bilim) ne de örnekleme stratejisi (ör. Randomize, kolaylık) hesaplamalı düşünme ve akademik başarı arasındaki ilişkiyi yönetmediğini göstermiştir (Lei et al., 2020).

Grafik teknolojileri artık K-12 fen ve matematik sınıflarında yaygın olarak mevcuttur. Bu teknolojiler, özellikle öğrenci araştırmalarını destekleyerek fen ve matematik öğrenimini etkileme potansiyeline sahiptir. Grafik teknolojileri kullanımının olduğu öğrenme uygulamalarının olduğu araştırmalar sentezlendiğinde, teknolojiyi kullanarak öğrenci grafik yeterliliğini geliştirmeyi amaçlayan tasarım çalışmaları, matematik ve fen öğrenmede etkilidir. Araştırma sonuçları, grafik teknolojilerini kullanılmasının, öğrenci sonuçları üzerinde grafik kullanılmayanlardan daha büyük etkiye sahip olduğunu göstermiştir. Araştırmacı, grafik yeterliliğini desteklemek için teknolojik desteklerin değerini

vurgulayarak hem bir süreç hem de bilimsel çabanın bir ürünü olarak öğrencilerin grafikleri anlamalarını desteklemek için teknolojinin kullanımına ilişkin sürekli araştırma ihtiyacını ortaya koyduğunu ifade etmektedir (Donnelly-hermosillo, Gerard, & Linn 2020).

Geleneksel laboratuvar uygulaması ve sanal ve uzak (geleneksel olmayan) laboratuvar uygulaması arasında katılımcıları kullanarak öğrenme sonucu başarısını doğrudan karşılaştırmaya odaklanan yeni deneysel çalışmaları sentezlemeye yönelik bir meta-analiz de, genel olarak, bulgular, öğrencilerin öğrenme sonucu başarısının tüm öğrenme çıktı alanlarında Geleneksel olan uygulama lehine olduğu, Fen öğrenme sürecinde laboratuvar uygulamasında sorgulamanın önemine rağmen sorgulama açısından önemli bir farklılık olmadığı, pratik beceriler kazanılması açısından geleneksel laboratuvar uygulaması lehine bir farklılık olduğu ortaya konmuştur (Brinson, 2015).

Farklı öğretim uygulamalarının fen öğretimi öz yeterlik inançları üzerindeki etki büyüklüklerini meta-analiz yöntemiyle incelenmesi amaçlanan doktora tezinde 2000- 2018 yılları arasında yapılmış, doktora tezi, makaleler ve yüksek lisans tezleri ulusal ve uluslararası veri tabanlarından taranmış 276 çalışmaya ulaşılmıştır. Bunlardan 81 tanesinin araştırmanın dahil edilme ölçütlerine uygun olduğu belirlenmiştir. Sonuçlar, farklı öğretim uygulamalarının öğrenenlerin, öğretmenlerin ve öğretmen adaylarının fen öz yeterlilik inançları üzerine etkisi orta düzeyde olduğu, cinsiyetin fen öğretimi öz yeterlik inançları üzerinde etki büyüklüğünün önemsiz düzeyde olduğunu göstermektedir (Baysal, 2020).

Fen bilimleri ve matematik derslerinde işbirlikli öğrenme yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarıları ve derse yönelik tutumları üzerindeki etkisinin araştırıldığı doktora tezinde meta-analiz metodolojisine uygun bir araştırma planlanmıştır. Dahil etme ölçütlerine uygun 71 çalışma tespit edilmiş, etki büyüklüğü ölçütü olarak Hedges g değerleri kullanılmış ve araştırma rastgele etkiler modeline uygun yapılmıştır. Araştırmanın bulguları geleneksel öğrenmeye göre işbirlikli öğrenmenin başarı ve tutum üzerinde olumlu yönde daha etkili olduğunu göstermiştir (Göktaş, 2017).

Meta-analiz yöntemiyle fen eğitiminde Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı'nın akademik başarı üzerindeki etkililiği ve diğer etkenlerin ortaya çıkarılması amacıyla dâhil edilme ölçütlerine uygun 48 araştırma belirlenmiş çalışmalar arasında bir yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür. Analiz sonucunda Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımı'nın fen eğitimindeki genel etki büyüklüğü Cohen ölçütlerine göre yüksek düzeyde bulunmuştur (Balemen, 2016).

Amacı immersive gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin fen bilgisi başarılarına etkilerini araştırmak olan çalışmada meta-analiz yoluyla yurtiçinde ve yurtdışında yayımlanmış nicel çalışmalar incelenmiştir. Veriler rastgele etkiler modeline göre CMA programıyla analiz edilmiştir. Etki büyüklüklerinin heterojen dağılım gösterdiği (Q = 300,86, p = 0,000) raporlanan çalışmalarda immersive gerçeklik uygulamalarının öğrencilerin fen bilgisi başarıları üzerinde yüksek etkiye (Hedge' g = 0,89) sahip olduğu tespit edilmiştir (Akbay, 2020).

Amacı fen akademik başarısına ve fen dersine yönelik tutumlara programda ön görülen öğrenme yöntemine göre Çoklu Zeka Kuramına dayalı öğrenme etkinliklerinin etkisini meta-analiz yöntemiyle incelemek olan yüksek lisans tezinde tutum ve başarı değişkenlerinin düzenleyici değişkeni olarak; fen alanı, sınıf düzeyi ve coğrafi bölge dikkate alınmıştır. 2006- 2019 yılları arasında yapılan araştırmanın dahil edilme ölçütlerini karşılayan akademik başarı için 44, fen dersi tutumları için 25 araştırma meta-analize dahil edilmiştir. Çoklu zeka kuramına dayalı öğrenmenin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etki büyüklüğü ve fen dersine yönelik tutumları üzerindeki etki büyüklüğü geniş düzey olarak açıklanmıştır (Kural, 2020).

Alan yazında fen eğitiminde farklı konulara ilişkin birçok meta-analiz çalışması tespit edilmiştir. Bunların konuları İşbirlikli Öğrenme Yaklaşımının Akademik Başarıya Etkisi: (İleri, Mahmut, & Köse 2020), Ortaokul Matematik Ve Fen Bilimleri Derslerinde İşbirlikli Öğrenmenin Başarıya Etkisi (Bakioğlu & Göktaş 2020) , Fen Ve Matematik Eğitiminde Ters Yüz Edilmiş Sınıf Modeliyle (Köse & Yüzüak 2020), Tr Dizinli Dergilerde Yayınlanmış Fen Eğitimi Makaleleri: 2015'ten Günümüze Yöntem Analizi (Karamustafaoğlu, Boz, & Değİrmencİ 2020), Fen Eğitiminde Yaratıcı Drama Yönteminin Başarıya Etkisi (Şimşek &

Karataş 2020), Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımına İlişkin Fen Eğitimi Alanında Yapılan Bilimsel Çalışmaların İncelenmesi (Yıldırım & Say 2020), Matematik Ve Fen Öğretiminde Akıllı Tahta Kullanımının Öğrencilerin Akademik Başarılarına Etkisi(Gündüz & Kutluca 2019), Web Tabanlı Öğretimin Fen Dersi Başarısına Ve Fen Dersine Yönelik Tutuma Etkisi (Orhan & Men 2018), Türkiye'de Fen Ve Teknoloji Öğretiminde Yapılandırmacılığın Öğretimsel Uygulamaları (Ural & Bümen 2016) ve Probleme Dayalı Öğrenme Yaklaşımının Öğrencilerin Fen Derslerine Yönelik Tutumlarına Etkisi (Ayaz, 2015) olarak tespit edilmiştir.

İlgili araştırmalar incelendiğinde deneysel çalışmaların çoğunlukla STEM uygulamalarını temel aldığı, katılımcıların hesaplamalı düşünme düzeyleriyle ilgili sonuç belirtilmediği, bazı araştırmalarda ise hesaplamalı düşünme düzeyini ölçerken fen öğrenme düzeylerini ölçmediği tespit edilmiştir. Araştırmanın kapsam ve yöntemiyle ilgili alan yazın incelendiğinde, fen bilgisi eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin yapılmış çalışmaların tümü, müdahalelerinde hesaplamalı düşünme ve bilimi birleştirir, ancak hiçbirinin entegre öğrenme sonuçlarını değerlendirmediği görülmüştür.

BÖLÜM IV

YÖNTEM

Bu bölümde çalışmada kullanılan model; amaca uygunluğu ve gerekçeleriyle birlikte açık bir biçimde sunulmuştur. Çalışmanın yöntemi, araştırma modeli, meta-analiz, veri toplama ve veri analizi başlıkları altında incelenmiştir. Bölüm sonunda çalışma süreci bir görsel ile özetlenmiştir.

4.1. Araştırma Modeli

Bu araştırmada nicel araştırmalarda meta-analiz yöntemi sentezleme amacıyla kullanılmıştır.

Meta-analiz, benzer konuda yapılmış bireysel çalışmalardan elde edilen deneysel bulguların birleştirilmesi, etki büyüklüğü formunda sentezlenmesi ve yorumlanması amacıyla kullanılan istatistiksel bir yöntemdir (Card 2012; Littell, Corcoran, & Pillai 2008). Bir araştırma alanında hem genel bir sonuca ulaşmak hem de belirli bir etkiyi inceleyen araştırmaların evrendeki etki büyüklüğünü tahmin etmek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir meta-analiz (Arthur, Bennett, & Huffcett 2011; Ellis 2010).

Araştırmada, öğrenenlerin almış oldukları fen eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeylerini etkilenme durumuna ilişkin araştırmaların, betimsel olarak incelenmesi, meta-analizle incelenmesinin yanında birincil araştırmalarda dikkate alınan cinsiyet, öğrenim düzeyi, yayın dili ve benzeri değişkenlerin fen eğitimine ilişkin akademik başarı, tutum ve öz yeterlik inançlarının hesaplamalı düşünme düzeyleri arasındaki ilişki üzerinde düzenleyici bir etkisi olup olmadığı da araştırılacaktır.

4.2. Meta-Analiz

Bu bölümde, meta-analizin genel olarak açıklanması, meta-analizde kullanılan modeller (sabit etki ve rastgele etki modeli), yayın yanlılığı, etki büyüklüğü, heterojenlik ve düzenleyici değişken analiz kavramları ve diğer istatistiksel konulara yer verilecektir.

4.2.1. Meta-Analizin Tanımı

Meta-analiz, bir konudaki en son durumu belirlemek için o konuyla ilgili belirli ölçütlere göre belirlenmiş birincil araştırmaların sonuçlarını nicel olarak bütünleştirmeyi amaçlayan bir araştırma metodolojisidir (Sánchez-Meca & Marín-Martínez 2010).

Sadece istatistiksel bir teknik değil, birincil araştırma çalışmalarına benzer adımları uygulayarak yapılan sistematik araştırma sentezini yürütmek için bir metodoloji olarak tanımlayan Rosenthal ve DiMatteo'nun önerdiği Meta-analiz yapmanın temel adımlarını şu şekilde açıklanabilir (Rosenthal; & DiMatteo 2012; Üstün 2012):

- İlgili bağımsız ve bağımlı değişkenleri tanımlanır.
- Çalışmaları sistematik bir şekilde toplanır, seçilir ve dikkatlice okunur.
- Elde edilen etki büyüklükleri arasındaki heterojenliği grafikler ve çizelgeler veya ki-kare testi ile araştırılır.
- Anlamlılık, diğer anlamlılık testleri gibi örneklem büyüklüğüne bağlı olduğundan dikkatle yorumlanır (Örneklem, meta-analize dahil edilen çalışma sayısıdır).
- İlgili düzenleyici değişkenlerin etki büyüklükleri arasındaki değişkenlik üzerindeki etkisi araştırılmalıdır.
- Ağırlıklı ortalamalar gibi merkezi eğilim ölçülerini kullanarak birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklüklerini birleştirilir.
- Merkezi eğilim indekslerinin önem düzeyini incelenir.
- Elde edilen ortalama etki büyüklüğünün önemini değerlendirilir.

4.2.2. Meta-Analizde İstatistiksel Modeller

Bir konuya ilişkin yapılmış araştırmaların ortalama etki büyüklüğünü belirlemek, çıkarımsal testler veya güven aralıklarının hesaplanması için standart hatalarını hesaplamak için ister yalnızca ortalama etki büyüklüğünü gerçekleştirilen çalışmalardaki etki büyüklüklerinin, bu etki büyüklüklerinin rastgele bir örneklemini temsil ettiği varsayılır (Card, 2012). Tercih edilen etki büyüklüğü kullanım yöntemine göre sabit etkiler ya da rastgele etkiler modeli kullanılabilirken karma modelde uygulanabilir.

4.2.2.1. Sabit Etkiler Modeli

Sabit etki modelinde yapılan analizdeki tüm çalışmaların altında yatan tek bir gerçek etki büyüklüğünün (dolayısıyla sabit etki terimi) olduğunu ve gözlemlenen etkilerdeki tüm farklılıkların örnekleme hatasından kaynaklandığı varsayılmaktadır. Bazı kaynaklar da sabit etkiler modeli için kullanılan başka bir terim ise ortak etki modeli olacaktır. Her iki durumda da, tek bir gerçek etki olduğu için tekil ifade kullanılır (Borenstein et al., 2009).

4.2.2.2. Rastgele Etkiler Modeli

Gerçek etkinin çalışmadan çalışmaya değişmesine izin verildiği modele ise rastgele etkiler modeli adı verilmektedir. Bu modele uygun yapılan araştırmalarda, katılımcıların bir ölçüte göre farklılık göstermeleri halinde (farklı okul seviyelerinde bireylerin olması), müdahale uygulamalarında farklılık göstereceğinden ya da etki büyüklüğünü etkileyen başka faktörler olduğunda farklı etki büyüklükleri görülmektedir. Sonsuz sayıda çalışma yapmak mümkün olsaydı, bu çalışmalar için gerçek etki büyüklükleri bazı ortalamalara göre dağıtılabilirdi. Gerçekte rapor edilen etki büyüklüklerinin, bu etki büyüklüklerinin rastgele bir örneklemini temsil ettiği varsayılmaktadır. Bir örneklemi temsil ettiği için de çoğul ifade (rasgele etkiler) kullanılmaktadır (Borenstein et al., 2009).

4.2.3. Meta-Analizde Temel Kavramlar

4.2.3.1. Etki Büyüklüğü

Etki büyüklüğü meta-analize dahil edilen araştırmalardan çıkarılabilecek en önemli bilgidir (Card, 2012). Bu nedenle, rapor edilen sonuçlardan etki büyüklüğünün hesaplanması kritik önem taşımaktadır. Çünkü hipotez testine müdahale etkisinin anlamlı olduğu belirlendiğinde etkinin mutlak büyüklüğünün bir göstergesini sağlamak için etkinin mutlak büyüklüğünün bir ölçüsünün de bildirilmesi önerilmektedir (Gravetter & Wallnau 2013).

Etki büyüklüğü, örneklemden elde edilen sonuçların yokluk hipotezinde tanımlanan beklentilerden sapma düzeyini gösteren istatistiksel değerdir. Bunun yanında kişi sayısından bağımsız olarak yaptığımız uygulamanın ne derece etkili olduğunu da ifade etmektedir.

Meta-analiz çalışmalarında Etki büyüklüğü hesaplamalarında standartlaştırılmış ortalama farkı, korelasyon, risk oranının yanında risk farkı ve ortalama farkı gibi indeksler de kullanılmaktadır. Bu etki büyüklükleri gerçek rapor edilen gerçek etki büyüklüklerinden, çıkarımsal istatistiklerden (örneğin, t-testleri), açıklayıcı veriler ve istatistiksel anlamlı ifadeler gibi deneysel raporlarda sunulan bilgilerden hesaplanabilmektedir (Card, 2012).

Etki büyüklüğü, değişkenler arasındaki ilişkinin gücü ve yönünün bir ölçüsü olarak tanımlanabilir. Teorik olarak, herhangi bir metrik, üç koşulu sağladığı sürece etki büyüklüğü olarak kullanılabilir (Littell et al., 2008):

1. Bir ilişkinin büyüklüğünü ve yönünü hesaba katmalı,
2. Güven aralıklarıyla bir nokta tahmini olarak ifade edebilmeli,
3. Çalışmalar arasında karşılaştırılabilir tahminler sağlamalı,

Örnek büyüklüğüne ve istatistiksel testlerin sonucuna bakılmaksızın, araştırılan olgunun çalışma sonuçlarında ne ölçüde mevcut olduğu şeklinde tanımlanabilecek farklı etki büyüklüğü endeksleri kullanılabilmektedir (SánchezMeca & MarínMartínez 2010).

Etki büyüklüğü hesaplarken standartlaştırılmış ortalama farkı kullanan indeksler, iki grubun ortalamaları arasındaki farkın büyüklüğünü, grupların standart sapmalarının bir fonksiyonu

olarak kabul eder. Standartlaştırılmış ortalama indeks ailesinin yaygın olarak kullanılan üç endeksi vardır (Card, 2012).

Bu önemli büyüklük birincisi gruplar arasındaki farkı ikincisi ise ilişki ölçüsünü dikkate alan iki aileye ayrılmıştır.

4.2.3.1.1. Gruplar Arası Farka Dayalı Etki Büyüklükleri:

İki grup arasındaki farkı hesaplamak için 3 farklı hesaplama yöntemi kullanılmaktadır, bunların arasındaki tek fark standart sapmanın hesaplanmasına ilişkin yöntemden kaynaklanır (Ellis, 2010).

1. *Cohen's d:* Cohen'in d etki büyüklüğü indeksini hesaplamak için kullanılan formülü Denklem 1'de görülmektedir.

$$Cohen's\ d = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{SS_{Genel}} \qquad \text{Denklem 1}$$

$\overline{X_1} = birinci\ grubun\ ortalaması, \qquad \overline{X_2} = ikinci\ grubun\ ortalaması$

$SS_{Genel} =$ iki grubun genel standart sapması

Örneklem büyüklüklerinin eşit olup olmamasından bağımsız, iki bağımsız örnek içeren durumlar da Cohen, SD_{pooled} değeri denklem 2 ile hesaplar (J. Cohen, 1988). n, grubun boyutu; $\bar{X}$, Grup ortalaması; μ, grubun evren ortalaması; SS_{Genel}, iki grubun genel standart sapması.

$$SS_{Genel} = \sqrt{\frac{\sum(\overline{X_A} - \mu_A)^2 + \sum(\overline{X_B} - \mu_B)^2}{n_A + n_B - 2}} \qquad \text{Denklem 2}$$

2. Hedges' g:

Eğer grupların büyüklükleri farklıysa standart sapmayı ağırlıklandıran Hedge's g'nin etki büyüklüğü indeksi Denklem 3 ile hesaplanır. $\bar{X}$, grup ortalaması, SS^*_{Genel} ağırlıklandırılmış genel standart sapma

$$Hedges'g = \frac{\overline{X_1} - \overline{X_2}}{SS^*_{Genel}}$$ Denklem 3

Ağırlıklı ve genel standart sapmayı (SS^*_{Genel}) hesaplamak için Hedges Denklem 4'ü kullanır (Hedges, 1981). SS^*_{Genel}, ağırlıklandırılmış havuzlu standart sapma; SS_A, grubun standart sapması; n_A, grubun büyüklüğü.

$$SD^*_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_A - 1)SS_A^2 + (n_B - 1)SS_B^2}{n_A + n_B - 2}}$$ Denklem 4

Örneklem büyüklüğü küçükse Hedges' g; 20 veya daha büyük örneklem için ister Cohen'd ister Hedge's g kullanılabilir. Çünkü örneklem 20'den büyük olduğunda bu iki indeks hemen hemen eşittir.

3. Glass's Delta:

Glass bir ve ikinci grubun standart sapmaları farklı olduğunda varyansların eşitliği varsayımının işlevini yitirdiğini, bu yüzden havuzlanmış bir standart sapma kullanılmayacağını söyler. Bu durumda yapılan müdahaleden etkilenmediği düşünülen kontrol grubu standart sapması kullanılır. Etki büyüklüğü indeksi formülünde ortalamalar arasındaki fark kontrol grubunun standart sapmasına bölünür(Ellis, 2010). $Glass's\ \Delta$ Etki büyüklüğünü hesaplamak için $\bar{X}$=grup ortalaması, $SS_{Kontrol}$, kontrol grubu standart sapmasını ifade ettiği Denklem 5 kullanılır.

$$Glass'ın\ \Delta = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{SS_{Kontrol}}$$ Denklem 5

4.2.3.1.2. Korelasyona Dayalı Etki Büyüklükleri

Korelasyona dayalı etki büyüklüğü hesaplarken çalışmaların değişkenleri arasındaki ilişkiye odaklanılmaktadır. Etki büyüklüklerinin ikinci grubunda, iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi ifade eden korelasyon katsayısının varyasyonları kullanılır ve r ile sembolize edilir. Araştırmanın değişkenlerini nasıl ölçüldüğüne bağlı olarak hangi indeksin kullanılacağına karar verilir. Değişkenler bir aralık veya oran ölçeğiyle ölçüldüğünde person

korelasyon katsayısı, sıralı veya sınıflama ölçeği ise Spearman's rho veya sıra korelasyon katsayısı, her iki değişkende, sıralı ya da sınıflama ölçeği ile ölçülürse kendall'ın tau korelasyon katsayısı, bir değişken ikili ölçekle ölçülürse çift seri korelasyon katsayısı, değişkenler ve etkiler 2'ye 2 bir olasılık tablosuyla gösterilirse phi katsayısı, her hangi bir boyuttaki tablolar için Cramer's V, kategorik ölçeklerle ölçülmüşse Goodman ve Kruskal'ın Lambdası kullanılır.

Araştırmanın değişkenlerine ve ölçme aracına uygun etki büyüklüğü hesaplandıktan sonra önem düzeyini vurgulamak için bir sınıflandırma kullanmak gerekmektedir. Cohen ve arkadaşlarına göre, etki büyüklüğü (d) sınıflandırması aşağıdaki gibidir (Cohen;, Manion;, & Morrison; 2007)

Etki büyüklüğü değeri

- $0 \leq d < 0{,}20$ aralığında ise zayıf (poor),
- $0{,}21 \leq d < 0{,}50$ aralığında ise küçük (mütevazı) (modest),
- $0{,}51 \leq d < 1{,}00$ aralığında ise orta (moderate),
- $1{,}01 \leq d$ ise güçlü (strong) düzeyde etkisi vardır.

Cohen'e (1988) göre ise etki büyüklüğü (d) değeri sınıflandırılması aşağıda sunulmuştur:

- $d < 0{,}2$
- $0{,}20 \leq d < 0{,}50$ ise düşük,
- $0{,}50 \leq d < 0{,}80$ ise orta,
- $d > 0{,}80$ ise yüksek düzeyde.

4.2.3.2. Heterojenlik

Meta-analizin hedeflerinden biri olan heterojenliğin incelenmesi, müdahalenin etkisinin örneklem alt gruplarında farklı olabileceği veya gözlemsel çalışmalar için maruz kalma etkisinin farklı kişilerde farklı olabileceği olasılığının dikkate alınmasını içerir(Petitti, 2000). Tipik olarak, meta-analizin üç ana amacı vardır (Huedo-Medina et al., 2006):

I. Çalışma sonuçlarının homojen olup olmadığını test etmek
II. Bir güven aralığına ve istatistiksel anlamlılığına birleştirilmiş, çalışılan ilişkinin etki büyüklüğü hakkında global bir indeks elde etmek
III. Çalışmalar arasında heterojenlik varsa, elde edilen sonuçları düzenleyen olası değişkenleri veya özellikleri belirlemek.

Bir meta-analiz ile elde edilen sonuçların yorumlanması, meta-analizin 'kararlılığının', etkinin büyüklüğünün ve heterojenliğin olası sebeplerinin yer aldığı bir dizi değerlendirmenin sonucudur (Leandro, 2019)

Her çalışmada müdahalenin etkisi farklı olur. Ancak etki büyüklüğünün çalışmalar arasında tutarlı olup olmadığını bilmek sonuçları doğru değerlendirmemiz ve pratik etkileri de dikkate almamız için önemlidir. Bir meta-analiz çalışmasında heterojenlik testi aşağıdaki soruları cevaplamak için yapılır(Borenstein et al., 2009):

1. Gerçek etki büyüklüklerinde heterojenlik kanıtı var mı?
2. Gerçek etkilerin varyansı nedir?
3. Bu heterojenliğin asli sonuçları nelerdir?
4. Gözlenen dağılımın ne kadarı gerçek varyanstır?

Meta-analizin temel bakış açısı sadece yapılmış araştırmaların sentezini yapmak değil, bu araştırmaların etki desenini oluşturmaktır. Bu amaçla alan yazında tespit edilen araştırmaların etki büyüklükleri dağılımı belirlendikten sonra bu dağılımın her birinde ne kadar çeşitlilik olduğunun da belirlenmesi gerekmektedir. Bu yüzden heterojenlik testine çalışmalar arasında etki büyüklüklerindeki değişkenliğin analizi de denmektedir.

Bir çalışmanın gerçek etki büyüklüğü, evrendeki etki büyüklüğüdür ve çalışmanın sonsuz büyüklükte bir örneklem büyüklüğüne sahip olması (ve dolayısıyla örnekleme hatası olmaması) durumunda gözlemleyeceğimiz etki büyüklüğüdür. Bağlama bağlı olarak değerler arasındaki farklılıklara, bazen gerçek etkilere ve bazen gözlemlenen etkilere atıfta bulunmak için varyans ve dağılım terimlerini kullanırız. Ancak, heterojenlik kavramını

yalnızca gerçek etkilerdeki heterojenliği ifade etmek için kullanılmaktadır (Borenstein et al., 2009).

Meta-analizde heterojenliği test etmek için farklı yöntemler kullanılabilir. Birincisi, rastgele Etkiler modellini kullanmaktır. Analizde yeterince çalışma varsa, olası heterojenlik kaynaklarını keşfetmek için düzenleyici değişken analizini de kullanabiliriz. Üçüncü bir seçenek, genel etki tahmini olmadan Orman Grafiği (Forest Plot) kullanılabilir (Littell et al., 2008).

Tipik bir orman grafiği hem bileşen çalışmaların sonuçlarını hem de bireysel çalışmaların sonuçlarını nokta tahmini merkezli kareler olarak gösterir. Bunun yanında karenin içinden geçen yatay bir çizgi, her zaman olmasa da genellikle %95'lik bir güven aralığını gösterir (Lewis & Clarke 2001). Güven aralığı, çalışmanın sonucuyla uyumlu müdahale etkileri aralığını gösterir. Bloğun boyutu, altta bir elmas olarak sunulan genel sonucun hesaplanmasında baskın olan daha büyük ağırlıklı (genellikle daha dar güven aralıkları olan) çalışmalara dikkat çeker.

Meta-analize giren bireysel çalışmalar arasındaki varyansın miktarını kolayca görmeyi sağlayan Orman grafiği, çalışmaların sonuçları arasındaki heterojenliğin görselleştirilmesini de sağlamaktadır (Yeh & D'Arnico 2004).

İstatistiksel olarak gösterebilsek de gösteremesek te Meta-analiz de uygulama ve yöntemsel çeşitlilik her zaman olduğundan istatistiksel heterojenlik kaçınılmazdır.

Meta-analizin temel amaçlarından biri olan heterojenliği test etmek, düzenleyici değişkenlerin varlığını da gösterir ve var olup olmadığını belirlemek için bazı nicel ölçütlerden yararlanılır (Göktaş, 2017). Bunlar Cochrane Q, Higgins I^2 ve τ^2 (tau kare)'dir.

I. Cochrane Q parametresi: Ağırlıklı kare sapmaların toplamının bir ölçüsüdür. Gerçek heterojenliğin kapsamı hakkında bilgi vermez, sadece istatistiksel önemi hakkında bilgi verir (Huedo-Medina et al., 2006). W_i çalışma ağırlığı, Y_i çalışmanın etki büyüklüğü, M özet etki ve k çalışma sayısını ifade ederse ağırlıklandırılmış kareler toplamı, Q Denklem 6 ile hesaplanır.

$$Q = \sum_{i=1}^{k} W_i(Y_i - M)^2$$ Denklem 6

II. Tau-kare parametresi τ^2: Gerçek etki büyüklüklerinin varyansı olarak tanımlanır. Çalışmalar arası varyans (τ^2), çalışmalar arası standart sapma (τ) ifade eder. Bu değişkenlerin kullanıldığı denklem 7 ve denklem 8 tau-kare parametresi hesaplanır.

$$T^2 = \frac{Q - df}{C}$$ Denklem 7

$$C = \sum W_i - \frac{\sum W_i^2}{\sum W_i}$$ Denklem 8

Başka bir deyişle, her biri sonsuz büyüklükte olan (böylece her çalışmadaki tahmin gerçek etkiydi) bir çalışma örneklemine sahip olsaydık ve bu etkilerin varyansını hesaplasaydık, bu varyans τ^2 olurdu. Ancak gerçek etkileri gözlemleyemediğimiz için bu varyansı doğrudan hesaplayamayız. τ^2 değerini gözlemlenen etkilerden tahmin ederiz. T ise gerçek etki büyüklüğünün standart sapmasıdır, ancak bunu hesaplayamadığımızdan tahmin ederiz ve τ ile gösterilir. Birincil araştırmadaki standart sapmaya benzer şekilde, T ortalama etkiye ilişkin etki büyüklüklerinin dağılım birimini ifade eder. Etki büyüklüklerinin normal dağıldığını varsayıyorsak, gerçek etki büyüklüklerinin aralığı için T bir fikir verebilir. Diğer taraftan eğer birincil çalışmaların sayısı yüksekse T^2 dağılımı normal bir dağılımla iyi bir şekilde tahmin edilmediğinden, güven aralığını +2 veya -2 standart hatayla tahmini olarak hesaplanır. Ancak çalışmaların sayısı az ise τ^2 için bir güven aralığı farklı birkaç yöntemle belirlenebilir. Bunlardan birisi aşağıda açıklanmıştır. Wi, çalışma ağırlığı ve Vi, varyansı

$$W_i = \frac{1}{V_i}$$ Denklem 9

$$C = \sum W_i - \frac{W_i^2}{W_i}$$ Denklem 10

$$Q > (df + 1) \quad \rightleftharpoons \quad B = 0{,}5 \times \frac{\ln(Q) - \ln df}{\sqrt{2Q} - \sqrt{2xdf - 1}}$$ Denklem 11

$$Q \leq (df + 1) \quad \overset{B}{=} = \sqrt{\frac{1}{2 \times (df - 1) \times \left(1 - \left(\frac{1}{3 \times (df - 1)^2}\right)\right)}} \qquad \text{Denklem 12}$$

$$Alt\ sınır \Rightarrow L = Exp\left(0{,}5 \times \ln\left(\frac{Q}{df}\right) - 1{,}96 \times B\right. \qquad \text{Denklem 13}$$

$$Üst\ sınır \Rightarrow U = Exp\left(0{,}5 \times \ln\left(\frac{Q}{df}\right) + 1{,}96 \times B\right. \qquad \text{Denklem 14}$$

Son olarak τ^2 için %95 güven aralığı hesaplanır:

$$Alt\ sınır \Rightarrow \quad LL_{\tau^2} = \frac{df \times (L^2 - 1)}{C} \qquad \text{Denklem 15}$$

$$Üst\ sınır \Rightarrow \quad UL_{\tau^2} = \frac{df \times (U^2 - 1)}{C} \qquad \text{Denklem 16}$$

III. Higgins I^2 Parametresi: Gerçek heterojenliğin toplam gözlemlenen varyansa oranıdır. Bu parametre gerçek etkilerin konumu ya da yayılmasına bağlı olmaksızın güven aralıklarının örtüşme düzeyini gösterir. Dolayısıyla I^2, gerçek etkiler arasındaki heterojenliğin bir ölçüsü olarak değil de çalışmaların bulguları arasındaki tutarsızlığın bir ölçüsü olarak görmek daha uygundur. Analizdeki çalışmaların sayısından doğrudan etkilenmeyen I^2, Q istatistiğinden türetilebilen bir tutarsızlık ölçüsüdür; örnekleme hatasından (şans) ziyade heterojenlikten kaynaklanan etki tahminlerindeki değişkenliğin yüzdesini tanımlar. I^2 değerinin %0 olması değişkenliğin örneklem hatasına veya şansa bağlı olduğunu, %100'e yaklaştıkçaysa değişkenliğin büyük oranda çalışmalar arasındaki gerçek heterojenliğe bağlı olduğunu gösterir (Kılıçkap, 2018).

Formülde X^2, ki-kare istatistiği ve sd onun serbestlik derecesidir.

$$I^2 = \left(\frac{X^2 - \mathrm{sd}}{X^2}\right) \times 100\% \qquad \text{Denklem 17}$$

Tutarsızlığın önemi birkaç faktöre bağlı olduğundan, I^2 istatistiğinin yorumlanması için belirlenen sınırlar yanıltıcı olabilir. Meta-analiz bağlamında I^2 yorumlamaya yönelik bir sınıflandırma %25 düşük, %50 orta ve %75 yüksek olarak kabul edilmektedir (Borenstein vd., 2009).

Tablo 1
Dağılım Ölçülerini Etkileyen Faktörler

	Olası değerler aralığı	Çalışma sayısına bağlı olma	Ölçeğe bağlı olma
Q	$0<Q$	x	
p	$0\leq p\leq 1$	x	
T^2	$0\leq T^2$		x
T	$0\leq T$		x
I^2	$\%0 \leq I^2 \leq \%100$		

T^2 ve I^2'nin tamamen farklı iki işleve hizmet ettiğini anlamak önemlidir.

Tablo 2
Tau Kare (T^2) ve Higgin's I^2 Arasındaki Fark

T^2	I^2
Gerçek heterojenlik miktarını (varyans veya standart sapma) yansıtır.	Heterojenlikten kaynaklanan gözlemlenen varyans oranını yansıtır
Yalnızca gerçek varyansın mutlak değerini yansıtır ve doğru olan gözlemlenen varyansın oranı hakkında hiçbir şey söylemez.	Yalnızca doğru olan varyans oranını yansıtır ve bu varyansın mutlak değeri hakkında hiçbir şey söylemez

4.2.3.3. Yayın Yanlılığı

Diğer metodolojik konularda ne kadar kusursuz olursa olsun, meta-analize dahil edilen çalışmalar önyargılı ise bir meta-analiz çalışmasının sonuçlarının geçerliliği düşük olabilir (Becker, 2005). Bu bağlamda alan yazına göre yapılan araştırmanın örneklemi sistematik olarak tamamlanmış çalışmaların evrenini temsil etmediğinde karşımıza yayın yanlılığı çıkabilmektedir.

Yayın yanlılığı, istatistiksel olarak anlamlı etkinin olmadığı veya beklenenin tersi yönde istatistiksel olarak anlamlı etki bulunan sonuçların, istatistiksel olarak beklenen yönde anlamlı etkiler bulunan çalışmalara göre daha az yayınlanma olasılığını ifade eder. Yayın yanlılığının tespiti için kullanılan yöntemler Şekil 3'te özetlenmiştir.



Şekil 3. Yayın yanlılığını tespit için kullanılabilecek yöntemler tablosu

Not: Begg Sıralama Korelasyon Yöntemindeki ile Egger Regresyon analizindeki standartlaştırılmış etki büyüklüğü hesaplamaları farklıdır.

Araştırmacıların yayın için manidar olmayan veya olumsuz sonuçları rapor etmek istememesi de dergilerin (editörler ve hakemler) bu sonuçları rapor eden makaleleri kabul etme olasılığının daha düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Cooper, Charlton, & DeNeve 1997; Coursol & Wagner 1986; Greenwald 1975; Olson et al. 2002)

4.2.3.3.1. Huni Grafiği

Dikey eksende örnek boyutu veya standart hata; yatay eksende etki büyüklüğü olan bir grafik olup meta-analizde yayın yanlılığı ve diğer yanlılıkların araştırılması için kullanılan görsel araçtır.

Birincil araştırmaların uygulamalarında herhangi bir yanlılık yoksa, bu grafik ters çevrilmiş bir huni şeklinde olmalıdır (Lynn & Mullen 1997). Birincil araştırmalarda yanlılık varsa;

örneğin, istatistiksel olarak anlamlı etkiler göstermeyen daha küçük çalışmaların yayımlanmaması, huni grafiği asimetrik olacaktır ve grafiğin sağ alt tarafında bir boşluk oluşacaktır. Huni grafiğindeki asimetri ne kadar belirgin olursa, yanlılık miktarının önemli olması o kadar olasıdır. Ancak huni grafiği asimetrisi sadece yayın yanlılığından kaynaklanmaz. Sonuçlar arasındaki heterojenlik de huni grafiklerinde asimetriye yol açabilir (Sterne, Becker, & Egger 2005). Bunun yanında huni grafiğinin simetrik olması yayın yanlılığı olmadığının kesin bir göstergesi değildir (Hunter & Schmidt 2004).

Yayın yanlılığının değerlendirilmesinde kullanılan huni grafikleri meta-analiz yapan araştırmacının kullandığı verinin doğasıyla ilgili bir fikir edinmesine yardımcı olur. Ancak bu grafiğin asimetrik olma nedenlerinin tarafsız ve yanlılık olmadan değerlendirilmesi ihtiyacı huni grafiği asimetrisini açıklamaya yönelik istatistiksel testlerin geliştirilmesine neden olmuştur.

4.2.3.3.2. Rosenthal Hata Koruma N

Birincil araştırmaların etki büyüklükleri arasında heterojenlik olmadığın kabul edip istatistiksel anlamlılığın (p değerinin) özetini bulmaya dayanan yöntemi Roshental (1979) araştırmacıların yayınlanmamış makalelerinin sayısını tahmin için ortaya atmıştır (Rosenthal, 1979). Bu yöntem yayınlanmamış çekmecede kalmış çalışmaları ifade etmek üzere "çekmece dosyası (file drawer) yöntemi" olarak anılmaktadır (Becker 2005; Hunter & Schmidt 2004).

Meta-analiz sonuçlarının yayın yanlılığı içermesine yol açacak araştırma sayısı ise hata koruma sayısı (faile safe N) olarak adlandırılmaktadır (Borenstein et al., 2019).

Roshental, hesaplanan hata koruma sayısı(N) ile meta-analizdeki birincil araştırma sayısı (k) arasında bir oran önermiştir (Mullen, Muellerleile, & Bryant 2001).

$$1 < \frac{N}{(5k + 10)} \qquad \text{Denklem 18}$$

Bu oran eğer birden büyükse kanıtın yeterli görüldüğü ve meta-analizin sonuçlarının yayın yanlılığına karşı sağlam olduğu kabul edilir.

4.2.3.3.3. Orwin Koruma N Sayısı

Orwin'in adıyla anılan koruma sayısı, etkinin sıfır olmasına yönelik değil belirlenen bir etki büyüklüğünü ölçüt alarak yayın yanlılığını tespit etmek üzere bir yöntem önermiştir. Bu yöntem meta-analize dahil edilen araştırmaların ortalama etki büyüklüğünü araştırmacı tarafından belirlenen düzeye düşürmek için aksi yönde etkiye sahip kaç çalışma yapılması gerektiğini sorgulamaktadır (Orwin & Boruch 1982).

Bu yöntemde alan yazında eksik olduğu belirlenen çalışmalar için ortalama etki büyüklüğü sıfırdan farklı bir değer kabul edilebilir. Başka bir ifadeyle araştırmacının önemli olduğuna karar verdiği en küçük etkiyi de ifade edecek bir ortalama etki büyüklüğü değeri seçilebilir.

4.2.3.3.4. Egger Regresyon Analizi

Meta-analizde yer alan verilerde herhangi bir yanlılık olup olmadığını istatistiksel olarak test etmek için doğrusal bir regresyon yaklaşımı öneren Egger regresyon analizinde, standart normal sapma kendi kesinliğine karşı regrese edilir (Egger et al. 1997; Sterne & Egger 2005).

Bu analizde yayın yanlılığı olmayan bir araştırmanın regresyon çizgisinin huni grafiğinin merkezindeki çizgiyle çakışması beklenir. Eğer huni grafiği simetrik değilse regresyon doğrusu merkezden geçmez(Sterne et al., 2005) .

Egger regresyon analizinin uygulanması, birincil araştırmaların farklı örneklem büyüklüklerine sahip olması ve en az bir çalışmanın orta etki büyüklüğü göstermesi halinde uygundur (Borenstein, 2015).

4.2.3.3.5. Duval ve Tweedie Analizi

Kes ve doldur yöntemi olarak adlandırılan bu yöntem, basit bir simetri varsayımıyla eksik araştırmaların sayısını tahmin etmeyi sağlayan yinelemeli bir yaklaşımdır. Parametrik olmayan (sıra tabanlı) veri artırma tekniğiyle, huni grafiğinin bir tarafında eksik olan çalışmaların sayısını tahmin ederek grafiğinin daha simetrik olması için verileri artırır

(Duval & Tweedie 2000b, 2000a). Başka bir deyişle "düzeltilmiş etki büyüklüğü" olarak adlandırılan teorik olarak yansız bir etki büyüklüğü tahminini hesaplamak için kullanılır.

Yapılan meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığı durumunun belirlendiği Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu ya da Egger'in Regresyon analizi yönteminden farklı olarak bu yaklaşım eksik çalışmaları gösterirken doldurma yapılmadan elde edilen genel etki büyüklüğü ile doldurma yapıldıktan sonra elde edilen genel etki büyüklüğünün farkı yorumlanır.

4.2.3.3.6. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu

Birincil araştırmaların standartlaştırılmış etki büyüklükleriyle bu değerlerin standart hataları arasındaki sıra korelasyon analizi ile eşdeğer olan etki büyüklüğü ile örnekleme varyansları arasındaki ilişki arasında düzeltilmiş sıra korelasyon analizi yapılan "Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu" yöntemi de yayın yanlılığı tespitinde kullanılan istatistiksel testlerden biridir (Begg & Mazumdar 1994). Bu yöntem huni grafiğinin araştırmacıya bağlı olan yorumu yerine, grafiğinin sonucunu nicelleştiren bir prosedürdür.

Begg ve Mazumdar (1994), küçük örneklemli çalışmaların yalnızca yüksek korelasyon veya etki değeri görülmesi halinde yayınlanma eğiliminde olduğu ancak büyük örneklemli çalışmaların doğrudan yayınlanma eğiliminde olduğunu varsaymıştır. Bu testte yayın yanlılığı olmaması halinde standartlaştırılmış etki büyüklükleriyle bu değerlerin standart hataları arasındaki sıra korelasyonun 0 olması beklenir. Pozitif bir korelasyon yayın yanlılığını gösterir (Hunter & Schmidt 2004).

4.2.3.4. Güç Analizi

Bir testin yapılan müdahalenin etkisini ya da durumu doğru bir şekilde belirleme olasılığını tanımlayan istatistiksel güç, teknik olarak, tip II hata yapma olasılığı ile ters orantılıdır (tip II hata: H_o hipotezi doğruyken, reddedilmesi) (Ellis, 2010). Hatalardan ayıklanmış doğru bir istatistiksel planlama yapmak isteniyorsa güç hesaplamasını araştırmaya dahil etmek

gerekmektedir (Öner & Çelik 2016). Yokluk hipotezini test ettiğimiz araştırmalarda (hem birincil çalışmalarda hem de meta-analizde) iyi bir istatistiksel güce sahip olduğundan emin olmak önemlidir (Borensteın et al., 2019). Bu parametreyi, etki büyüklüğünün derecesi, araştırmacı tarafından belirlenen alfa seviyesi, kuyruk sayısı; yani tek kuyruklu veya iki kuyruklu test ve örneklem büyüklüğü etkiler (Gravetter & Wallnau 2013).

Birincil analizler için kullanılan güç analizi hesaplama mantığı meta-analiz araştırmaları için de geçerlidir. Meta-analiz araştırmalarında istatistiksel güç analizi, birincil çalışmaların genel etki düzeylerini ve heterojenliği saptamaya yeterli olup olmadığını görmeyi sağlar (Hedges ve Pigott, 2001).

Bilindiği üzere meta-analizde sabit ve rastgele etkiler olmak üzere iki farklı model söz konusudur. Bu iki model için çeşitli koşullar altında farklı etki büyüklükleri ile ilgili çalışmalar yürüten Field, aynı etki büyüklüklerinin farklı koşullarda daha güçlü sonuçlar verebildiğini göstermiştir (Field, 2001).

Meta-analizde istatistiksel gücü hesaplamak için gereken bilgiler araştırma sentezi ve senteze dahil edilen çalışmalar düzeyinde ihtiyaç duyulan bilgiler olmak üzere iki gruptur (Pigott, 2012):

1. İstatistiksel anlamlılık için kritik değer/ölçüt, yaklaşık
2. Pratik öneme sahip etki büyüklüğü, y
3. Meta-analiz için çalışma sayısı, k
4. Rastgele etkiler için: varyans bileşeni (çalışmalar arası varyans), τ^2

Araştırma sentezine dahil edilen çalışmalar düzeyinde ihtiyaç duyulan bilgiler

Çalışma içi örneklem büyüklükleri, N
Çalışma etki büyüklüğü varyansları (örnek büyüklüğü ile ilgili), v

Rastgele etkiler modelinde ortalama etki büyüklüğünün güç analizi için kullanılacak olan lambda (λ) parametresi; δ, etki büyüklüğünü ve V_δ, varyansı ifade ederken denklem 19 ile hesaplanabilir.

$$\lambda^* = \frac{\delta}{\sqrt{V_\delta}}$$ Denklem 19

Ortalama etki büyüklüğünün sıfırdan büyük olduğu rastgele etki testleri için tek taraflı güç hesaplamasına ilişkin denklemler aşağıda verilmiştir (Valentine et al., 2010).

$c_\alpha = \alpha\ ile\ ilişikili\ Z'nin\ kritik\ değeri$
$\Phi = normal\ dağılım\ fonksiyonu$ $p = 1 - \Phi(c_\alpha - \lambda^*)$ Denklem 20

İki kuyrukllu bir testten bahsediyorsak denklem 19 daki güç formülü denklem 20 deki hale gelir.

$$p = 1 - \Phi(c_\alpha - \lambda^*) + \Phi(-c_\alpha - \lambda^*)$$ Denklem 21

Normal dağılım fonksiyonu Φ Exel' de "*NORMSDAĞ*" işlevi kullanılarak hesaplanabilir (Pigott, 2012).

İstatistiksel güç hesaplamak için kullanılan başka bir yöntem ise G*Power programının kulanımıdır.

4.2.3.5. Düzenleyici Değişken Analiz

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünde, bu heterojenliğin kaynakları düzenleyici değişken analizleri ile araştırılır. Farklı seviyeleri olan düzenleyici değişken, diğer iki değişken arasındaki ilişkiyi düzenler.

Genel anlamda düzenleyici değişken, bağımsız veya yordayıcı bir değişken ile bağımlı bir değişken arasındaki ilişkinin yönünü ve / veya gücünü etkileyen niteliksel (örn. Cinsiyet, ırk, sınıf) veya niceliksel (örn. Ödül düzeyi) değişkendir (Baron & Kenny 1986).

Düzenleyici değişkenler kategorik ya da sürekli değişken olabilirler. Düzenleyici değişken eğer kategorik ise birincil veri analizinde kullandığımız ANOVA'nın mantığıyla analiz yapmak gerekir (Card, 2012). Kategorik olmayan değişkenler için ise bir çeşit çoklu regresyon yöntemi kullanılabilir.

Birincil çalışmalarda, ortak bir değişkenin etkisini açıklamak için, o değişken tarafından açıklanan varyansın toplam varyansa oranı bildirilmektedir. Meta-analizde alt gruplarda,

gerçek etki aynı olsa da kendi alt grubu içindeki her çalışma için, rastgele hata nedeniyle gözlemlenen etkiler birbirinden farklı olacaktır. Her alt grup için grup içi varyans, gruplar arası varyanstan küçük olacaktır. Birincil çalışmalarla ortaya çıkan bu farktan dolayı meta-analiz çalışmaları için R^2 parametresi yeniden tanımlanmalıdır.

Meta-analizde R^2 parametresi, ortak değişkenler tarafından açıklanan gerçek varyansın oranını ifade eder. R^2 parametresi denklem 21'e göre grup içi varyansın toplam varyansa bölünmesiyle hesaplanır.

$$R^2 = \frac{T^2_{gurp\ içi}}{T^2_{tolam}} \qquad \text{Denklem 22}$$

$$T^2_{grup\ içi} = \frac{Q_i - df}{C_i}\ ve \qquad \text{Denklem 23}$$

$$T^2_{toplam} = \frac{Q_{toplam} - df_{toplam}}{C_{toplam}} \qquad \text{Denklem 24}$$

$$Q_{grup\ içi} = \sum WY - \left(\frac{Wx\ Y^2}{\sum W}\right) \qquad \text{Denklem 25}$$

$$C_{grup\ içi} = \sum W_{grup\ içi} - \frac{\sum W^2_{grup\ içi}}{\sum W_{grup\ içi}} \qquad \text{Denklem 26}$$

$$Q_{toplam} = \sum (WY) - \left(\frac{(Wx\ Y^2)_{toplam}}{\sum W_{toplam}}\right) \qquad \text{Denklem 27}$$

$$C_{toplam} = \sum\ W - \frac{\sum W^2}{\sum\ W} \qquad \text{Denklem 28}$$

$$W_i = \frac{1}{V_i} \qquad \text{Denklem 29}$$

Sabit etkiler, rastgele etkiler ve karma model, meta-analizde alt grupları analiz ettiğimiz düzenleyici analizleri için kullanılan yöntemlerdir. Burada sabit etkiler modeli derken etkinin tüm ilgili çalışmalarda aynı olduğu ifade edilmektedir. Buna göre meta-analizde alt gruplardan sabit olarak bahsedebiliriz (örnek: alt grupların kadın ve erkek olması). Diğer taraftan alt grupların aynı rastgele etki dağılımından geldiğini varsayarak analiz yapılıyorsa rastgele etkiler modeli olurken eğer alt gruplar sabitken alt gruplar içinde birden fazla gerçek etki büyüklüğü bulunuyorsa karma-etki analizi yapılır.

4.2.3.6. Meta-Analiz Süreci

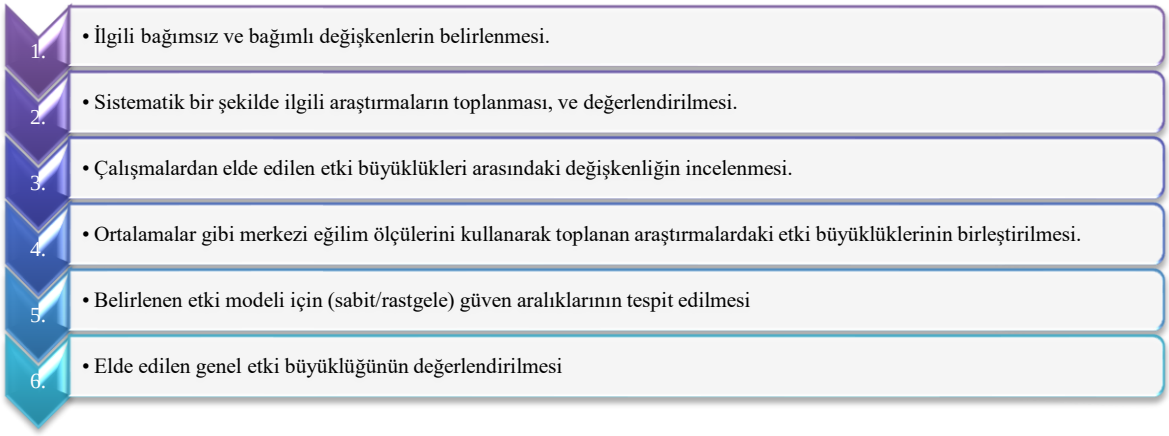
Meta-analiz çalışmalarının süreci için alan yazında birçok sınıflandırma yapılmıştır. Bunlardan ilkini Sanchez ve Martinez 5 adım olarak belirtmiştir (SánchezMeca & MarínMartínez 2010):



Şekil 4. Sanchez ve Martinez'in meta-analiz süreci aşamaları

Problemi formüle etmek, literatür taramak, çalışmaları kodlamak, istatistiksel analiz ve yorumlama basamaklarının ardından analiz aşamaları ve sonuçların yayınlanması ile sonlandırılır (SánchezMeca & MarínMartínez 2010).

Alan yazında meta-analiz örneklerinde görülen, altı basamaktan oluşan başka bir araştırma süreci ise aşağıda açıklamıştır (Rosenthal; & DiMatteo 2012):

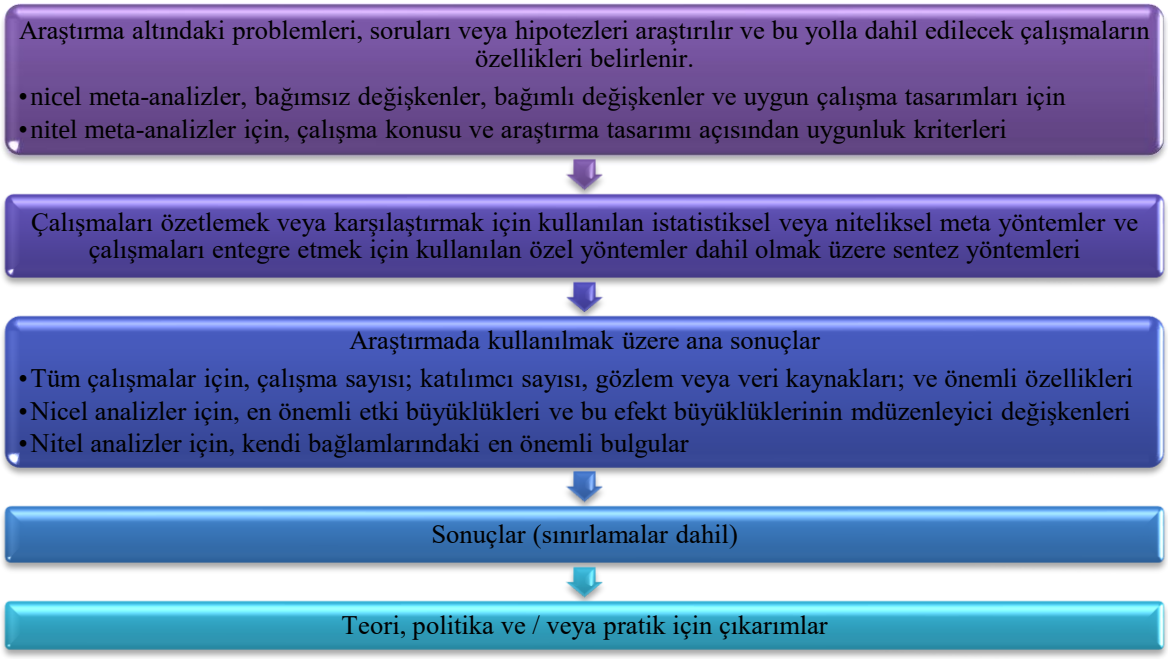


Şekil 5. Rosenthal ve DiMatteo'nun meta-analiz süreci basamakları

Rosenthal ve DiMatteo (2012) meta-analizin sürecinin basamaklarını ayrıntılandırarak 6 adımda yapılması gerektiğini ifade etmektedir. Birinci basamakta ilgili bağımsız ve bağımlı değişkenlerin belirlenmesi, ikinci basamakta sistematik bir şekilde ilgili araştırmaların toplanması, ve değerlendirilmesi, üçüncü basamakta çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri arasındaki değişkenliğin incelenmesi, dördüncü basamakta ortalamalar gibi

merkezi eğilim ölçülerini kullanarak toplanan araştırmalardaki etki büyüklüklerinin birleştirilmesi, beşinci basamakta belirlenen etki modeli için (sabit/rastgele) güven aralıklarının tespit edilmesi ve son basamakta elde edilen genel etki büyüklüğünün değerlendirilmesini önermiştir.

Sanchez ve Martinez (2010) meta-analiz sürecini basamaklandırırken temel bir analizin basamaklarından uzaklaşmadan 5 basamak önermiştir. Ancak Rosenthal ve Dimatteo (2012) meta-analize özel gerçekleştirilen işlemleri ifade ederek 6 basamak önermiştir. Amerikan psikoloji derneği (2020) ise meta-analiz sürecini özetlerken daha önce meta-analiz için ileri sürülen sistematikleri de dikkate alarak ayrıntılı bir meta-analiz süreci sistematiği önermiştir.



Şekil 6. APA meta-analiz süreci aşamaları

Amerikan psikoloji derneğinin önerdiği nicel veya nitel meta-analiz adımları Şekil 6'da özetlenmiştir (APA, 2020).

APA (2020)'nin önerdiği süreçte araştırma altındaki problemleri, soruları veya hipotezleri araştırılır ve bu yolla dahil edilecek çalışmaların özellikleri belirlenerek başlanır. Bu özellikler birincil araştırmaların nicel olduğu meta-analizler için bağımsız değişkenler, bağımlı değişkenler ve uygun çalışma tasarımı; birincil araştırmaların nitel olduğu meta-

analizler için, çalışma konusu ve araştırma tasarımıdır. Birincil araştırmalar belirlendikten sonra çalışmaları özetlemek veya karşılaştırmak için kullanılan istatistiksel veya niteliksel meta yöntemler ve çalışmaları entegre etmek için kullanılan özel yöntemler dahil olmak üzere sentez yöntemleri belirlenir ardından birincil araştırmaların verileri, tüm çalışmalar için, çalışma sayısı; katılımcı sayısı, gözlem veya veri kaynakları; ve önemli özellikleri, nicel analizler için, en önemli etki büyüklükleri ve bu efekt büyüklüklerinin düzenleyici değişkenleri, Nitel analizler için, kendi bağlamlarındaki en önemli bulgular, yani ana sonuçlar kodlanır. Birincil araştırmalardan elde edilen veriler meta-analize tabii tutulduktan sonra teori, politika ve / veya alan yazına katkı sağlamak için çıkarımlarda bulunulur.

4.3. Veri Toplama

4.3.1. Veri Toplama Araçları

Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeyi konu alan yurt içi ve yurt dışında yapılmış doktora tezleri, yüksek lisans tezleri ve bilimsel makale çalışmaları araştırmanın veri kaynağını oluşturmaktadır.

4.3.2. Literatür Taramasında Kullanılan Anahtar Sözcükler

Literatür tarama sürecinde "*Fen Eğitimi*", "*Fen Öğretimi*", "*Fen Öğrenme*", "*STEM*", "*Science Education*", "*Science Teaching*", "*Science Learning*" ifadeleriyle birlikte "*Computational Thinking*" ve Türkçe karşılığı olarak kullanılan "*Hesaplamalı Düşünme*", "*Bilgisayarca Düşünme*", "*Bilgi işlemsel Düşünme*" ve "*Komputasyonel Düşünme*" ifadelerini içeren araştırmalar toplanmıştır.

4.3.3. Literatür Taraması Yapılan Veri Tabanları ve Kaynaklar

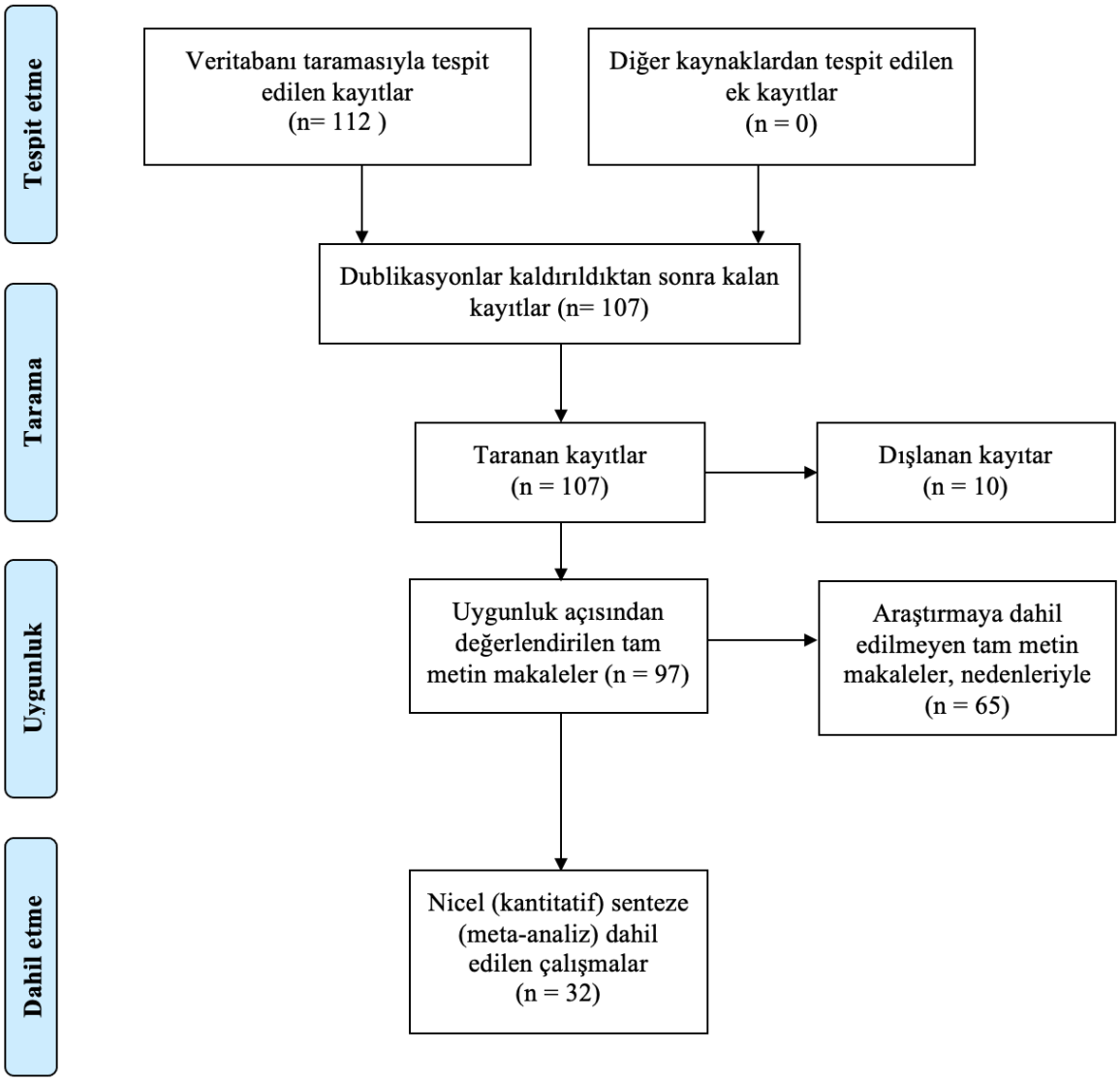
Araştırmaya dâhil edilecek çalışmaları belirlemek üzere dahil etme ölçütleri ve dışlama ölçütleri belirlendikten sonra literatür taramasına başlanmış ve yurtiçi- yurt dışı çalışmalar toplanmaya başlanmıştır.

Ocak 2006 – Nisan 2021 tarihleri arasında yurt içi ve yurt dışında fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmenin geliştirilmesiyle ilgili araştırma problemi ve meta-analiz için gerekli istatistiksel verileri rapor eden yayınlanmış ve yayınlanmamış tezler (yüksek lisans ve doktora), bilimsel dergilerde yayınlanmış makaleler ve uluslararası kongrelerde sunulmuş araştırmalardan oluşmaktadır.

Türkiyede yapılan yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarına ulaşmak için Yüksek Öğretim Kurumu'nun tez kataloğunda, bilimsel makalelere ulaşmak için Ulakbim, ve bilimsel dergilerin sayfalarında tarama yapılmıştır.

Yurt dışında yapılan yüksek lisans ve doktora tez çalışmalarıyla makalelere ulaşmak için taranması ProQuest Digital Dissertations, Proquest EBSCOHOST, ERIC, ScienceDirect, Web of Science, Taylor&Franchis Online, Scopus ve JSTOR veri tabanlarında tarama yapılmıştır. Ayrıca tam metnine veri tabanı üzerinden ulaşılamayan makalelere erişmek için Gazi Üniversitesi ve Orta Doğu Teknik Üniversitesi kütüphanelerinin elektronik kataloglarından yararlanılmıştır.

Meta-analizlerin rapor edilmesini standardize etmek için *Preferred Reporting Items For Systematic Review and Meta- Analysis Protocols* (PRISMA-P) geliştirilmiş ve Türkçeye uyarlanmıştır (Aşık and Özen 2019; Liberati et al. 2009).



Şekil 7. Meta-analiz için PRISMA 2009 Akış Şeması

15'i yurt içi 97'si yurt dışı olmak üzere toplam 112 araştırma tespit edilmiştir. Veri tabanı tarama süreci Şekil 7'de görülmektedir. 59'u nitel araştırma yöntemine göre planlanması, 4' ü karma araştırma yöntemine göre planlanıp hesaplamalı düşünme verisi nitel, 4 tanesi meta-analiz ve sistematik inceleme, 1'i ölçek geliştirme, 5'i tez-makale çakışması, 7 tanesi de meta-analiz için yeterli verinin rapor edilmemiş olmasından dolayı araştırma kapsamı dışına tutulmuştur.

4.3.4. Meta-Analize Dahil Edilen Çalışmaların Seçiminde Kullanılan Ölçütler (Dahil Edilme ve Hariç Tutulma Ölçütleri)

Araştırmanın amacı doğrultusunda araştırma sorumuzu cevaplayabilmemizi sağlayacak tam dahil etme / hariç tutma ölçütlerini belirlemek gerekmektedir (Card, 2012). İlgili alan yazın taraması yapıldıktan sonra elde edilen çalışmaların dahil edilme ve hariç tutulma ölçütlerine uygunluğu değerlendirilmiştir.

4.3.4.1. Meta-Analize Dahil Edilme Ölçütleri

Meta-analize sadece aşağıdaki özelliklere sahip çalışmalar dahil edilmiştir:

1. Fen bilimleri eğitimi ile ilgili uygulama ya da değişkenler içeren çalışmalar,
2. Meta-analize dahil edilen çalışmaların 2006-2020 yılları arasında yayınlanmış olması. 2006 yılında Jeannette Wing'in "Computational Thinking" isimli makalesinin konuya ilişkin öncü yayın olarak kabul edilmesinden dolayı 2006 yılından itibaren yapılmış çalışmalar (Wing, 2006),
3. Hesaplamalı düşünme düzeyinin bağımlı değişken olduğu çalışmalar,
4. Yayınlanmış veya yayınlanmamış yüksek lisans ve doktora tezleri, akademik (hakemli) dergilerdeki makaleler, kongre ve sempozyumlarda sunulmuş bildiriler,
5. Deneysel ve yarı deneysel çalışmalar,
6. Analize dahil edilecek çalışmalarda etki büyüklüklerini hesaplayabilmek için bu etki büyüklerini etkileyebilecek bağımsız değişkenlere ait aşağıdaki sayısal verilerin bulunması gerekmektedir. Bu veriler çalışmada etki büyüklüğü verilmemiş araştırmalar için etki büyüklüğü hesaplanabilmesi için gerekmektedir.

- Örneklem sayısı
- Aritmetik ortalama
- Ortalamalar arası fark
- Standart sapma

- T değeri
- P değeri

7. Dil: Analize dahil edilecek çalışmaların Türkçe veya İngilizce dillerinde yayınlanmış olması.

4.3.4.1. Dışlama Ölçütleri

a) Hakemli akademik dergiler dışındaki dergilerde yayımlanan makaleler,
b) Aynı bulguları rapor eden hem tez hem de makale olarak yayımlanmış çalışmalardan tezler,
c) Etki büyüklüğü değerini hesaplamayı sağlayacak istatistiksel verileri ya da ham puanları içermeyen çalışmalar,
d) Dahil edilme ölçütlerini sağlamayan çalışmalar, araştırma kapsamı dışında tutulmuştur.

4.3.5. Kodlama Yöntemi

Meta-analize dahil edilme ve hariç tutulma ölçütlerine uygun çalışmaların veri ve değişkenlerinin kodlanıp meta-analize hazırlanması için bir kodlama formu oluşturulmuştur (0). Kodlama formu meta-analiz çalışmasının veri toplama aracı olduğundan temel araç olarak kabul edilebilir (Üstün, 2012).

Analize dahil edilmesine karar verilen araştırmaların özelliklerini ifade eden karakteristikler bir sistematik dahilinde toplanmış ve nicel verilere dönüştürülerek kodlanmıştır. Kodlama güvenilirliğini sağlamak için araştırmacı haricinde birincisi fen bilimleri eğitimi alanında Doç. Dr. ikincisi ise bilgisayar ve öğretim teknolojileri alanında Prof. Dr. olan iki öğretim üyesi tarafından kodlama gerçekleştirilmiştir.

Kodlama formunun ilk sütunlarında araştırmanın başlığı, yazar isimleri, anahtar kelimeleri, gerçekleştirildiği yıl, yayın türü, yayın dili, gibi çalışmayı tanıtan, sunulduğu platform, uygulamanın yapıldığı ülke, Araştırmanın yayınlandığı ülke, Araştırmada pilot çalışma

yapılmış mı, yıl (Uygulamanın yapıldığı, yayın için önerildiği, yayınlandığı) gibi yayını tanıtan bilgiler yer almaktadır.

Formun devamında Araştırmanın Yöntemi, Araştırmanın Deseni, Araştırma Modeli, Popülasyon Karakteristiği, Örneklem Grubu (Okul Seviyesi), Öğrenciler kaç kişilik gruplarda çalışıyor, Örnekleme Yöntemi, Demografi, Araştırmadaki Uygulamanın Konu Alanı, Özel Okul-Devlet Okulu, Uygulama süresi (İşlem Süresi birimi, dakika, hafta), Uygulayıcını eğitim süresi (ay, hafta, gün veya saat olarak), Uygulayıcı kimdir, Uygulamada Bilgisayar, Kodlama ve Algoritma Var mı? Uygulamada Ters-Yüz Sınıf uygulaması var mı, Ölçek Türü, Ölçeğin niteliği, Uygulanan işlem gibi analize tabi tutulan araştırmaları yöntemsel olarak açıklayan bilgilerle birlikte örneklemi ve yapılan uygulamayı tanıtan bilgiler yer almıştır.

Kodlama sayfasının devamında araştırma kapsamına dahil olan birincil çalışmaların, etki büyüklüğünün hesaplanması veya düzenleyici değişken olma ihtimali olan değişkenlerle ilgili istatistiksel verileri içermektedir.

Ayrıca formda bulunan her bir değişken için kodlamanın nasıl yapılacağını açıklayan kodlama kılavuzu da hazırlanmıştır (0).

Kodlama formu ve kodlama formu kullanım kılavuzu geliştirilirken aşağıdaki aşamalardan geçirilmiştir:

1. Alan yazında tespit edilen meta-analiz araştırmalarındaki kodlama formları incelenmiştir.
2. Hesaplamalı düşünme becerisini etkileyebileceği düşünülen değişkenleri belirlemek için fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin yapılmış araştırmalar incelenmiştir.
3. Birincisi Fen eğitimi uzmanı, ikincisi hesaplamalı düşünme üzerine çalışan bilgisayar ve öğretim teknolojileri uzmanı ve üçüncüsü meta-analiz çalışması yapmış fizik eğitimi alanında uzman olan üç öğretim üyesi tarafından incelenmiştir.

4. Alan uzmanlarının görüşleri doğrultusunda oluşturulan form ile 20 birincil çalışmanın kodlaması yapılarak kodlama formu denenmiştir.
5. Tez izleme komitesi üyelerinin görüşü alınmıştır.
6. Tez izleme komitesindeki uzmanların görüşleri doğrultusunda kodlama formu ve kodlama formu kullanım kılavuzu son halini almıştır.

4.3.6. Kodlayıcı Güvenilirliği

Kodlayıcının birincil çalışmaları kodlarken kaçınılmaz olan yargı süreci kodlama sayfasındaki öğelerin nasıl kodlanacağı ile ilgili farklılıklar ortaya çıkarabilir. Bu farklılık kodlayıcı güvenilirliği ve farklı kodlayıcılar arasındaki tutarlılık olmak üzere iki yönlü olarak ortaya çıkabilmektedir (Lipsey & Wilson 2001).

Kodlayıcı-içi güvenirlik, aynı bireyin verdiği puanların birbiriyle tutarlılığı incelenerek hesaplanır. Çoğunlukla ortalama uyum oranı ve Cohen's Kappa katsayısı ile belirlenmektedir (Vevea ve Zelinsky 2019). Ortalama uyum oranı belirlenirken öncelikle kodlayıcının iki ayrı kodlaması arasında uyumlu olanlara 1 uyumsuz oranlara 0 kodlanarak uyum matrisi oluşturulmuştur. Matris de araştırmacının kodladığı her bir kategorik değişken için uyum olan madde sayısı toplam madde sayısına bölünerek uyum oranı hesaplanmış ve tüm maddeler için elde edilen uyum oranlarının ortalaması alınarak "Ortalama Uyum Oranı" belirlenmiştir. Ortalama uyum oranı 1,0 olarak hesaplanmış; ilgili tablolar Ek-5 de sunulmuştur.

Tablo 3
Kodlayıcı İçi Güvenilirlik İçin Cohen'in Kappa İstatistiği

	Değer	Asimptotik Standart Hata	Yaklaşık Tc	Anlamlılık düzeyi
Kappa Uyum Ölçüsü	1.000	.000	28.203	.000
Geçerli Vaka sayısı	330			

Tablo 3'e bakıldığında araştırmacının yapmış olduğu iki kodlama için Cohen'in Kappa değerinin 1,00 olduğu ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir ($p<0,05$).

Kodlayıcılar arası güvenilirlik, birden fazla kodlayıcı arasındaki uyum veya tutarlılığın derecesidir(Cohen & Swerdlik 2018). Elde edilen güvenilirlik değeri kodlayıcıların bir öğenin kodlanmasında ne derece uyumlu olduklarını göstermektedir ve kodlayıcılar arası güvenilirlik belirlemede uyum yüzdesi, kodlayıcılar arası korelasyon katsayısının yanı sıra puanlar arasındaki farka dayalı ANOVA ve eta korelasyonu gibi çok sayıda teknik kullanılmaktadır (Jonsson & Svingby 2007). Kappa istatistiği, krippendorff alfa katsayısı ve log-linear analiz teknikleri de önerilen tekniklerdendir (Bilgen & Doğan 2017). Kodlayıcı güvenilirliği belirlemenin amacı genel olarak güvenilirlikte olduğu gibi tesadüfi hata kaynaklarını tespit etmektir. Başka bir ifadeyle kodlayıcı bir tesadüfi hata kaynağıdır.

Lipsey ve Wilson (2001), meta-analizde tek bir kodlayıcı olsa bile başka bir kodlayıcının sonuçlara kolayca ulaşabileceğini doğrulamak için güvenilirliğin her iki boyutunun da sağlanması gerektiğini söylemektedir. Dolayısıyla, Cohen & Swerdlik (2018) tarafından önerilen ve sınıflama düzeyinde kodlama yapan iki kodlayıcı arasındaki uyumun derecesini belirlemek için kullanılan Kappa istatistiği için bazı varsayımlar söz konusudur (Cohen & Swerdlik 2018; Crawforth 2001).

Kodlayıcılar arası güvenilirliği sağlamak amacıyla 9 tane İngilizce olarak yayınlanmış ve 6 tane Türkçe dilinde yayınlanmış birincil araştırmadan oluşan farklı iki alt örneklem oluşturulmuştur. Bu alt örneklemlerde her yayın türünden (makale, tez, kongre bildirisi) araştırma olmasına dikkat edilmiştir. Alt örneklemlerden birini fen bilgisi eğitimi alanında doçent unvanı almış bir araştırmacı (Kodlayıcı_İng), ikincisini ise bilgisayar ve öğretim teknolojileri alanında profesör unvanı almış bir araştırmacı (Kodlayıcı_Trkç) kodlamıştır. Paralel kodlayıcıların seçiminde "meta-analiz deneyimine sahip olmak" bir ölçüt olarak belirlenmiştir. Paralel kodlayıcılara kodlama sayfasındaki her bir öğenin nasıl kodlanacağını açıklamak amacıyla kodlama kılavuzu hazırlanmıştır. Kodlama kılavuzu, kodlama sayfasındaki her bir öğeye ilişkin ayrıntılı yönergeler içermektedir.

Bu araştırmada kodlanan öğelerin, kodlayıcıların kodlamalarının ve öğelerin kategorilerinin birbirinden bağımsız olduğu varsayılarak kodlayıcılar arası güvenilirlik (KAG) analizi için uyum yüzdesi ve Cohen's Kappa istatistiği kullanılmıştır.

4.3.6.1. Türkçe Yayınlar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği

Kodlayıcılar arası güvenilirliğin sağlanması için yayın dili Türkçe olan birincil araştırmaların tamamı Araştırmacı ve Kodlayıcı_Trkç tarafından paralel kodlanmıştır. Ortalama uyum oranı belirlenirken iki kodlayıcı arasında, uyumlu olan kodlamalar 1 uyumsuz oranlar 0 kodlanarak uyum matrisi oluşturulmuştur. Matris de araştırmacıların kodladığı her bir kategorik değişken için uyum olan madde sayısı toplam madde sayısına bölünerek uyum oranı hesaplanmış ve tüm maddeler için elde edilen uyum oranlarının ortalaması alınarak "Ortalama Uyum Oranı" belirlenmiştir. Ortalama uyum oranı 0,856 olarak hesaplanmış; ilgili tablolar Ek-6 da sunulmuştur.

Tablo 4'e bakıldığında yayın dili Türkçe olan birincil araştırmaların tamamı için kodlayıcılar arası güvenilirlik (KAG) indeksi olan Cohen's Kappa değerinin 0,779 hesaplandığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir(*p<0,05).

Tablo 4

Yayın Dili Türkçe Olan Araştırmalar İçin Cohen's Kappa İstatistiği

	Değer	Asimptotik Standart Hata	Yaklaşık Tc	Anlamlılık düzeyi
Kappa Uyum Ölçüsü	0,779	0,046	13,714	0,000
Geçerli Vaka sayısı	132			

Boş hipotezi varsaymamak.

Sıfır hipotezi varsayarak asimptotik standart hatayı kullanma

4.3.6.2. İngilizce Yayınlar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği

Kodlayıcılar arası güvenilirliğin sağlanması için yayın dili İngilizce olan birincil araştırmaların tamamı Araştırmacı ve Kodlayıcı_İng tarafından paralel kodlanmıştır. Ortalama uyum oranı belirlenirken iki kodlayıcı arasında, uyumlu olan kodlamalar 1 uyumsuz oranlar 0 kodlanarak uyum matrisi oluşturulmuştur. Matris de araştırmacıların

kodladığı her bir kategorik değişken için uyum olan madde sayısı toplam madde sayısına bölünerek uyum oranı hesaplanmış ve tüm maddeler için elde edilen uyum oranlarının ortalaması alınarak "Ortalama Uyum Oranı" belirlenmiştir. Ortalama uyum oranı 0,801 olarak hesaplanmış; ilgili tablolar Ek-7 da sunulmuştur.

Tablo 5' e bakıldığında yayın dili İngilizce olan birincil araştırmaların %37'si için kodlayıcılar arası güvenilirlik (KAG) indeksi olan Cohen's Kappa değerinin 0,688 hesaplandığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir(*p<0,05).

Tablo 5
Yayın Dili İngilizce Olan Araştırmalar İçin Cohen's Kappa İstatistiği

	Değer	Asimptotik Standart Hata	Yaklaşık Tc	Anlamlılık düzeyi
Kappa Uyum Ölçüsü	0,688	0,44	16.470	0,000
Geçerli Vaka sayısı	1199			

Not assuming the null hypothesis.
Using the asymptotic standard error assuming the null hypothesis

-1 ile +1 arasında değer alan κ' nın sıfırla bir arasında olması kodlayıcılar arasındaki uyumun şansla beklenen uyumdan yüksek, sıfırla eksi bir arasında olması ise kodlayıcılar arası uyumun şansla beklenen uyumdan düşük olduğunu göstermektedir (Eye & Mun 2005; Fleiss 1971). κ istatistiğinin yorumlanmasında önerilen farklı sınıflandırmalar tablo da görülmektedir (Fleiss, Levin, & Paik 1981; Landis & Koch 1977).

Tablo 6
Kappa (κ) İstatistiği İçin Önerilen Sınıflandırmalar

		Uyum Gücü
Landis & Koch	κ <0,00	Zayıf
	0,00 < κ < 0,20	Önemsiz
	0,21 < κ < 0,40	Düşük
	0,41 < κ < 0,60	Orta
	0,61 < κ < 0,80	Önemli
	0,81 < κ < 1,00	Çok yüksek
Fleiss	κ <0,40	Kötü
	0,40 < κ <0,75	iyi
	0,75< κ	Mükemmel

Tablo 7'ye bakıldığında Yayın dili Türkçe olan araştırmalar için hesaplanan Cohen's Kappa değeri (κ=0,779) olup, Landis ve Koch (1977)' ye göre 0,61 < κ < 0,80 koşulunu

sağladığından önemli düzeyde bir uyum görülmektedir. J. Fleiss ve arkadaşları (1981)'na göre ise Yayın dili Türkçe olan araştırmalar için hesaplanan Cohen's Kappa değeri (κ=0,779), 0,75 < κ koşulunu sağladığından kodlayıcılar (Araştırmacı ve Kodlayıcı_İng) arasında mükemmel düzeyde bir uyum olduğu söylenebilir.

Yayın dili İngilizce olan araştırmalar için hesaplanan Cohen's Kappa değeri (κ=0,688) olup, Landis ve Koch (1977)' ye göre 0,41 < κ < 0,60 koşulunu sağladığından orta düzeyde bir uyum görülmüştür. J. Fleiss ve arkadaşları (1981)'na göre ise Yayın dili İngilizce olan araştırmalar için hesaplanan Cohen's Kappa değeri (κ=0,680), 0,40 < κ <0,75 koşulunu sağladığından kodlayıcılar (Araştırmacı ve Kodlayıcı_İng) arasında iyi düzeyde bir uyum olduğu söylenebilir.

Araştırmacı ve kodlayıcılar arasında uyum olmayan maddelerde uzman görüşü alınarak hangi kodlamanın kullanılacağına karar verilmiştir.

4.4. Verilerin Analizi

Aynı konudaki araştırma sonuçlarını, bir araya getirerek genellemeler yapmayı amaçlayan Meta-analiz çalışmalarının ortaya koyduğu bilgi, bilimsel bilginin birikimli doğasıyla örtüşmektedir. Bilim insanlarının yapmış olduğu çalışmaların sonuçlarını bir araya getirerek bir analize tabi tutmak bizleri, çok sayıda bireysel çalışma raporunun incelenmesinden kaynaklanan karmaşıklıktan kurtarır (Chalmers, Hedges, & Cooper 2002; Üstün & Eryılmaz 2014).

Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünme becerisinin geliştirilmesine yönelik yapılan araştırmaları nicel olarak bütünleştirmeyi amaçlayan bu araştırmada verilerin analizinde yaygın kullanılan meta analiz bilgisayar programı ve grafiklerin çizilmesinde Microsoft Excel programları kullanılmıştır.

Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin nicel araştırmaların dahil edildiği bu çalışmanın etki büyüklüğü ölçüm çeşidi ve yorumlanması, kullanılan istatistik

program, homojenlik testi ve meta-analizde kullanılan istatistiksel model ve araştırma da takip edilen meta-analiz basamakları ilgili alt başlıklara ayrılarak açıklanmıştır.

4.4.1. Etki Büyüklüğü Ölçüm Çeşidi ve Yorumlanması

Bilimsel araştırmaların birincil amacı, gerçek dünyada "dışarıda" var olan etkilerin büyüklüğünü ve yönünü tahmin etmektir. Söz edilen etki, bir tedavi yöntemi, karar, strateji, felaket, çarpışma, yenilik, buluş, müdahale, seçim, devrim ya da olayın sonucu olabilir (Ellis, 2010). Mesela uygulanan bir ilaç tedavisinin enfeksiyon riski üzerindeki ya da öğretim yönteminin test puanları üzerindeki etkisi gibi bir müdahalenin etkisini temsil eder (Borenstein et al., 2009).

Hangi olgu ya da algılanabilen şeyi incelersek inceleyelim, önemli olan daha başarılı bir şekilde etki büyüklüklerini belirlemektir. Gerçek etkileri anlamak için de sonuçlarımızın istatistiksel anlamlılığının yanı sıra aynı zamanda pratik veya gerçek dünyadaki önemini de yorumlamamız gereklidir. İstatistiksel olarak anlamlılık araştırmanın bulgularının olanaksızlığını yansıtırken pratik önemini açıklayamaz (Ellis, 2010). Çalışmanın sonuçlarının önemini de ifade eden etki büyüklüğünü rapor etmemenin, bilimsel araştırmalarda karşılaşılan önemli kusurdan biri olduğu da bilinmektedir.

Bu problemi çözmek farklı etki büyüklüğü indekslerini birbirine dönüştürerek mümkün olacaktır. Etki büyüklüğü hesaplanması her ne kadar ortalama farkına ve korelasyona dayalı olarak iki gruba ayrılsa da bir makaledeki korelasyon (r) değeri Cohen'in d değerine; Cohen'in d değeri de r değerine dönüştürülebilir.

$$r = \sqrt{\frac{d^2}{d^2 + 4}}$$ Denklem 30

$$d = \frac{2r}{\sqrt{1 - r^2}}$$ Denklem 31

Gözden kaçırılmamalıdır ki bir araştırmanın en önemli ürünü anlamlılık değeri (p) değil, bir veya daha fazla etki büyüklüğü ölçüsüdür (J. Cohen, 1990).

Bu araştırmada Etki büyüklüğü cohen's d olarak rapor edilmiş çalışmaların kendi bildirdiği değerler, hedge's g olarak rapor edilmiş çalışmaların g değerleri cohen's d'ye ve korelasyona dayalı (r) olarak rapor edilen çalışmaları r değeri cohen's d'ye dönüştürülerek kullanılmıştır. Bunun yanında etki büyüklüğü sınıflandırması da Cohen ve diğ. (2007)'ye göre yapılmış ve bulgular bölümünde rapor edilmiştir.

4.4.2. Kullanılan İstatistik Programı

Meta-analiz yapmak amacıyla SPSS, jamovi, Comphrensive Meta Analysis (CMA) gibi paket programlar ya da açık kodlu bir yazılım olan R programlama kullanılmaktadır (Chen & Peace 2013; Şen 2019; Üstün 2012). Meta-analizde uygulanabilecek modellerin ana etkilerinin hesaplanması, alt grup analizleri ve meta-regresyonlar gibi istatistiksel analizlerin çalıştırılması, farklı türde heterojenlik ve yayın yanlılığı analizlerinin yapılması, orman ve huni grafikleri oluşturma işlemlerinin yapılması önemlidir.

Bu araştırmada bağımsız analiz veya alt grupları, düzenleyici değişkenleri ve ilgili etki büyüklüğü hesaplamak için kullanıcı dostu bir ara-yüze sahip olan yaygın kullanılan bilgisayar programı kullanılmıştır.

4.4.3. Homojenlik Testi ve Meta-Analizde Kullanılan Istatistiksel Model

Meta-analizde heterojenliği değerlendirmek çok önemli bir konudur çünkü gerçek heterojenliğin var olup olmamasına göre (çalışmalar arası değişkenlik), meta-analizde hangi istatistiksel modelin uygulanacağına karar verilir.

Bir meta-analizde gerçek heterojenliğin olup olmadığını değerlendirmenin önemli yollarından biri Q testinin kullanılmasıdır. Q testi, her bir çalışmanın tahmin edilen etkisinin toplam etki tahmininden sapmalarının karelerinin toplanması ve her bir çalışmanın katkısının varyansın tersine göre ağırlıklandırılmasıyla hesaplanır (Cochran, 1954).

Heterojenlik hipotezinin reddedilmesi tahmin edilen etki büyüklüklerinin farkı olmasının sebebi olarak sadece örnekleme hatasını görmek anlamına gelmektedir ve meta-analiz için

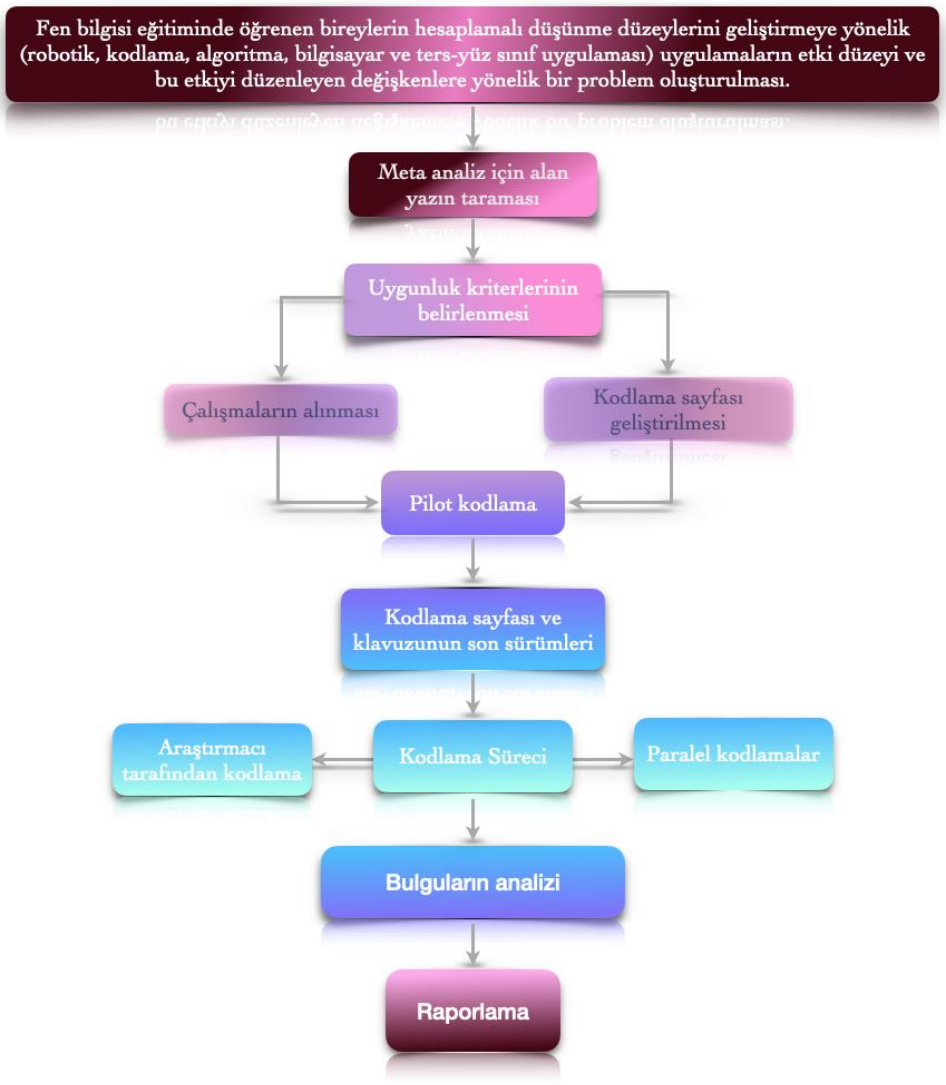
sabit etkiler modeli benimsenir. Bu durumda eğer hem çalışmalar içi hem de çalışmalar arası değişkenlik söz konusuysa sabit etkiler modelinin uygulanması hata oluşturabilir. Böyle durumlar da gerçek heterojenliği ölçmek için, rastgele etkiler modelinin benimsemek gerekmektedir.

Yapılan müdahalelerin etkilerinin aynı olduğu değil, normal bir dağılım gösterdikleri varsayılır. Rastgele etkiler yöntemi ve sabit etkiler yönteminin temel varsayımlarına bakıldığında eğer çalışmalar arasında heterojenlik yoksa iki yöntem aynı sonuçları verecektir.

Bu araştırmada 2006-2021 yılları arasında Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünme üzerine yapılan araştırmaların etki büyüklükleri birleştirilmiş ve çalışmalar arası değişkenliği göz ardı etmemek amacıyla rastgele etkiler modeli seçilmiş ve bulgular bölümünde rapor edilmiştir.

4.4.4. Araştırmada Takip Edilen Meta-Analiz Basamakları

Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik fen eğitimi alanında yapılmış araştırmaların bulgularının bütüncül bir yaklaşımla incelendiği bu meta-analizde gerçekleştirilen süreç Şekil 8'de görsel olarak ifade edilmiştir.



Şekil 8. Meta-analiz çalışmasının basamakları

1. Adım:

Araştırma süreci başlarken araştırmacı tarafından meta-analiz için fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmenin geliştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar kaydedilip incelenmiştir.

2. Adım:

Alan yazın okumaları doğrultusunda araştırma sorusu ve uygunluk ölçütleri belirlenmiştir. Uygunluk ölçütleri anahtar kelimeleri kullanarak ulaşılan birincil araştırmaların hangilerinin dahil edileceği hangilerinin hariç tutulacağına karar vermeyi sağlar.

3. Adım:

Birincil araştırmaların bağımlı ve bağımsız değişkenleriyle birlikte daha önce yapılmış meta-analiz çalışmalarındaki düzenleyici değişkenler de dikkate alınarak kodlama sayfası geliştirilmiştir.

4. Adım:

Araştırmacı iki kez kodlama yaparak kodlayıcının kendi içindeki tutarlılığının sağlanması amacıyla pilot kodlama yapmıştır.

5. Adım:

Kodlama sayfasının ve kodlama sayfası kullanım kılavuzunun son sürümü hazırlanmıştır. Bu aşamada fen eğitimi ve hesaplamalı düşünme üzerine çalışan araştırmacıların yanı sıra meta-analiz çalışması yapan araştırmacılardan da görüş alınmıştır.

6. Adım:

Birincil araştırmaların etki büyüklüğü değerleri ya da etki büyüklüğü hesaplamayı sağlayacak verilerinin de yer aldığı kodlama sayfası kullanılarak araştırmacı tarafından asıl kodlama ve alan uzmanları tarafından da paralel kodlamalar yapılmıştır.

7. Adım:

CMA programı ile bulguların analizi yapıldıktan sonra sürecin son aşamasında APA (2020) de belirtilen kurallara uygun şekilde analiz sonuçları rapor edilmiştir.

BÖLÜM V

BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde meta-analize dahil edilen birincil araştırmalardan elde edilen verilerin tanımlanması, analiz sonuçları ve istatistiksel açıdan yorumlarına yer verilecektir. Bölüm içeriği betimsel istatistikler, temel bileşen analizi, çalışmaya ait yayın yanlılığı bulguları ve düzenleyici değişken analizi alt başlıklarına ayrılacaktır.

5.1. Betimsel (Tanımlayıcı) İstatistikler

Bu çalışmada alan yazın taramasında fen eğitimi alanındaki araştırmalarda hesaplamalı düşünme becerisine yönelik 32 tane birincil araştırma belirlenmiştir. Birincil araştırmalar bir meta-analiz için veri kaynağı olduğundan, dahil edilen çalışmalar kaynaklar listesinde meta-analizin parçası olduklarını gösteren bir yıldız ile işaretlenmiştir (APA, 2020).

Araştırmacı tarafından çalışmalara etki ettiği düşünülen karakteristiklere göre incelenmiş ve Tablo 8'de özetlenmiştir.

Araştırma kapsamına alınan birincil çalışmaların %69'unun dergi makalesi olarak %84'ünün İngilizce olarak yayımlandığı ve %34'ün deki uygulamaların Türkiye'de %38'indeki uygulamaların ise ABD'de yapıldığı görülmüştür. %50'sinde pilot çalışma yapılmayan birincil araştırmaların %38'inin araştırma yöntemi nicel olarak belirtilirken %63'ünün araştırma yöntemi karma olarak belirtilmiş ancak hesaplamalı düşünmeye ilişkin verileri nicel olarak toplanmıştır. Araştırma desenine bakıldığında ise birincil araştırmaların %6'sının gerçek deneysel, %56'sının yarı deneysel olduğu belirlenmiştir. %38'i Deney-

kontrol gruplu ön test/ son test modelinde olan birincil araştırmaların %34'ü de Tek grup ön test/son test modelinde planlanmıştır.

Araştırma grubunu %47'sinin, Kullanışlı Rastgele Olmayan Örnekleme %19'unun basit rastgele örnekleme ve %16'sının amaçlı rastgele olmayan örnekleme yöntemi ile belirlediği bunun yanında araştırma grubunun okul seviyesine baktığımızda %53'ünün 5 ve 8. Sınıf aralığında, %22'sinin 9 ve 12. Sınıf aralığında olduğu görülmektedir. Lisans üstü eğitim alan öğrencilerle fen bilimleri kapsamındaki derslerde hesaplamalı düşünmeye yönelik hiç araştırma yapılmamış olması dikkat çekicidir. Birincil araştırmaların %72'sinin kentsel bölgelerde ve %69'unun da devlet okullarında yapıldığı görülmüştür. Fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeye yönelik araştırmalarda uygulamaların %47'sinin STEM alanında %16 fen bilgisi, %16 fizik, %3 kimya ve %3 astronomi alanındaki konularda yapıldığı tespit edilmiştir. Birincil araştırmaların %9'u uygulamanın konu alanı hakkında bilgi vermemiştir.

Tablo 7
Çalışma Karakteristiklerinin Betimsel İstatistikleri

	Frekans	%
Yayın Türü		
Dergi makalesi	22	69
Yüksek Lisans Tezi	2	6
Doktora Tezi	5	16
Kongre Bildirisi	3	9
Yayın Dili		
Türkçe	5	16
İngilizce	27	84
Uygulamanın yapıldığı ülke		
Belirtilmemiş	1	3
Türkiye	11	34
ABD	12	38
Endonezya	2	6
Yunanistan	2	6
Malezya	1	3
Çin	1	3
Kanada	1	3
İspanya	1	3
Araştırmada pilot çalışma yapılmış mı?		
Belirtilmemiş	3	9
Evet	13	41
Hayır	16	50

Araştırmanın Yöntemi		
Nicel Yöntem	12	38
Karma Yöntem	20	63
Araştrmanın Deseni		
Belirtilmemiş	1	3
Gerçek Deneysel Desen	2	6
Yarı Deneysel Desen	18	56
Zayıf Deneysel Desen	6	19
Deneysel Olmayan Desen	5	16
Araştırma Modeli		
Belirtilmemiş	0	0
Deney-kontrol gruplu ön test/ son	12	38
Deney-kontrol gruplu son test	1	3
Tek grup ön test/son test	11	34
Tek grup son test	3	9
İlişkisel tarama	5	16
Örnekleme Yöntemi		
Belirtilmemiş	3	9
Rastgele Örnekleme	8	25
Rastgele Olmayan Örnekleme	21	66
Araştırma Grubu(Okul Seviyesi)		
Belirtilmemiş	0	0
1-4. Sınıf	0	0
5-8. Sınıf	17	53
9-12. Sınıf	7	22
Lisans	5	16
Lisans Üstü	0	0
Öğretmenler	2	6
Karma	1	3
Örneklem Demografik Yapısı		
Belirtilmemiş	3	9
Kentsel	23	72
Kırsal	5	16
Karma	1	3
Araştırmadaki Uygulamanın Konu Alanı		
Belirtilmemiş	2	6
Fen Bilgisi	5	16
Fizik	5	16
Kimya	1	3
Biyoloji	3	9
STEM	15	47
Astronomi	1	3
Okul Türü		
Belirtilmemiş	3	9
Özel Okul	2	6
Devlet Okulu	22	69
Yaz Okulu	3	9
Karma	2	6

Birincil araştırmalar uygulamanın yapıldığı yıl, yayın için önerildiği yıl ve yayınlandığı yıl bakımından da incelenmiş ve sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur. Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin yapılan çalışmaların 2018'den itibaren yayınlanma oranın arttığı; birincil araştırmaların %76'sının 2018 yılından sonra yayınlandığı tespit edilmiştir.

Tablo 8

Birincil Araştırmalar Uygulamanın Yapıldığı Yıl, Yayın İçin Önerildiği Yıl ve Yayınlandığı Yıl

	Uygulamanın yapıldığı Yıl		Yayın için önerildiği Yıl		Yayınlandığı Yıl	
	Frekans	% de	Frekans	% de	Frekans	% de
Belirtilmemiş	13	41	15	47	0	0
2021	0	0	0	0	3	9
2020	1	3	8	25	12	38
2019	5	16	4	13	4	13
2018	4	13	1	3	8	25
2017	3	9	1	3	3	9
2016	3	9	3	9	0	0
2015	2	6	0	0	2	6
2014	1	3	0	0	0	0

Bu araştırma kapsamına dahil edilen birincil araştırmalarda yapılan uygulamanın süresi de bir düzenleyici değişken olabileceğinden uygulama süresini ne kadar ayrıntılı verdikleri de dikkate alınarak incelenmiştir. Uygulama süresine ilişkin betimsel istatistikler Tablo 9'da özetlenmiştir. %38'inin işlem süresini belirtmediği, %34'ünün dakika olarak %28'inin da hafta olarak belirttiği görüşmüştür.

Birincil araştırmaların %25'inde uygulama süresinin 4-7 hafta arasında olduğu; uygulama süresi 1501 dakika ve üzerine çıkan araştırmaların ise %9 olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 9

Uygulama Süresine İlişkin Betimsel İstatistikler

	Frekans	% de
Uygulama Süresi birimi		
Belirtilmemiş	12	38
Uygulama süresi dakika olarak belirtenler	11	34
Uygulama süresini hafta olarak belirtenler	9	28
Uygulama Süresi (Hafta)		
Belirtilmemiş	12	38
1 - 3	6	19
4 – 7	8	25
8 – 11	2	6
12 ve üzeri	4	13
Uygulama süresi (Dakika)		
Belirtilmemiş	21	66
0-500 Dk	1	3
501-1000 Dk	6	19
1001- 1500 Dk	1	3
1501 ve üzeri Dk	3	9

Birincil araştırmalarda uygulamayı kimin yaptığı ve uygulamada hangi araçların kullanıldığı incelendiğinde; %53'ün de uygulamanın hem deney hem de kontrol grubuna öğretmen tarafından yapıldığı, %56'sında bilgisayar, %53'ün de kodlama, %' de 28'in de robotik, %6'sında algoritma, %3'ünde ters-yüz sınıf uygulaması yapıldığı görülmüştür. İlgili veriler Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10

Uygulamayı Kimin Yaptığı ve Hangi Araçların Kullanıldığına İlişkin Betimsel İstatistikler

	Frekans	% de
Uygulayıcı kim?		
Belirtilmemiş	8	25
Deney Kontrol Araştırmacı	7	22
Deney Kontrol Öğretmen	17	53
Bilgisayar Kullanılmış mı?		
Belirtilmemiş	6	19
Evet	18	56
Hayır	8	25
Kodlama Kullanılmış mı?		
Belirtilmemiş	6	19
Evet	17	53
Hayır	9	28
Robotik Kullanılmış mı?		
Belirtilmemiş	6	19
Evet	9	28
Hayır	17	53
Algoritma Kullanılmış mı?		
Belirtilmemiş	6	19
Evet	2	6
Hayır	24	75
Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılmış mı?		
Belirtilmemiş	6	19
Evet	1	3
Hayır	25	78

Kullanılan ölçeğin türüne bakıldığında %50'sinde likert tipi ölçek, %25'in de ise başarı testi kullanıldığı ve birincil araştırmaların % 47'sinde önceden var olan testlerin, yine %47'sinde araştırmacı tarafından geliştirilen testlerin kullanıldığı tespit edilmiştir. İlgili betimsel istatistik verileri Tablo 11'de özetlenmiştir.

Tablo 11

Birincil Araştırmalarda Kullanılan Ölçeğe İlişkin Betimsel İstatistikler

	Frekans	% de
Kullanılan Ölçeğin türü		
Belirtilmemiş	2	6
Başarı Testi	8	25
Likert Tipi	16	50
Dereceli Puanlama Anahtarı	2	6
Q Sort (AçıkUçlu Sorular)	3	9
Osgood'un Anlamsal Ayrım Ölçeği	1	3
Ölçeğin Geliştiricisi		
Belirtilmemiş	1	3
Önceden var olan test	15	47
Araştırmacı tarafından geliştirilen	15	47
Uyarlanmış Test	1	3

5.2. Meta Analiz

5.2.1. İkinci Araştırma Sorusu İçin Bulgular

Bu çalışmanın ikinci araştırma sorusunda fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisinin düzeyi sorgulanmaktadır.

5.2.1.1. Heterojenlik Analizi

Tablo 12'de ikinci araştırma sorusuna ilişkin heterojenlik analizi verileri özetlenmektedir. Q istatistiği için p değerinin < 0,01; I^2 değerinin % 78,062 ve tau-karenin 0,243 olduğu görülmektedir.

Heterojenite, sabit etkiler modeliyle rastgele etkiler modeli arasında bulunan fark, araştırmaların ağırlıklandırmayla ilgilidir. Modeller arasında seçim yaparken önemli olup modellerin sonuçlarının ne kadar farklı olacağını belirleyen faktör heterojenitedir.

Cochran Q istatistiğinin anlamlılık testine tüm çalışmaların ortak bir etki büyüklüğünü paylaştığı ($p<0,05$), bu da etki büyüklüklerinin dağılımının heterojenlik gösterdiği ve düzenleyici değişkenlerin etkili olduğu anlamına gelir.

Tablo 12 de görüldüğü gibi Hesaplanan Q = 141,309'dur. Bu değer 31 Serbestlik derecesine karşılık gelen Ki kare değerinden (44,495) büyüktür. Bu durum etki büyüklüklerinin sabit etkiler modeline göre heterojen bir dağılıma sahip olduğunu gösterir.

I^2 istatistiği çalışmalar arasındaki gerçek değişkenliğin, toplam değişkenlik içindeki oranını gösterir. Başka bir ifadeyle I^2 değerinin 78,062 olması, çok önemli düzeyde heterojenliği göstermektedir (Borenstein et al., 2009). Gözlemlenen varyansın %78,062 ' inin çalışmalar arasındaki gerçek farklılıklardan geldiği ve bu nedenle potansiyel olarak çalışma düzeyinde ortak değişkenlerle açıklanabileceği anlamına gelir. Bu araştırmanın I^2 değeri yüksek düzeyde bir heterojenliğe işaret etmektedir. Dolayısıyla araştırmada rastgele Etkiler modelinin kullanılmasına karar verilmiştir.

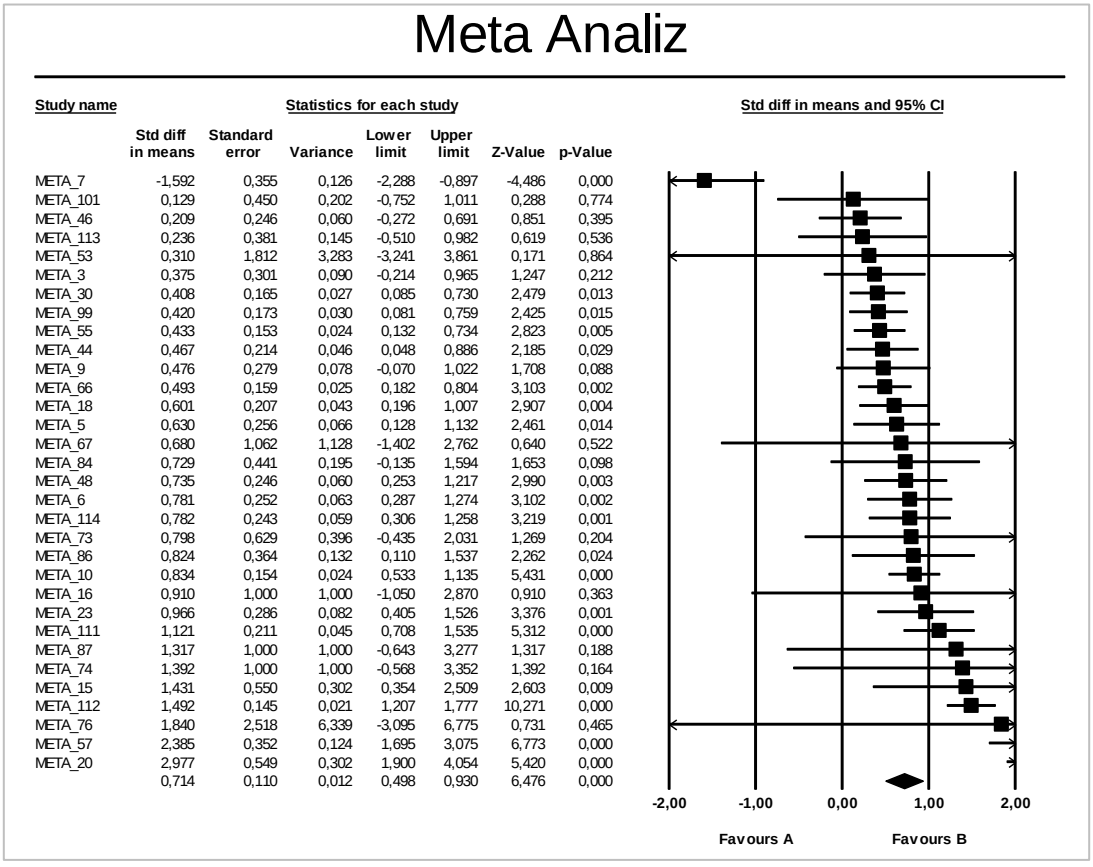
Tablo 12

İkinci Araştırma Sorusu İçin Heterojenlik Analizi

Heterojenlik				Tau Kare			
Q	sd(Q)	p-değeri	I^2	τ^2 (Tau kare)	Standart hata	Varyans	τ (Tau)
141,309	31	0,000	78,062	0,243	0,098	0,010	0,493

Eğer sonsuz büyüklükte bir çalışma örneklemine sahip olsaydık her çalışmadaki tahmini değer gerçek etki olup, bu etkilerin varyansı tau-kare (τ^2=0,243) olacaktı. Diğer bir ifadeyle tau-kare (τ^2) değeri birincil araştırmaların değişkenliğinin ya da heterojenliğinin mutlak ölçüsüdür. Ancak tau-kare (τ^2)' nin rakamsal değerini yorumlamak zordur.

Heterojenitenin derecesi, görsel olarak Orman grafikleri ile de değerlendirilebilir. Çalışmaların nokta tahminlerinin, güven aralıklarındaki kesişme ne kadar az ise heterojenlik o kadar yüksek denebilir. Şekil 9'da bu araştırmaya ait meta analizinin orman grafiği görülmektedir.



Şekil 9. Meta analiz orman grafiği (forest plot)

5.2.1.2. Genel Ortalama Etki Büyüklüğü ve Karşılık Gelen İstatistiksel Test

Sabit etki ve rasgele etkiler modellerinden elde edilen bulgular Tablo 13'de yer almaktadır. Bu bulgular sırasıyla ortalama etki büyüklüğü (Mean ES), güven aralıkları (-95%CI, +95%CI), standart hata değeri (SE), *z* istatistiği ve bu istatistiğe ait *p* değeridir.

Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerinde etkililiğini tahmin etmek için yapılan rastgele etkiler modeline uygun analiz orta düzeyde (d= 0,714, 0,50 <d < 0,80), %95 güven aralığında alt sınır 0,498 ve üst sınır 0,930 ile 0,714'lik genel etki büyüklüğü ortaya koymaktadır (Cohen; et al., 2007).

Tablo 13 incelendiğinde ikinci araştırma sorusuna ait yokluk hipotezi (p=0,000, p<0,05) reddedilir. Sabit etkiler modelinde evren etki büyüklükleri ortalaması sıfır kabul edilirken rastgele etkiler modelinde etki büyüklüğkleri ortalamasının evren de çalışmadan çalışmaya değiştiği varsayılır. Dolayısıyla tüm çalışmalara ait evren etki büyüklükleri standart sapması sıfırdan farklıdır (Ellis 2010). Rastgele etkiler modelinde etki büyüklükleri ortalamasının evren de sıfır olduğunu kabul eden hipotezin test edildiği Z testinin manidar olduğu Tablo 13' de görülmektedir (p=0,000; p<0,05). Sonuç olarak etki büyüklükleri ortalamasının evrende sıfır olmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 13
İkinci Araştırma Sorusu İçin Genel Etki Büyüklüğü Ayrıntıları ve Karşılık Gelen İstatistiksel Test

Model	sd	Ortalama Etki Büyüklüğü	Varyans	Yokluk hipotez testi (2-yönlü)		Standart Hata	%95'lik Güven Aralığı	
				Z	p-değeri		Alt Sınır	Üst Sınır
Sabit Etkiler Modeli	31	0,697	0,002	15,293	0,000	0,046	0,608	0,787
Rastgele Etkiler Modeli	31	0,714	0,012	6,476	0,000	0,110	0,498	0,930

Bu meta-analiz kapsamında incelenen birincil araştırmalara ait etki büyüklüğü değerleri ve Cohen ve d. (2007)' ye göre etki düzeyleri Tablo 14' te verilmiştir.

Tablo 14

Birincil Araştırmalara Ait Etki Büyüklüğü Değerleri ve Cohen ve d. (2007)' ye Göre Etki Düzeyleri

Araştırma kodu	Cohen's d	Etki düzeyi
META_20	2,98	Yüksek Düzeyde
META_57	2,39	Yüksek Düzeyde
META_76	1,84	Yüksek Düzeyde
META_112	1,49	Yüksek Düzeyde
META_15	1,43	Yüksek Düzeyde
META_74	1,39	Yüksek Düzeyde
META_87	1,32	Yüksek Düzeyde
META_111	1,12	Yüksek Düzeyde
META_23	0,97	Yüksek Düzeyde
META_16	0,91	Yüksek Düzeyde
META_10	0,83	Yüksek Düzeyde
META_86	0,82	Yüksek Düzeyde
META_73	0,80	Yüksek Düzeyde
META_114	0,78	Orta
META_6	0,78	Orta
META_48	0,74	Orta
META_84	0,73	Orta
META_67	0,68	Orta
META_5	0,63	Orta
META_18	0,60	Orta
META_66	0,49	Düşük
META_9	0,48	Düşük
META_44	0,47	Düşük
META_55	0,43	Düşük
META_99	0,42	Düşük
META_30	0,41	Düşük
META_3	0,38	Düşük
META_53	0,31	Düşük
META_113	0,24	Düşük
META_46	0,21	Düşük
META_101	0,13	Etkisiz
META_7	-1,59	Etkisiz

Cohen (1998)'e göre birincil araştırmaların 13 tanesi yüksek, yedi tanesi orta, on tanesi küçük etki büyüklüğüne sahipken iki tanesi etkisizdir. Bunun yanında bir araştırmanın cohen'd değeri negatif çıkmıştır. Etki büyüklüğünün negatif çıkması o araştırmanın genel etki büyüklüğüne katkısının olmadığı anlamına gelir. Söz konusu birincil araştırmanın sonuçları incelendiğinde son test puanının ön test puanından küçük olduğu görülmüştür.

5.2.1.3. Güç Analizi

Belirli sayıda çalışma ile tespit edilebilecek etkinin boyutu ve bu tespit edilebilir etkinin önemli olup olmayacağını belirlemek için güç analizi yapılır (Pigott, 2012).

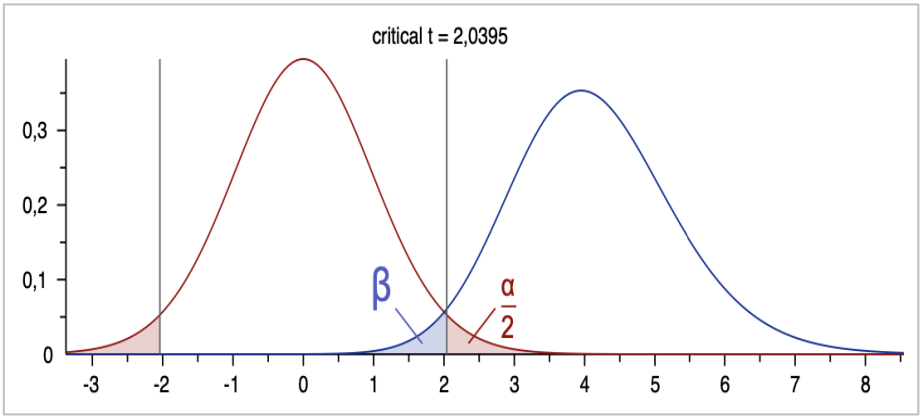
$$\delta = 0{,}714 \qquad V_\delta = 0{,}012 \qquad \lambda^* = \frac{\delta}{\sqrt{V_\delta}} = \frac{0{,}714}{\sqrt{0{,}012}} \rightarrow \lambda^* = 6{,}52$$

$$\alpha = 0{,}05 \; ve \; Z = 4{,}843 \qquad c_\alpha = 1{,}96$$

$$p = 1 - \Phi(c_\alpha - \lambda^*) + \Phi(-c_\alpha - \lambda^*)$$

$$p = 1 - \Phi(1{,}96 - 6{,}52) + \Phi(-1{,}96 - 6{,}52) \rightarrow p = 0{,}999$$

Hesaplanan istatistiksel güç çalışmaya dahil edilen 32 araştırmanın etki büyüklüğünün yüksek bir istatistiksel güce sahip olduğunu göstermektedir.



Şekil 10. Araştırmadan elde edilen etki büyüklüğünün merkezi ve merkezi olmayan dağılımlar

G*Power güç analizi programıyla da 32 araştırmanın etki büyüklüğü değeri için yüksek düzeyde istatistiksel güç hesaplanmıştır (p=0,97). Şekil 10'da araştırmada tespit edilen etki büyüklüğünün merkezi ve merkezi olmayan dağılımlar görülmektedir.

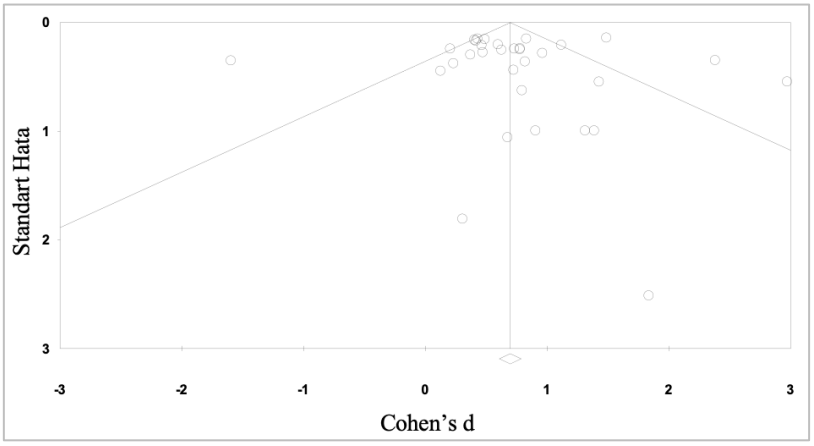
5.3. Çalışmaya Ait Yayın Yanlılığı Bulguları

Yapılan meta-analizin geçerliliğini test etmek için yayın yanlılığının incelenmesi gerekmektedir.

5.3.1. Huni Saçılım Grafiği

Şekil-10 da meta-analize dahil edilen araştırmaların yani gözlenen 32 araştırmanın huni saçılım grafiği görülmektedir. Çalışmaların çoğunluğunun huni içinde yer alması birincil araştırmaların ortalama etki büyüklüğü çevresinde kümelenmesi anlamına gelmektedir. Grafikteki minik çemberler araştırmaya dahil edilen birincil çalışmaları temsil etmektedir.

Grafiğin "huni" şeklinin taban kısmı standart hata arttıkça genişlediğinden, yansız verilerden elde edilen bir grafik olduğu söylenebilir.



Şekil 11. Huni saçılım grafiği

Yayın yanlılığı olmayan bir meta-analizin huni saçılım grafiğinde çalışmaların ortalama etki büyüklüğünün çevresinde simetrik yer alması beklenir. Ancak bu araştırmanın huni grafiğinde bu simetri görülmemektedir. Yapılan araştırmada yayın yanlılığı olmaması için hangi araştırmalar yapılmış olmalıydı sorusunun cevabını kes ve doldur (Trim ve fill metod) olarak bilinen yöntemle verilebilmektedir (Becker, 2005).

5.3.2. Egger Regresyon Analizi Bulguları

Egger Regresyon Testi sonuçlarına bakıldığında istatistiksel olarak manidar değildir ($p=0,762$, $p < 0,05$). Egger regresyon testine göre birincil araştırmalarda bir yanlılık olmadığı söylenebilir, ancak bunun diğer yöntemlerle de test edilmesi gerekmektedir. Tablo 15'de egger regresyon testi %95 güven aralığı sınırları üst limit -1,37 ve alt limit 1,85 olduğu görülmektedir. Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin benzer

örneklemlerle yapılacak 100 araştırmadan 95'inin regresyon çizgisi sabiti için hesaplanan değer %95 güven aralığı üst limit ve alt limitleri arasında yer alacaktır.

Tablo 15

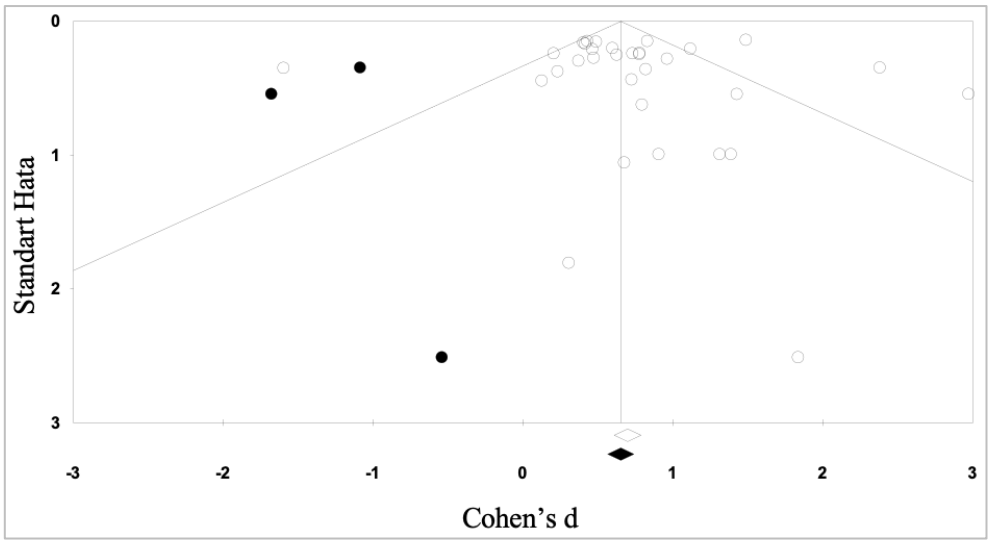
Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Egger Regresyon Testi Sonuçları

Regresyon doğrusu sabiti	Standart hata	%95 güven aralığı		t-değeri	Sd	p	
		üst limit	alt limit			(1-yönlü)	(2-yönlü)
0,24	0,789	-1,37	1,85	0,30	30	0,381	0,762

5.3.3. Duval ve Tweedie Kes ve Doldur Analizi Bulguları

Yapılan meta-analizin yayın yanlılığı durumunu belirlediğimiz Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu veya Egger'in Regresyon analizlerinden farklı olarak bu yaklaşım eksik çalışmaları gösterir.

Şekil 11'de fen eğitiminde hesaplamalı düşünme çalışmalarından bu meta-analize dahil edilmiş olanlarının huni grafiğinin kes ve doldur yaklaşımı ile belirlenmiş hali görülmektedir. Grafikteki minik çemberler bu araştırmanın birincil çalışmalarını temsil ederken, minik siyah daireler de bu meta-analizde yayın yanlılığı olmaması için yapılmış olması gereken tahmini araştırmaları göstermektedir.



Şekil 12. Kes ve doldur yöntemiyle huni saçılım grafiği

Şekil 11'de görülen grafiğin en altındaki beyaz dörtgen %95 güven aralığında asıl çalışmanın genel etkisini, siyah olan ise yayın yanlılığının düzeltilmesiyle (kes ve doldur uygulamasından sonra) elde edilen genel etkiyi göstermektedir.

Tablo 16
Duval ve Tweedie Kes ve Doldur Analizi Sonuçları

	Kesilmiş çalışmalar	Ortalama Etki Büyüklüğü	%95'lik Güven Aralığı	
			Alt Sınır	Üst Sınır
Gözlenen Değerler		0,734	0,499	0,969
Tahmin edilen Değerler	10	0,447	0,183	0,709

Yayın yanlılığının var olup olmadığını tespit etmeye değil yayın yanlılığının etkilerini düzeltmeye yönelik olan duval ve tweedie kes ve doldur analizinin sonuçları Tablo16'da görülmektedir. Birincil araştırmalar için belirlenen ortalama etki büyüklüğü 0,734'iken 10 emsal araştırma eklenirse tahmin edilen etki büyüklüğü değeri 0,447 olarak hesaplanmıştır.

5.3.4. Rosenthal'ın Hata Koruma Sayısı Bulguları

Bu meta-analiz çalışmasından elde edilen Rosenthal hata koruma sayısı (fail safe number), 1530 olup, $p < 0,05$ ($p=0,000$) olduğundan istatistiksel olarak anlamlı bir değerdir. Bu rakam bize $p>0,05$ olabilmesi için bu meta-analize dahil edilen araştırmaların aksi yönde etki büyüklüğü değeri sıfır olan 1530 tane araştırma yapılması gerektiğini söylemektedir. Başka bir ifadeyle analize dahil edilmiş olması gereken 1530 tane birincil araştırma ihmal edilmiş olmalıdır.

Tablo 17
Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Rosenthal Hata Koruma Sayısı Testi Sonuçları

Gözlemlenen çalışmalar için		Alfa	Alfa için Z	Tails	Gözlemlenen araştırma sayısı	P'nin 0,05'den büyük olmasını sağlayabilecek çalışma sayısı
Z değer	P değeri					
13,691	0,00000	0,050	1,959	2,000	32	1530

Denklem 18 de belirtilen ve meta-analizin sonuçlarının yayın yanlılığına karşı sağlamlığını kontrol etmek amacıyla, hesaplanan hata koruma sayısı (N) ile meta-analizdeki birincil araştırma sayısı (k) arasındaki oran aşağıda hesaplanmıştır.

N= 1530

k=32

$$\frac{1530}{(5x32+10)} = 9$$

5.3.5. Orwin Koruma N Sayısı Bulguları

Bu çalışmanın birincil araştırmalarında yayın yanlılığı olma durumunu belirlemek için yapılan Orwin koruma sayısı testi sonuçları Tablo 18'de görülmektedir. Orwin testine göre Fen eğitiminde hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmaların ortalama etki büyüklüğünü 0,05'in altına indirmek için ortalama etki büyüklüğü 0,000 olan 415 çalışma yapılması yada yapılmış 415 tane çalışmanın ihmal edilmiş olması gerekmektedir.

Tablo 18

Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Orwin Koruma Sayısı Testi Sonuçları

Ortalama Etki büyüklüğü değerinin önemsiz kabul edilmesi için ölçüt.	0,05
Gözlemlenen araştırmaların ortalama etki büyüklüğü	0,697
Eksik çalışmaların ortalama etki büyüklüğü	0,00000
Önemsiz Etki büyüklüğü için gerekli çalışma sayısı.	415

5.3.6. Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyon Bulguları

Çalışma örnekleminin yanlı seçilmediğini istatistiksel olarak test etmek üzere Begg ve Mazumdar sıra korelasyonları testi uygulanmıştır. Tablo 19'da görülen analiz sonuçlarına göre bu meta-analiz çalışmasına dahil edilen birincil araştırmalar yanlı seçilmemiştir. (tau=0,14, p>.05).

Tablo 19

Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünmeye İlişkin Araştırmalar İçin Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyon Testi Sonuçları

Kendall İstatistiği (P-Q)	71,000
Kendall Tau (Süreklilik düzeltmesi olmayan)	
Tau	0,14
z-value (tau için)	1,151
P-değeri (1-tailed)	0,125
P-değeri (2-tailed)	0,249
Kendall Tau (Süreklilik düzeltmesi olan)	
Tau	0,141
z-değeri (tau için)	1,135
P-değeri (1-tailed)	0,128
P-değeri (2-tailed)	0,256

5.4. Düzenleyici Değişken Analizi

5.4.1. Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Üçüncü araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği, yayın türüne (doktora tezleri, yüksek lisans tezleri ve dergi makaleleri) göre farklılık gösteriyor mu?"

5.4.1.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır.

Üçüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar makale, yüksek lisans tezi, doktora tezi ve kongre bildirilerinden oluşmaktadır. Ancak frekansı analog ANAVO analizinde alt grup olmaya yeterli olmayan gruplar olduğundan birincil araştırmalar makale ve diğer yayın türleri olarak gruplandırılmıştır.

5.4.1.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli düzeyde heterojenlik görüldüğünden, yayın türünün bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20
Yayın Türleri Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Makale,	60,830	2	0,000	67,121
Diğer yayın türleri	80,444	10	0,000	87,569
Genel	141,309	30	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçları makaleler (X^2=5,991; p>0,05) ve diğer yayın türleri (X^2=18,307, p<0,05) alt grupları için istatistiksel olarak anlamlıdır.

Diğer taraftan I^2 istatistiği incelendiğinde makaleler için % 67,121 ve diğer yayın türleri için % 87,062 olmak üzere toplamda %78,062' lik yüksek derecede heterojenliğe işaret etmektedir.

Tablo 21'de yayın türü düzenleyici değişkeni için analog ANOVA sonuçları görülmektedir. Yayın türüne ait ortalama etki büyüklüğü değeri istatistiksel olarak anlamlı değildir(p=0,08; p<0,05).

Tablo 21
Yayın Türü İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Yayın Türü	Makale	21	0,873	0,145	0,021	0,589	1,156	6,036	0,000			
	Diğer yayın Türleri	11	0,466	0,182	0,033	0,110	0,823	2,565	0,010			
	Gruplar Arası									*3,061	1	0,080
	Genel	31	0,699	0,140	0,020	0,424	0,974	4,986	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 7,815

5.4.2. Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Dördüncü araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği, yayın diline (İngilizce, Türkçe) göre farklılık gösteriyor mu?" şeklinde ifade edilmiştir.

5.4.2.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Dördüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar dahil etme ölçütleri doğrultusunda Türkçe ve İngilizce yazılmıştır.

5.4.2.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayın dilinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22

Yayın Dili Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	Sd (Q)	p-değeri	I^2
Türkçe	30,563	4	0,000	86,912
İngilizce	94,466	26	0,000	72,477
Genel	141,309	30	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçlarının ki-kare tablosuna bakıldığında, tüm diller genelinde (X^2=43,777; p<0,05), İngilizce alt grubu (X^2=38,885; p<0,05) ve Türkçe alt grubunda (X^2=9,488; p<0,05) istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. I^2 istatistiğine bakıldığında ise Türkçe için %86,912, İngilizce için %72,477 ve genel olarak %78,062 yüksek derecede heterojenlik olduğu görülmektedir.

Tablo 23'te yayın dili değişkenine ilişkin analog ANAVO sonuçları sunulmuştur. Verilere göre yayın dili değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü istatistiksel olarak anlamlıdır (p=0,007; p<0,05). Diğer taraftan yayın dili'ne ait ingilizce alt grubunun ortalama etki büyüklüğü yüksek düzeyde ve istatistiksel olarak anlamlıdır (d=0,829; d>0,8 ve p=0,000;p<0,05). Ancak; Türkçe alt grubuna ait etki büyüklğünün 0,05 düzeyinde anlamsız olduğu belirlenmiştir (p=0,985; p<0,05).

Tablo 23

Yayın Dili Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Yayın dili	Türkçe	5	0,002	0,285	0,081	-0,560	0,556	0,07	0,985			
	İngilizce	27	0,829	0,115	0,013	0,603	1,055	7,190	0,000			
	Gruplar arası									7,320	1	0,007
	Genel	32	0,712	0,107	0,011	0,501	0,921	6,661	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 3,841$

5.4.3. Beşinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Beşinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamanın yapıldığı ülkeye göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.3.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Beşinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize dahil edilen araştırmalar uygulamanın yapıldığı ülkeye göre sınıflandırıldığında; Türkiye, ABD, Endonezya, Yunanistan, Malezya, Çin, Kanada ve İspanya'da yapılmış oldukları görülmüştür. Ancak frekansı analog ANAVO analizinde alt

grup olmaya yeterli olmayan gruplar olduğundan birincil araştırmalar Türkiye, ABD ve diğer ülkeler olarak gruplandırılmıştır.

5.4.3.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, uygulamanın yapıldığı ülkenin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 24'te sunulmuştur.

Tablo 24

Uygulamanın Yapıldığı Ülke Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Türkiye	50,698	10,000	0,000	80,275
ABD	32,059	12,000	0,001	62,568
Diğer Ülkeler	51,981	7,000	0,000	86,534
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Uygulamanın yapıldığı ülke değişkenine ilişkin ki-kare testi genel sonuçları (X^2=44,985; p<0,05), anlamlı olup yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir. Bunun yanında Türkiye (X^2= 18,307; p<0,05), ABD (X^2= 21,026; p<0,05) ve diğer ülkeler (X^2= 14,067; p<0,05) için elde edilen verilere göre heterojenlik testi istatistiksel olarak anlamlıdır. Tablo 25'e bakıldığında uygulamanın yapıldığı ülke değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları görülmektedir.

Uygulamanın yapıldığı ülke değişkeni için I^2 değerleri %80,275 Türkiye, % 62,568 ABD ve % 86,534 diğer ülkeler olmak üzere yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Tablo 25

Uygulamanın Yapıldığı Ülke İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Uygulamanın yapıldığı ülke	Türkiye	11	0,508	0,204	0,042	0,109	0,908	2,398	0,016			
	ABD	13	0,751	0,177	0,031	0,404	1,098	3,920	0,000			
	Diğer Ülkeler	8	0,896	0,216	0,047	0,473	1,319	0,288	0,773			
	Gruplar arası									*1,774	2,000	0,412
	Genel	32	0,716	0,114	0,013	0,493	0,938	32,000	0,716			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 14,067$

Uygulamanın yapıldığı ülke düzenleyici değişkeni alt grupları için Q_B, Serbestlik derecesi ve anlamlılık düzeyi Tablo 25'te görülmektedir. Karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçlarına göre alt gruplar için ortalama etki büyüklükleri arasındaki fark 0,05 düzeyinde anlamlı bulunmadığından ilgili boş hipotez reddedilmiştir (p=0,412). Diğer taraftan ortalama etki büyüklüğü anlamsız olduğundan meta-regresyon ile R^2 değeri hesaplanmamıştır.

5.4.4. Altıncı Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Altıncı araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği pilot çalışma yapılıp yapılmamasına göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.4.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Altıncı araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize dahil edilen araştırmalar pilot çalışma yapılıp yapılmama durumuna göre iki gruba ayrılmış ve durumu belirtmeyenler için de "belirtilmemiş" kodlaması yapılmıştır. Belirtilmemiş olarak kodlanan araştırmalar bu değişken için düzenleyici değişken analiz yapılırken analiz dışı bırakıldığından 32 araştırma analize dahil edilmiştir.

5.4.4.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, pilot çalışma yapılıp yapılmamasının bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 26'da sunulmuştur.

Tablo 26

Pilot Çalışma Yapılıp Yapılmama Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	2,028	3	0,567	0,000
Pilot çalışma yapılmış	88,472	12	0,000	86,436
Pilot çalışma yapılmamış	41,795	14	0,000	66,503
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Pilot çalışma yapılıp yapılmamasına ilişkin ki-kare testi sonuçlarının genel olarak bu değişken için, pilot çalışma yapılmış ve pilot çalışma yapılmamış alt grupları için istatistiksel olarak (X^2_{Genel}=44,985; $X^2_{yapılmış}$=21,026; $X^2_{yapılmamış}$=23,685; p<0,05) anlamlı olduğu Tablo 26'da görülmektedir. Aynı tablodaki I^2 değerlerine bakıldığında %86,436 pilot çalışma yapılmış olan araştırmalar ve %66,503 pilot çalışma yapılmamış araştırmalar olmak üzere heterojenliğe işaret etmektedir.

Tablo 27

Pilot Çalışma Yapılıp Yapılmama Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı Alt Sınır	%95 Güven Aralığı Üst Sınır	H_o hipotez testi Z	H_o hipotez testi p	Q_B	sd	p
Pilot çalışma durumu	Belirtilmemiş	4,000	0,907	0,334	0,111	0,253	1,561	2,718	0,007			
	Yapılmış	13,000	0,625	0,175	0,031	0,281	0,969	3,563	0,000			
	Yapılmamış	15,000	0,745	0,160	0,026	0,431	1,059	4,646	0,000			
	Gruplar Arası									*0,628	2,000	0,731
	Genel	32,000	0,715	0,112	0,012	0,496	0,933	6,406	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 7,815

Tablo 27'de pilot çalışma yapılıp yapılmama değişkeni için yapılan karma etkiler düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Söz konusu değişkenin alt grupları ortalama etki büyüklükleri arasında 0,05 düzeyinde anlamlı bir farklılık görülmemiştir (p=0,923).

5.4.5. Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Yedinci araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitimi'nin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği yayınlandığı yıla göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.5.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Yedinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar dahil etme ölçütleri doğrultusunda 2006 yılından sonra fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünme üzerine alan yazına dahil olmuş çalışmalar belirlenmiş ve her yıl bir alt grup olarak belirlenmiştir.

5.4.5.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayınlandığı yıl değişkeninin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo28'de sunulmuştur.

Tablo 28

Yayınlandığı Yıl Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
2021	2,024	1	0,155	50,603
2020	86,725	11	0,000	87,316
2019	1,285	3	0,733	0,000
2018	31,554	8	0,000	74,647
2017	1,624	2	0,444	0,000
2015	1,427	1	0,232	29,911
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçlarının genel olarak uygulamanın yapıldığı yıl değişkeni için (X^2=44,985; p<0,05) istatistiksel olarak anlamlıdır. Her bir alt grup kendi içinde incelendiğinde 2020 (X^2=19,675; p<0,05) ve 2018 (X^2=15,507; p<0,05) alt grupları için heterojenlik analizinin anlamlı olduğu; 2015, 2017, 2019 ve 2021 için istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür.

Yayınlandığı yıl değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları Tablo 29'da görülmektedir. Yayınlandığı yıl değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından ilgili sıfır hipotezi reddedilememiştir (p=0,916).

Tablo 29

Yayınlandığı Yıl Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Yayınlandığı yıl	2021	2,000	0,674	0,423	0,179	-0,155	1,503	1,593	0,111			
	2020	12,000	0,683	0,206	0,042	0,280	1,087	3,322	0,001			
	2019	4,000	1,058	0,449	0,202	0,177	1,938	2,353	0,019			
	2018	9,000	0,797	0,188	0,035	0,429	1,166	4,241	0,000			
	2017	3,000	0,464	0,355	0,126	-0,233	1,160	1,305	0,192			
	2015	2,000	0,538	0,431	0,186	-0,307	1,383	1,247	0,212			
	Gruplar Arası									*1,476	5,000	0,916
	Genel	32,000	0,716	0,115	0,013	0,491	0,942	6,235	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 11,07

5.4.6. Sekizinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Sekizinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği araştırmanın yöntemine göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.6.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Sekizinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar dahil etme ölçütleri doğrultusunda hesaplamalı

düşünmeye ilişkin nicel veri analizi yapılmış olan araştırmalar seçilmiştir. Dolayısıyla araştırma yöntemi düzenleyici değişkeni için nicel yöntemi ve karma yöntem olmak üzere iki alt grup belirlenmiştir.

5.4.6.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, araştırma yönteminin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 30'da sunulmuştur.

Tablo 30
Araştırmanın Yöntemi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Nicel Yöntem	26,177	11,000	0,006	57,979
Karma yöntem	112,759	19,000	0,000	83,150
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçları araştırma yöntemi değişkeninin hem genel değerlerdirmesi (X^2= 44,985; p<0,05) hemde her bir alt grup için (X^2_{Nicel}=19,675; X^2_{Karma}=30,144; p<0,05) istatistiksel olarak anlamlıdır. Araştırma yöntemi düzenleyici değişkeninin I^2 değerlerine bakıldığında Nicel yöntem alt grubu için %57,979; karma yöntem alt grubu için %83,150 ve genel olarak araştırma yöntemi değişkeni için %78,062'lik heterojenlik tespit edilmiştir.

Tablo 31'de araştırmanın yöntemi düzenleyici değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları görülmektedir. Araştırmanın yöntemi değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı değildir (p=0,698). Dolayısıyla yokluk hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 31

Araştırmanın Yöntemi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Araştırma yöntemi	Nicel Yöntem	12,000	0,779	0,200	0,040	0,387	1,172	3,893	0,000			
	Karma yöntem	20,000	0,685	0,136	0,018	0,419	0,951	5,050	0,000			
	Gruplar arası									*0,151	1,000	0,698
	Genel	32,000	0,715	0,112	0,013	0,495	0,935	6,364	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 3,841$

5.4.7. Dokuzuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Dokuzuncu araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği araştırmanın desenine göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.7.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Dokuzuncu araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar dahil etme ölçütleri doğrultusunda belirtilmemiş, gerçek deneysel desen, yarı deneysel desen, zayıf deneysel desen ve deneysel olmayan desen olmak üzere beş alt gruba ayrılmıştır. Düzenleyici değişken analiz yaparken araştırma desenini belirtmeyen çalışmalar analiz dışı bırakılmıştır.

5.4.7.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, araştırma deseninin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 32'de sunulmuştur.

Tablo 32

Araştırmanın Deseni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Gerçek Deneysel Desen	0,025	1,000	0,875	0,000
Yarı Deneysel Desen	115,329	16,000	0,000	86,127
Zayıf Deneysel Desen	2,116	6,000	0,909	0,000
Deneysel Olmayan Desen	3,204	4,000	0,524	0,000
Genel	137,962	30,000	0,000	78,255

Araştırma deseni düzenleyici değişkeni için yapılan ki-kare testi sonuçlarının istatistiksel olarak (X^2=43,773; p<0,05) anlamlı olduğu bunun yanında alt gruplardan sadece yarı deneysel desen grubu için (X^2=26,296; p<0,05) anlamlı olduğu görülmüştür. Heterojendik parametrelerinden biri olan I^2 değerine bakıldığında ise yarı deneysel desen alt grubunun %86,127'lik yüksek düzeyde heterojenliğe işaret ettiği tespit edilmiştir.

Tablo 33'te araştırmanın deseni değişkeni için karma etkiler düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Bu analizde araştırmanın deseni değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından ilgili sıfır hipotezi kabul edilmiştir (p=0,695).

Tablo 33

Araştırmanın Deseni Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Araştırmanın deseni	Gerçek Deneysel	2	0,801	0,813	0,661	-0,793	2,394	0,985	0,325			
	Yarı Deneysel	17	0,857	0,159	0,025	0,546	1,168	5,397	0,000			
	Zayıf Deneysel	7	0,571	0,228	0,052	0,125	1,017	2,508	0,012			
	Deneysel Olmayan	5	0,584	0,264	0,070	0,066	1,102	2,209	0,027			
	Gruplar Arası									*1,444	3	0,695
	Genel	31,000	0,730	0,116	0,013	0,503	0,956	6,311	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 7,815

5.4.8. Onuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Onuncu araştırma sorusu "Fen Eğitimi'nin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği araştırma modeline göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirtilmiştir.

5.4.8.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Onuncu araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, deney-kontrol gruplu ön test/ son test modeli, deney-kontrol gruplu son test modeli, tek grup ön test/son test modeli, tek grup son test modeli ve ilişkisel tarama modeli olmak üzere 6 alt gruptan oluşmaktadır. Ancak bazı alt gruplardaki birincil araştırma sayısı analog ANOVA analizini yapmaya yeterli olmadığından Deney-kontrol gruplu modeller, tek gruplu modeller ve ilişkisel tarama modeli olmak üzere 3 grup olarak analize tabii tutulmuştur.

5.4.8.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, araştırma modelinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 34'te sunulmuştur.

Heterojendik testi sonuçları değişken için genel bakıldığında istatistiksel olarak anlamlıdır (X^2=44,985; p<0,05). Araştırma modeli değişkeninin alt gruplarına bakıldığında Deney-kontrol gruplu modeller (X^2=19,675; p<0,05) ile Tek gruplu modeller (X^2=23,685; p<0,05) için anlamlıyken, ilişkisel tarama modeli (X^2=9,488; p<0,05) alt grubu için anlamsız bulunmuştur (Tablo 34).

Tablo 34'te araştırma modeli değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Ayrıca I^2 değerleri incelendiğinde Deney-kontrol gruplu modeller alt grubu için %88,225 ve tek gruplu modeller alt grubu için %65,166 olmak üzere, düzenleyici değişkenin genel I^2 değeri ise %78,062'lik yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Tablo 34

Araştırma Modeli Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Deney-kontrol gruplu modeller	93,415	11	0,000	88,225
Tek gruplu modeller	40,190	14	0,000	65,166
İlişkisel tarama modeli	3,204	4	0,524	0,000
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Araştırma modeli değişkenine ait karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçlarının görüldüğü Tablo 35'e göre bu değişkenin ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı değildir (p=0,738; p<0,05).

Tablo 35

Araştırma Modeli Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Araştırma modeli	Deney-kontrol gruplu modeller	12	0,836	0,206	0,043	0,432	1,241	4,052	0,000			
	Tek gruplu modeller	15	0,691	0,159	0,025	0,379	1,004	4,337	0,000			
	İlişkisel tarama modeli	5	0,584	0,267	0,071	0,061	1,107	2,190	0,029			
	Gruplar Arası									*0,607	2,000	0,738
	Genel	32	0,716	0,114	0,013	0,492	0,939	6,278	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 9,488$

5.4.9. On Birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

On birinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği çalışma grubuna göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.9.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On üçüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Birincil araştırmalar Belirtilmemiş, 1-4. Sınıf, 5-8. Sınıf, 9-12. Sınıf, Lisans, Lisans Üstü, Öğretmenler ve Karma olmak üzere 8 alt gruptan oluşmaktadır. Ancak belirtmemiş, 1-4. Sınıf ve lisans üstü gruplarında birincil araştırma olmadığından; bunun yanında karma alt grubunda sadece bir tane araştırma olduğundan analiz dışı bırakılmıştır.

5.4.9.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, çalışma grubunun bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı istatistiksel olarak araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 36'da sunulmuştur.

Tablo 36
Çalışma Grubunun Öğrenim Düzeyi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
5-8. Sınıf	58,26642	17	0,000	70,824
9-12. Sınıf	28,32269	6	0,000	78,816
Lisans	32,30569	3	0,000	90,714
Öğretmenler	0,384347	1	0,535	0
Genel	138,5565	30	0,000	78,34818

Heterojenlik testi sonuçları çalışma grubu değişkenine genel olarak bakıldığında (X^2=43,773; p<0,05), 5-8. sınıf (X^2=27,587; p<0,05), 9-12. Sınıf (X^2=12,592; p<0,05) ve lisans (X^2=7,815; p<0,05) alt grupları için anlamlıyken öğretmenler alt grubu için (X^2=3,841; p<0,05) istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir heterojenlik parametresini incelediğimiz de 5-8. sınıf %70,824; 9-12. Sınıf %78,816; lisans %90,714 olmak üzere genel olarak %78,348'lik yüksek düzeyde heterojenliğe işaret ettiği görülmektedir.

Tablo 37'de çalışma grubu değişkeni için yapılan karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları görülmektedir. Çalışma grubu değişkeni alt gruplarının ortalama etki büyüklüklerinin birbirinden farklılığı 0,05 düzeyinde anlamlı bulunmamıştır (p= 0,077).

Tablo 37

Çalışma Grubu Öğrenim Düzeyi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_0 hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Çalışma grubunun öğrenim düzeyi	5-8. Sınıf	18	0,869	0,148	0,022	0,578	1,160	5,855	0,000			
	9-12. Sınıf	7	0,884	0,270	0,073	0,355	1,413	3,274	0,001			
	Lisans	4	-0,022	0,326	0,106	-0,661	0,617	-0,067	0,947			
	Öğretmenler	2	0,497	0,404	0,163	-0,295	1,288	1,229	0,219			
	Gruplar Arası									*6,856	3	0,077
	Genel	31	0,729	0,116	0,013	0,502	0,956	6,297	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 7,815$

5.4.10. On İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On ikinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği çalışma grubunun örnekleme yöntemine göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.10.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On ikinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Birincil araştırmalar örnekleme yöntemi bakımında belirtilmemiş, basit rastgele, tabakalı rastgele, küme rastgele, iki aşamalı rastgele, sistematik rastgele olmayan, kullanışlı rastgele olmayan, amaçlı rastgele olmayan örnekleme olmak üzere sekiz alt grup dikkate alınmıştır. Bu alt gruplardan Küme rastgele, iki aşamalı rastgele olmayan ve Sistematik rastgele olmayan alt gruplarında birer tane birincil araştırma bulunmaktadır. Dolayısıyla

analog ANOVA analizi yapılabilmesi için örnekleme yöntemleri belirtilmemiş, rastgele ve rastgele olmayan örnekleme yöntemleri olarak alt gruplara ayırılmıştır.

5.4.10.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, çalışma grubu örnekleme yönteminin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 38'de sunulmuştur.

Tablo 38
Çalışma Grubunun Örnekleme Yöntemi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtmemiş	0,062	2	0,969	0,000
Rastgele Örnekleme Yöntemleri	12,485	5	0,029	59,951
Rastgele Olmayan Örnekleme Yöntemleri	104,689	22	0,000	78,985
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Tablo 38'e bakıldığında çalışma grubunun örnekleme yöntemine ilişkin heterojenlik testi sonuçlarının genel olarak (X^2= 44,985; p<0,05) anlamlı olduğu görülmektedir. Rastgele örnekleme yöntemleri (X^2= 11,07; p<0,05) ve rastgele olmayan örnekleme yöntemleri (X^2= 33,924; p<0,05) alt grupları için istatistiksel olarak anlamlıdır.

Çalışma grubunun örnekleme yöntemi değişkeninin I^2 parametresine bakıldığında ise Rastgele örnekleme yöntemlerinin %59,951 ve rastgele olmayan örnekleme yöntemlerinin %78,985'lik orta düzeyde heterojenliğe işaret ettiği görülmüştür.

Tablo 39'de çalışma grubunun örnekleme yöntemi değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Çalışma grubunun örnekleme yöntemi alt gruplarına ait ortalama etki büyüklüklerinin birbirinden 0,05 düzeyinde anlamlı farklılık göstermediği belirlenmiştir(p=0,499). Dolayısıyla H_0 hipotezi reddedilemez.

Tablo 39

Çalışma Grubunun Örnekleme Yöntemi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Örnekleme yöntemi	Belirtmemiş	3	0,428	0,305	0,093	-0,169	1,025	1,405	0,160			
	Rastgele Örnekleme Yöntemleri	6	0,923	0,305	0,087	0,345	1,501	3,130	0,002			
	Rastgele Olmayan Örnekleme Yöntemleri	23	0,722	0,305	0,016	0,478	0,967	5,788	0,000			
	Gruplar Arası									1,390	2,000	0,499
	Genel	32	0,712	0,108	0,012	0,501	0,923	6,624	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 11,07$

Diğer taraftan, Q_B, Serbestlik derecesi ve anlamlılık düzeyi Tablo 39'da görülen alt gruplar için düzeltilmiş R^2 parametresi meta-regresyon analiziyle hesaplanmıştır ($R^2 = -0,08$). Buna göre, çalışma grubu örnekleme yönteminin birincil araştırmalar arasındaki varyansa yol açmadığı görülmüştür.

5.4.11. On Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On üçüncü araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği çalışma grubunun demografik yapısına göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.11.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On üçüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, kentsel, kırsal ve karma olmak üzere dört alt grupta incelenmiştir. Karma alt grubunda sadece bir tane araştırma bulunup analog ANOVA analizine imkan vermeyeceğinden analiz dışında bırakılmıştır

5.4.11.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, çalışma grubu demografik yapısının bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 40'ta sunulmuştur.

Tablo 40

Çalışma Grubunun Demografik Yapısı Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	20,154	2	0,000	90,076
Kentsel	116,161	22	0,000	81,061
Kırsal	3,515	4	0,476	0,000
Genel	141,103	30	0,000	78,739

Çalışma grubunun demografik yapısına ilişkin heterojenlik testi sonuçlarının istatistiksel olarak (X^2=43,773; p<0,05) anlamlı olduğu; alt grupların heterojenliği incelendiğinde ise kentsel alt grubu (X^2=33,924; p<0,05) için anlamlıyken kırsal alt grubu için (X^2=9,488; p<0,05) istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir heterojenlik parametresi olan I^2 değerleri de bu sonuçları desteklemektedir.

Tablo 41'de çalışma grubunun demografik yapısı değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Çalışma grubunun demografik yapısı değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığı (p=0,405) görüldüğünden ilgili sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 41

Çalışma Grubunun Demografik Yapısı Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları.

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Çalışma grubunun demografisi	Belirtilmemiş	3	1,248	0,421	0,177	0,424	2,073	2,967	0,003			
	Kentsel	23	0,658	0,132	0,017	0,399	0,917	4,978	0,000			
	Kırsal	5	0,747	0,325	0,106	0,110	1,384	2,300	0,021			
	Gruplar Arası									*1,806	2,000	0,405
	Genel	31	0,715	0,118	0,014	0,485	0,946	6,089	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 5,991

5.4.12. On Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On dördüncü araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği çalışma grubunun okul türüne göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirlenmiştir.

5.4.12.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On dördüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, özel okul, devlet okulu yaz okulu ve karma olmak üzere beş alt grupta incelenmiştir. Özel okul, yaz okulu ve karma alt gruplarındaki birincil araştırma sayısı analog ANOVA analizine imkan vermemiştir. Yaz okulları katılımı, bireylerin özel tercihine bağlı kurumlar olduğundan; karma alt grubundaki araştırmalarda ise örneklem özel okul ve devlet okulu öğrencileri karma olduğunda bu üç alt grup birleştirilerek diğerleri olarak adlandırılmıştır.

5.4.12.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, çalışma grubu okul türünün bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 42'de sunulmuştur.

Tablo 42

Çalışma Grubunun Okul Türü Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	20,788	2	0,000	90,379
Diğerleri	2,745	6	0,840	0,000
Devlet Okulu	109,502	21	0,000	80,822
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Tablo 42'de çalışma grubunun okul türü düzenleyici değişkeni için heterojenlik testi sonuçları görülmektedir. Çalışma grubu okul türü değişkeni için heterojenlik testi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (X^2=44,985; p<0,05). Aynı değişkenin alt grupları incelendiğinde ise sadece devlet okulu grubu için anlamlı ve yüksek düzeyde heterojenlik görülmüştür (X^2=33,924; p<0,05).

Çalışma grubunun okul türü değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları Tablo 43'te görülmektedir. Çalışma grubunun okul türü değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından (p=0,653) ilgili yokluk hipotezi reddedilemez.

Tablo 43
Çalışma Grubunun Okul Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Okul Türü	Belirtilmemiş	3,000	0,942	0,340	0,115	0,276	1,608	2,772	0,006			
	Diğerleri	7,000	0,557	0,250	0,062	0,068	1,047	2,230	0,026			
	Devlet Okulu	22,000	0,727	0,138	0,019	0,457	0,997	5,274	0,000			
	Gruplar Arası									0,852	2,000	0,653
	Genel	32,000	0,716	0,114	0,013	0,493	0,939	6,294	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 7,815

5.4.13. On Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

On yedinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamanın konu alanına göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.13.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On yedinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, Fen Bilgisi, Fizik, Kimya,

Biyoloji, STEM ve Astronomi olmak üzere 7 alt gruba ayrılmıştır. Ancak, uygulama konu alanı fizik, kimya ve biyoloji olarak belirtilmiş olsa da örneklemi ilköğretim seviyesinde olan araştırmalar fen bilgisi alt grubuna dahil edilmiştir. Benzer şekilde uygulama konu alanı fizik, kimya ve biyoloji olarak belirtilmiş ancak örneklemi lise seviyesinde olan araştırmalar FKB alt grubuna dahil edilmiştir.

5.4.13.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, uygulama konu alanının bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 44'te sunulmuştur.

Tablo 44

Uygulamanın Konu Alanı Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	9,515	1	0,002	89,490
Fen Bilgisi	33,899	8	0,000	76,401
FKB	28,052	5	0,000	82,176
STEM	33,018	14	0,003	57,598
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçları uygulama konu alanı grup genelinde istatistiksel olarak (X^2=44,985; p<0,05) anlamlı bulunmuştur. Uygulama konu alanı alt grupları incelendiğinde Belirtilmemiş (X^2=3,841; p<0,05) Fen bilgisi (X^2=15,507; p<0,05) FKB (X^2=11,070; p<0,05) ve STEM (X^2=23,685; p<0,05) alt grupları için anlamlı olduğu görülmüştür. Tablo 44'te görülen I^2 heterojenlik analizi değerleri incelendiğinde düzenleyici değişken genelinde %78,062'lik yüksek düzeyde heterojenlik olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 45'te uygulamanın konu alanı değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analizi sonuçları görülmektedir. Uygulamanın konu alanı değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde manidar olmadığından ilişkili sıfır hipotezi kabul edilmiştir (p=0,069).

Tablo 45

Uygulamanın Konu Alanı Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Uygulamanın konu alanı	Belirtilmemiş	2	0,997	0,373	0,139	0,267	1,728	2,676	0,007			
	Fen Bilgisi	9	0,210	0,219	0,048	-0,219	0,638	0,959	0,338			
	FKB	6	0,919	0,228	0,052	0,472	1,367	4,029	0,000			
	STEM	15	0,808	0,149	0,022	0,516	1,100	5,421	0,000			
	Gruplar Arası									7,105	3,000	0,069
	Genel	32	0,710	0,104	0,011	0,506	0,914	6,826	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 11,07$

5.4.14. On Altıncı Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On altıncı araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulama süresine göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili veriler aşağıda sunulmuştur.

5.4.14.1 Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On altıncı araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar uygulama süresine göre belirtilmemiş, 1 – 3 hafta, 4 – 7 hafta, 8 ve üzeri hafta olmak üzere 4 alt grupta incelenmiştir.

5.4.14.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, uygulama süresinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 46'da sunulmuştur.

Tablo 46

Uygulama Süresi Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	39,394	10	0,000	74,616
1 – 3 hafta	2,523	6	0,866	0,000
4 –7 hafta	23,958	7	0,001	70,782
8 ve üzeri hafta	73,782	5	0,000	93,223
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Uygulama süresine ilişkin heterojenlik testi sonuçları hem değişken genelinde hem de alt gruplar için istatistiksel olarak incelendiğinde genel (X^2= 44,985; p<0,05), 4-7 hafta (X^2= 14,067; p<0,05) ile 8 hafta ve üzeri (X^2=11,070; p<0,05) alt grupları için anlamlı olduğu, 1–3 hafta (X^2=12,592; p<0,05) alt grubu içinse istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit dilmiştir. Tablo 46'da görülen I^2 parametresi değerleri de Q heterojenlik analizin desteklemekte ve 4-7 hafta %70,782; 8 ve üzeri hafta %93,223'lük yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Uygulama süresine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından (p=0,903) bu değişkenle ilişkili sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 47

Uygulama Süresi Değişkenine İlişkin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analiz Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Uygulama süresi	Belirtilmemiş	11,000	0,713	0,189	0,036	0,342	1,084	3,769	0,000			
	1 – 3 hafta	7,000	0,588	0,245	0,060	0,108	1,069	2,398	0,016			
	4 –7 hafta	8,000	0,862	0,273	0,074	0,328	1,397	3,161	0,002			
	8 ve üzeri hafta	6,000	0,746	0,275	0,075	0,208	1,284	2,717	0,007			
	Gruplar arası									0,569	3,000	0,903
	Genel	32,000	0,718	0,118	0,014	0,486	0,951	6,064	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 7,815

5.4.15. On Yedinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On yedinci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamayı yapan kişiye göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirlenmiştir.

5.4.15.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On yedinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, deney kontrol araştırmacı ve deney kontrol öğretmen olmak üzere 3 alt grupta incelenmiştir.

5.4.15.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, uygulamayı yapan kişi değişkeninin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 48'de sunulmuştur.

Tablo 48
Uygulamayı Yapan Kişi Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	6,699	8,000	0,569	0,000
Deney Kontrol Araştırmacı	71,442	5,000	0,000	93,001
Deney Kontrol Öğretmen	54,870	16,000	0,000	70,840
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Birincil araştırmalarda uygulamayı yapan kişinin kim olduğuna göre belirlenen alt gruplar için heterojenlik testi sonuçlarının istatistiksel olarak hem genel olarak düzenleyici değişken için (X^2= 44,985; p<0,05) hem de bu değişkenin alt grupları olan Deney Kontrol Araştırmacı (X^2= 11,079; p<0,05) ve Deney Kontrol Öğretmen (X^2= 26,296; p<0,05) alt grupları için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Tablo 48'de sunulmuş olan I^2 değerlerini dikkate aldığımızda %78,062'lük yüksek düzeyde heterojenliğe işaret ettiği görülecektir.

Tablo 49'da uygulamayı yapan kişi değişkeni için karma etkiler düzenleyici değişken analiz sonuçları uygulamayı yapan kişi değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değerinin 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığını gösterdiğinden yokluk hipotezi kabul edilmiştir (p=0,218).

Tablo 49
Uygulamayı Yapan Kişi Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Uygulamayı yapan kişi	Belirtilmemiş	9,000	0,636	0,210	0,044	0,225	1,048	3,029	0,002			
	Deney Kontrol Araştırmacı	6,000	0,323	0,287	0,082	-0,239	0,885	1,127	0,260			
	Deney Kontrol Öğretmen	17,000	0,871	0,154	0,024	0,570	1,172	5,670	0,000			
	Gruplar Arası									*3,042	2,000	0,218
	Genel	32,000	0,716	0,114	0,013	0,493	0,939	6,289	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 3,841$

5.4.16. On sekizinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On sekizinci araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitimi'nin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamada bilgisayar kullanılma durumuna göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirlenmiştir.

5.4.16.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On sekizinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, uygulamada bilgisayar kullanılmış ve uygulamada bilgisayar kullanılmamış olmak üzere 3 alt grupta incelenmiştir. Bu analize, 32 birincil araştırma dahil edilmiştir.

5.4.16.1. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, uygulamada bilgisayar kullanılma durumunun bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 50'de sunulmuştur.

Tablo 50
Uygulamada Bilgisayar Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	3,449	5,000	0,631	0,000
Kullanılmış	104,148	17,000	0,000	83,677
Kullanılmamış	25,354	7,000	0,001	72,391
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Uygulamada bilgisayar kullanılma durumu heterojenlik testi sonuçları incelenediğinde hem grup geneli (X^2=44,985; p<0,05), hemde kullanılmış (X^2=27,587; p<0,05), ve kullanılmamış (X^2=14,067; p<0,05), alt grupları için istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar %78,062'lik yüksek düzeyde I^2 istatistiği ile de desteklenmektedir.

Tablo 51 uygulamada bilgisayar kullanılması durumu değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Uygulamada bilgisayar kullanılması durumu değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı bulunmamıştır(p= 0,226). Dolayısıyla yokluk hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 51
Uygulamada Bilgisayar Kullanılması Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_0 hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Bilgisayar kullanılmış mı?	Belirtilmemiş	6,000	0,552	0,238	0,057	0,086	1,018	2,321	0,020			
	Kullanılmış	18,000	0,641	0,151	0,023	0,344	0,938	4,236	0,000			
	Kullanılmamış	8,000	1,085	0,245	0,060	0,604	1,566	4,420	0,000			
	Gruplar Arası									2,977	2,000	0,226
	Genel	32,000	0,715	0,113	0,013	0,493	0,938	6,316	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 3,841

5.4.17. On Dokuzuncu Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

On dokuzuncu araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamada kodlama kullanılma durumuna göre farklılık gösteriyor mu?" olarak ifade edilmiştir.

5.4.17.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

On dokuzuncu araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, uygulamada kodlama kullanılmış ve uygulamada kodlama kullanılmamış olmak üzere 3 alt grupta incelenmiştir. Kodlama kullanılma durumunu belirtmemiş çalışmalar analiz dışı bırakılmış ve 26 birincil araştırma analize dahil edilmiştir.

5.4.17.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayın dilinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 52'de sunulmuştur.

Tablo 52
Uygulamada Kodlama Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	3,449	5	0,631	0,000
Kullanılmış	106,260	16	0,000	84,943
Kullanılmamış	19,460	8	0,013	58,891
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçları hem kodlama kullanılma durumu için genel hemde iki alt grup için istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (X^2_{genel}=44,985; $X^2_{Kullanılmış}$=26,296;

$X^2_{Kullanılmamış}$=15,507; p<0,05). I^2 parametresi incelendiğinde söz konusu düzenleyici değişken için gelen olarak %78,062; kodlama kullanılmış alt grubu için %84,943'lik yüksek düzeyde ve kodlama kullanılmamış alt grubu için %58,891'lik orta düzeyde heterojenlik gösterdiği görülmektedir.

Tablo 53'te görülen uygulamada kodlama kullanılması durumu değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçlarına göre ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı değildir (p=0,240). Dolayısıyla ilgili yokluk hipotezi reddedilemez.

Tablo 53
Uygulamada Kodlama Kullanılması Durumu İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
kodlama kullanılmış mı?	Belirtilmemiş	6,000	0,552	0,235	0,055	0,091	1,012	2,348	0,019			
	Kullanılmış	17,000	0,649	0,148	0,022	0,359	0,940	4,379	0,000			
	Kullanılmamış	9,000	1,083	0,249	0,062	0,594	1,571	4,346	0,000			
	Gruplar Arası									2,857	2,000	0,240
	Genel	32,000	0,715	0,112	0,013	0,495	0,934	6,381	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 3,841

5.4.18. Yirminci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Yirminci araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamada robotik uygulaması kullanılma durumuna göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.18.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Yirminci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, uygulamada robotik kullanılmış ve uygulamada robotik kullanılmamış olmak üzere 3 alt grupta incelenmiştir.

5.4.18.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayın dilinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 54'te sunulmuştur.

Tablo 54

Robotik Uygulaması Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	3,449	5,000	0,631	0,000
Kullanılmış	76,280	8,000	0,000	89,512
Kullanılmamış	53,398	16,000	0,000	70,036
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçları değişken için genel olarak (X^2=44,985; p<0,05) olduğu gibi kullanılmış (X^2=15,507; p<0,05) ve kullanılmamış (X^2=26,296; p<0,05) alt grupları için de istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Robotik uygulaması kullanılma durumu değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değerinin 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığı Tablo 55'te görülmektedir (p=0,498).

Tablo 55

Robotik Uygulaması Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Robotik kullanılmış mı?	Belirtilmemiş	6,000	0,552	0,239	0,057	0,085	1,020	2,315	0,021			
	Kullanılmış	9,000	0,611	0,215	0,046	0,191	1,032	2,848	0,004			
	Kullanılmamış	17,000	0,850	0,162	0,026	0,533	1,167	5,255	0,000			
	Gruplar Arası									*1,393	2,000	0,498
	Genel	32,000	0,716	0,114	0,013	0,493	0,938	6,300	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 3,841

5.4.19. Yirmi birinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Yirmi birinci araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitimi'nin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamada algoritma kullanılması durumuna göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirlenmiştir.

5.4.19.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Yirmi birinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, uygulamada algoritma kullanılmış ve uygulamada algoritma kullanılmamış olmak üzere 3 alt grupta incelenmiştir. Ancak Algoritma kullanılmış alt grubunda bir tane birincil araştırma bulunduğundan analog ANOVA analizine dahil edilememiştir. Sadece algoritma kullanmamış olanlarla algoritma kullanma durumunu belirtmeyen birincil araştırmalar değerlendirilmiştir.

5.4.19.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayın dilinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 56'da sunulmuştur.

Tablo 56
Uygulamada Algoritma Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	3,449	6	0,631	0,000
Kullanılmamış	123,975	24	0,000	80,641
Genel	141,309	31	0,000	78,062

Algoritma kullanılma durumuna ilişkin yapılan heterojenlik testi sonuçlarına göre genel (X^2=44,985; p<0,05) ve algoritma kullanılmamış (X^2=36,415; p<0,05) ve belirtilmemiş (X^2=14,067; p<0,05) alt grupları için istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. I^2 değerlerinin de Q parametresinin bulgularını desteklemektedir. %80,641 kullanılmamış alt grubu ve genel olarak %78,062'lik yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Uygulamada algoritma kullanılma durumu değişkenine ilişkin yapılan karma etki düzenleyici değişken analizi, ortalama etki büyüklüğü değerinin 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığını gösterdiğinden sıfır hipotezi reddedilememiştir (p=0,426).

Tablo 57

Uygulamada Algoritma Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_0 hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Algoritma kullanılmış mı?	Belirtilmemiş	7	0,551	0,231	0,053	0,099	1,003	2,387	0,017			
	Kullanılmamış	25	0,792	0,129	0,017	0,540	1,044	6,151	0,000			
	Gruplar Arası									*1,705	2,000	0,426
	Genel	32	0,714	0,110	0,012	0,498	0,930	6,478	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 3,841

5.4.20. Yirmi İkinci Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Yirmi ikinci araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamada ters-yüz sınıf yöntemi kullanılma durumuna göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.20.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Yirmi ikinci araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, uygulamada ters-yüz sınıf yöntemi kullanılmış ve uygulamada ters-yüz sınıf yöntemi kullanılmamış olmak üzere 3 alt

grupta incelenmiştir. Ancak ters yüz sınıf yönteminin kullanıldığı birincil araştırma bir tane olduğundan analog ANOVA analizine dahil edilememiştir.

5.4.20.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, yayın dilinin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 58'de sunulmuştur.

Tablo 58
Uygulamada Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılma Durumu Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Belirtilmemiş	3,449	6,000	0,631	0,000
Kullanılmamış	127,548	24,000	0,000	81,184
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Heterojenlik analizi sonuçları incelendiğinde değişken için genel (X^2=44,985; p<0,05) ve kullanılmamış (X^2=36,415; p<0,05) alt grubu için istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 59'da uygulamada ters-yüz sınıf yöntemi kullanılma durumu değişkeni için karma etki düzenleyici değişken analiz sonuçları görülmektedir. Uygulamada ters-yüz sınıf yöntemi kullanılma durumu değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığı dolayısıyla da sıfır hipotezinin reddedilmeyeceği tespit edilmiştir(p=0,457).

Tablo 59

Uygulamada Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılma Durumu Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

Değişken		n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
ters-yüz sınıf kullanılmış mı?	Belirtilmemiş	7,000	0,551	0,231	0,054	0,097	1,005	2,381	0,017			
	Kullanılmamış	25,000	0,785	0,128	0,016	0,534	1,036	6,135	0,000			
	Gruplar Arası									1,568	2,000	0,457
	Genel	32,000	0,714	0,110	0,012	0,497	0,930	6,463	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 3,841$

5.4.21. Yirmi Üçüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular:

Yirmi beşinci araştırma sorusu "Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği ölçme aracı türüne göre farklılık gösteriyor mu?" olarak belirlenmiştir.

5.4.21.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Yirmi üçüncü araştırma sorusunun incelemek için birincil araştırmaların tamamı analize dahil edilmiştir. Meta-analize katılan araştırmalar belirtilmemiş, başarı testi, likert tipi, Dereceli Puanlama Anahtarı, q sort (açık uçlu sorular) ve osgood'un anlamsal ayrım ölçeği olmak üzere 6 alt grupta incelenmiştir. Ölçek türlerinden en çok kullanılanları olan Likert tipi ve başarı testi alt gruplarının yanında ölçek türünü belirtmeyen alt grubu analize dahil edilmiştir. Analize dahil edilen dördüncü alt grup ise analog ANOVA analizi yapmaya yetersiz sayıda birincil araştırma içeren Dereceli Puanlama Anahtarı, q sort (açık uçlu sorular) ve osgood'un anlamsal ayrım ölçeğinden oluşan diğer ölçek çeşitleri alt grubudur.

5.4.21.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, ölçme aracı türünün bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici

değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 60'ta sunulmuştur.

Tablo 60
Ölçme Aracı Türü Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Başarı testi	24,809	7,000	0,001	71,784
Likert tipi	75,080	16,000	0,000	78,689
Diğer ölçek türleri	4,278	5,000	0,510	0,000
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Heterojenlik testi sonuçlarının hem ölçme aracı türü değişkeni için genel olarak (X^2=44,985; p<0,05) hem de başarı testi (X^2=14,067; p<0,05) ve likert tipi (X^2=26,996; p<0,05) istatistiksel olarak anlamlı, diğer ölçek türleri (X^2=11,070; p<0,05) alt grubu için anlamsız olduğu tespit edilmiştir. I^2 değerleri incelendiğinde başarı testi alt grubunun %71,784; Likert tipi grubunun %78,689'luk yüksek düzeyde heterojenlik olduğunu göstermektedir. Değişken geneli için I^2 değeri %78,062'lik yüksek düzeyde heterojenliğe işaret etmektedir.

Ölçme aracı bakımından türü değişkeni için karma etki analizi sonuçları Tablo 61'de görülmektedir. Ölçme aracı türü değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından ilgili sıfır hipotezi kabul edilmiştir (p=0,129).

Tablo 61
Ölçme Araçlarının Soruları Bakımından Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Ölçme araçlarının türü	Belirtilmemiş	1,000	1,121	0,500	0,250	0,141	2,102	2,241	0,025			
	Başarı testi	8,000	1,165	0,238	0,056	0,700	1,631	4,905	0,000			
	Likert tipi	17,000	0,580	0,140	0,020	0,306	0,855	4,142	0,000			
	Diğer ölçek türleri	6,000	0,559	0,221	0,049	0,125	0,992	2,528	0,011			
	Gruplar Arası									5,675	3,000	0,129
	Genel	32,000	0,710	0,104	0,011	0,507	0,913	6,852	0,000			

*0,05 Güven düzeyi X^2 = 9,488

5.4.22. Yirmi Dördüncü Araştırma Sorusuna Ait Bulgular

Yirmi dördüncü araştırma sorusu "Fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği ölçme araçlarının geliştiren kişiye göre farklılık gösteriyor mu?" olup ilgili bulgular aşağıda sunulmuştur.

5.4.22.1. Analiz ve Model Birimi

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her biri yalnızca bir etki büyüklüğü sağlamaktadır. Başka bir ifadeyle, her birincil araştırma bu araştırma sorusu için analiz birimi olarak kabul edilir.

Meta-analize katılan araştırmalar önceden var olan test ve araştırmacı tarafından geliştirilen test olmak üzere iki alt grupta incelenmiştir.

5.4.22.2. Analog ANOVA

Meta-analize dahil edilen çalışmalar arasında etki büyüklüklerinde önemli heterojenlik görüldüğünden, ölçme aracını geliştiren değişkeninin bu heterojenliğin kaynağı olup olmadığı düzenleyici değişken analizleri ile araştırılmış ve sonucunda elde edilen bulgular Tablo 62'de sunulmuştur.

Tablo 62
Ölçme Aracını Geliştiren Değişkeni Alt Grupları İçin Heterojenlik Analizi Sonuçları

Alt Gruplar	Heterojenlik			
	Q	df(Q)	p-değeri	I^2
Önceden var olan test	86,068	16,000	0,000	81,410
Araştırmacı tarafından geliştirilen	50,987	14,000	0,000	72,542
Genel	141,309	31,000	0,000	78,062

Ölçme aracını geliştiren değişkeni için yapılan heterojenlik testi sonuçları incelendiğinde değişken geneli (X^2=44,985; p<0,05), önceden var olan test (X^2=26,296; p<0,05) ve araştırmacı tarafından geliştirilen (X^2=23,685; p<0,05) alt grupları için istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 63'te ölçme aracını geliştiren bakımından türü değişkeni için karma etki analiz sonuçları görülmektedir. Söz konusu değişkenine ait ortalama etki büyüklüğü değeri 0,05 düzeyinde anlamlı olmadığından (p=0,366), sıfır hipotezi kabul edilmiştir.

Tablo 63

Ölçme Aracını Geliştiren Bakımından Türü Değişkeni İçin Karma Etki Düzenleyici Değişken Analizi Sonuçları

	Değişken	n	Etki Büyüklüğü	Standart hata	Varyans	%95 Güven Aralığı		H_o hipotez testi		Q_B	sd	p
						Alt Sınır	Üst Sınır	Z	p			
Ölçme aracı geliştiren	Önceden var olan test	17	0,622	0,151	0,023	0,325	0,919	4,107	0,000			
	Araştırmacı tarafından geliştirilen	15	0,824	0,165	0,027	0,501	1,148	4,993	0,000			
	Gruplar Arası									0,816	1,000	0,366
	Genel	32	0,715	0,112	0,012	0,496	0,933	6,402	0,000			

*0,05 Güven düzeyi $X^2 = 5,991$

Tablo 64

Düzenleyici Değişken Analizlerinin Sonuçlarının Özeti

Moderatör Değişken	n	Açıklanan Yüzde Varyans	p-değeri
Yayın Türü	32	1,281	0,080
Yayın Dili	32	1,142	0,007
Uygulamanın yapıldığı ülke	32	1,291	0,412
Araştırmada pilot çalışma yapılmış mı?	32	1,244	0,731
Yayınlandığı Yıl	32	1,320	0,916
Araştırmanın Yöntemi	32	1,262	0,698
Araştırmanın Deseni	31	1,337	0,695
Araştırma Modeli	32	1,300	0,738
Örnekleme Yöntemi	31	1,340	0,077
Araştırma Grubu (Okul Seviyesi)	32	1,156	0,499
Örneklem Demografik Yapısı	31	1,381	0,405
Okul Türü	32	1,083	0,069
Araştırmadaki Uygulamanın Konu Alanı	32	1,293	0,653
Uygulama Süresi (Hafta)	32	1,404	0,903
Uygulayıcı kim?	32	1,295	0,218
Bilgisayar Kullanılmış mı?	32	1,283	0,226
Kodlama Kullanılmış mı?	32	1,255	0,240
Robotik Kullanılmış mı?	32	1,290	0,498
Algoritma Kullanılmış mı?	32	1,214	0,426
Ters-Yüz Sınıf Yöntemi Kullanılmış mı?	32	1,220	0,457
Kullanılan Ölçeğin türü	32	1,100	0,129
Ölçeğin Geliştiricisi	32	1,246	0,366

*p<0,05 düzeyinde anlamlı farklılık göstermektedir.

BÖLÜM VI

SONUÇ VE TARTIŞMA

Bu bölüm, tez çalışması sürecinin özeti ile başlayıp elde edilen sonuçların tartışılması, düzenleyici değişkenlerle ilgili tespitler ve meta-analiz sonuçlarının değerlendirmesini içermektedir. Ayrıca meta-analize dahil edilen birincil araştırmalar, sınırlılıkları ve üstün yönleri bakımından değerlendirilmiştir. Araştırma süreci ve bulguların tartışılması sonucunda araştırmacılar ve uygulayıcılar için öneriler sunulmuştur.

Bu çalışma, alan yazında fen eğitiminde hesaplamalı düşünme araştırmalarında görülen tutarsızlıkları değerlendirmek, nedenlerini incelemek ve birincil araştırmalar arasında görülen heterojenliğin kaynaklarını tespit ettikten sonra analiz neticesinde elde edilen bulgu ve sonuçlar doğrultusunda gelecekte yapılacak çalışmalar için bir bakış açısı oluşturmayı amaçlanmıştır.

Araştırma da tespit edilen bulgular, fen bilimleri eğitimi alanında 2006 yılından 2021 yılı Nisan ayına kadar yapılan çalışmalardan elde edilmiştir. Jeannette Wing'in çalışması öncülüğünde 2006 yılından itibaren hesaplamalı düşünmeye ilişkin çalışmalardaki artıştan dolayı bu tarih başlangıç kabul edilmiştir (Wing, 2006).

Meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların hepsi fen eğitimi alanında hesaplamalı düşünme becerisinin geliştirilmesi ve düzeyinin tespit edilmesi amacıyla yapılmıştır. Birincil araştırmalar araştırma grubu, yöntemi, deseni, modeli, uygulama konu alanı, yayınlanma durumu gibi birçok bakımdan farklılık göstermektedir. Söz konusu farklılıklar bu meta-analiz çalışmasında düzenleyici (bağımsız) değişken olarak yer almış ve analog ANOVA

analizi ile birincil araştırmaların etki büyüklüklerinin istatiksel olarak farklılık gösterip göstermediği tespit edilmiştir.

Bu meta-analizin temel amacı fen eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerinde ne kadar etkili olduğunu bilginin doğasındaki birikimlilikten yararlanarak belirlemek ve konuya uzaktan bakmaktır. Uzaktan bakmak konuyu daha ayrıntılı görmeyi sağlar. Bu nedenle birincil araştırmaların 24 farklı özelliğinin fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerinde etkili olup olmadığı böylece kontrol edilmiştir.

Araştırmaya başlarken öncelikle meta-analiz nasıl ve hangi bilgisayar programlarıyla yapılır soruları cevaplanmıştır. Meta-analiz çalışmasının önemli basamaklarından biri olan alan yazın taramasından sonra belirlenen dahil etme ve hariç tutma ölçütleri dikkate alınarak birincil araştırmalar belirlenmiştir. Alan yazın okumaları, düzenleyici değişken olarak kullanılan karakteristiklerin belirlenmesi ve kodlama sayfasının geliştirilmesi aşamaları için de kaynak teşkil etmiştir.

Pilot kodlama ve kodlama yapılırken dikkat edilmesi gereken ayrıntıların anlatıldığı kodlama sayfası kılavuzu hazırlandıktan sonra alan uzmanları tarafından incelenmiş, görüşleri doğrultusunda son hali verilmiştir. Bir yandan araştırmacı kodlama yaparken diğer yandan kodlama geçerliğinin sağlanıp sağlanmadığını kontrol etmek için alan uzmanları tarafından paralel kodlama yapılmıştır. Birincil araştırmaların tümü kodlanıp ilgili bilgisayar programı ile meta-analiz gerçekleştirilmiştir. 31 birincil araştırmanın etki büyüklükleri meta-analize dahil edilmiş ve her birincil araştırma meta-analiz için analiz birimi olarak kabul edilmiştir. Araştırmaların fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki ana etkisini incelerken 24 düzenleyici değişkenin bu etkililiği ne ölçüde etkilediğini araştırmak üzere karma etkiler düzenleyici değişken analizi, analog ANOVA kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

6.1. Sonuçların Tartışılması

6.1.1. Betimsel Analizlerin Tartışılması

Fen bilimleri eğitiminde meta-analiz çalışmalarının yayın türü açısından incelemesinde %69 gibi yüksek bir oranda dergi makalesi olarak yayınlanmış oldukları görülmüştür. Dahil etme ölçütleri doğrultusunda birincil araştırmalara karar verilirken beş araştırma tez-makale çakışmasından dolayı hariç tutulmuştur. Doktora tezi (%16) ve yüksek lisans tezi (%6) olan araştırmaların toplam oranı da azımsanmayacak düzeydedir. Yapılan araştırmaların yayın etkisinin artırılabilmesi açısından alan yazında saygın kabul edilen, etki faktörü yüksek akademik dergilerde yayınlanmasına gayret gösterilmesi önemlidir.

Araştırmanın ilgi alanındaki araştırmaların yüksek oranda (%84) İngilizce olarak ve %38 oranında Amerika Birleşik Devletleri'nde yapıldığı görülmüştür. Araştırmalar farklı ülkelerde yapılmış olsa da yayın dilinin İngilizce olduğu tespit edilmiştir. İngilizce halen dünyanın en çok konuşulan dillerinden biridir (Goldstein, 2021).

Diğer taraftan birincil araştırmaların tamamının %16'sı Türkçe yayınlanmış olmasına karşın %34'ü Türkiye de yapılmıştır. İngilizcenin bilimsel çevrelerde yaygın yayın dili olarak kabul ediliyor olması Türkiye'de yapılmış olsa da araştırmaların büyük oranda İngilizce olarak sunulmasının sebeplerinden biridir.

Araştırmaların %34'ünün Türkiye'de yapılmış olması, fen eğitiminin doğasıyla olan örtüşmesi dikkate alınarak fen eğitiminin hesaplamalı düşünmenin geliştirilmesine yönelik kullanıldığı düşünülmektedir.

Birincil araştırmaların özellikleri incelenirken pilot çalışma yapılıp yapılmaması da dikkate alınmış ve yarısında pilot çalışma yapmadığı bunun yanında; %9'luk bir kısmının ise pilot çalışma yapıp yapmama durumunu açıklamadığı görülmüştür. Özellikle deneysel bir araştırma yaparken ortaya çıkması ihtimali bulunan durumları tespit etmek ve araştırmanın bağımlı-bağımsız değişkenleriyle birlikte onların ilişkisini etkileyen diğer koşulların belirlenmesi için, pilot çalışma yapılması önemlidir (Robson & McCartan 2016; De Vaus

2001; Yılmaz & Murat; Tuncer 2020). Pilot çalışma yapılması araştırma yöntemi, deseni ve modelinin de doğru belirlenmesine destek olmaktadır.

Bu araştırmaya dahile dilen çalışmaların çoğunluğunun (%63) karma yöntemle tasarlanması hem nitel hem de nicel veri ile sonuçların birbirini desteklemesi ya da desteklemiyorsa bile bulguları daha güçlü hale getirebilmesi bakımından önemlidir. Çünkü nitel verilerin nicel verilerle desteklenmesi çalışmaya analitik bir bakış açısıyla birlikte nitel veri de eksik kalan yönün nicel veri ile tamamlanmasını sağlar (Miles, Huberman, & Saldana 2019). Bu sayede araştırmanın bulgularının güçlendirileceğinden karma yöntemin daha çok tercih edilmesi gerektiği düşünülmektedir.

Bir araştırmanın yöntemi incelenirken desenlenme şeklini de dikkate almak gerekmektedir.

Araştırma deseni, araştırma sorusunu cevaplayıp hipotezi test etmek için araştırmacının geliştirdiği bir plandır. Bu çalışmanın birincil araştırmalarından desenini belirtmemiş olanlar %3, gerçek deneysel desen %6 ve yarı deneysel desen olarak belirtmiş olanlar ise %56 tespit edilmiş olsa da, bu araştırmaların çoğunda örneklem seçimi ya da diğer uygulamalara bakıldığında gerçek deneysel yada yarı deneysel desen koşullarını sağlamadıkları görülmüştür. Araştırma sebep sonuç ilişkisinin kurulabildiği deneysel desenin kurallarına uygun planlanmazsa iç ve dış geçerlik sorunu ortaya çıkabilir ve bunun sonucunda bulgular tartışmalı hale gelmektedir (Yılmaz & Murat Tuncer 2020).

Bir araştırma planlarken, yöntem bölümünde araştırma yöntemi, seçilen desen, örneklem ve yapılan analizlerle ilgili yeterli açıklama yapılması referans teşkil edeceği yeni araştırmaların kalitesine de etkilemektedir (Çelik, Baykal, & Memur 2020).

Dahil etme ve hariç tutma ölçütlerine göre belirlenmiş birincil araştırmalarda, deney-kontrol gruplu ön test/ son test modeli (%38) ve tek grup ön test/son test modeli (%36) olmak üzere bir gruptaki hesaplamalı düşünme düzeyindeki değişimi belirlemeye yönelik çoğunlukla ön-test-son test modellerinin kullanıldığı görülmektedir.

Araştırmanın amaç ve problemine uygun örneklem belirlenmesi alana yazına değerli bir katkı sağlamak için önemlidir. Çünkü yanlış örneklem seçimi sonuçların geçerliliğini

tehlikeye atar (Bakır, 2020; Kazan, 2010). Bu çalışmanın birincil araştırmalarının kullanışlı Rastgele Olmayan (%47) ve Amaçlı Rastgele Olmayan (%16) olmak üzere yüksek oranda deneysel araştırma deseni ile uyumlu olmayan yöntemle seçilmiş olması fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeyle ilgili araştırmaların bulgularına ilişkin şüphe oluşturabilir. Bir araştırmanın veri toplama yöntemi ne kadar doğru olursa olsun yanlış örneklem kullanılmışsa araştırma sonuçları istatistiki açıdan anlamlı olsa bile karar vermek için kanıt olmayabilir. Başka bir ifadeyle yanlış örneklemden elde edilen bulgular araştırma problemlerinin yanlış bir şekilde yorumlanmasına neden olabilmektedir (Okumuş, 2003).

Sonuçların genellenebilirliği açısından başka iki tehdit ise örneklem okul seviyesinin yüksek oranda (%53) 5-8. sınıf seviyesinde ve demografik yapısının çok yüksek oranda (%72) kentsel bölgelerden seçilmiş olmasıdır.

Birincil araştırmalarda uygulama konu alanının çoğunlukla STEM (%47) ve Fizik (%16) olarak seçildiği, bazı araştırmalarda ise fen bilgisi (%16) şeklinde ifade edildiği görülmüştür. Biyoloji alanına ilişkin uygulamalar birincil araştırmalar arasında %9'luk yer bulmuş olsa da hesaplamalı düşünme düzeyini artırdığına yönelik bulgular rapor etmişlerdir (Arastoopour Irgens et al. 2020; Christensen 2020; Fakhriyah, Masfuah, & Mardapi 2019). Kimya (%3) ve astronomi (%3) alanlarındaki konuların ele alındığı/odaklanıldığı hesaplamalı düşünce araştırmaları ise daha sınırlı düzeyde çalışılmıştır; ancak doğası gereği hesaplamalı düşünme becerisini destekleyebileceği düşünülmektedir. Öğrenen bireylerin öğrenme stilleri ve ilgi alanlarındaki farklılıkları dikkate alındığında hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik olarak fen bilimleri disiplinlerinin de ele alınmasının önemi ön plana çıkmaktadır.

Jeannette Wing (2000)'in çalışması hesaplamalı düşünme kavramıyla ilgili bir dönüm noktası olarak kabul edilmiş olsa da özellikle fen bilimleri alanlarında yapılan araştırmaların 2018 yılından sonra yoğunlaştığı alanyazın okumalarında görülmüştür. Araştırmaların sunulduğu yıl değerlendirilirken, uygulamanın yapıldığı yıl ve yayın için önerildiği yıl da bu meta-analizin kodlama sayfasında yer almıştır. Ancak analizler yapılırken istatistiksel ve metodolojik açıdan bir farklılık görülmediğinden sadece yayınlandığı (makaleler) ya da alan

yazına sunulduğu (tezler) yıl bakımından değerlendirilmiştir. 2021 yılının ilk üç ayında toplam birincil araştırmaların %9'unun yapıldığı dikkate alırsak bu yıl içinde araştırma sayısının hızla artacağı söylenebilir.

Dahil etme ve hariç tutma ölçütlerine göre belirlenmiş birincil araştırmalarda gerçekleştirilen uygulamanın süresinin de bir düzenleyici değişken olabileceği düşünülmüştür. Deneysel uygulamalar için süre belirleyen kesin kurallar yoktur ancak; bağımlı değişkende kalıcı değişim sağlamaya yetecek süre boyunca uygulama yapılmalıdır (Balemen 2016; Dağyar & Demirel 2015; Ural 2014). Bunun için de pilot çalışma aracılığıyla uygulama için optimum süre belirlenmesi ve ayrıntılı bir şekilde rapor edilmesi önem taşımaktadır.

Deneysel araştırmalar bilimsel bir süreçte yapılan müdahalenin bağımlı değişken üzerinde ne düzeyde etkili olacağını görmek için bu ilişkiyi etkileyebilecek diğer faktörleri sabit tutmayı gerektirmektedir. Uygulamayı yapan kişi de kontrol edilmesi gereken değişkenlerden biridir. Bu çalışmanın birincil araştırmalarında uygulamayı araştırma grubunun öğretmeni (%53) veya araştırmacı (%22) yapmıştır. Bunun önemli sebeplerinden biri araştırma grubu lisans öğrencileri olan çalışmalarda araştırmayı yapan akademisyenin aynı grubun öğreticisi, yüksek lisans ve doktora çalışmalarında ise araştırmacının, kendisinin öğretmeni olduğu grupla uygulama yapmasıdır. Birincil araştırmaların yarısından fazlasında uygulamayı öğretmenin yapmış olması araştırma grubunun doğal öğrenme-öğretme ortamının öğretici değişikliğinden etkilenmemesi yönünden olumlu bir tutumdur; ancak uygulamayı yapan öğretmenin aynı zamanda araştırmacı olup olmadığının araştırma raporunda belirtilmesi gerekmektedir.

Alan yazında fen bilimleri konularının öğretilmesi sürecinde hesaplamalı düşünme düzeyine müdahale etmek amacıyla yapılan araştırmalarda bilgisayar, kodlama ve robotik uygulamalarının kullanıldığı çalışmalar sık görülmektedir (Çakır & Yaman 2018; Jaipal-Jamani & Angeli 2017; Uşengül; & Bahçeci 2020). Araştırma bulgularına göre algoritma uygulamaları bu meta-analizin birincil araştırmaları arasında %6 gibi düşük bir orandadır. Algoritmik düşünmenin hesaplamalı düşünme becerisinin boyutlarından biri olduğunu dikkate aldığımızda bu oranın ne kadar düşük olduğu fark edilecektir (Kalelioğlu, 2018;

Korkmaz et al., 2015). Fen bilimleri eğitimi aracılığıyla hesaplamalı düşünme becerisini geliştirmek için planlanan araştırmalarda algoritmik düşünme, kodlama ve robotik uygulamalarının kullanımının yaygınlaştırılmasında yarar görülmektedir.

Başka bir araştırma bulgusu kullanılan ölçeklerin yapılan uygulamaya özel geliştirildiğini, başarı testi (%25) ve likert tipi (%50) ölçek olduğunu göstermektedir. Uygulamaya özel ölçek kullanımı güvenilirlik genellemesinin mümkün olmamasına, dolayısıyla da araştırmanın sonuçlarının güvenilirlik ve geçerliliğinin düşürmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda hesaplamalı düşünme beceri düzeyinin tespitine yönelik kapsamlı bir test geliştirilmesi önem taşımaktadır.

6.1.2. Ana Etki Analizlerinin Tartışılması

Bu araştırmada istatistiksel heterojenliğin düzeyini belirlemek için kullanılan parametrelerden biri olan Cochran Q istatistiği anlamlı değildir (Tablo 12). Q istatistiği tüm çalışmaların ortak bir etki büyüklüğünü paylaştığını savunan sıfır hipotezini, kikare dağılımıyla test etmek için kullanılır (Borenstein et al., 2009).

Sonuç olarak birincil araştırmaların tamamının etki büyüklüğü ortak değildir ve düzenleyici değişkenler etki büyüklükleri üzerinde etkilidir. İstatistiksel olarak tespit edilen bu heterojenlik birincil araştırmaların örneklem hatası ya da çalışmalar arasındaki değişkenlikten kaynaklanmaktadır.

Heterojenliğin kaynaklarından birinin örneklem hatası olduğunun düşünülmesinin sebebi birincil araştırmaların örneklemlerindeki çeşitliliktir (Huedo-Medina et al., 2006). Bu araştırmada örneklem büyüklüğü üzerinde bir kontrol olmadığından, önemli kabul edilebilecek etki büyüklüğündeki varyasyon miktarını dikkate almak gerekmektedir. Ancak heterojenliğin varlığının tespit etmek için kullandığımız test ve ölçümler birincil çalışmalar arasındaki varyans değeriyle değil, heterojenlik kaynaklı olarak varyansta ortaya çıkan artışla ilişkilidir (Mittlböck & Heinzl 2006).

Hesaplanan diğer bir heterojenlik parametresi olarak birincil araştırmaların değişkenliğinin ya da heterojenliğinin mutlak ölçüsü olan tau-kare (τ^2) değeri, fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin eğer sonsuz sayıda araştırma yapılmış olsaydı her çalışmadaki etki büyüklüklerinin varyansının mutlak ölçüsü 0,243 olacaktı. Ancak bu heterojenliğin kaynağının belirlenmesi mümkün olmadığından başka heterojenlik parametrelerine ihtiyaç duyulmuştur.

Heterojenliğin ölçüsünü belirlemek için I^2 parametresi hesaplanmıştır. Gözlemlenen varyansın %78,062' si çalışmalar arasındaki gerçek farklılıklardan kaynaklanmaktadır. Bu nedenle tespit edilen heterojenlik, potansiyel olarak çalışma düzeyinde ortak değişkenlerle açıklanabileceği düşünülerek düzenleyici değişken analizleri yapılmıştır.

Meta-analiz sonuçlarının görselleştirilmesi, bu araştırmada bir orman grafiğiyle sağlanmıştır. Orman grafiğindeki, siyah kareler çalışmaların her birinin etki büyüklüğünü, bu karelerin alanı da ait olduğu çalışmanın etki büyüklüğünün genel etki büyüklüğü içerisindeki ağırlığını, karelerin iki yanında uzanan çizgiler bu etki büyüklüklerinin %95 güven aralığındaki alt ve üst limitlerini temsil eder.

Sadece fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisinin değil, aynı zaman da meta-analize dahil edilen birincil araştırmaların her birinin kesinliği ve etkisi de görselleştirilmiştir (Şekil 9).

En küçük etki büyüklüğü -1,592, en büyük etki büyüklüğü değeri ise 2,977'dir. Hesaplanmış olan 32 etki büyüklüğü değeri içinde iki değer negatiftir. Söz konusu bulgu, fen bilimleri eğitimin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisinin 31 araştırmada pozitif yönde olduğunu göstermektedir.

Bu meta-analizin sonuçlarının güvenilirliğini değerlendirirken, birincil araştırmalardaki uygulamalardan kaynaklanan farkın tahminini etkileyebilecek faktörlere dikkat edilmiştir. Birincil araştırmaların seçiminde önyargının araştırma sonuçlarını etkilememesi için önyargılı müdahaleler olan ve diğer dahil etme ölçütlerini sağlasa bile ilgili veriler mevcut olmayan çalışmalar meta-analizden hariç tutulmuştur. Bu aşamada önyargı kaynaklarını

belirlemek zor olduğundan dahil etme ve hariç tutulma ölçütleri belirlenirken alan yazındaki meta-analiz çalışmaları incelenmiş ve uzman görüşleri alınmıştır.

Ancak; birincil araştırmalardaki yanlılık yayımlanma aşamasındaki yayın yanlılığından da kaynaklanmaktadır. Çünkü; istatistiksel olarak anlamlı ilişki tespit edilen araştırmaların yayınlanma eğilimi anlamlı fark olmayanlara göre daha yüksektir.

Bu önlemler alındıktan sonra Egger regresyon analizi, Rosenthal'ın hata koruma sayısı, Orwin koruma N sayısı ve Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu, huni saçılım grafiği ile duval ve tweedie kes ve doldur analizleriyle birincil araştırmalarda bulunan yanlılık tespit edilmeye çalışılmıştır.

Egger Regresyon analizinde birincil araştırmalar arasında yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür ancak bu testin var sayımları sağlanmıyor olabilir. Bu yüzden Egger testinde sonuçları diğer analizlerle de test edilme ihtiyacı duyulmuştur.

Rosenthal'ın hata koruma sayısının anlamlı olması birincil araştırmalarda yayın yanlılığı olmadığına işaret etmektedir. Meta analiz sonucunda anlamlılığın ortadan kalkması için etki büyüklüğü değeri sıfır olan 1530 çalışma yapılması yada ihmal edilmiş olması gerekmektedir. Rosenthal hata koruma sayısı, dâhil edilen çalışma sayısının 47 katıdır. Meta analize dâhil edilen 32 çalışma, bu araştırma sorusuna yönelik, tüm çalışmalardan dâhil edilme ölçütlerine göre ulaşılabilen çalışmaların tamamıdır. Bunların dışında 1530 çalışmaya daha ulaşılması ihtimali olmaması, bu sonucun meta-analiz çalışmasında yayın yanlılığı olmadığının bir göstergesi olduğu söylenebilir.

Roshental, hesaplanan hata koruma sayısı(N) ile meta-analizdeki birincil araştırma sayısı (k) arasında önerdiği oran 9 hesaplanmıştır. Bu değer sayesinde meta-analiz için sonuçların yayın yanlılığı karşısında sağlam olduğu söylenebilmektedir.

Orwin koruma sayısının 415 olarak hesaplandığı görülmektedir. ani bu araştırmaya dahil edilen 32 birincil çalışmanın haricinde 415 çalışmaya daha ulaşılabilirse elde edilen etki büyüklüğü farksızlık ($p<0,05$) düzeyine inebilecektir. Elde edilen Orwin'in Güvenli N

sayısının, meta analize dahil edilen araştırma sayısının 12 katından fazla olması, yayın yanlılığı olmadığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Uygulanan Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu anlamsız bulunmuştur. Sonuç olarak örneklem seçimi yanlı olmadığından her hangi bir yayın yanlılığına yol açmamaktadır.

Yayın yanlılığı ve diğer kaynakların yol açma ihtimali olan yanlılıkların tespiti için huni saçılım grafiği de kullanılmıştır. Çalışma örneklem büyüklüğüne karşı etki büyüklüğü değerleriyle çizilen grafikte birincil araştırmaların çoğunluğu huni içinde yer almıştır. Başka bir ifadeyle çalışmalar ortalama etki büyüklüğü çevresinde kümelenmiştir (Şekil 10). Grafiğin taban kısmının (huninin tabanı) geniş olması standart hatanın artmasından kaynaklanır (Hunter & Schmidt 2004). Dolayısıyla grafiği çizerken kullanılan veriler tarafsızdır. Ancak birincil araştırmaları ortalama etki büyüklüğü çevresinde simetrik olarak yer almadığından yayın yanlılığı şüphesi oluşturmaktadur. Ancak Egger regresyon testi, Rosenthal hata kosuma sayısı ve Orwin koruma sayısı yayın yanlılığı olmadığına işaret etmektedir.

Meta-analizin genel etkisi ve sonucunun yayın yanlılığına duyarlılığını incelemek için duval ve tweedie'nin kırp ve doldur yaklaşımı kullanılmıştır. Ancak heterojenlik testleri ortalama etki büyüklüğünün düzenleyici değişkenlerden etkilendiğini göstermiştir. Böyle durumlarda Duval-Tweedie kırp ve doldur yöntemi doğru sonuçlar vermemektedir. Bundan dolayı yayın yanlılığı olmaması için yapılmış olması gereken araştırmaların tahmininden ziyade bir duyarlılık analizi biçimi olarak kullanılmıştır. Diğer taraftan kırp ve doldur yöntemi sonrasında ortalama etki büyüklüğü değerinde düşüş olsa da hala orta düzeyde etkinin devam ettiği görüldüğünden yayın yanlılığı olmadığını gösterdiği söylenebilir.

Yayın yanlılığı analizlerine toplu şekilde baktığımızda Huni Grafiği tarafsız verilerden elde edilen bir grafik olup; Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonuna göre de örneklem seçimi yanlı olmadığından her hangi bir yayın yanlılığına yol açmamaktadır. Egger, Orwin ve Rosenthal'e göre de birincil araştırmalar arasında yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür. Ancak Roshental'ın önerdiği hesaplanan hata koruma sayısı(N) ile meta-analizdeki birincil

araştırma sayısı (k) arasındaki orana göre, birincil araştırmalar arasında olan düşük düzeydeki yayın yanlılığına karşı, meta-analiz verileri sağlamdır.

Diğer taraftan, bu araştırmanın huni grafiğinde görülen asimetri düşük düzeyde yanlılık şüphesi oluşturmaktadır. Bu yanlılık bazı eksik çalışmalardan kaynaklanabilir, çünkü söz konusu sonuçlar istatistiksel olarak elde edilmiştir. Alan yazında istatistiksel olarak anlamlı ama aynı zamanda önemsiz bir sonuca ulaşmak görülebilen bir durumdur (Ellis, 2010). Bundan dolayı yanlılığa ilişkin bulgular ve araştırmacının gözlemleri ışığında tespit edilen bu şüphenin meta-analiz bulgularında bir yanılgıya neden olmayacağı sonucuna varılmıştır.

Fen bilimleri eğitimine ilişkin yapılan uygulamaların hesaplamalı düşünme becerisi üzerine etkisi rast gele etkiler modeline göre incelenmiştir. %95'lik güven aralığında üst sınır 0,930 ve alt sınır 0,498 olmak üzere etki büyüklüğü değeri 0,714 olup, orta ($0,5 \leq d < 0,80$) düzeydedir (Cohen 1988).

Ortalama gibi bir örnek istatistiğinin, karşılık gelen popülasyon parametresine olabildiğince yakın olması gerekliliği güven aralığının arkasındaki mantıktır (Gravetter & Wallnau 2013). Bu nedenle, hesaplanmış olan genel etki büyüklüğü değerinin %95 doğru tahmin edildiği söylenebilir. Genel etki büyüklüğüne ait güven aralığının geniş olması etki büyüklüğü değerleri için yüksek bir heterojenliğe işaret eder.

Hatalardan arındırılmış bir araştırma yapmak amacıyla yapılan istatistiksel güç hesaplaması çalışmaya dahil edilen 32 araştırmanın genel etki büyüklüğünün yüksek bir istatistiksel güce sahip olduğunu göstermektedir. İstatistiksel gücün yüksek olması birincil araştırmaların, genel etki düzeyi ve heterojenliği belirlemeye yeterli olduğunu göstermiştir. Güç analizinin diğer bir katkısı ise tip II hata, yani bulgular destekliyor olsa bile gerçekte doğru olan H_1 hipotezini kabul etmeyerek, reddedilmesi ihtimalinin çok düşük olduğunu göstermesidir.

Bir araştırma da birincil araştırmaların her biri benzer gruplarla 100 kere tekrarlansa 95'inde hesaplanan etki büyüklüğü değerleri %95 güven aralığı alt ve üst sınır değerleri arasında yer alacaktır (Kılıc, 2015). Araştırmacı, %95 güven aralığının değerlendirilmesini

önemsemektedir çünkü; %5 hatalı olunabileceğinin kabul edildiğini göstermektedir. Birincil araştırmaların %95 güven aralığı alt ve üst sınırları Ek- 4 de sunulmuştur.

6.1.3. Düzenleyici Analiz Sonuçlarının Tartışılması

Fen bilimleri eğitimi alanında hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmaların genel etki büyüklüğü tahmini incelenmiş ve birincil araştırmaların heterojen olduğu sonucuna varılmıştır. İncelenen heterojenlik parametrelerinin değerlendirilmesi sonucu, düzenleyici değişkenlerin araştırma verilerindeki heterojenliği kısmen ortaya çıkarmış olabileceği ifade edilebilir. Alan yazın taraması ve meta-analiz kodlama sayfasındaki veriler dikkate alınarak meta-analiz sonucunu etkilediği tespit edilen 23 düzenleyici değişkenin fen bilimleri eğitimi ile hesaplamalı düşünme arasındaki ilişkiyi etkileyip etkilemediği ya da ne düzeyde etkilediği incelenmiştir. Analiz sonuçları incelendiğinde araştırma kapsamında düzenleyici değişken olarak incelenen karakteristiklerden sadece yayın dilinin düzenleyici etkisi olduğu belirlenmiştir.

Bir düzenleyici analize dahil edilen araştırmaların ortalama etki büyüklüğünün anlamlı olması için o değişkene ait bütün alt grupların ortalama etki büyüklüğünün anlamlı olması gerekir. Alt gruplardan bazıları anlamlıyken bazılarının anlamlı olmamasının nedeni yeterli sayıda araştırma olmaması ya da yapılan araştırmalarda bulunan bir problem olabilmektedir.

Üçüncü araştırma sorusunda test edilen yokluk hipotezi fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiğine, yayın türünün etkisi olmadığını söylemektedir. İlgili veriler incelendiğin de bu hipotez kabul edilir. Bunun anlamı hesaplamalı düşünme becerisiyle fen bilimleri eğitimi arasındaki ilişkiyi düzenleyen değişkenlerden birinin yayın türü olmamasıdır (Tablo 64). Yayın türü değişkeninin meta-analiz sonuçları üzerinde düzenleyici etkisi olmaması alan yazında farklı çalışmaların bulgularıyla da örtüşmektedir. Yayın türünün (Makale ve tez) artırılmış gerçekliğin akademik başarıya etkisini değiştirmediği; benzer şekilde Portfolyo Kullanımının Akademik Başarıya Etkisinin araştırıldığı çalışmada Yayın türünün (Yüksek Lisans Tezi, Doktora Tezi, Makale ve

Konferans Belgesi) düzenleyici etkiye sahip olmadığı belirtilmiştir. (Akçayır 2018; Başol & Erbay 2017; Batdı 2014; Şen & Yılmaz 2013; Shin & Kim 2013).

Yayın dilinin fen bilimleri eğitimi ile hesaplamalı düşünme düzeyi arasındaki ilişkiyi düzenlediği ancak Türkçe araştırmaların bu ilişkiye etkisi istatistiksel olarak anlamsızken İngilizce olanlar için anlamlı olduğu belirlenmiştir. Türkçe araştırma sayısının az olması yayın dili değişkeni için yapılan meta-regresyon da R^2 değerinin hesaplanamamasına yol açmıştır ve bu grup için ortalama etki büyüklüğünün anlamsız olmasının da nedeni olabilir.

Beşinci araştırma sorusunda uygulamanın yapıldığı ülke değişkenin, fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi arasındaki ilişkiyi düzenleyip düzenlemediği sorgulanmış ve ortalama etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamsız olduğu belirlenmiştir.

Bu araştırma verilerine göre araştırmanın yapıldığı ülke değişkeninin açıklanan varyansın %1,3'lük kısmını açıkladığı belirlenmiştir. Bu durum faklı ülkelerde farklı kültürlere sahip toplumlarda yapılacak araştırmaların fen bilimleri eğitimi ile hesaplamalı düşünme düzeyi arasındaki ilişkiyi düzenleyen değişkenleri açıklamaya katkı sağlayacağını göstermektedir.

Bir diğer araştırma sorusu "fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiğini pilot çalışma yapılma durumu etkiler mi" olarak ifade edilmiştir. İlgili veriler pilot çalışma yapılma durumunun ortalama etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamsız olduğunu ifade etmektedir. Bu anlamsızlık fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiğini pilot çalışma yapma durumunun etkilemediğini göstermektedir. Ancak eğitim araştırmalarında pilot uygulamalar eleştirel bakış açısı sağlayarak çalışmaların güçlü yönlerini artırırken sonuçlarının geçerliliğini de destekleyecektir (Gudmundsdottir & Brock-Utne 2010). Pilot çalışma, yapılacak olan asıl araştırma hakkında bir ön görü kazanarak araştırma odağı, soruları ve yöntemini kontrol etmeyi sağlamaktadır.

Bu meta-analizin birincil araştırmalarının %50'sinde pilot çalışma yapılmamış ve %9'unda ise pilot çalışma yapılma durumundan bahsedilmemiştir. Araştırma planlarında %50 oranında sözü bile geçmeyen pilot çalışmalar, kullanılan veri toplama yöntemlerini, gözlem

şemalarını, kültürel veya sosyal alanlardaki soruları cevaplamak ve ölçeklerin sorularındaki ifade hatalarını gidermek vb. için de kullanılır (Cohen; et al., 2007). Birincil araştırmaların bilimsel geçerliği ve gücüne katkı sağlayan pilot çalışmaların rapor edilmesi yapılacak meta-analiz araştırmaları için de önemlidir.

Fen Bilimleri eğitimi ile hesaplamalı düşünme düzeyi arasındaki etkileşim için yayın yılının düzenleyici bir etkisinin ortalama etki büyüklüğünün istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür. Bu durum, alt gruplarda araştırma sayısının az olmasının yanında bu araştırmalarda kontrol edilemeyen problemler olabileceğinin de bir göstergesidir.

Alan yazındaki farklı konularla ilgili meta-analiz çalışmaları incelendiğinde yayın yılının düzenleyici değişken olmadığı (Dağyar & Demirel 2015; Tutal 2019) ve bazı alt gruplar için istatistiksel olarak anlamlı bazıları için anlamsız olduğu (Norhayati, 1996) araştırmalar görülecektir. Dünya da hesaplamalı düşünme araştırmalarının başlangıç noktası kabul edilen 2006'dan sonra fen eğitimiyle olan ilişkisinin fark edilmesi için geçen süre dikkate alınırsa 2021 yılına yaklaştıkça alt grupların ortalama etki büyüklüklerinin anlamlı olması daha anlaşılır olmaktadır.

Meta-analiz kapsamında incelenen birincil çalışmaların araştırma yönteminin, fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisini istatistiksel olarak anlamlı bir biçimde değiştirmediği belirlenmiştir. Başka bir ifadeyle fen bilimleri eğitimi hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisini birincil araştırmaların araştırma yöntemi düzenlememesine rağmen birincil araştırmalardaki heterojenliğin %26'sına yol açtığı da belirlenmiştir. Alan yazın da bunun aksi yönde bulgular rapor eden araştırmalar olsa da (Üstün, 2012) araştırma yöntemi düzenleyici değişken analizinde alt grupların ikisinin de (nicel ve karma yöntem) anlamlı ortalama etki büyüklüğüne sahip olup, geniş ve orta düzeyde etkili olduğu görülmüştür.

Araştırma yöntemiyle birlikte yöntemin içindeki sorgulama türünü ifade eden araştırma deseninin de belirlenmesi önemlidir. Bu bağlamda fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiğini araştırmanın deseninin de düzenlemediği belirlenmiştir.

Araştırma planlama aşamasının önemli parçalarından biri de amaca uygun ve ekonomik olarak verilerin toplanması ve çözümlenebilmesi için gerekli koşulların düzenlenmesini ifade eden araştırma modelinin belirlenmesidir. Belirlenen araştırma modelinin fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeyi üzerindeki etkili olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan araştırma modelinin birincil araştırmalar arasında %41 düzeyinde heterojenliğe neden olduğu da tespit edilmiştir. Araştırma modelinin düzenleyici değişken olma durumunun incelemesinde araştırma sayısı çok düşük (n=1) olan deney-kontrol gruplu son test modelinin etki büyüklüğünün anlamsız olması dikkat çekmiştir. Çünkü; veri seti tamamen faklı iki örneklemden gelmektedir. Örneğin deney grubuna probleme dayalı öğrenme kontrol gurubuna geleneksel ortamda öğrenme süreci yaşantısından sonra veri toplanırsa guruplardaki öğrenciler de farklı olduğundan farklı guruplar karşılaştırılmış olmaktadır. Ön test gibi bir referans noktası da olmadığından karşılaştırma yapmak mümkün değildir. Bir problemin tanımlanması ile başlayan ve çözümüne yönelik araştırma planlanmasıyla devam eden bilimsel araştırma süreci araştırma problemine en uygun yöntem, desen ve modelin belirlenmesini gerektirmektedir. Araştırma sürecinin bu üyeleri bir araştırma yaklaşımına, değişkenlerin doğasına, araştırma grubunun özelliklerine uygun belirlenmesi geçerli ve güvenilir sonuçlara ulaşılmasını sağlar (Creswell & Creswell 2018; Mazlum & Atalay 2017). Alan yazında birbiriyle ters anlamları olan bulgulara rastlanabilir. Bunun nedeni araştırma planlamaya ilişkin metodolojik bilgi eksiklikleri ya da problem-yöntem uyumsuzluğudur.

Çalışma grubu öğrenim düzeyi, fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisi için düzenleyici değişken olmadığı istatistiksel olarak belirlenmiştir. Çalışma grubunun öğrenim düzeyi birincil araştırmalar arasındaki heterojenliğin %47'sine yol açmaktadır. Alan yazın incelendiğinde, çeşitli meta-analiz çalışmalarında elde edilen bulgular, bu araştırmadan elde edilen "öğrenim düzeyi fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkililiğini etkiler" bulgusunu desteklemektedir (Akçayır, 2018; Batdı, 2014; Tutal, 2019).

Örnekleme yönteminin fen eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisini düzenlemediği ve alt grupların ortalama etki büyüklüklerinin heterojenliğe katkısı da yoktur. Örnekleme yöntemi bilimsel araştırma sürecinin önemli adımlarından biridir. Bu aşamada araştırma hangi nesne yada bireyler üzerinde yürütüleceğinin planlaması yapılır (Corbetta, 2003). Örneklemeye ilişkin karşımıza çıkabilecek önemli bir hata örnekleme hatasıdır. Örneklemle aynı koşullarda evren için gerçekleştirilen uygulamadan elde edilen sonuç ile örneklem için tahmin edilmiş olan sonuç arasındaki fark örnekleme hatası olarak adlandırılır. Bir araştırma için örnekleme hatası değişkenler, ölçme aracı, uygulama yapan kişi, ortamdan ve en önemlisi örnekleme yönteminden kaynaklanabilir (Corbetta, 2003; Yıldız, 2017). Bir araştırma da yöntem, araç ya da diğer öğeler ne kadar doğru olursa olsun yanlış yöntemle örnekleme yapılırsa sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı olsa da doğru karar vermek için yeterli olmayabilir. Bu bağlamda örnekleme yönteminin meta-analiz araştırmalarında dikkate alınması da önem taşımaktadır.

On üçüncü araştırma sorusunda çalışma grubunun demografik yapısı, fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisini düzenleme durumu sorgulamıştır ve bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir. Birincil araştırmalardan 31 tanesinin dahil olduğu analize göre çalışma grubunun demografik yapısının ortalama etki büyüklüklerinin heterojenliğe katkısı yoktur.

Çalışma grubunun özelliklerine ilişkin başka bir analiz ise fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisini çalışma grubunun okul türü etkilemekte midir olmuştur ve böyle bir etkinin yokluğu istatistiksel olarak belirlenmiştir.

Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği uygulamanın konu alanına göre farklılık göstermediği ve konu alanı değişkeninin etki büyüklüklerinin varyansının %1,5'ğunun açıklayabildiği görülmüştür. Bu oran her ne kadar istatistiksel olarak anlamlı olsa da ihmal edilebilecek kadar küçüktür.

Bar ve Stephenson (2011)'ın fen bilimleri eğitimine hesaplamalı düşünme entegrasyonu çerçevesi incelendiğinde fizik ve kimya alanlarının bilgi nitelikleri ile öğrenme süreçleri

bakımından hesaplamalı düşünme alt becerilerinin geliştirilmesine uygunluğu görülmektedir. Ancak fen bilgisi (n=9) ve STEM (n=15) ve FKB (n=6) alanlarının da hesaplamalı düşünmenin alt becerilerinin geliştirilmesine uygun olduğu düşünülürken istatistiksel sonuçlar bunun aksine işaret etmektedir.

Yapılan düzenleyici değişken analizlerin de uygulama süresinin fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisini düzenlemediği görülmüştür. Uygulama süresi alt gruplarının ortalama etki büyüklükleri birbirinden farklı olsa da aralarında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmadığı farklı araştırmalarda da görülmüştür (Armağan, 2011; Ayaz, 2014; Üstün, 2012).

On yedinci araştırma sorusu için oluşturulan deney-kontrol araştırmacı ve deney-kontrol öğretmen alt gruplarının etkisinin fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkililiği için düzenleyici bir değişken olmadığı görülmüştür. Alan yazındaki meta-analizler de uygulamayı yapan kişinin düzenleyici değişken olma durumunun araştırıldığı çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Probleme Dayalı Öğrenmenin Akademik Başarıya Etkisinin araştırıldığı çalışmada Yüksek lisans öğrencisi, Doktora adayı Öğretmen ve Öğretim elemanı alt grupları arasında yapılan heterojenlik testi sonucuna göre, akademik başarı açısından çalışmaların ortalama etki büyüklükleri arasında anlamlı bir fark bulunmamış (Dağyar & Demirel, 2015); Kavramsal Değişim Metinlerinin Etkililiğinin araştırıldığı doktora tezinde uygulama yapan kişinin araştırmacı ya da uygulama sınıfının öğretmeni alt grupları arasında yapılan analiz de ugulayıcının etkisine ait etki büyüklüğü değerleri uygulayıcının araştırmacı olduğu durumlarda uygulayıcının sınıf öğretmeni olduğu durumlara kıyasla oldukça yüksek değerde olduğu (Armağan, 2011), Proje Tabanlı Öğrenme Yaklaşımının Fen Eğitimindeki Etkililiği başlıklı araştırmada araştırmacı, Öğretmen ve belirtilmemiş alt grupları için yapılan analiz de uygulamayı yapanın sınıf öğretmeni olmasının uygulamayı yapanın araştırmacı olması durumundan daha etkili olduğu rapor edilmiştir (Balemen, 2016).

Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeyine etkisi için bilgisayar kullanımı, kodlama kullanımı, robotik kullanımı, algoritma kullanımı ve ters-yüz sınıf uygulamasının

kullanımı düzenleyici değişken değildir. Bu değişkenlerin hepsi için kullanılmış ve kullanılmamış alt grupları oluşturulmuştur.

Bilgisayar kullanılması düzenleyici değişkeninin alt grupları için ortalama etki büyüklükleri istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu değişkenin düşük düzeyde de olsa açıkladığı %2,7'lik varyans da düşünüldüğünde bilgisayar kullanılmasının fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeyine etki durumu değerlendirilirken araştırmacının deneyimi ve alan yazındaki ilgili araştırmalar dikkate alınmalı. Öğrenme-öğretme ortamında bilgisayar kullanımının öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve öz yeterliliklerine pozitif yönde etkisi artık reddedilemez hale gelmiştir. Ancak bilgisayarın kullanılma şekli uygulamanın bireyin hesaplamalı düşünme düzeyini düzenlemesi üzerinde etkili olabilmektedir. Bu yüzden sonuçlar uygulamada bilgisayarın kullanım şekillerinden etkilenmiş olabilir.

Aynı bilgisayar kullanımı düzenleyici değişkeninde olduğu gibi kodlama, robotik uygulamaları, algoritma ve ters-yüz sınıf uygulaması kullanılması fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeyine etkisini orta ve geniş düzeyde düzenlemektedir. Ancak kodlama kullanımı düzenleyici değişkeni için etki büyüklüklerinin heterojenliğine %12'lik katkı sağlarken robotik, algoritma ve ters-yüz sınıf yöntemi kullanımı hiç katkı sağlamamıştır.

Alan yazında görülen araştırmalarda farklı seviyelerden bireylerin robotik ile ilgili bir fikre sahip olsalar da somut bir deneyimleri yoksa bu uygulamaların etkililiği konusunda kaygı taşıdıklarını rapor etmektedir (Bers et al. 2014; Çınar 2020; Khanlari & Kiaie 2015). Diğer taraftan ters yüz sınıf uygulamalarının yapıldığı araştırmalarda katılımcıların akademik başarısı, eğer öğretmen ise ters yüz öğrenmeyi nasıl uygulayacakları bireysel Yenilikçilik ve eğitim Teknolojileri Standartlarına yönelik öz-yeterlik düzeylerindeki değişim gözlenmiş ve değerlendirilmiştir (Fitzgerald & Li 2015; Kanbur 2016; Reid 2016; Seery 2015; Tekin 2020; Uşengül 2019b; Yestrebsky 2015) ve hep ters-yüz sınıf uygulaması kullanımının teşvik edilmesi gerekliliği belirtilmiştir. Ortaokul 7. sınıf fen bilimleri dersinde ters yüz sınıf (TYS) modelinin öğrencilerin fen başarısına (FB) ve bilgisayarca düşünme (BD) becerileri

üzerine etkisini incelendiği çalışmanın sonuçları; deney grubu ve kontrol grubu öğrencilerinin fen bilgisi puanları ve hesaplamalı düşünme becerileri arasında deney grubu öğrencilerinin lehine farklılık olduğunu göstermiştir (Çakır & Yaman 2018). Alan yazın da ki ilgili araştırmalar incelendiğinde bu meta-analiz çalışmasında bilgisayar, kodlama, robotik, algoritma ve ter-yüz sınıf yöntemi uygulaması düzenleyici değişkenlerinin alt grupları için anlamlı oldukları belirlenen bulguları desteklenmektedir (Guzdial 1994; Hambrusch et al. 2009; Jona et al. 2014; Lin et al. 2009; NRC 2000; Redish & Wilson 1993; Repenning et al. 2010; Sengupta et al. 2013; Sherin 2001; Weintrop et al. 2016a; Wilensky 1995; Wilensky et al. 2014; Wilensky & Reisman 2006).

Hesaplamalı düşünme düzeyini ölçmek için kullanılan ölçeğin türünün fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme düzeyi üzerindeki etkisini düzenlemediği görülmüştür. Üstün (2012), fen eğitiminde geleneksel öğretimle ve problem temelli öğrenme uygulamasının etkililiğini karşılaştırdığı meta-analiz çalışmasında ölçek türünün (soru türünün) çalışmalar arası varyansın %4,2'sinden sorumlu olduğu dolayısıyla çalışmanın sonuçlarının 'soru türü' değişkeni tarafından belli bir ölçüde yönetildiğini belirtmiştir.

Ölçme araçlarının geliştiren kişi değişkeni fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme becerisi üzerindeki etkisini düzenlemediği, ancak alt gruplara bakıldığında önceden var olan test ve araştırmacı tarafından geliştirilen test grupları için istatistiksel olarak anlamlı, orta ve geniş düzeyde etkiye sahip oldukları belirlenmiştir. Ölçme aracını geliştiren değişkeninin ortalama etki büyüklüklerinin heterojenliğine katkısı olmaması da dikkat çekicidir. Çünkü değerlendirme aracını geliştiren kişi değişkenin için uyarlanmış, önceden var olan ve araştırmacı tarafından geliştirilen alt gruplarının incelendiği çalışmada araştırmalar arasındaki varyansın %6,5' inden sorumlu olduğu bir araştırmanın yanı sıra hazır ve uyarlama alt gruplarının karşılaştırıldığı fen öğretimi öz yeterlik inançları üzerine farklı öğretim uygulamalarının etkisinin incelendiği araştırmada fen öğretimi öz yeterlik inançlarının etki büyüklüğü üzerinde istatistiksel olarak anlamlı etki oluşturduğu rapor edilmiştir (Baysal, 2020; Üstün & Eryılmaz, 2014).

Ölçekle ilgili iki düzenleyici değişken analizinde de ortalama etki büyüklüğü anlamsızken alt grupların anlamlı olması manidardır. Ölçülen özelliği anlamak için ölçülebilir bir kavramın araştırıldığı araştırmalarda hem amaca hem de yönteme uygun şekilde veri toplanmalıdır. Veri analizleri ve yorumlarının, sonuçla ilgili çelişki oluşturmadan net bir yargıya varmayı sağlaması gerekmektedir. (Çakmur 2012; Pourtney & Watkins 2014). Araştırma için ölçek seçerken ölçmek istenilen özelliği her zaman aynı şekilde ölçebilen, kolay uygulanan, zaman ve ekonomik bakımdan uygun olmadığına dikkat edilmeli.

Kullanılan ölçeklerle ilgili önemli başka bir konu ise güvenilirliktir. Bilimsel araştırmalarda çoğunlukla araştırmacılar güvenilirlik verilerini rapor etmezken zaten rapor edilen değerler de ölçeklerin güvenirliğine değil, ölçümlerin güvenirliğidir. Bir ölçeğin güvenilirliği ancak o ölçekle yapılmış araştırmaların güvenilirlik genellemesine ilişkin meta-analiz çalışmasıyla belirlenebilir. Bunun dışında bir ölçekle 100 araştırma yapılsa bile her biri için mutlaka güvenilirlik hesaplanmalı ve rapor edilmelidir. Bunun nedeni ölçeğin bir uygulamasının sonuçlarının güvenilirliği hesaplandığı için araştırma grubu ve uygulama grubu gibi özellikler değişirse bu sonuçlar değişecektir (Crocker & Alglna 2008).

Alan yazındaki bu bilgiler ışığında bu araştırmanın bulguları değerlendirildiğinde ölçekle ilgili düzenleyici değişkenler için bulunan sonuçların kaynağı alt gruplarda yeterli sayıda araştırma olmaması ve birincil araştırmalarda ölçek seçerken yapılmış hatalardır.

Fen bilimleri eğitiminin hesaplamalı düşünme üzerindeki etkisinin belirlendiği birincil araştırma sayısı sınırlı olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. Bu nedenle daha kapsamlı meta-analizler yapılabilmesi için daha fazla birincil çalışmaya ihtiyaç duyulduğu açıktır. Genelde eğitim alanında özelde ise fen bilimleri eğitimi alanındaki meta-analiz çalışmalarının sonuçlarının işaret ettiği şekilde politikalar belirlemek, öğretim yöntem-tekniklerinin etkililiğine karar vermek ve bu kararları uygulamak önemlidir.

Bu meta-analiz uygulanabilir önerilere kaynak olan sonuçlar sunmaktadır.

6.2. Öneriler

Fen eğitiminde hesaplamalı düşünmeyle ilgili araştırmalardan dışlama ve dahil etme ölçütlerine uygun olanlarının dahil edildiği bu meta-analiz, pratik sonuçları da olan bazı genel ve önemli sonuçlar sunmaktadır. Bu sonuçlardan ve araştırmacının deneyimlerinden yola çıkarak belirlediği öneriler bulunmaktadır. Çalışmanın öğrenme öğretme ortamının uygulayıcıları olan öğretmenlerle birlikte öğretim programı geliştiricileri ve fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeye ilişkin çalışan araştırmacılara yönelik bazı önerileri uygulayıcı için öneriler ve araştırmacı için öneriler başlıkları altında sunulmuştur.

Fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeye ilişkin araştırmalar üzerine gerçekleştirilen meta- analiz sayesinde, bazı ilginç ilişkiler ve sonraki araştırmalarla incelenecek yeni konular ortaya çıkarılmış olup bunlarla ilgili öneriler aşağıdaki özetlenmiştir.

6.2.1. Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

1. Fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik uygulamaların bireylerin hesaplamalı düşünme düzeyleri üzerinde orta düzeyde bir etki büyüklüğüne sahip olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle fen bilimleri dersleri planlanırken hesaplamalı düşünme ve alt boyutları dikkate alınmalıdır.
2. Uygulamayı yapan kişinin de deney-kontrol grubunda çoğunlukla görevli olan öğretmen olduğunu dikkate aldığımızda öğrenme-öğretme ortamının fiilen uygulayıcıları olan öğretmenlerin hesaplamalı düşünme becerisinin geliştirilmesi aşamasında gerekli performansı gösterebilmeleri için uygulamaya ilişkin eğitim almaları tavsiye edilmektedir.
3. Bu çalışmanın birincil araştırmalarından %56'sı uygulamada bilgisayar kullanıldığını rapor etmiştir. Ancak bulgular bilgisayar kullanma durumunun fen bilgisi eğitimindeki uygulamaların hesaplamalı düşünme düzeyi üzerinde etkisi olmadığını göstermiştir. Bilgisayarların öğrenme-öğretme ortamında sunum aracı olmaktan çıkarılıp, çalışma sistemi anlaşılan öğrenme araçları olarak kullanılmalıdır.

6.2.2. Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu araştırmada sadece Türkçe ve İngilizce dillerinde yayınlanan araştırmalar analize dahil edilmiştir. Ancak araştırmanın yapıldığı ülke değişkeni açıklanan varyansa katkı sağladığı göz önünde bulundurularak farklı dillerde yayınlanmış çalışmalarında incelenmesi,
2. Fen bilgisi eğitimindeki uygulamaların hesaplamalı düşünme üzerinde etkisini öğretim kademesinin düzenlemediği belirlenmiştir. Araştırma sayısı yeterli olmadığından 1-4. sınıflarda uygulama yapılmış araştırmalar analizlere dahil edilememiştir. Bunun yanında örneklemi lisans seviyesinde ve halihazırda çalışmakta olan öğretmenlerden oluşan araştırma sayısı da dikkat çekici düzeyde azdır. Durumun netleştirilebilmesi için farklı öğrenim seviyelerinde araştırmalar yapılmalıdır.
3. Birincil araştırmaların meta-analizde bağımsız değişken olabilecek karakteristikleri incelenirken pilot çalışma yapılıp yapılmadığı, örnekleme yöntemi, uygulamanın yapıldığı yıl, uygulama süresi, uygulayıcının kim olduğu gibi bilgilerin rapor edilmediği belirlenmiştir. Bilimin tekrarlanabilirliğini sağlamak ya da birbirinden bağımsız araştırmacıların aynı sonuçlara ulaşabilmesi için yapılan uygulamalar tüm ayrıntılarıyla sunulması gerekmektedir. Araştırmacının çalışırken yaşadığı zorluklardan hareketle
    - Araştırmada veri toplanmış olan tüm gruplar için uygulamanın anlaşılır bir biçimde açıklanması,
    - Sonuçlar bölümünde sadece istatistiksel verilerin değil araştırmanın bulguları ve alan yazınının desteklediği değerlendirmelerinde sunulması,
    - Araştırmanın bulgularının verilere ve analizlere sadık kalarak dürüst bir bakış açısıyla sunulması önerilmektedir.
4. Bu meta-analizin birincil araştırmaları incelendiğinde uygulamanın hem deney hem kontrol grubuna araştırma grubunun öğretmeni tarafından yapıldığı tespit edilmiştir. Analiz sonuçları her ne kadar uygulamanın kuramsal bilgisine araştırmacı daha

hakim olsa da öğretmen tarafından yapılan uygulamaların daha etkili sonuçlar verdiğini de ortaya koymaktadır. Bu nedenle fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere yapılacak çalışmalarda araştırma grubu öğretmeninin uygulamaya hakimiyeti sağlanması bunun için de uygulamayı yapacak gerekli eğitimin verilmesi önem taşımaktadır.

5. Bu meta-analizde fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünme çalışmalarına ilişkin hesaplanan genel etki büyüklüğü d=0,702 olarak hesaplanmıştır. Aynı alana ilişkin meta-analiz çalışması planlayan araştırmacılar kendi çalışmalarının sonuçları için bir ölçüt olarak dikkate almalıdır.
6. Fen eğitiminde hesaplamalı düşünmeye ilişkin yapılacak yeni araştırmaların sonuçları bu meta-analiz sonucuyla karşılaştırılarak değerlendirilebilir. Bu çalışmada düzenleyici değişken analizleri için paket programı kullanılarak analog ANOVA analizi yapılmıştır. Ancak düzenleyici değişken analizi meta-regresyonla da yapılabilmektedir. İleriki araştırmalarda her iki analiz kullanılarak araştırma sonuçları için farklı yöntemlerle elde edilmiş daha fazla kanıt sağlanabilir.
7. Birincil araştırmalar da hesaplamalı düşünme düzeyi belirlenmek üzere çok çeşitli ölçme aracı kullanılmış ve geçerlilik verileri rapor edilmemiştir. Alan yazındaki hesaplamalı düşünme ölçeklerinin güvenilirlik analizlerinin yapılması ve becerinin ölçümüne ilişkin evren olarak geçerliliği olan ölçekler oluşturulmalıdır.
8. Bu çalışmada fen bilimleri eğitiminde hesaplamalı düşünme becerisine ilişkin araştırmalar meta-analize tabii tutulmuştur. Ancak alan yazında matematik, bilgisayar ve öğretim teknolojileri gibi alanlar da da çok sayıda hesaplamalı düşünmeyle ilgili araştırma görülmüştür. Farklı disiplinlerdeki uygulamaların hesaplamalı düşünme üzerine etkisinin araştırıldığı bir meta-analiz çalışması planlanabilir.
9. Alan yazın taramasında fen eğitimi alanına hesaplamalı düşünmeyi geliştirmeye yönelik araştırmaların %50'sinin nitel yöntemlerle gerçekleştirildiği görülmüştür.

Bundan sonraki araştırmalarda nitel araştırmaların verilerine bütüncül bir bakış sağlayan meta-sentez çalışmasının yapılması önerilmektedir.

KAYNAKLAR

Ackermann, E. (2001). Piaget's constructivism, paper's constructionism: what's the difference?. *Future of Learning Group* , *5*(3), 1–11. https://doi.org/10.1111/j.1526-4610.2005.t01-1-05013.x

Acquadro, C., Alderson, P., Altman, D. G., Armstrong, R., Askie, L. M., Becker, L. A., Berlin, J. A., Booth, A., Byford, S., Clarke, M., Deeks, J. J., Doyle, J., Drummond, M., Egger, M., Eisenstein, E., Ghersi, D., Glanville, J., Glasziou, P. P., Green, S., … Wells, G. A. (1985). Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions. In ; Higgins, JPT & G. S (Eds.), *Archives of Internal Medicine* (Vol. 145, Issue 3). https://doi.org/10.1001/archinte.1985.00360030123022

Aho, A. V. (2012). Computation & computational thinking. *The Computer Journal*, *55*(7), 833–835. https://doi.org/10.1093/comjnl/bxs074

Akan, H. (2018). Deneysel çalışmalarda yanlılık kaynakları, sorunları ve önlemler: iç geçerlilik hamdi. *Kanıt düzeyindeki hemşirelik araştırmalarında kalite: yöntem ve raporlama.*, 8–10.

Akbay, E. (2020). *Immersive Geçerlik Deneyimlerinin Fen Öğrenimine Ekisi: Meta Analiz*. Yüksek Lisans tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur.

Akçayır, G. (2018). *Artırılmış gerekliğin eğitimde etkisinin incelenmesi: meta-analiz ve sistematik kaynak taraması araştırması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Akman, B., & Ünal, M. (2021). *Erken çocuklukta fen ve matematik eğitimi*. http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/cocukgelisimilisans_ao/erkencocuklukta fenvme.pdf adresinden erişilmiştir.

Akşit, O. (2018). *Enhancing science learning through computational thinking & modeling in middle school classrooms: a mixed methods study*. PhD Thesis, North Carolina State University, Carolina.

Aktamış, H., & Ergin, Ö. (2007). Bilimsel süreç becerileri ile bilimsel yaratıcılık arasındaki ilişkinin belirlenmesi. *Hacettepe Egitim Dergisi*, *33*(33), 11–23.

Akyol, B. E. (2020). *Stem etkinliklerinin fen bilgisi öğretmen adaylarının bilgi işlemsel, eleştirel, yaratıcı düşünme ve problem çözme becerilerine etkisi.* Doktora Tezi, Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.

APA. (2020). manual of the american psychological association. In *psychological review* (7th ed., Vol. 126, Issue 1). The Offical Guide To APA Style. https://doi.org/10.1037/rev0000126

Arastoopour Irgens, G., Dabholkar, S., Bain, C., Woods, P., Hall, K., Swanson, H., Horn, M., & Wilensky, U. (2020). Modeling & measuring high school students' computational thinking practices in science. *Journal of science education & technology*, *29*(1), 137–161. https://doi.org/10.1007/s10956-020-09811-1

Armağan, F. Ö. (2011). *Kavramsal değişim metinlerinin etkililiği: meta analiz çalışması.* Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Arthur, W. Jr., Bennett, W. Jr., & Huffcett, A. I. (2011). *Conducting meta-analysis using sas*. Lawrence Erlbaum Associates.

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

Ayaz, M. F. (2015). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin fen derslerine yönelik tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *8*(4), 1–41.

Bailey, D. H., & Borwein, J. M. (2003). Exploratory experimentation & computation. *Notices of the ams*, *58*(10), 1410–1419.

Bakioğlu, A., & Göktaş, E. (2020). Ortaokul matematik ve fen bilimleri derslerinde işbirlikli öğrenmenin başarıya etkisi: bir meta-analiz çalışması Ayşen. *Harran Education Journal*, *5*(1), 1–30. https://doi.org/10.22596/2020.0501.1.30

Bakır, O. (2020). *Bilimsel araştırmalarda "geçerlilik" ve "güven." https://www.google.com.tr/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwi3_dPU7s_0AhVVS_EDHTgGBW4QFnoECAUQAQ&url=http%3A%2F%2F80.251.40.59%2Feducation.ankara.edu.tr%2Faksoy%2Feay%2Fobakir.doc&usg=AOvVaw04bsb9DVcFslqlI2zfAl_0* sayfasından erişilmiştir.

Balemen, N. (2016). *Proje tabanli öğrenme yaklaşiminin eğitimindeetkililiği: metaanaliz çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Barak, M., & Zadok, Y. (2009). Robotics projects & learning concepts in science, technology & problem solving. *International journal of technology & design education*, *19*(3), 289–307. https://doi.org/10.1007/s10798-007-9043-3

Baron, R. M., & Kenny, D. A. (1986). The moderator-mediator variable distinction in social psychological research. Conceptual, strategic, & statistical considerations. *Journal of Personality & Social Psychology*, *51*(6), 1173–1182. https://doi.org/10.1037/0022-3514.51.6.1173

Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to k-12: what is involved & what is the role of the computer science education community? *Acm ınroads*, *2*(1), 48–54. https://doi.org/10.1145/1929887.1929905

Başol, G., & Erbay, Ş. (2017). Portfolyo kullanımının akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Hacettepe Egitim Dergisi*, *32*(2), 396–412. https://doi.org/10.16986/HUJE.2017025320

Basu, S. (2016). *Fostering synergistic learning of computational thinking & middle school science in computer-based ıntelligent learning environments by satabdi basu dissertation submitted to the faculty of the graduate school of vanderbilt university in partial fulfill*. PhD Thesis, Graduate School of Vanderbilt University, Tennessee.

Basu, S., Biswas, G., & Kinnebrew, J. S. (2017). Learner modeling for adaptive scaffolding in a Computational Thinking-based science learning environment. *User Modeling & User-Adapted Interaction*, *27*(1), 5–53. https://doi.org/10.1007/s11257-017-9187-0

Batdı, V. (2014). Kavam haritası tekniği ile geleneksel öğrenme yönteminin kullanılmasının öğrencilerin başaroları, bilgilerinin kalıcılığı ve tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi /*, *42*, 93–102.

Baysal, Y. E. (2020). *Farklı öğretim uygulamalarının fen öğretimi öz yeterlik inançları üzerindeki etkisi: bir meta analiz çalışması*. Doktora Tezi, İnönü Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Malatya.

Becker, B. J. (2005). Failsafe n or file-drawer number. In h. R. Rothstein, a. J. Sutton, & m. Borenstein (eds.), *publication bias in meta-analysis: prevention, assessment & adjustments.* (pp. 111–126). John Wiley & Sons. https://doi.org/10.1186/1471-2288-4-20

Beecher, K. (2017). *Computational thinking*. BCS Learning & Development Ltd.

Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, *50*(4), 1088–1101.

Bers, M. U., Flannery, L., Kazakoff, E. R. ;, & Sullivan, A. (2014). Computational thinking & tinkering: exploration of an early childhood robotics curriculum. *Computers & education*, *72*, 145–157. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.020

Bilgen, Ö. B., & Doğan, N. (2017). Puanlayıcılar arası güvenirlik belirleme tekniklerinin karşılaştırılması. *Eğitimde ve Psikolojide Ölçme ve Değerlendirme Dergisi*, *8*(1), 63–63. https://doi.org/10.21031/epod.294847

Blikstein, P. (2012). Bifocal modeling: a study on the learning outcomes of comparing physical & computational models linked in real time. *ICMI'12 - Proceedings of the ACM International Conference on Multimodal Interaction*, 257–264. https://doi.org/10.1145/2388676.2388729

Borenstein, M. (2015). Software publication bias. In h. R. ; rothsteın, a. J. ; sutton, & m. Borensteın (eds.), *Publication Bias in Meta-Analysis Prevention, Assessment & Adjustmentss* (pp. 193–220).

Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P. T., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis* (john wiley). John Wiley & Sons, Ltd Registered.

Borensteın, M., HedBorenstein, M. ;, Hedges, L. V. ;, Hıggıns, J. P. T. ;, & Rothsteın, H. R. (2019). *Introduction to meta analysis* (S. Dinçer, Ed.; 2nd ed.). Anı

Brinson, J. R. (2015). Computers & education learning outcome achievement in non-traditional (virtual & remote) versus traditional (hands-on) laboratories : a review of the empirical research. *Computers & Education*, *87*, 218–237. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.07.003

Bybee, R. W. (2002). *Bybee 2002 learning science & science of learning*.

Çakır, E. (2017a). *Ters yüz sinif uygulamalarinin fen bilimleri 7. Sınıf öğrencilerinin akademik başarı zihinsel risk alma ve bilgisayarca düşünme bercerileri etkisi* (p. 107).

Çakır, E. (2017b). *Ters-yüz sınıf-uygulamalrının fen bilimleri 7ç sınıd öğrencilerinin akademik başarı, zihinsel risk alma ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi*. Yüksek Lisasns Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Çakır, E., & Yaman, S. (2018). Ters yüz sınıf modelinin öğrencilerin fen başarısı ve bilgisayarca düşünme becerileri üzerine etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *38*(1), 75–99.

Çakmur, H. (2012). Measurement-reliability-validity in research. *TAF Preventive Medicine Bulletin*, *11*(3), 339–344. https://doi.org/10.5455/pmb.1-1322486024

Card, N. A. (2012). Applied meta-analysis for social science research. In d. A. Kenny & t. D. Little (eds.), *applied meta-analysis for social science research*. The Guilford Press.

Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: the digital competence framework for citizens. With eight proficiency levels & examples of use. In publications office of the european union. https://doi.org/10.2760/38842

Çelik, H., Baykal, N. B., & Memur, H. N. K. (2020). Qualitative data analysis & fundamental principles. Journal of qualitative research in education, *8*(1), 379–406. https://doi.org/10.14689/issn.2148-2624.1.8c.1s.16m

Çetin, E. (2016). *Okul öncesi çocukların problem çözme sürecinde kullanımına yönelik bir durum çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Chalmers, L., Hedges, L. V., & Cooper, H. (2002). A brief history of research synthesis. *Evaluation & The Health Profesions*, *25*(1), 12–37.

Chen, D. , & Peace, K. E. (2013). Meta-analysis applied with R. *Nort Carolina http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&scope=site&db=nlebk &db=nlabk&AN=578123* sayfasından erişilmiştir.

Chiappetta, E. (1997). Inquiry-based science: strategies & techniques for encouraging inquiry in the classroom. *The Science Teacher*, *64*(7), 22–26.

Christensen, D. M. (2020). *Learning biologıcal evolution through computational thinking (ıssue august)*. PhD Thesis, Temple University Graduate Board, Philadelphia.

Çınar, S. (2020). Fen bilimleri öğretmen adaylarına yönelik eğitsel robotik destekli stem kursu. *Journal of Turkish Studies*, *Volume 15*(Volume 15 Issue 7), 2853–2875. https://doi.org/10.7827/turkishstudies.43574

Cochran, W. G. (1954). *The combination of estimates from different experiments*. International Biometric Society *10*(1), 101–129.

Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (second). NewYork: Lawrence Erlbaum Associates.

Cohen, J. (1990). Things I have learned (so far). *American Psychologist*, *45*(12), 1304–1312. https://doi.org/10.1037/10109-028

Cohen;, L., Manion;, L., & Morrison;, K. (2007). Research methods in education. In *research methods in education* (sixth). Routledge. https://doi.org/10.4324/9780203029053

Cohen, R. J., & Swerdlik, M. E. (2018). Psychological testing & assessment. In ninth (ed.), *guidebook for clinical psychology ınterns*. Mc Graw Hill. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-0222-1_8

Cömert, S., & Kıyıcı, F. B. (2013). Fen bilgisi öğretiminde oluşturmacu yaklaşım uygulamaısnın akademik başarıya etkisinin belirlenmesi. *Sakarya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, *0*(7), 151–162.

Conde, M. Á. (2020). Robosteam project systematic mapping : *2020 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), April*, 214–221.

Cooper, H., Charlton, K., & DeNeve, K. (1997). Finding the missing science: the fate of studies submitted for review by a human subjects committee. *Psychological Methods*, *2*(4), 447–452. https://doi.org/10.1037/1082-989X.2.4.447

Corbetta, P. (2003). *Social research*. London : Sage s

Coştu, B., Ünal, S., & Ayas, A. (2007). Günlük Yaşamdaki Olayların Fen Bilimleri Öğretiminde Kullanılması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi*, *8*(1), 197–207.

Coursol, A., & Wagner, E. E. (1986). Effect of positive findings on submission & acceptance rates. A note on meta-analysis bias. *Professional Psychology: Research and Practice*, *17*(2), 136–137. https://doi.org/10.1037/0735-7028.17.2.136

Crawforth, K. (2001). *Measuring the interrater reliability of a data collection instrument developed to evaluate anesthetic outcomes*. In *Dissertation*. Wayne State University.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2018). *Research design qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5.). SAGE.

Crocker, L., & Alglna, J. (2008). *Itroduction to classical and modern test theory*.

Curzon, P., & McOwan, P. W. (2018). Computational thinking. In *Springer*.

Czerkawski;, B. C., & Lyman;, E. W. I. (2015). *2015_Issues in CT in higher ed*. *59*(2).

Dağyar, M., & Demirel, M. (2015). Effects of problem-based learning on academic achievement: A meta-analysis study. *Egitim ve Bilim*, *40*(181), 139–174. https://doi.org/10.15390/EB.2015.4429

De Vaus, D. (2001). *Researchdesign in social research.pdf*. Sage s.

Dede, C. (2009). Comparing Frameworks for " 21 st Century Skills ". *21st Century Skills: Rethinking How Students Learn*, *20*(2010), 51–76.

Denning, P. J. (2017). Computational thinking in science. *American Scientist*, *205*(1), 67–77. https://doi.org/10.1511/2017.124.13

Denning, P. J., & Tedre, M. (2019). Computational thinking. In *journal of visual languages & computing*. https://www.m-culture.go.th/mculture_th/download/king9/Glossary_about_HM_King_Bhumibol_Adulyadej's_Funeral.pdf sayfasından erişilmiştir.

Dewey, A. J. (1907). School and society. In *the school and the life of the child: the school and society*.

Dickersin, K., Meinert, C. L., & Min, Y. I. (1992). Factors ınfluencing publication of research results: follow-up of applications submitted to two ınstitutional review boards. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, *267*(21), 2891–2892. https://doi.org/10.1001/jama.1992.03480210049019

Doğanay, K. (2018). *Probleme dayalı stem etkinlikleriyle gerçekleştirilen bilim fuarlarının ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersi akademik başarılarına ve tumlarına etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.

Donnelly-hermosillo, D. F., Gerard, L. F., & Linn, M. C. (2020). Computers & education ımpact of graph technologies in k-12 science and mathematics education. *Computers & Education*, *146*(November 2019), 103748. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103748

Duval, S., & Tweedie, R. (2000a). A nonparametric “trim and fill” method of accounting for publication bias in meta-analysis. *Journal of the American Statistical Association*, *95*(449), 89–98. https://doi.org/10.1080/01621459.2000.10473905

Duval, S., & Tweedie, R. (2000b). Trim and fill: a simple funnel-plot-based method. *Biometrics*, *56*(June), 455–463.

Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *British Medical Journal*, *315*(7109), 629–634. https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629

Ellis, P. D. (2010). The essential guide to effect sizes. In *journal of visual languages & computing* (Vol. 11, Issue 3). Cambridge University.

Ergün, M., & Özdaş, A. (1997). *Öğretim ilke ve yöntemleri*. İstanbul: Kaya .

Eye, A. Von, & Mun, E. Y. (2005). Coefficients of rater agreement cohen's. In *analyzing rater agreement* (pp. 2–27). https://doi.org/10.1198/tech.2006.s416

Fakhriyah, F., Masfuah, S., & Mardapi, D. (2019). Developing scientific literacy-based teaching materials to improve students' computational thinking skills. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, *8*(4), 482–491. https://doi.org/10.15294/jpii.v8i4.19259

Field, A. P. (2001). Meta-analysis of correlation coefficients: A Monte Carlo comparison of fixed- and random-effects methods. *Psychological Methods*, *6*(2), 161–180. https://doi.org/10.1037/1082-989X.6.2.161

Fitzgerald, N., & Li, L. (2015). Using presentation software to flip an undergraduate analytical chemistry course. *Journal of Chemical Education*, *92*(9), 1559–1563. https://doi.org/10.1021/ed500667c

Fleiss, J. L. (1971). Measuring nominal scale agreement among many raters. *Psychological Bulletin*, *76*(5), 378–382.

Fleiss, J., Levin, B., & Paik, M. (1981). Statistical methods for rates and proportions, third edition. In *Statistical Methods for Rates and Proportions*. NewJersey: John Wiley&Sons.

Foster I. (2006, March). A two-waystreet to science's future. *Nature*, *440*, 419.

Gelfand, J. M. (1999). Grey literature: plausible applications for distance education practices. *Fourth International Conference On Grey Literature*, 1–11.

Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, *5*(10), 3–8. https://doi.org/10.3102/0013189x005010003

Göktaş, E. (2017). *Eğitim politikası bağlamında işbirlikli öğrenme ve geleneksel öğrenme yöntemlerinin başarı ve tutuma etkisinin meta analitik biçimde incelenmesi*. Doktora Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Üniversitesi, İstanbul.

Goldstein, D. (2021). *10 most spoken languages*. Mekko graphics. https://www.mekkographics.com/10-most-spoken-languages/

Gözüyeşil, E., & Dikci, A. (2014). Beyin temelli öğrenmenin akademik başarıya etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Kuram ve Uygulamada Egitim Bilimleri*, *14*(2), 642–648. https://doi.org/10.12738/estp.2014.2.2103

Gravetter, F. J., & Wallnau, L. B. (2013). *Statistics for the Behavioral Sciences* (T. Williams & L. Sarkisian, Eds.; 9th ed.). Jon-David Hague.

Greenwald, A. G. (1975). Consequences of prejudice against the null hypothesis. *Psychological Bulletin / American Psychologist*, *82*(1). https://doi.org/10.1037/h0021468

Grover, S., & Pea, R. (2013). Computational thinking in k-12: a review of the state of the field. *Educational Researcher*, *42*(1), 38–43. https://doi.org/10.3102/0013189X12463051

Grover, S., & Pea, R. (2017). Computational thinking: a competency whose time has come. In *Computer Science Education* (Issue December, pp. 19–38). https://doi.org/10.5040/9781350057142.ch-003

Gudmundsdottir, G. B., & Brock-Utne, B. (2010). An exploration of the importance of piloting and access as action research. *Educational Action Research*, *18*(3), 359–372. https://doi.org/10.1080/09650792.2010.499815

Gündüz, S., & Kutluca, T. (2019). A meta-analysis study on the effect of the use of smartboard in the teaching of mathematics and science to student's academic achievement. *Journal of Computer and Education Research*, *7*(13), 183–204. https://doi.org/10.18009/jcer.533986

Guzdial, M. (1994). Software-realized scaffolding to facilitate programming for science learning. *Interactive Learning Environments*, *4*(1), 1–44. https://doi.org/10.1080/1049482940040101

Hambrusch, S., Hoffmann, C., Korb, J. T., Haugan, M., & Hosking, A. L. (2009). A multidisciplinary approach towards computational thinking for science majors. *SIGCSE'09 - Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, June 2014*, 183–187. https://doi.org/10.1145/1508865.1508931

Harlen, W. (1999). Purposes and procedures for assessing science process skills. *International Journal of Phytoremediation*, *21*(1), 129–144. https://doi.org/10.1080/09695949993044

Harris, C. (2018). *Computational thinking unplugged: comparing the ımpact on confidence and competence from analog and digital resources in computer science professional development for elementary teachers*. PhD Thesis, St.John Fisher College, NewYork.

Hedges, L. V. (1981). Distribution theory for glass ' s estimator of effect size and related estimators. *Journal of Education Statistic*, *6*(2), 107–128.

Henderson, P. B., Cortina, T. J., Hazzan, O., & Wing, J. M. (2007). Computational thinking. *ACM SIGCSE Bulletin*, *39*(298), 195–196. https://doi.org/10.1093/nq/s6-XII.298.207-h

Hoppe, H. U., & Werneburg, S. (2019). Computational thinking—more than a variant of scientific ınquiry! In s. Kong & H. Abelson (Eds.), *Computational Thinking Education*. Springer.

Hsu, T. C., Chang, S. C., & Hung, Y. T. (2018). How to learn and how to teach computational thinking: Suggestions based on a review of the literature. *Computers and Education*, *126*(July), 296–310. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.004

Huedo-Medina, T., Sánchez-Meca, J., Marín-Martínez, F., & Botella, J. (2006). Assessing heterogeneity in meta-analysis: Q statistic or I 2 Index? *Psychological Methods*, *11*(2), 193–206. https://doi.org/10.1037/1082-989X.11.2.193

Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of Meta Analısis*.London: Sage s.

İleri, Y. E., Mahmut, S., & Köse, M. (2020). *Fen bilimleri eğitiminde işbirlikli öğrenme yaklaşımın akademik başarıya etkisi: bir meta-analiz çalışması*. Ihlara Eğitim Araştırmaları Dergisi, *5*(1), 51–84.

ISTE&CSTA. (2011). *Computational thinking teacher resources*. https://csteachers.org/documents/en-us/4f93dab1-1086-40fa-8b7c-6f604b4909f4/1/ sayfasından erişilmiştir.

Jaipal-Jamani, K., & Angeli, C. (2017). Effect of robotics on elementary preservice teachers' self-efficacy, science learning, and computational thinking. *Journal of Science Education and Technology*, *26*(2), 175–192. https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z

Jona, K., Wilensky, U., Trouille, L., Horn, M., Orton, K., Weintrop, D., & Beheshti, E. (2014). Embedding computational thinking in science , technology , engineering , and math (ct-stem). *Future Directions in Computer Science Education Summit Meeting*, *2002*, 1–5.

Jonsson, A., & Svingby, G. (2007). The use of scoring rubrics : Reliability , validity and educational consequences. *Educational Research Review*, *2*, 130–144. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2007.05.002

Kalelioğlu, F. (2018). Characteristics of studies conducted on computational thinking: a content analysis. In M. S. Khine (Ed.), *Computational Thinking in the STEM Disciplines* (pp. 11–29). Springer International Publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93566-9

Kalelioglu, F., Gulbahar, Y., & Kukul, V. (2016). A framework for computational thinking based on a systematic research review. *Baltic Journal Modern Computing*, *4*(3), 583–596.

Kanbur, S. (2016). *Organik kimya öğretiminde ters-yüz sınıf modelinin uygulanması: bir eylem araştırması*. Yüksek Lisans Tezi, Bahçeşehir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Kapa, E. (1999). Problem solving, planning ability and sharing processes with LOGO. *Journal of Computer Assisted Learning*, *15*(1), 73–84. https://doi.org/10.1046/j.1365-2729.1999.151077.x

Kaptan, F. (1999). *Fen bilgisi öğretimi*. Ankara: MEB ları.

Kaptan, F., & Korkmaz, H. (2001). Fen eğitiminde probleme dayalı öğrenme yaklaşımı. *Hacettepe Egitim Dergisi*, *20*(20), 185–192.

Karamustafaoğlu, O., Boz, Ö., & Değİrmencİ, S. (2020). *Tr dizin li dergilerde yayınlanmış fen eğitimi makaleleri : 2015 ' ten günümüze yöntem analizi*. Ondoku Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi, *9*, 185–201. https://doi.org/10.7822/omuefd.636488

Kazan, H. (2010). Bilimsel Araştırma Teknikleri. *İstanbul üniversitesi açık ve uzaktan eğitim fakültesi*. http://auzefkitap.istanbul.edu.tr/kitap/kok/bilarstekau202.pdf sayfasından erişilmiştir.

Khanlari, A., & Kiaie, F. M. (2015). Using robotics for STEM education in primary/elementary schools: Teachers' perceptions. *10th International Conference on Computer Science and Education, ICCSE 2015*, *Iccse*, 3–7. https://doi.org/10.1109/ICCSE.2015.7250208

Kılıç, F. N., Korkmaz, Ö., Çakır, R., & Erdoğmuş, F. U. (2019). *Meslek lisesi bilişim teknolojileri öğrencilerinin programlama öz - yeterlilikleri , stem ve bilgisayarca düşünme becerilerine yönelik algıları* International Journal of Modern Education Studies. *5*, 196–218. https://doi.org/10.30855/gjes.2019.os.01.011

Kılıc, S. (2015). Güven Aralığı. *İstatistiki ifadeyle* teknolojik pedagojik alan bilgisi (tpab) temelli harmanlanmış öğrenme ortamının fen bilgisi öğretmen adaylarının temel astronomi konularındaki tpab ve sınıf içi uygulamlarına, Etkisi, Journal of Mood Disorders Volume: *5*(2), 92–94. https://doi.org/10.5455/jmood.20150624024640

Kılıçkap, M. (2018). How to interpret meta-analyses: A recipe for interpretation of the methodology used in the meta-analyses conducted on cardiovascular risk factors in

Turkey. *Türk Kardiyoloji Derneği Arşivi*, *46*(7), 624–635. https://doi.org/10.5543/tkda.2018.46062

Koç, A., & Büyük, U. (2015). Robotik destekli fen ve teknoloji laboratuvar uygulamaları: ROBOLAB. *Journal of Turkish Studies*, *10*(Volume 10 Issue 3), 213–213. https://doi.org/10.7827/turkishstudies.7953

Korkmaz, Ö., Çakir, R., & Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the computational thinking scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, *72*, 558–569. https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005

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

Köse, S., & Yüzüak, A. V. (2020). Fen ve matematik eğitiminde ters yüz edilmiş sınıf modeliyle ilgili yapılan çalışmalar : tematik bir inceleme. *Bartın Üniversitesi Eğitim Araştırmaları Dergisi*, *4*(1), 15–33.

Kural, E. (2020). *Çoklu zekâ kuramina dayali fen öğretimininakademik başariya ve derseyönelik tutumetkisi :bir meta -analiz çalişmasi*. Sivas Cumhuriyet Üniversitesi.

Lamb, R. L., Vallett, D. B., Akmal, T., & Baldwin, K. (2014). A computational modeling of student cognitive processes in science education. *Computers and Education*, *79*, 116–125. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.07.014

Landis, J. R., & Koch, G. G. (1977). The measurement of observer agreement for categorical data. *Biometrics*, *33*(1), 159. https://doi.org/10.2307/2529310

Leandro, G.,Gallus,G., (2005). Meta-analysis in medical research. Blackwell Publishing Ltd.

Lei, H., Chiu, M. M., Li, F., Wang, X., & Geng, Y. jing. (2020). Computational thinking and academic achievement: A meta-analysis among students. *Children and Youth Services Review*, *118*(September), 105439. https://doi.org/10.1016/j.childyouth.2020.105439

Leidl, K. D., Bers, M. U., & Mihm, C. (2017). Programming with ScratchJr: a review of the first year of user analytics. *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education*, 116–122.

Lewis, S., & Clarke, M. (2001). Forest plots: Trying to see the wood and the trees. *British Medical Journal*, *322*(7300), 1479–1480. https://doi.org/10.1136/bmj.322.7300.1479

Lin, C. C., Zhang, M., Beck, B., & Olsen, G. (2009). Embedding computer science concepts in K-12 science curricula. *SIGCSE Bulletin Inroads*, *41*(1), 539–543. https://doi.org/10.1145/1539024.1509050

Lindh, J., & Holgersson, T. (2007). Does lego training stimulate pupils' ability to solve logical problems? *Computers and Education*, *49*(4), 1097–1111. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.12.008

Lipsey, M. W., & Wilson, D. (2001). Practical meta analysis overview. L. Bickman & D. Rog (Eds.), *Applied Social Research Methods Series* (pp. 233-240). London: Sage .

Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). Systematic reviews and meta-analysis. In T. Tripodi (Ed.), *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). Oxford University Press. https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004

Luo, F., Antonenko, P. D., & Davis, E. C. (2020). Exploring the evolution of two girls ' conceptions and practices in computational thinking in science. *Computers and Education*, *146*(November 2019), 103759. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103759

Lynn, M., & Mullen, B. (1997). Research: The quantitative integration of research: An introduction to meta-analysis. *Journal of Hospitality and Tourism Research*, *21*(1), 121–139. https://doi.org/10.1177/109634809702100109

Martin, F. (2018). *Rethinking computational thinking*. The CSTA Advocate Blog. https://doi.org/10.1145/2949401

Mazlum, M. M. ;, & Atalay, A. (2017). Sosyal bilimlerde araştırma yöneminin belirlenmesi. *Route Educational and Social Science Journal*, *4*(4), 1–21. https://doi.org/10.17121/ressjournal.705

Miles, M. B., Huberman, A. M., & Saldana, J. (2019). *Qualitative data analysis a methods sourcebook* (4th ed.). Arizona: Sage .

Mittlböck, M. ;, & Heinzl, H. ; (2006). A simulation study comparing properties of heterogeneity measures in meta-analyses. *Statistics in Medicine*, *25*(April), 4321–4333. https://doi.org/10.1002/sim.2692

MEB. (2018a). Fen bilimleri dersi öğretim programı *(İlkokul ve Ortaokul 3, 4, 5, 6, 7 ve 8. Sınıflar)*. http://mufredat.meb.gov.tr/Dosyalar/201812312311937-FEN BİLİMLERİ ÖĞRETİM PROGRAMI2018.pdf sayfasından erişilmiştir.

MEB. (2018b). *T.C. Millî Eğitim Bakanlığı*. http://2023vizyonu.meb.gov.tr/ sayfasından erişilmiştir.

Mullen, B., Muellerleile, P., & Bryant, B. (2001). Cumulative meta-analysis: A consideration of indicators of sufficiency and stability. *Personality and Social Psychology Bulletin*, *27*(11), 1450–1462. https://doi.org/10.1177/01461672012711006

NGSS. (2017). *DCI Arrangements of the Next Generation Science Standards* (Issue September).https://www.nextgenscience.org/sites/default/files/NGSS%20DCI%20Combined%2011.6.13.pdf sayfasından erişilmiştir.

Norhayati, O. (1996). *The effects of cooperative learning and traditional mathematics instruction in grades k-12: a meta-analysis of findings*. PhD Thesis, West Virginia University.

NRC, (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. In *Inquiry and the National Science Education Standards*. DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/9596

Okumuş, A. (2003). *Bilimsel araştırma teknikleri* https://cdn-acikogretim.istanbul.edu.tr/auzefcontent/20_21_Guz/bilimsel_arastirma_teknikleri_isl_ao/7/index.html%00 sayfasından erişilmiştir.

Olson, C. M., Rennie, D., Cook, D., Dickersin, K., Flanagin, A., Hogan, J. W., Zhu, Q., Reiling, J., & Pace, B. (2002). bias in editorial decision making. *Journal of the American Medical Association*, *287*(21), 2825–2828. https://doi.org/10.1001/jama.287.21.2825

Öner, B., & Çelik, B. (2016). Korelasyon katsayısı için rastgele etkiler meta analizde istatistiksel güç hesaplaması. *The Journal of International Civilization Studies Uluslararası Medeniyet Çalışmaları Dergisi*, *III*(I), 192–208. https://doi.org/<doi>10.26899/inciss.151</doi>

Orhan, A. T., & Men, D. D. (2018). web tabanlöğretimin fendersi başarisina ve fendersineyönelik tutumetkisi:bir metaanaliz çalişmasi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, *16*(3), 245–284. https://doi.org/10.18026/cbayarsos.465728

Ortiz, C. J. (2018). *An experımental comparıson of student motıvatıon between two computatıonal thınkıng-based stem actıvıtıes : vex-based automatıon and robotıcs and a quadcopter actıvıty*. Master Thesis, Utah State University.

Orton, K., Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Jona, K., & Wilensky, U. (2016). Bringing computational thinking into high school mathematics and science classrooms. *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences, ICLS* , *2*, 705–712.

Orwin, R. G. ;, & Boruch, R. F. ; (1982). RRT meets RDD : statistical strategies for assuring response privacy in telephone surveys. *The Public Opinion Quarterly*, *46*(4), 560–571.

Özgür, H. (2020). Relationships between computational thinking skills, ways of thinking and demographic variables: A structural equation modeling. *International Journal of Research in Education and Science*, *6*(2), 299–314. https://doi.org/10.46328/ijres.v6i2.862

Papert, S. (1996). An exploration in the sapace of mathematics educations. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *1*(1), 95–123. https://doi.org/10.1007/bf00191473

Perkins, .D N ., & Simmons, R. (1988). Patterns of misunderstanding : an ıntegrative model for science , math , and programming. *Review of Educational Research*, *58*(3), 303–326.

Petitti, D. B. (2000). Advanced ıssues in meta-analysis *meta analysis*, D. B. Petitti, (Ed Second). *Decision Analysis, and Cost-Effectiveness analysis*. NewYork: Oxford University.

Pigott, T. D. (2012). Advances in meta-analysis. In *Advances in Meta-Analysis*. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-2278-5

Pourtney, L. G., & Watkins, M. P. ; (2014). Foundations of clinical research applications to practice (pp. 1-18). Harlow: Pearson.

Redish, E. F., & Wilson, J. M. (1993). Student programming in the introductory physics course: M.U.P.P.E.T. *American Journal of Physics*, *61*(3), 222–232. https://doi.org/10.1119/1.17295

Reid, S. A. (2016). A flipped classroom redesign in general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, *17*(4), 914–922. https://doi.org/10.1039/c6rp00129g

Repenning, A., Webb, D., & Ioannidou, A. (2010). Scalable game design and the development of a checklist for getting computational thinking into public schools. *SIGCSE'10 - Proceedings of the 41st ACM Technical Symposium on Computer Science Education*, *January*, 265–269. https://doi.org/10.1145/1734263.1734357

Robson, C., & McCartan, K. (2016). *Real world research*. Wiley.

Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. In *Psychological Bulletin* (Vol. 86, Issue 3). https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638

Rosenthal;, R., & DiMatteo, M. R. (2012). Meta-analysis: Recent developments in quantitative methods for literature reviews. In *Annual Review of Psychology*. https://doi.org/10.1146/annurev.psych.52.1.59

SánchezMeca, J. ;, & MarínMartínez, F. ; (2010). Meta analysis. *International Encyclopedia of Education*, *7*, 274–282. https://doi.org/10.1016/B978-0-08-044894-7.01345-2

Sánchez-Meca, J., & Marín-Martínez, F. (2010). Meta-analysis in psychological research. *International Journal of Psychological Research*, *3*(1), 150–162. https://doi.org/10.21500/20112084.860

Sarıkaya, M., Güven, E., Göksu, V., & İnce Aka, E. (2010). The impact of constructivist approach on students ' academic achievement and retention knowledge. *Elementary Education Online*, *9*(1), 413–423.

Seery, M. K. (2015). Flipped learning in higher education chemistry: Emerging trends and potential directions. *Chemistry Education Research and Practice*, *16*(4), 758–768. https://doi.org/10.1039/c5rp00136f

Şen, S. (2019). Spss ile meta-analiz nasıl yapılır? *Harran Education Journal*, *4*(1), 21–49. https://doi.org/110.22596/2019.0401.21.49

Şen, Ş., & Yılmaz, A. (2013). İşbirlikçi öğrenmenin kavramsal değişim üzerindeki etkisi: bir meta analiz çalışması. *Karaelmas Eğitim Bilimleri Dergisi*, *1*, 21–32.

Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G., & Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, *18*(2), 351–380. https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x

Sherin, B. L. (2001). A comparison of programming languages and algebraic notation as expressive languages for physics. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, *6*(1), 1–61. https://doi.org/10.1023/A:1011434026437

Shin, I. S., & Kim, J. H. (2013). The effect of problem-based learning in nursing education: A meta-analysis. *Advances in Health Sciences Education*, *18*(5), 1103–1120. https://doi.org/10.1007/s10459-012-9436-2

Şimşek, E. (2018). *Programlama öğretiminde robotik ve sctatch uygulamlarının öğrencilerin bilgi işlemsel düşünme becerlerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.

Şimşek, P. Ö., & Karataş, F. Z. (2020). Fen eğitiminde yaratıcı drama yönteminin başarıya etkisi : the effect of creative drama on success in science education : a meta-analysis study. *Yaratıcı Drama Dergisi*, *15*(1), 63–84. https://doi.org/10.21612/yader.2020.004

Sterne, J., Becker, B. J., & Egger, M. (2005). The funnel plot. In H. R. ; Rothsteın, A. J. ; Sutton, & M. Borensteın (Eds.), *Publication Bias in Meta-Analysis* (pp. 75–98). John Wiley & Sons Ltd,.

Sterne, J., & Egger, M. (2005). Regression methods to detect publication and other bias in meta-analysis. In R. H. R.; A. J. ; Sutton, & M. Borensteın (Eds.), *Publication Bias in*

Meta-Analysis Prevention, Assessment and Adjustments (pp. 99–110). John Wiley & Sons Ltd,.

Strawhacker, A. L. (2020). *Biodesign education in early childhood : a design-research study of the tangible crıspee technology and learning ınterventıon a dissertation submitted by amanda lenae strawhacker in partial fulfillment*. Tufts University.

Sukeik, M., & Küçükdurmaz, F. (2014). Sanal dünyada gerçek eğitim fırsatları. *TOTBID Dergisi*, *13*(6), 516–520. https://doi.org/10.14292/totbid.dergisi.2014.65

Sullivan, F. R. (2008). Robotics and science literacy: Thinking skills, science process skills and systems understanding. *Journal of Research in Science Teaching*, *45*(3), 373–394. https://doi.org/10.1002/tea.20238

Sun, L. ;, Hu;Linlin;, Yang, W., Zhou, D., & Wang, X. (2020). STEM learning attitude predicts computational thinking skills among primary school students. *Journal of Computer Assisted Learning*, *37*, 346–358. https://doi.org/10.1111/jcal.12493

Swaid, S. I. (2015). Bringing computational thinking to STEM education. *Procedia Manufacturing*, *3*(Ahfe), 3657–3662. https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.761

Swanson, H., Anton, G., Bain, C., Horn, M., & Wilensky, U. (2017). Computational thinking in the science classroom. *Proceedings of International Conference on Computational Thinking Education* (pp. 17–22), Illınois.

Tekin, D. (2020). *Kimyanın temel kanunları, kimyasal hesaplamlar ve mol kavramı ünitelerinin yapılandırmacılık temelli ters yüz edilmiş sınıf modeli ile öğretimi*. Marmamara Ünversitesi. Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Temizyürek, K. (2003). *Fen öğretimi ve uygulamaları*. Ankara: Nobel .

Tisue, S., & Wilensky, U. (2004). Netlogo: A simple environment for modeling complexity. *Conference on Complex Systems, January*, 1–10.

Turner, S., & Hill, G. (2006). The inclusion of robots within the teaching of problem-solving: preliminary results. *Proceedings of 7th Annual Conference of the ICS HE Academy*, 241–242.

Tutal, Ö. (2019). *Aktif öğrenme yaklaşımının öğrencilerin akademik başarılarına, derse yönelik tutumlarına ve öğrenilenlerin kalıcılığına erkisi: bir meta- analiz çalışması*. Doktora Tezi, Dicle Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Diyarbakır.

Ural, G. (2014). *İlköğretimde fen ve teknoloji öğretimi üzerine türkiye'de yapılan araştırmaların meta-analizi*. Doktora Tez, Ege Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.

Ural, G., & Bümen, N. (2016). A Meta-Analysis on instructional applications of constructivism in science and technology teaching: A sample of Turkey. *Egitim ve Bilim, 41*(185), 51–82. https://doi.org/10.15390/EB.2016.4289

Uşengül, L. (2019a). *Lego wedo 2.0 eğitiminin öğrenenlerin fen bilimlerine yönelik akademik başarı ve tutumları ile bilgi işlemsel düşünme becerilerine etkisi*. Yüksek Lisans Tezi, Fırat Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Elazığ.

Uşengül;, L., & Bahçeci, ; Ferhat. (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). https://doi.org/10.5430/wje.v10n4p83 Accepted:

Üstün, U. (2012). *To what extent is problem-based learning effective as compared to traditional teaching in science education? A meta-analysis study*. Doktora Tezi, Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences.

Üstün, U., & Eryılmaz, A. (2014). Etkili araştırma sentezleri yapabilmek için bir araştirma yöntemi: meta-analiz. *Egitim ve Bilim, 39*(174), 1–32. https://doi.org/10.15390/EB.2014.3379

Vaidyanathan, S. (2016). What's the difference between coding and computational thinking?. https://www.edsurge.com/news/2016-08-06-what-s-the-difference-between-coding-and-computational-thinking sayfasından erişilmiştir.

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. https://doi.org/10.3102/1076998609346961

Weese, J. L. (2013). *Bringing computational thinking to k-12 and higher education*. PhD Thesis, Kansas State University, Manhattan

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016a). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(1), 127–147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016b). Defining computational thinking for mathematics and science classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, *25*(1), 127–147. https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5

Werner, L., Denner, J., & Campe, S. (2014). Using computer game programming to teach computational thinking skills. K. Schrier (Ed.), *Learning, education and games Volume One: Curricular and Design Considerations* (pp. 37–53). http://press.etc.cmu.edu/index.php/product/learning-education-and-games-volume-one-curricular-and-design-considerations/ sayfasından erişilmiştir.

Wilensky, U. (1995). Paradox, programming, and learning probability: A case study in a connected mathematics framework. *Journal of Mathematical Behavior*, *14*(2), 253–280. https://doi.org/10.1016/0732-3123(95)90010-1

Wilensky, U., Brady, C. E., & Horn, M. S. (2014). Education: Fostering computational literacy in science classrooms: An agent-based approach to integrating computing in secondary-school science courses. *Communications of the ACM*, *57*(8), 24–28. https://doi.org/10.1145/2633031

Wilensky, U., & Reisman, K. (2006). Thinking like a wolf, a sheep, or a firefly: Learning biology through constructing and testing computational theories - An embodied modeling approach. *Cognition and Instruction*, *24*(2), 171–209. https://doi.org/10.1207/s1532690xci2402_1

Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications Of The ACM*, *49*(3), 33–35. https://doi.org/10.14742/ajet.3521

Wing, J. M. (2010). Computational thinking: what and why? *The Link - The Magaizne of the Varnegie Mellon University School of Computer Science, March 2006*, 1–6.

Wing, J. M. (2011). Research notebook: computational thinking—what and why? *The link magazine*. http://www.cs.cmu.edu/link/research-notebook-computational-thinking-what-and-why sayfasından erişilmiştir.

Yavru, Ö., & Gürdal, A. (1998). İlköğretim okullarının 4. Ve 5. Sınıflarında laboratuvar deneylerinin öğrencilerin mekanik konusundaki başarısına ve kavramları kazanmasına etkisi. *Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, *10*, 327–338.

Yeh, J., & D'Arnico, F. (2004). Forest plots: Data summaries at a glance. *Journal of Family Practice*, *53*(12), 1007.

Yestrebsky, C. L. (2015). Flipping the classroom in a large chemistry class-research university environment. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, *191*, 1113–1118. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.370

Yıldırım, F. S., & Say, S. (2020). Probleme dayalı öğrenme yaklaşımına ilişkin fen eğitimi alanında yapılan bilimsel çalışmaların incelenmesi. *Uluslararası Sosyal Bilgilerde Yeni Yaklaşımlar Dergisi (IJONASS)*, *4*(1), 151–164. https://doi.org/10.38015/sbyy.750758

Yıldız, S. (2017). Sosyal bilimlerde örnekleme sorunu: nicel ve nitel paradigmalardan örnekleme kur. *Kesit Akademi Dergisi*, *11*(11), 421–442. https://doi.org/10.18020/kesit.1279

Yılmaz, Ö., & Tuncer, M. (2020a). Deneysel bir araştırmada pilot çalışmanın önemi: dale'in yaşantı konisine göre öğretimin akademik başarıya etkisi. *Electronic Journal of Science Education*, *9*(17), 89–96.

EKLER

Ek-1. Kodlama Formu Kullanma Kılavuzu

"Fen Eğitiminde Hesaplamalı Düşünme Araştırmalarının İncelenmesi: Bir Meta-Analiz Çalışması" başlıklı araştırmada kullanılmak üzere hazırlanmış olan Kodlama Sayfasının Kullanma kılavuzu:

- Kodlama sayfası 49 maddeden oluşmaktadır.
- Çoktan seçmeli maddelerde açılır listedeki seçeneklerden çalışma için en uygun olanı seçmelisiniz. Size göre açılır listede uygun ifade yoksa lütfen yazınız.
- Maddede ne sorulduğu konusunda yazarlar tarafından yeterli bilgi verilmemişse "belirtilmemiş" seçeneğini işaretleyiniz.
- Aşağıdaki talimatlar, her bir öğe için ne yapmanız beklendiğini net bir şekilde açıklar.
- Kodlayıcılar arası yüksek güvenilirlik sağlayabilmek için talimatları olabildiğince dikkatli bir şekilde okuyun.

1. Makale adı:

   Araştırmacıların makalelerini en iyi temsil ettiğini düşünerek çalışmalarına vermiş oldukları başlıkları yazmanız beklenmektedir.

2. Yazar Adı

   Makale de çalışmaya katıldığı belirtilen araştırmacıların isimlerini yazmanız beklenmektedir.

3. Yayın Türü:

   Araştırmanın bir Dergi makalesi, Yüksek Lisans Tezi, Doktora Tezi, Kongrede sunulmuş bildiri ya da başka tür yayın olma durumunu belirtiniz.

4. Yayın Dili:

   Makalenin yayın dilini açılır listeden seçmeniz beklenmektedir.

5. Sunulduğu Platform:

   Dergi makalesi ise yayınlandığı derginin adı, Kongre bildirisi ise kongre adını, Tez ise yapıldığı üniversitenin adını yazmanız beklenmektedir.

6. Derginin tarandığı veri tabanı

   Dergi makaleleri için araştırmanın yayınlandığı derginin tarandığı veri tabanını açılır listeden seçiniz.

7. Uygulamanın yapıldığı ülke:

   Araştırmada sözü geçen uygulamanın yapıldığı ülkeyi yazmanız beklenmektedir.

8. Araştırmanın yayınlandığı ülke:

   Araştırmanın yayınlandığı ülkeyi yazmanız beklenmektedir.

9. Araştırmada pilot çalışma yapılmış mı?

   Araştırma da deney grubuna uygulanması planlanan işlem için pilot çalışma yapılmışsa evet, yapılmamışsa hayır kodlamanız beklenmektedir.

10. Yıl

    a. ***Uygulamanın yapıldığı:*** Uygulama yılını yazınız. Uygulama yılı yayın tarihinden farklı olabilir ve bu madde için araştırmadaki uygulamanın yapıldığı yılın yazılması istenmektedir.

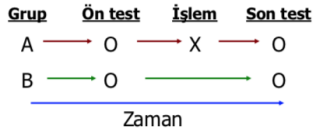
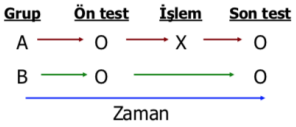
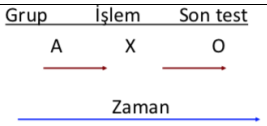
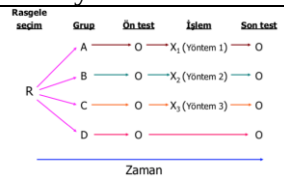
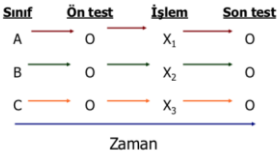
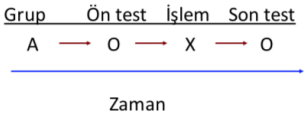
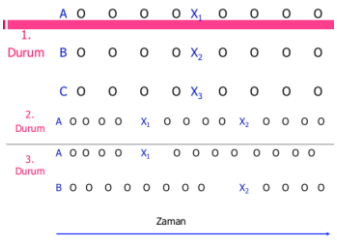
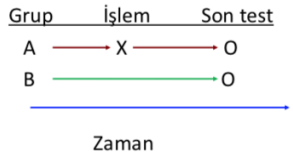
    b. ***Yayın için önerildiği:*** Araştırmanın yayın için dergiye gönderildiği yılı yazmanız beklenmektedir.

    c. ***Yayınlandığı:*** Araştırmanın yayınlandığı yılı yazmanız beklenmektedir.

11. Araştırmanın Deseni:

    Araştırmanın gerçek deneysel mi yoksa yarı deney olarak mı tasarlandığına araştırmanın ayrıntıları hakkındaki açıklamalara dayanarak karar vermeniz beklenmektedir. Belirlediğiniz desen yazar (lar)'ın belirttiği ile aynı olmayabilir.

    Araştırma Deseninin belirlenmesinde rastgele atama önemini, Rastgele atamanın, deneydeki her katılımcının deney veya kontrol grubuna atanma konusunda eşit şansa sahip olduğu anlamına geldiğini unutmayınız.

Gerçek Deneysel Desenler	Yarı Deneysel Desenler	Zayıf Deneysel Desenler
 Her bir gruba dahil edilecek öğrencilerin rastgele seçilmesidir. Öğrenci sayısı ve grupların eşit hale getirilmesi konusunda bir problem yoksa ön test kullanımına gerek kalmayabilir.	 grupların rasgele dağılımı yoksa.	 Bu modelde araştırmacı bir grupla yaptığı uygulamadan (treatment) sonra bir incelemede bulunur (son-test).
 Öğrenci sayısı ve grupların eşit hale getirilmesi konusunda bir problem yoksa ön test kullanımına gerek kalmayabilir.	 grupların rasgele dağılımı yoksa.	 Kontrol (karşılaştırma) grubu olmadığı için araştırmacı ön testle son test arasında başka herhangi bir olayın değişime neden olup olmadığından emin olamaz.
	 1. Durum için üç farklı işlem üç öğrenci grubu kullanılarak karşılaştırılmıştır. 2. Durumda sadece bir öğrenci grubu kullanılarak iki işlem karşılaştırılmıştır. 3. Durumda ise aynı işlem iki grupta farklı zamanlarda uygulanarak karşılaştırılmıştır.	 Bu modelde bir gruba işlem uygulandıktan sonra bağımlı değişken incelenir (son-test üzerinden) bu inceleme eş zamanlı iki gruba son test uygulanarak gerçekleştirilir.

12. Araştırma Modeli

Çalışma için uygun araştırma modelini seçiniz.

13. Örneklem Grubu Okul Seviyesi:

    Araştırmanın uygulamasının yapıldığı okul düzeyini açılır menüden seçmeniz, eğer birden fazla seviye söz konusu ise hepsini yazmanız beklenmektedir.

14. Örnekleme Yöntemi

    a. Basit Rastgele Örnekleme
    b. Tabakalı Rastgele Örnekleme
    c. Küme Rastgele Örnekleme
    d. İki Aşamalı Rastgele Örnekleme
    e. Sistematik Rastgele Olmayan Örnekleme
    f. Kullanışlı Rastgele Olmayan Örnekleme
    g. Amaçlı Rastgele Olmayan Örnekleme
    h. Diğer ise lütfen yazınız

15. Demografi

    Araştırma örneklemi için yazar tarafından belirtildiği gibi kodlayınız. Katılımcıların Demografik yapısı hakkında yardı da bulunmayınız.

16. Popülasyon Karakteristiği:

    Araştırma örnekleminin özel olup olmadığını yazar tarafından belirtildiği gibi kodlayınız. Katılımcıların karakteristiği hakkında yardı da bulunmayınız.

17. Öğrenciler kaç kişilik gruplarda çalışıyor?

    Öğrenciler bireysel çalışıyorsa Tek kişi, diğer durumlarda çalışma gruplarında kaç öğrenci varsa o seçeneği açılır menüden işaretlemeniz beklenmektedir.

18. Araştırmadaki Uygulamanın Konu Alanı

    Uygulamanın yapıldığı konuya göre karar vermeniz beklenmektedir. Konu araştırmacı tarafından fen bilimleri (veya benzer terimler) olarak yazılmış olsa bile, konunun bunlardan biriyle ilgili olduğu açıkça belirtilmişse, bu öğeyi fizik, kimya veya biyoloji olarak kodlayınız.

Uygulamanın yapıldığı konu	Kodlama
Fizik konusu	Fizik
Kimya konusu	Kimya
Biyoloji konusu	Biyoloji
Konu adı verilmemiş ve alanı belirtilmemiş	Fen Bilgisi
Fen, Teknoloji, Mühendislik ve Matematik alanlarından 2 ya da daha fazlasının alanına giren uygulama	STEM
Fen bilimlerine dahil farklı bir alan ise	Diğer ise Lütfen belirtiniz.

19. Özel Okul - Devlet Okulu

    Araştırmadaki uygulama bir özel okulda yapılmışsa Özel Okul, devlet okulunda yapılmışsa Devlet Okulu, araştırmaya hem devlet okulu hem de özel okuldan öğrenci katılıyorsa Karma seçeneğini; eğer bilgi verilmemişse Belirtilmemiş seçeneğini işaretlemeniz beklenmektedir.

20. İşlem Süresi (ay, hafta, gün, saat)

    Araştırmadaki uygulamanın süresini araştırmacının yazdığı şekilde ay, hafta, gün ve saat olarak belirtmeniz beklenmektedir. Örneğin araştırmacı "4 hafta, haftada 4'er saat" yazmışsa aynı şekilde kodlama sayfasına yazmanız beklenmektedir.

21. Uygulayıcı kim?

    Araştırmaya konu olan uygulamayı kimin yaptığına en uygun olanı seçmeniz, belirlediğiniz durum seçeneklerde yoksa yazmanız beklenmektedir.

    - Deney Grubu Araştırmacı Kontrol Grubu Öğretmen
    - Deney-Kontrol Araştırmacı
    - Deney-Kontrol Öğretmen
    - Deney Grubu Öğretmen Kontrol Grubu Araştırmacı
    - Diğer ise lütfen yazınız

22. Uygulama için öğretmenin eğitim süresi (ay, hafta, gün veya saat olarak)

    Araştırmada uygulayıcı öğretmen ise uygulama öncesi kendisine verilen eğitimin süresini araştırmacının yazdığı şekilde ay, hafta, gün ve saat olarak belirtmeniz beklenmektedir. Örneğin araştırmacı "4 hafta, haftada 4'er saat" yazmışsa aynı şekilde kodlama sayfasına yazmanız beklenmektedir.

Not: Örneklem büyüklüğünün yalnızca ana çalışmadaki katılımcıları kapsadığını, bu nedenle (varsa) pilot çalışmadaki birey sayısının hariç tuttuğunu lütfen unutmayın.

23. Uygulamada Bilgisayar Kullanılmış mı?

    Araştırmada Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere yapılan uygulama bilgisayar kullanarak yapılmışsa evet, bilgisayar kullanılmamışsa hayır işaretleyiniz.

24. Uygulamada Kodlama Var mı?

    Araştırmada Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere yapılan uygulama kodlama kullanarak yapılmışsa evet, kodlama kullanılmamışsa hayır işaretleyiniz.

25. Uygulamada Robotik Var mı?

    Araştırmada Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere robotik uygulaması yapılmışsa evet, robotik uygulaması yapılmamışsa hayır işaretleyiniz.

26. Uygulamada Algoritma Var mı?

    Araştırmada Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere Algoritma uygulaması yapılmışsa evet, algoritma uygulaması yapılmamışsa hayır işaretleyiniz.

27. Ters-Yüz Sınıf uygulaması Var mı?

28. Araştırmada Hesaplamalı düşünmeyi geliştirmek üzere ters-yüz sınıf uygulaması yapılmışsa evet, ters-yüz sınıf uygulaması yapılmamışsa hayır işaretleyiniz.

29. Ölçek Adı:

    Araştırmada kullanılmış olan ölçeğin adını kodlayınız. Aynı ölçeğin farklı versiyonları kullanılmışsa bunu ayırt etmeniz beklenmektedir.

30. Ölçekteki Öğe Sayısı:

    Her araç için ayrı ayrı öğe sayısını belirtiniz.

31. Ölçek Türü:

Ölçek türünü seçmeniz, ölçme aracının türü rapor edilmemişse belirtilmemiş ve rapor edilen tür açılır listede yoksa yazmanız beklenmektedir.

32. Ölçeğin niteliği?

Değerlendirme aracına uygun ifadeyi seçmeniz beklenmektedir.

Ölçeğin niteliği	Kodlama
Diğer araştırmacılar tarafından halihazırda geliştirilmiş ve literatürde bulunan bir test kullanılmışsa	Önceden var olan test
Bu çalışma için yazarlar tarafından geliştirilmiş bir test kullanılmışsa	Araştırmacı tarafından geliştirilen test
Yazarlar tarafından bu çalışma için önceden var olan bir veya daha fazla testten uyarlanan bir test kullanılmışsa	Uyarlanmış test
Değerlendirme aracını geliştirenle ilgili bilgi verilmemişse.	Belirtilmemiş

33. Bağımsız Değişken

Hesaplamalı düşünme düzeyini etkilediği düşünülen değişkeni yazınız.

34. Bağımlı Değişken

Hesaplamalı Düşünme Düzeyi

Not: Örneklem büyüklüğünün yalnızca ana çalışmadaki katılımcıları kapsadığını, bu nedenle (varsa) pilot çalışmadaki birey sayısının hariç tuttuğunu lütfen unutmayın.

35. Birey sayısı deney (N):

Ana çalışmaya dahil edilen deney grubundaki birey sayısını yazınız.

36. Kadın birey sayısı deney (N_dny_K)

Ana çalışmaya dahil edilen deney grubundaki kadın birey sayısını yazınız.

37. Ortalama Deney ($\bar{x}$ Deney)

Rapor edilmişse deney grubunun aritmetik ortalamasını yazınız.

38. Standart sapma deney (S.S. Veya s)

Rapor edilmişse deney grubunun standart sapmasını yazınız.

39. Birey sayısı Kontrol (N)

    Ana çalışmaya dahil edilen kontrol grubundaki birey sayısını yazın.

40. Kadın birey sayısı kontrol (N_kontrol_K)

    Ana çalışmaya dahil edilen kontrol grubundaki kadın birey sayısını yazın.

41. Ortalama kontrol ($\bar{x}$ Kontrol)

    Rapor edilmişse kontrol grubunun aritmetik ortalamasını yazınız.

42. Standart sapma Kontrol (S.S. Veya s)

    Rapor edilmişse kontrol grubunun Standart sapmasını yazınız.

43. Erkekler ve kadınlar için sonuçlar ayrı ayrı mı sunuluyor?

    Araştırma sonuçları Erkekler ve kadınlar için ayrı ayrı veriliyorsa evet, ayrı belirtilmemişse hayır seçmeniz beklenmektedir.

    Ayrı olarak sunuluyorlarsa, sonuçları erkekler ve kadınlar için de bir sonraki madde kapsamında kaydedin.

44. Kullanılan İstatistiksel Analiz

45. T-testi (t)

46. Anlamlılık düzeyi (Significant Level) (P):

47. Serbestlik derecesi (sd veya Df)

48. Korelasyon

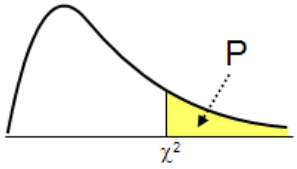
49. Etki büyüklüğü (Cohen’ s d)

50. Etki büyüklüğü (r^2)

Ek-2. Kodlama Formu

201						
						Dosya Adı
						Makale Adı
						Yazar Adı
						Yayın Türü
						Yayın Dili
						Sunulduğu Platform
						Derginin tarandığı veri tabanı
						Uygulamanın yapıldığı ülke
						Araştırmanın yayınlandığı ülke
						Araştırmada pilot çalışma yapılmış mı?
						Yıl (Uygulamanın yapıldığı)
						Yıl (Yayın için önerildiği)
						Yıl (Yayınlandığı)
						Araştırmanın Deseni
						Araştırma Modeli
						Örneklem Grubu(Okul Seviyesi)
						Örnekleme Yöntemi
						Demografi
						Populasyon Karakteristiği
						Öğrenciler kaç kişilik grıplarda çalışıyor?
						Araştırmadaki Uygulamanın Konu Alanı
						Özel Okul - Devlet Okulu
						İşlem Süresi (ay, hafta, gün, saat)
						Uygulayıcı kimdir?
						Uygulama için Öğretmenin Eğitim süresi (ay, hafta, gün veya saat olarak)
						Uygulamada Bilgisayar Kullanılmış mı?
						Uygulamada Kodlama var mı?
						Uygulamada Robotik var mı?
						Uygulamada Algoritma Var mı?
						Ters-Yüz Sınıf uygulaması var mı?
						Ölçek Adı
						Ölçekteki öğe sayısı
						Ölçek Türü
						Ölçeğin niteliği?
						Bağımsız Değişken
						Bağımlı Değişken
						Birey sayısı Deney
						Kadın Birey sayısı Deney
						Ortalama Deney
						Standart sapma Deney
						Birey sayısı Kontrol
						Kadın Birey sayısı Kontrol
						Ortalama Kontrol
						Standart sapma Kontrol
						Erkekler ve kadınlar için sonuçlar ayrı ayrı mı sunuluyor?
						Kullanılan İstatistiksel Analiz
						t değeri
						Anlamlılık düzeyi (Significant Level)
						Serbestlik derecesi
						Korelasyon
						Etki Büyüklüğü (Cohen's d)
						Etki Büyüklüğü (r2)

Ek-3. Ki-Kare Tablosu



	P										
DF	**0.995**	**0.975**	**0.20**	**0.10**	**0.05**	**0.025**	**0.02**	**0.01**	**0.005**	**0.002**	**0.001**
1	0.0000393	0.000982	1.642	2.706	3.841	5.024	5.412	6.635	7.879	9.550	10.828
2	0.0100	0.0506	3.219	4.605	5.991	7.378	7.824	9.210	10.597	12.429	13.816
3	0.0717	0.216	4.642	6.251	7.815	9.348	9.837	11.345	12.838	14.796	16.266
4	0.207	0.484	5.989	7.779	9.488	11.143	11.668	13.277	14.860	16.924	18.467
5	0.412	0.831	7.289	9.236	11.070	12.833	13.388	15.086	16.750	18.907	20.515
6	0.676	1.237	8.558	10.645	12.592	14.449	15.033	16.812	18.548	20.791	22.458
7	0.989	1.690	9.803	12.017	14.067	16.013	16.622	18.475	20.278	22.601	24.322
8	1.344	2.180	11.030	13.362	15.507	17.535	18.168	20.090	21.955	24.352	26.124
9	1.735	2.700	12.242	14.684	16.919	19.023	19.679	21.666	23.589	26.056	27.877
10	2.156	3.247	13.442	15.987	18.307	20.483	21.161	23.209	25.188	27.722	29.588
11	2.603	3.816	14.631	17.275	19.675	21.920	22.618	24.725	26.757	29.354	31.264
12	3.074	4.404	15.812	18.549	21.026	23.337	24.054	26.217	28.300	30.957	32.909
13	3.565	5.009	16.985	19.812	22.362	24.736	25.472	27.688	29.819	32.535	34.528
14	4.075	5.629	18.151	21.064	23.685	26.119	26.873	29.141	31.319	34.091	36.123
15	4.601	6.262	19.311	22.307	24.996	27.488	28.259	30.578	32.801	35.628	37.697
16	5.142	6.908	20.465	23.542	26.296	28.845	29.633	32.000	34.267	37.146	39.252
17	5.697	7.564	21.615	24.769	27.587	30.191	30.995	33.409	35.718	38.648	40.790
18	6.265	8.231	22.760	25.989	28.869	31.526	32.346	34.805	37.156	40.136	42.312
19	6.844	8.907	23.900	27.204	30.144	32.852	33.687	36.191	38.582	41.610	43.820
20	7.434	9.591	25.038	28.412	31.410	34.170	35.020	37.566	39.997	43.072	45.315
21	8.034	10.283	26.171	29.615	32.671	35.479	36.343	38.932	41.401	44.522	46.797
22	8.643	10.982	27.301	30.813	33.924	36.781	37.659	40.289	42.796	45.962	48.268
23	9.260	11.689	28.429	32.007	35.172	38.076	38.968	41.638	44.181	47.391	49.728
24	9.886	12.401	29.553	33.196	36.415	39.364	40.270	42.980	45.559	48.812	51.179
25	10.520	13.120	30.675	34.382	37.652	40.646	41.566	44.314	46.928	50.223	52.620
26	11.160	13.844	31.795	35.563	38.885	41.923	42.856	45.642	48.290	51.627	54.052
27	11.808	14.573	32.912	36.741	40.113	43.195	44.140	46.963	49.645	53.023	55.476
28	12.461	15.308	34.027	37.916	41.337	44.461	45.419	48.278	50.993	54.411	56.892
29	13.121	16.047	35.139	39.087	42.557	45.722	46.693	49.588	52.336	55.792	58.301
30	13.787	16.791	36.250	40.256	43.773	46.979	47.962	50.892	53.672	57.167	59.703
31	14.458	17.539	37.359	41.422	44.985	48.232	49.226	52.191	55.003	58.536	61.098

Ek-4. Birincil Araştırmalar %95 Güven Aralığı Alt ve Üst Sınır Değerleri

	Alt Limit	Üst Limit
META_10	0,533	1,135
META_101	-0,752	1,011
META_111	0,708	1,535
META_112	1,207	1,777
META_113	-0,51	0,982
META_114	0,306	1,258
META_15	0,354	2,509
META_16	-1,05	2,87
META_18	0,196	1,007
META_20	1,9	4,054
META_23	0,405	1,526
META_3	-0,214	0,965
META_30	0,085	0,73
META_44	0,048	0,886
META_46	-0,272	0,691
META_48	0,253	1,217
META_5	0,128	1,132
META_53	-3,241	3,861
META_55	0,132	0,734
META_57	1,695	3,075
META_6	0,287	1,274
META_66	0,182	0,804
META_67	-1,402	2,762
META_7	-2,288	-0,897
META_73	-0,435	2,031
META_74	-0,568	3,352
META_76	-3,095	6,775
META_84	-0,135	1,594
META_86	0,11	1,537
META_87	-0,643	3,277
META_9	-0,07	1,022
META_99	0,081	0,759
	0,498	0,93

Ek-5. Kodlayıcı İçi Güvenilirliğe İlişkin Tablolar

Araştırmacını kodlayıcı içi güvenilirliği sağlamak amacıyla yapmış olduğu kodlamalar ve uyum matrisi tablosu.

	1. Kodlama														
	META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10
1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	5	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	5	2	6	2	1	2	1	1	1	1	1	1
5	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2
6	4	2	2	2	2	3	2	4	4	3	3	2	2	5	2
7	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
8	3	2	2	2	2	2	1	5	3	2	2	2	1	2	4
9	4	1	3	2	1	1	2	0	3	1	1	1	1	1	5
10	2	3	3	2	3	2	3	7	7	2	2	4	3	2	2
11	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2
12	1	1	1	0	1	2	0	2	1	2	0	0	2	1	1
13	5	4	5	1	2	5	4	0	5	1	1	1	1	1	1
14	1	2	2	0	2	2	2	2	3	5	7	5	5	2	5
15	1	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2
16	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
17	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	0
18	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	0
19	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
21	7	1	2	6	1	6	6	1	2	2	2	2	2	1	0
22	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1

	2. Kodlama														
	META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10
1	3	3	1	1	1	1	1	1	4	2	2	3	3	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
3	2	2	2	5	2	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
4	2	2	2	5	2	6	2	1	2	1	1	1	1	1	1
5	1	1	2	1	1	1	2	2	1	1	2	1	1	1	2
6	4	2	2	2	2	3	2	4	4	3	3	2	2	5	2
7	2	2	2	1	2	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2
8	3	2	2	2	2	2	1	5	3	2	2	2	1	2	4
9	4	1	3	2	1	1	2	0	3	1	1	1	1	1	5
10	2	3	3	2	3	2	3	7	7	2	2	4	3	2	2
11	1	2	2	2	1	2	1	2	2	1	2	2	1	2	2
12	1	1	1	0	1	2	0	2	1	2	0	0	2	1	1
13	5	4	5	1	2	5	4	0	5	1	1	1	1	1	1
14	1	2	2	0	2	2	2	2	3	5	7	5	5	2	5
15	1	2	2	2	2	2	2	0	2	2	0	2	2	2	2
16	1	1	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	1	1
17	1	1	1	2	1	1	1	2	2	2	1	1	1	1	0
18	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	1	1	2	2	0
19	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1	2	2	0
20	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	0
21	7	1	2	6	1	6	6	1	2	2	2	2	2	1	0
22	1	2	2	1	2	2	2	1	2	1	1	2	1	1	1

	Uyum Matrisi														
	META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Her araştırma da uyum olan madde sayısı	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Her bir araştırma için Uyum Oranı	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Ortalama Uyum Oranı	1														

Ek-6. Türkçe Dilinde Yayınlanmış Araştırmalar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği

	Araştırmacı						Kodlayıcı-Türkçe						Uyum Matrisi					
	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10	META_3	META_4	META_5	META_6	META_9	META_10
1	2	2	3	3	1	1	2	2	2	3	1	1	1	1	0	1	1	1
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	1	2	1	1	1	2	1	2	1	1	2	2	1	1	1	1	0	1
6	3	3	2	2	5	2	3	3	2	2	4	2	1	1	1	1	0	1
7	1	1	2	2	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1
8	2	2	2	1	2	4	2	2	2	5	2	4	1	1	1	0	1	1
9	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	5	1	1	1	1	1	1
10	2	2	4	3	2	2	2	2	4	3	2	2	1	1	1	1	1	1
11	1	2	2	1	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	1	0	1	1
12	2	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
14	5	7	5	5	2	5	5	7	0	0	1	5	1	1	0	0	0	1
15	2	0	2	2	2	2	2	0	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
16	2	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	0	0	1	1	1	1	0
17	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1
18	2	1	1	2	2	0	1	1	1	2	2	0	0	1	1	1	1	1
19	2	1	1	2	2	0	2	1	1	2	2	0	1	1	1	1	1	1
20	2	1	2	2	2	0	1	1	1	2	2	0	0	1	0	1	1	1
21	2	2	2	2	1	0	2	2	2	2	1	0	1	1	1	1	1	1
22	1	1	2	1	1	1	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	0	1
Her araştırma da uyum olan madde sayısı													17	22	19	18	17	20
Her bir araştırma için Uyum Oranı													0,773	1,000	0,864	0,818	0,773	0,909
Ortalama Uyum oranı															0,856			

Ek-7. İngilizce Dilinde Yayınlanmış Araştırmalar İçin Kodlayıcı Güvenilirliği

Kodlayıcı-Araştırmacı								
META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99
3	3	1	1	1	1	1	1	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	5	2	2	2	1	2
2	2	2	5	2	6	2	1	2
1	1	2	1	1	1	2	2	1
4	2	2	2	2	3	2	4	4
2	2	2	1	2	1	1	1	2
3	2	2	2	2	2	1	5	3
4	1	3	2	1	1	2	0	3
2	3	3	2	3	2	3	7	7
1	2	2	2	1	2	1	2	2
1	1	1	0	1	2	0	2	1
5	4	5	1	2	5	4		5
1	2	2	0	2	2	2	2	3
1	2	2	2	2	2	2	0	2
1	1	1	2	1	1	1	2	1
1	1	1	2	1	1	1	2	2
2	2	2	2	2	2	1	2	2
2	1	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	1	2	6	1	6	6	1	2
1	2	2	1	2	2	2	1	2

Kodlayıcı-İng								
META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99
3	3	1	1	1	4	1	1	4
2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	5	2	2	2	1	2
2	2	2	2	2	6	2	1	2
1	1	2	1	1	1	2	2	1
4	2	2	2	2	3	2	4	4
1	2	2	1	2	2	2	1	1
3	3	3	3	2	3	3	5	3
1	1	3	1	1	3	3	0	3
2	3	3	2	3	2	3	7	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
0	1	0	0	1	0	0	1	1
5	4	4	1	2	5	4	5	1
1	2	2	0	2	2	2	2	3
1	2	2	2	2	0	2	0	2
1	1	1	2	1	1	1	2	1
1	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
2	2	2	2	2	2	2	2	2
7	1	2	6	2	6	2	1	2
2	2	0	1	2	2	0	1	2

Uyum Matrisi								
META_15	META_23	META_30	META_46	META_55	META_66	META_67	META_95	META_99
1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	0	1	1
0	1	1	0	1	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	0
0	1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	0	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	0	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	0	0	1	0	0	0	1	1
1	1	1	1	1	1	0	1	1
1	0	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	1	0	1	0	1	1
0	1	0	1	1	1	0	1	1
Her araştırma da uyum olan madde sayısı								
17	19	17	19	19	15	14	20	19
Her bir araştırma için Uyum Oranı								
0,770	0,860	0,770	0,860	0,860	0,680	0,640	0,910	0,860
Ortalama Uyum oranı								
0,801								



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...