



**META ANALİZDE GÜVENİRLİK KATSAYISI VE ÖRNEKLEM  
HATA VARYANSIYLA AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN  
ETKİ BÜYÜKLÜĞÜ, HETEROJENLİK VE YAYIN YANLILIĞINA  
ETKİSİ**

**Yıldız Yıldırım Görgülü**

**DOKTORA TEZİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ANABİLİM DALI**

**EĞİTİMDE ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TEMMUZ, 2021**

## TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU

Bu tezin tüm hakları saklıdır. Kaynak göstermek koşuluyla tezin teslim tarihinden itibaren 24(yirmi dört) ay sonra tezden fotokopi çekilebilir.

### YAZARIN

Adı : Yıldız  
Soyadı : YILDIRIM GÖRGÜLÜ  
Bölümü : Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme  
İmza :  
Teslim tarihi : 30.07.2021

### TEZİN

Türkçe Adı : Meta Analizde Güvenirlik Katsayısı ve Örneklem Hata Varyansıyl  
Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etki Büyüklüğü, Heterojenlik ve Yayın Yanlılığına  
Etkisi

İngilizce Adı : The Effect of Weighting Methods with Reliability Coefficient and Sampling  
Error Variance on Effect Size, Heterogeneity and Publication Bias in Meta Analysis

## **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: Yıldız YILDIRIM GÖRGÜLÜ

İmza:.....

## JÜRİ ONAY SAYFASI

Yıldız YILDIRIM GÖRGÜLÜ tarafından hazırlanan “Meta Analizde Güvenirlik Katsayısı ve Örneklem Hata Varyansı ile Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etki Büyüklüğü, Heterojenlik ve Yayın Yanlılığına Etkisi” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı’nda Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Şeref TAN

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Gazi Üniversitesi ) .....

**Başkan:** Prof. Dr. Selahattin GELBAL

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Hacettepe Üniversitesi) .....

**Üye:** Prof. Dr. Hakan Yavuz ATAR

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Üniversitesi) .....

**Üye:** Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Gazi Üniversitesi) .....

**Üye:** Doç. Dr. Nagihan BOZTUNÇ ÖZTÜRK

(Eğitimde Ölçme ve Değerlendirme, Hacettepe Üniversitesi) .....

Tez Savunma Tarihi: 25/06/2021

Bu tezin Eğitim Bilimleri Anabilim Dalı’nda Doktora tezi olması için şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Prof. Dr. Yücel GELİŞLİ

Eğitim Bilimleri Enstitüsü Müdürü .....



*Merhum Dedelerim*  
*Cahit YILDIRIM ve Kaya AKKAYA 'ya*

## TEŞEKKÜR

Her zaman olduğu gibi tez yazma sürecimin başından sonuna bana büyük destek sağladığı ve zaman ayırdığı için, akademik yaşantım boyunca örnek aldığım çok kıymetli danışmanım Prof. Dr. Şeref TAN'a,

Hem doktora ders döneminde vermiş oldukları derslerle akademik anlamda beni geliştiren hem de bu süreçte Tez İzleme Komitesi'nde bulunup tezime çok değerli katkılarını sunarak geliştirmemi sağlayan hocalarım Prof. Dr. Selahattin GELBAL ve Prof. Dr. Hakan Yavuz ATAR'a,

Tez jürimde bulunarak çok önemli katkılar sunan ve akademik anlamda desteklerini esirgemeyen, her konuda danışabildiğim ve teknik bilgilerinden faydalandığım değerli hocalarım Doç. Dr. Melek Gülşah ŞAHİN ve Doç. Dr. Nagihan BOZTUNÇ ÖZTÜRK'e, Süreçte manevi desteklerini esirgemeyen, uzakta olsak her durumda benim için koşuturup yalnız bırakmayan kıymetli arkadaşlarım ve meslektaşlarım Arş. Gör. F. Gül İNCE ARACI, Arş. Gör. Dr. Tuba GÜNDÜZ ve Arş. Gör. Dr. Vildan ÖZDEMİR'e, yine beni yalnız bırakmayan ve desteğini esirgemeyen değerli mesai arkadaşım Arş. Gör. Dr. Derya AKBAŞ'a, beni motive etmek için ellerinden geleni yapan ÇETİN ailesine ve burada sayamadığım tüm hocalarım ve dostlarıma,

Akademik hayata adım attığım ilk günden beri yanımda olan ve bana olan inancını hiç kaybetmeden her zaman destek olan kıymetli hayat arkadaşım Kurtuluş GÖRGÜLÜ'ye, beni her zaman seven ve bana inanıp güvenerek desteklerini esirgemeyen canım babam N. Rifat YILDIRIM'a, canım annem Hanife YILDIRIM'a ve biricik kardeşim Cahit YILDIRIM'a, bugünleri görmek için beni sık sık motive etmeye çalışan ancak bugünleri göremeden yakın zamanda kaybettiğimiz için çok üzgün olduğum merhum dedelerim Cahit YILDIRIM ve Kaya AKKAYA'ya ve burada isimlerine yer veremediğim geniş aileme,

Hem yüksek lisans hem de doktora eğitimimde yurt içi burs olanağı sağlayarak çalışmalarına maddi destek sunan TÜBİTAK'a en içten teşekkürlerimi sunuyorum.

**META ANALİZDE GÜVENİRLİK KATSAYISI VE ÖRNEKLEM  
HATA VARYANSIYLA AĞIRLIKLANDIRMA YÖNTEMLERİNİN  
ETKİ BÜYÜKLÜĞÜ, HETEROJENLİK VE YAYIN YANLILIĞINA  
ETKİSİ**

**(Doktora Tezi)**

**Yıldız Yıldırım Görgülü**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ**

**EĞİTİM BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**Temmuz, 2021**

**ÖZ**

Bu araştırmanın amacı; fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında; heterojenlik istatistikleri, yayın yanlılığı belirleme yöntemlerinin örneklem olarak ele alınan farklı çalışma sayılarından nasıl etkilendiğini incelemektir. Araştırmada ele alınan etki büyüklüklerini ağırlıklandırma yöntemleri; örneklem hata varyansının tersi ve birincil çalışmalardaki ölçümlerin güvenirliliği ile ağırlıklandırmadır. Bu yöntemler altında gri literatürün dahil edilme durumunun ve analizlerin sabit ve rastgele etkiler modelleriyle gerçekleştirilmesinin meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediğinin incelenmesi de amaçlanmıştır. Araştırma temel araştırma türündedir. İncelenen heterojenlik yöntemleri ise  $Q$ ,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$ 'dir. Yayın yanlılığı yöntemleri ise, huni diyagramı, Duval Tweedie'nin kırpma doldurma yöntemi, klasik güvenli N yöntemi, Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu

ve Egger'in regresyon testidir. Çalışma sayıları ise çoğaltma yöntemiyle oluşturularak k, 2k, 6k ve 10k olarak belirlenmiştir. Araştırmının çalışma verisini 112 çalışma ve bu çalışmalardan elde edilen 149 etki büyüklüğü oluşturmaktadır. Bu çalışmaların elde edilmesinde 6712 çalışma incelenmiş ve bu çalışmalardan önceden belirlenen meta analize dahil etme ölçütlerine göre seçim yapılarak çalışma verisi oluşturulmuştur. Çalışmalara “5E” + “fen” + “başarı”, ‘5E AND fen AND başarı’, ‘5E AND science AND achievement’ ve ‘5E AND science AND achievement AND Turkey’ anahtar kelimeleriyle Google Akademik, Dergipark, YÖK Tez Merkezi, Proquest, Science Direct, ERIC, Taylor & Francis, EBSCOhost, Web of Science gibi veri tabanlarında ve arşivlerde tarama yapılarak erişilmiştir. Ayrıca bu veri tabanları dışında fen alanında etki faktörü yüksek olan beş derginin 2005-2020 yılları arasında yayımlanan tüm çalışmaları da incelenmiştir. Elde edilen çalışmalar belirlenen betimsel değişkenler ve etki büyüklüğünü hesaplamada kullanılan istatistikler bağlamında Microsoft Excel'e kodlanmıştır. Kodlanan verilerin analizinde CMA ve Microsoft Excel kullanılmıştır. Araştırmının sonucunda, örneklem hata varyansının tersiyle ve güvenirlikle ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında farklı meta analiz sonuçları elde edilmiştir. Çalışma sayısı bağlamında incelendiğinde ise genel etki büyüklüklerinin çalışma sayısından etkilenmediği, ancak çalışma sayısı arttıkça standart hatanın azaldığı görülmüştür. Heterojenlik belirleme yöntemleri incelendiğinde, tüm ağırlıklandırma yöntemleri için Q'nun yapısı gereği teorik olarak beklediği gibi çalışma sayısından etkilenirken  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$ 'nin çalışma sayısından etkilenmediği bulunmuştur. Ayrıca heterojenliğin en fazla olduğu ağırlıklandırma yönteminin örneklem hata varyansı ağırlıklandırma olduğu görülmüştür. En düşük heterojenlik ise güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde gözlemlenmiştir. Yayın yanlılığı yöntemlerine ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığının söz konusu olduğu, ancak güvenirlikle ağırlıklandırma yöntemlerinde yayın yanlılığının bulunmadığı belirlenmiştir. Ek olarak huni diyagramı, Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu ve Egger'in regresyon testi çalışma sayısından etkilenmezken klasik güvenli N ve Duval ve Tweedie kırpma doldurma yöntemlerinin çalışma sayılarından etkilendiği görülmüştür. Ayrıca gri literatürün dâhil edilmesi durumunun tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde manidar bir farklılığa neden olmadığı belirlenmiştir. Son olarak sabit etkiler ve rastgele etkiler modeli ile yapılan meta analizlerin sonuçları incelendiğinde güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada farklılaşmanın en az olduğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler : etki büyüklüğü ağırlıklandırma yöntemi, heterojenlik, yayın yanlılığı, gri literatür, etki büyüklüğünü güvenirlikle ağırlıklandırma

Sayfa Adedi : xviii + 179

Danışman : Prof. Dr. Şeref TAN

**THE EFFECT OF WEIGHTING METHODS WITH RELIABILITY  
COEFFICIENT AND SAMPLING ERROR VARIANCE ON EFFECT  
SIZE, HETEROGENEITY AND PUBLICATION BIAS IN META  
ANALYSIS**

**(Ph.D Thesis)**

**Yıldız Yıldırım Görgülü**

**GAZI UNIVERSITY**

**GRADUATE SCHOOL OF EDUCATIONAL SCIENCES**

**July, 2021**

**ABSTRACT**

The aim of this study was to examine how heterogeneity statistics, publication bias determination methods were affected by the different number of studies taken as samples when different weighting of effect size methods were used in examining the effect of the 5E teaching method on academic achievement in science education with meta analysis. Methods of weighting the effect sizes discussed in the research; weighting by reverse of sampling error variance and reliability of measures in primary studies. Under these methods, it was also aimed to examine how the inclusion of gray literature and the analysis of fixed and random effects models affected the meta analysis results. The research was of the basic type of research. The heterogeneity methods examined were  $Q$ ,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  and  $R^2$ . Publication bias methods were funnel diagram, Duval Tweedie's trim and fill method, classical fail-safe  $N$  method, Begg and Mazumdar rank correlation and Egger's regression test. The number of studies was created by duplication method and determined as  $k$ ,  $2k$ ,  $6k$  and  $10k$ . The data of the research consisted of 112 studies and 149 effect sizes obtained from these studies. In

obtaining these studies, 6712 studies were examined and the study group was formed by selecting from these studies according to the predetermined meta analysis inclusion criteria. Studies with the keywords "5E" + "science" + "success", "5E AND science AND success", "5E AND science AND achievement" and "5E AND science AND achievement AND Turkey", accessed by searching databases and archives such as Google Scholar, Dergipark, YÖK Thesis Center, Proquest, Science Direct, ERIC, Taylor & Francis, EBSCOhost, Web of Science. In addition, apart from these databases, all the studies published between 2005-2020 of 5 journals with high impact factors in the field of science were also examined. The obtained studies were coded into Microsoft Excel in the context of the descriptive variables determined and the statistics used to calculate the effect size. CMA and Microsoft Excel were used in the analysis of the coded data. As a result of the research, different meta analysis results were obtained when the inverse of the sampling error variance and weighting methods with reliability were used. When examined in the context of the number of studies, it was seen that the overall effect sizes were not affected by the number of studies, but the standard error decreased as the number of studies increased. When the heterogeneity determination methods were examined, it was found that while the Q for all weighting methods was affected by the number of studies, as expected theoretically due to its structure,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  and  $R^2$  were not affected by the number of studies. In addition, it was observed that the weighting method with the highest heterogeneity was weighting with sampling error variance. On the other hand, the lowest heterogeneity was observed in the weighting method with the reliability coefficient. When the results of publication bias methods were examined, it was determined that there was publication bias in weighting with reverse of sampling error variance, but there was no publication bias in weighting with reliability methods. Also, while the funnel diagram, Begg and Mazumdar's rank correlation and Egger's regression test were not affected by the number of studies, it was observed that the classical fail-safe N and Duval and Tweedie trim-fill methods were affected by the number of studies. In addition, it was determined that the inclusion of gray literature did not cause a significant difference in all weighting methods. Finally, when the results of the meta analysis with fixed effects and random effects model were examined, it was concluded that the variation in weighting with reliability coefficient was the least.

Key Words: effect size weighting method, heterogeneity, publication bias, gray literature, effect size weighting with reliability

Page Number: xviii + 179

Supervisor : Prof. Dr. Seref Tan

## İÇİNDEKİLER

|                                              |       |
|----------------------------------------------|-------|
| TELİF HAKKI VE TEZ FOTOKOPİ İZİN FORMU ..... | i     |
| ETİK İLKELERE UYGUNLUK BEYANI.....           | ii    |
| JÜRİ ONAY SAYFASI .....                      | iii   |
| TEŞEKKÜR.....                                | v     |
| ÖZ.....                                      | vi    |
| ABSTRACT .....                               | viii  |
| İÇİNDEKİLER.....                             | x     |
| TABLolar LİSTESİ .....                       | xv    |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                       | xviii |
| BÖLÜM I .....                                | 1     |
| GİRİŞ .....                                  | 1     |
| Problem Durumu .....                         | 1     |
| Araştırmanın Amacı .....                     | 5     |
| Problem Cümlesi.....                         | 5     |
| <i>Alt Problemler</i> .....                  | 6     |
| Araştırmanın Önemi.....                      | 8     |
| Sayıtlar .....                               | 10    |
| Sınırlılıklar .....                          | 11    |
| Tanımlar.....                                | 11    |

|                                                                        |           |
|------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>BÖLÜM II.....</b>                                                   | <b>12</b> |
| <b>KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR .....</b>                   | <b>12</b> |
| Kuramsal Çerçeve.....                                                  | 12        |
| Meta Analiz.....                                                       | 12        |
| <i>Etki Büyüklüğü .....</i>                                            | <i>13</i> |
| Meta Analizde Modeller .....                                           | 16        |
| <i>Sabit Etkiler Modeli.....</i>                                       | <i>16</i> |
| <i>Rastgele Etkiler Modeli .....</i>                                   | <i>16</i> |
| <i>Heterojenlik .....</i>                                              | <i>17</i> |
| <i>Karma Etkiler Modeli.....</i>                                       | <i>20</i> |
| Yayın Yanlılığı .....                                                  | 21        |
| <i>Huni Grafiği.....</i>                                               | <i>23</i> |
| <i>Rosenthal'ın Güvenli N Yöntemi (Dosya Çekmecesi Problemi).....</i>  | <i>24</i> |
| <i>Kırpma Doldurma Yöntemi .....</i>                                   | <i>26</i> |
| <i>Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi.....</i>               | <i>26</i> |
| <i>Egger'in Regresyon Testi .....</i>                                  | <i>27</i> |
| Birincil Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Ağırlıklandırma Yöntemleri..... | 28        |
| <i>Örneklem Büyüklüğü ile Ağırlıklandırma Yöntemi.....</i>             | <i>29</i> |
| <i>Örneklem Hata Varyansının Tersine Ağırlıklandırma.....</i>          | <i>30</i> |
| İlgili Araştırmalar .....                                              | 30        |
| <b>BÖLÜM III .....</b>                                                 | <b>39</b> |
| <b>YÖNTEM.....</b>                                                     | <b>39</b> |
| Araştırmanın Türü.....                                                 | 39        |
| Verilerin Toplanma Süreci .....                                        | 40        |

|                                                                                                                                 |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Verilerin Analizi.....</b>                                                                                                   | <b>61</b> |
| Birinci Alt Problem için Verilerin Analizi.....                                                                                 | 61        |
| İkinci Alt Problem için Verilerin Analizi.....                                                                                  | 64        |
| Üçüncü Alt Problem için Verilerin Analizi.....                                                                                  | 67        |
| Dördüncü Alt Problem için Verilerin Analizi.....                                                                                | 69        |
| Beşinci Alt Problem için Verilerin Analizi.....                                                                                 | 70        |
| <b>BÖLÜM IV .....</b>                                                                                                           | <b>72</b> |
| <b>BULGULAR VE YORUM.....</b>                                                                                                   | <b>72</b> |
| <b>Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etkisi).....</b>                               | <b>72</b> |
| 1.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Örneklem Hata Varyansıyla Ağırlıklandırma).....                                             | 73        |
| 1.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Güvenirlikle Ağırlıklandırma).....                                                          | 75        |
| <b>İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Heterojenlik İstatistiklerinin Etkilenmesi).....</b>                          | <b>79</b> |
| 2.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Q Heterojenlik İstatistiğinin Kestirilmesi).....                                   | 80        |
| 2.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $T^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi) ..                                             | 81        |
| 2.3. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $I^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi) ..                                             | 83        |
| 2.4. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $H^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi) ..                                             | 85        |
| 2.5. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $R^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi) ..                                             | 86        |
| <b>Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Yayın Yanlılığının Etkilenmesi)..</b>                                         | <b>89</b> |
| 3.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Huni Diyagramı ve Duval ve Tweedie Kırpma Doldurma Yöntemlerinin Etkilenmesi)..... | 90        |

|                                                                                                                 |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2. Alt Problemlere İlişkin Bulgular ve Yorum (Rosenthal'ın Güvenli N Yönteminin Etkilenmesi).....             | 94         |
| 3.3. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yönteminin Etkilenmesi) ..... | 97         |
| 3.4. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Egger'in Regresyon Testi Yönteminin Etkilenmesi) .....                      | 99         |
| Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Etkisi) .....                                  | 104        |
| 4.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Dahil Edilmesi Etkisi) .....                       | 105        |
| 4.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Dahil Edilmemesine Etkisi) .....                   | 106        |
| Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Modellerin Etkilenmesi).....                                    | 110        |
| 5.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Sabit Etkiler Modeline Etkisi) .....                               | 110        |
| 5.2 Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Rastgele Etkiler Modeline Etkisi) .....                             | 112        |
| <b>BÖLÜM V .....</b>                                                                                            | <b>115</b> |
| <b>SONUÇ, TARTIŞMA ve ÖNERİLER.....</b>                                                                         | <b>115</b> |
| Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etkisi).....                      | 115        |
| Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar.....                                                                      | 118        |
| İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Heterojenlik Katsayılarının Etkilenmesi).....                    | 119        |
| İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar .....                                                                      | 123        |
| Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Yayın Yanlılığının Etkilenmesi)..                                | 124        |

|                                                                                                  |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar .....                                                       | 129 |
| Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Gri Literatürün Etkisi) .....                   | 131 |
| Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar .....                                                     | 133 |
| Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Modellerin Etkilenmesi).....                     | 134 |
| Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar .....                                                      | 137 |
| Öneriler .....                                                                                   | 138 |
| Uygulayıcılara Yönelik Öneriler .....                                                            | 138 |
| Araştırmacılara Yönelik Öneriler.....                                                            | 142 |
| KAYNAKLAR.....                                                                                   | 144 |
| EKLER.....                                                                                       | 155 |
| EK 1 - META ANALİZE DAHİL EDİLEN ÇALIŞMALARIN SIRALI LİSTESİ..                                   | 156 |
| EK 2 - BİRİNCİL ÇALIŞMALARA İLİŞKİN ÖRNEKLEM HATA VARYANSI, GÜVENİRLİK KATSAYISI DEĞERLERİ ..... | 165 |
| EK 3 - ÖRNEKLEM HATA VARYANSI İLE AĞIRLIKLANDIRMA İÇİN ORMAN GRAFİĞİ.....                        | 169 |
| EK 4 - GÜVENİRLİK İLE AĞIRLIKLANDIRMA İÇİN ORMAN GRAFİĞİ .....                                   | 170 |
| EK 5 - BİRİNCİL ÇALIŞMALARA İLİŞKİN ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜKLERİ..                                      | 171 |
| EK 6 - HUNİ DİYAGRAMLARI .....                                                                   | 175 |

## TABLÖLER LİSTESİ

|                                                                                                                         |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1 <i>Birincil Çalışmaların Yayın Türüne ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                               | 43 |
| Tablo 2 <i>Birincil Çalışmaların Çalışma Diline ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                             | 43 |
| Tablo 3 <i>Birincil Çalışmaların Yayın Yıllarına ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                            | 44 |
| Tablo 4 <i>Birincil Çalışmaların Elde Edildiği Veri Tabanlarına ilişkin Betimsel İstatistikler</i> .....                | 44 |
| Tablo 5 <i>Birincil Çalışmaların Araştırma Desenine ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                         | 45 |
| Tablo 6 <i>Birincil Çalışmaların Sınıf Düzeyine ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                             | 45 |
| Tablo 7 <i>Birincil Çalışmaların Konu Alanına ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                               | 46 |
| Tablo 8 <i>Birincil Çalışmaların Uygulama Zamanına ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....                          | 46 |
| Tablo 9 <i>Birincil Çalışmaların Gerçekleştirildiği Okul Türüne ilişkin Betimleyici İstatistikler</i> .....             | 47 |
| Tablo 10 <i>Birincil Çalışmaların Seçiminde Kullanılacak Ölçütler</i> .....                                             | 49 |
| Tablo 11 <i>Veri Tabanlarında Kullanılan Anahtar Kelimeler ve Erişilen Çalışma Sayıları</i> .....                       | 52 |
| Tablo 12 <i>Dergilerden Erişilen Çalışma Sayıları</i> .....                                                             | 53 |
| Tablo 13 <i>Veri Tabanlarından ve Dergilerden Erişilen Toplam Çalışma Sayıları</i> .....                                | 53 |
| Tablo 14 <i>Kodlanan Betimsel Değişkenler ve Etki Büyüklüğü Hesaplamak için Kodlanan İstatistikler</i> .....            | 59 |
| Tablo 15 <i>Örneklem Hata Varyansı ile Ağırlıklandırmada Farklı Çalışma Sayılarına göre Meta Analiz Sonuçları</i> ..... | 73 |
| Tablo 16 <i>Güvenirlilik ile Ağırlıklandırmada Farklı Çalışma Sayılarına göre Meta Analiz Sonuçları</i> .....           | 75 |

|                                                                                                                                                       |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 17 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre $Q$ Değerleri .....                                                      | 80  |
| Tablo 18 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre $T^2$ , Standart Hata ve Varyans Değerleri.....                          | 82  |
| Tablo 19 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre $I^2$ Değerleri .....                                                    | 84  |
| Tablo 20 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre $H^2$ Değerleri .....                                                    | 85  |
| Tablo 21 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre $R^2$ Değerleri .....                                                    | 86  |
| Tablo 22 Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Duval ve Tweedie Kırpma Doldurma Sonuçları.....             | 93  |
| Tablo 23 Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Güvenli $N$ Sonuçları.....                                  | 95  |
| Tablo 24 Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi Sonuçları..... | 98  |
| Tablo 25 Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Egger'in Regresyon Testi Yöntemi Sonuçları.....             | 100 |
| Tablo 26 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerine Göre Yayın Yanlılığı Yöntemlerinden Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi.....                        | 104 |
| Tablo 27 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatürün Dahil Edilmesi Durumunda Meta Analiz Sonuçları .....                                  | 105 |
| Tablo 28 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatürün Dahil Edilmemesi Durumunda Meta Analiz Sonuçları .....                                | 107 |
| Tablo 29 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatür ve Makalelerin $Q$ Testi ile Karşılaştırılması Sonuçları .....                          | 109 |

|                                                                                                                 |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tablo 30 <i>Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Sabit Etkiler Modeli için Meta Analiz Sonuçları</i> .....    | 111 |
| Tablo 31 <i>Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Rastgele Etkiler Modeli için Meta Analiz Sonuçları</i> ..... | 112 |



## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                                                                                                                                                                  |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| <i>Şekil 1</i> Etki büyüklükleri arasında yapılabilecek dönüşümler .....                                                                                         | 15  |
| <i>Şekil 2</i> Yayın yanlılığının etkisi.....                                                                                                                    | 22  |
| <i>Şekil 3</i> Yayın yanlılığının yokluğu (a) ve varlığı (b) durumunda huni grafikleri.....                                                                      | 24  |
| <i>Şekil 4</i> PRISMA akış şeması .....                                                                                                                          | 55  |
| <i>Şekil 5</i> Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre Cohen d genel etki büyüklükleri grafiği .....                                                 | 77  |
| <i>Şekil 6</i> Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre standart hata değerleri grafiği .....                                                         | 78  |
| <i>Şekil 7</i> Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre Q, T <sup>2</sup> , I <sup>2</sup> , H <sup>2</sup> ve R <sup>2</sup> değerleri grafiği ..... | 88  |
| <i>Şekil 8</i> Farklı çalışma sayılarından ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen huni diyagramları.....                                           | 91  |
| <i>Şekil 9</i> Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre yayın yanlılığı sonuç grafikleri .....                                                        | 102 |
| <i>Şekil 10</i> Ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında gri literatürün dahil edilme durumuna göre meta analiz sonuç grafikleri.....                               | 108 |
| <i>Şekil 11</i> Ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında sabit ve rastgele etkiler modeline göre meta analiz sonuç grafikleri .....                                 | 113 |

# BÖLÜM I

## GİRİŞ

Bu bölümde araştırmanın problem durumu, araştırmanın amacı, araştırmanın önemi, sayıltılar ve sınırlılıklara yer verilmiştir.

### **Problem Durumu**

Günümüzde teknolojinin gelişmesi ve küreselleşmenin artmasıyla bilim eski çağlara nazaran farklı bir yapıya bürünmüştür. Bilimin önemli özelliklerinden biri tekrarlanabilir olması ve birikimli bir şekilde ilerlemesidir. Literatürde farklı alanlarda aynı ya da benzer araştırma problemleri çerçevesinde birçok araştırmanın yapıldığı gözlenmektedir. Bu nedenle geçmişte çalışma sayısı daha az olduğu için bulguları birleştirmeye ihtiyaç duyulmazken, zamanla aynı çerçevede yapılan çalışmaların artması ve çalışmaların tekrarlanmasıyla bu çalışmaların birleştirilmesi birçok alanda gerekli hale gelmiştir. Sonuç olarak bu gereklilik meta analiz yönteminin doğuşuna sebep olmuştur.

Tekrarlanan araştırmalardan elde edilen bulguları birleştirmek için kullanılan yöntem uzun bir geçmişe sahiptir (Hedges ve Olkin, 1985 s. XV). Simpson ve Pearson'ın (1904) yaptığı araştırma meta analiz çalışmalarının ilk örneklerinden biridir (National Research Council, 1992). Simpson ve Pearson (1904) çalışmalarında beş bağımsız çalışmadan elde edilen verileri kullanarak çiçek hastalığı için yapılan aşının etkililiğini değerlendirmek amacıyla

ölüm oranı ile aşılama arasındaki korelasyonu kestirmiştir. Bulguların birleştirilmesinin ilk örnekleri astronomik ve fiziksel ölçümlerde gözlenmektedir. Tarım alanında da çalışmalar sıklıkla tekrarlandığı için bu alan sonuçların birleştirilmesine yönelik istatistiksel tekniklerin geliştirilmesine yol açmıştır (Hedges ve Olkin, 1985, s. XV). Farklı çalışmalardan elde edilen kestirimleri birleştirme geleneği, 1976 yılında Glass önerene kadar eğitimsel veya psikolojik araştırmalarda fazla kullanılmamıştır. Bu yöntemlerin eğitim araştırmalarında sık kullanılmamasının nedeni tarım alanında yapılan kestirimleri birleştirmek için kullanılan yöntemlerin (birleştirilmiş manidarlık testi gibi) genel olarak eğitim verileri için geçerli olmamasıdır. Çünkü tarım alanında yapılan tüm çalışmalar aynı değişkeni aynı ölçekte ölçerken, eğitim ve psikoloji alanında yapılan çalışmalarda belirli psikolojik yapıların ya da akademik başarı gibi değişkenlerin tüm çalışmalarda aynı ölçekte ölçülmemesidir. Ancak Glass 1976 yılında farklı ölçekler ile yapılan çalışmaların sonuçlarını birleştirmek için etki büyüklüğü indeksini kullanmayı önererek hangi ölçeğin kullanıldığından bağımsız olarak çalışmaları karşılaştırılabilir ve birleştirilebilir hale getirmiştir (Hedges ve Olkin, 1985, s. 6). Glass (1976) çalışmasında araştırma bulgularının birleştirilmesine meta analiz adını vermiştir.

Yakın geçmişte, hem tıp hem de sosyal bilimler alanlarında sistematik derlemelerin kullanılmasında büyük bir artış görülmüştür (Pigott, 2012). Günümüzde eğitim bilimleri alanında da meta analiz çalışmalarına sıklıkla rastlanmaktadır (Chen ve Yang, 2019; Klassen ve Tze, 2014; Machtmes ve Asher, 2000; Nunnery, Chappel ve Arnold, 2013; Walker ve Leary, 2009). Türkiye’de de uluslararası literatürde görüldüğü gibi eğitimde meta analiz çalışmaları yaygınlaşmaktadır (Ayaz, 2016; Kozcu Çakır ve Güven, 2019; Toraman ve Ulubey, 2016; Tosuntaş, İnci ve Çubukçu, 2020). Ancak meta analiz çalışmaları gerçekleştirmeden önce birincil çalışmalara ilişkin heterojenlik ve yayın yanlılığı incelenmesi gereken etkenler olmasına karşın, Ferguson ve Brannick (2012) ve Pettiti (2001) de araştırmalarında literatürde heterojenliği, yayın yanlılığını incelemeyen ve önlem almayan ya da tek bir yöntem ile inceleyen çalışmaların var olduğunu ifade etmişlerdir. Bu

nedenle bu çalışmada heterojenliğin ve yayın yanlılığının tespit edilmesinde kullanılan istatistikler ve yöntemlerin karşılaştırılması amaçlanmıştır. Böylelikle Türkiye’de eğitim alanında yapılan meta analiz çalışmalarında hangi yöntemler kullanılarak heterojenliğin ve yayın yanlılığının belirleneceğine ilişkin literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır.

Araştırmada incelenecek başka bir husus ise meta analizde birincil çalışmaların ağırlıklandırılmasıdır. Meta analizde birincil çalışmalar genel olarak örneklem büyüklüğünden yola çıkılarak örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırılmaktadır ve hata varyansının sadece örneklemden kaynaklandığı varsayılmaktadır. Ancak hata varyansının örneklem dışında da kaynakları bulunmaktadır. Hata, ölçme aracından ya da ölçüm yapan bireyden kaynaklanabileceği gibi ölçüm yapılan ortamdan ve ölçülen özelliğin yapısından da kaynaklanabilir. Ayrıca Rosenthal (1991) de çalışmaları sıfır ile bir arasında herhangi bir ağırlık kullanarak kalitesiyle orantılı olarak ağırlıklandırmanın akıllıca olduğunu belirtmiştir. Bu nedenle bu araştırmaya özgün olarak çalışmaların örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırmanın dışında güvenilirlik katsayısı ile de ağırlıklandırma yapılarak meta analizden elde edilen genel etki büyüklüğünün ve standart hatanın nasıl etkilendiği de incelenmiştir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapan bir başka çalışmaya literatürde rastlanmamıştır. Meta analizde çalışmaların sentezlenmesinde, etki büyüklüklerini ağırlıklandırmada güvenilirlik katsayısının kullanılması bu çalışmanın özgün ve literatüre katkı sağlayacak yenilikçi yanıdır. Bu doğrultuda araştırma diğer metodolojik meta analiz araştırmalarından ayrılmaktadır. Örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırma ve güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında da heterojenlik ve yanlılık yöntemlerinin sonuçları birbirleriyle karşılaştırılarak nasıl değişiklik gösterdiği ve hangi ağırlıklandırma yönteminde hangi heterojenlik ve yayın yanlılığı yöntemlerinin de eğitim araştırmaları için daha uygun olabileceği incelenerek tartışılmıştır. Araştırma kapsamında ele alınan bir diğer husus ise çalışma sayısıdır. Tüm ağırlıklandırma yöntemleri için çalışma sayısının meta analiz sonuçlarını, heterojenlik yöntemlerinin sonuçlarını ve yanlılık yöntemlerinin sonuçlarını nasıl değiştirdiği de ele alınmıştır. Çalışma

sayısının heterojenlik ve yanlılık yöntemleri üzerindeki etkisini inceleyen araştırmalar literatürde mevcuttur (Erdoğan ve Kanık, 2011; Higgins ve Thompson, 2002; Kaşali, 2014; Macaskill, Walter ve Irwig, 2001). Ancak bu araştırmayı diğer araştırmalardan ayıran özelliği bu etkiyi farklı ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında ele almasıdır. Çünkü hatanın yalnızca örneklemden kaynaklandığını varsaymak tam olarak doğru bir yaklaşım değildir. Literatürde eğitim araştırmalarında meta analistlerin bildiri, rapor, tez gibi yayınlanmamış çalışmaları dahil etmediği sıklıkla görülmektedir (Altunoğlu vd., 2020; Bozdemir, Ezberci Çevik, Altunoğlu ve Kurnaz, 2017; Yeşilpınar Uyar ve Doğanay, 2018). Bu tür çalışmalar gri literatür olarak adlandırılmaktadır. Bu durumun yanı sıra meta analiz çalışmalarına yalnızca tezleri dahil eden araştırmaların da mevcut olduğu görülmüştür (Alacapınar ve Ok, 2020; Basit, 2020; Başpınar, 2021, Camnalbur ve Mutlu Bayraktar, Dikmen ve Tuncer, 2018; Saraç, 2018a; Saraç, 2018b, Tatal, Kaçire ve Atabey, 2016). Bu nedenle meta analiz çalışmalarında gri literatürün dahil edilmesi ve edilmemesi durumlarının meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği de farklı bir problemidir. Buradan yola çıkarak farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin altında gri literatürün dahil edilmesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği de bu araştırmanın kapsamında incelenmiştir. Literatürde gri literatürün dahil edilmesi durumunun etkisini inceleyen çalışmalar olmakla (Hartling, Featherstone, Nuspl, Shave, Dryden ve Vandermeer, 2017; Moher, Fortin, Jadad, Jüni, Klassen, Le Lorier, Liberati, Linde ve Penna, 1996) beraber bu araştırmayı diğer araştırmalardan farklı kılan nokta iki ağırlıklandırma yöntemi bağlamında bu etkiyi inceliyor olmasıdır.

Meta analizde sabit etkiler modeli, rastgele etkiler modeli ve karma etkiler modeli bulunmaktadır. Eğitim alanında gerçekleştirilen meta analiz çalışmalarında genellikle birincil çalışmalar farklı evrenlerde gerçekleştirildiği için rastgele etkiler modeli kullanılmaktadır. Çünkü rastgele etkiler modeli çalışmaların kendi evren etki büyüklüklerine sahip olmasını mümkün kılan bir modeldir (Cheung, 2015). Literatür incelendiğinde örneklem hata varyansının tersi (sonraki bölümlerde örneklem hata varyansıya

ağırlıklandırma olarak anılacaktır) ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit ve rastgele etkiler modelini karşılaştıran çalışmaların bulunduğu görülmüştür (Schmidt, Oh ve Hayes, 2009; Villar, Mackey, Carroli ve Donner, 2001). Ancak bu araştırmada ele alınan güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde modellerin nasıl farklılaştığı bilinmemektedir. Bu nedenle literatürdeki araştırmalardan farklı olarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmanın yanı sıra güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit ve rastgele etkiler modeli kullanımının meta analiz sonuçlarını nasıl değiştirdiği incelenmiştir.

### **Araştırmanın Amacı**

Bu araştırmanın amacı fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede çalışmaların örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle ağırlıklandırılması yapıldığında; heterojenlik istatistikleri, yayın yanlılığı belirleme yöntemlerinin farklı çalışma sayılarından nasıl etkilendiğini incelemektir. Ayrıca araştırmada fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede farklı çalışma sayılarının bulunduğu durumlarda, ağırlıklandırmanın örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapılmasının sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modeli ile genel etki büyüklüğünün ve bu etki büyüklüğünün güven aralığına nasıl etki ettiğinin de incelenmesi amaçlanmıştır. Ek olarak araştırma kapsamında fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dâhil edilmesi ve dâhil edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği de incelenmiştir.

### **Problem Cümlesi**

Araştırmanın amacı ile paralel olarak araştırma problemi şu şekildedir:

“Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede çalışmaların ağırlıklandırılması örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle

yapıldığında; heterojenlik istatistikleri, yayın yanlılığı belirleme yöntemleri ve sabit ve rastgele etkilere modeli ile elde edilen meta analiz sonuçları çalışma sayılarının (k, 2k, 6k, 10k) değişmesinden nasıl etkilenmektedir?”

### ***Alt Problemler***

Problem doğrultusunda aşağıdaki alt problemlere cevap aranacaktır;

1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
  - 1.1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
  - 1.2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığında genel etki büyüklüğünün meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında heterojenlik katsayıları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
  - 2.1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Q çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
  - 2.2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $T^2$  çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?

- 2.3. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $I^2$  çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 2.4. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında H çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 2.5. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $R^2$  çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
3. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında yayın yanlılığı yöntemleri çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 3.1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında huni diyagramı ve Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 3.2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Klasik güvenli N yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 3.3. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?
- 3.4. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında

Egger'in regresyon sabiti yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?

4. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi meta analiz sonuçlarını nasıl etkilenmektedir?

4.1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi durumunda meta analiz sonuçları nasıldır?

4.2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmemesi meta analiz sonuçları nasıldır?

5. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modellerinde meta analiz sonuçları nasıl farklılaşmaktadır?

5.1. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modelinde meta analiz sonuçları nasıldır?

5.2. Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında rastgele etkiler modellerinde meta analiz sonuçları nasıldır?

## **Araştırmanın Önemi**

Bu araştırmada fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle ağırlıklandırmanın meta analiz sonuçlarına etkisi incelenmiştir. Literatürde sıklıkla kullanılan örneklem hata varyansı ile

ağırlıklandırmanın yanı sıra güvenilirlikle ağırlıklandırma da yapılacağı için bu araştırmanın önemli olduğu düşünülmektedir. Çünkü meta analiz çalışmalarında hata kaynağının sadece örneklem olduğu ele alınarak kestirim yapılmaktadır, ancak tek hata kaynağı örneklem değildir. Literatürde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma dışında farklı bir ağırlıklandırma tekniğinin kullanıldığı çalışmalara pek rastlanmadığı için araştırma önem arz etmektedir. Ayrıca güvenilirlikle ağırlıklandırmaya daha önce literatürde rastlanmamış olması ve bu çalışmada güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma formüle edilerek ilk kez deniyor olması çalışmayı önemli kılmaktadır. Araştırmada ele alınan diğer bir husus ise bu ağırlıklandırma yöntemlerinin altında heterojenlik ve yayın yanlılığı yöntemlerinin çalışma sayılarından nasıl etkilendiğidir. Literatürde heterojenlik ve yayın yanlılığı yöntemlerini ele alarak karşılaştıran araştırmalar olsa da bunu belirtilen ağırlıklandırma yöntemlerinin altında yapan bir araştırmaya rastlanmamıştır. Literatürde rastlanan araştırmalar genellikle yurt dışında rastlandığı için Türkiye örneklemi üzerinde heterojenlik yöntemlerini karşılaştıran ya da çalışma sayılarının etkisini inceleyen çalışma oldukça azken yayın yanlılığı yöntemlerini karşılaştıran ya da çalışma sayılarının etkisini inceleyen çalışmaya rastlanmamıştır. Heterojenlik yöntemleri için yapılan araştırmalarda çalışma sayılarının etkisini incelerken simülasyon çalışması gerçekleştirildiği ve bu araştırmaların sağlık bilimleri alanında yapıldığı görülmüştür. Bu çalışmada ise gerçek veriler kullanılmış ve eğitim alanında gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle Türkiye’de yapılmış çalışmalardan farklı durumlar ele alındığından araştırma önem arz etmektedir. Ayrıca araştırma uygulayıcılara Türkiye’deki eğitim araştırmalarının meta analizinde hangi heterojenlik, yayın yanlılığı ve ağırlıklandırma yöntemlerinin daha uygun olacağına ilişkin bir kaynak olacağı için de önemlidir. Ek olarak heterojenlik ve yayın yanlılığı konuları bazı meta analiz çalışmalarında ihmal edilmektedir ve bu durum da uygun olmayan sonuçlar doğurmaktadır. Araştırmanın bu açıdan Türkiye’deki araştırmacılara ışık tutacağı düşünüldüğü için de çalışma önemli görülmektedir.

Araştırma kapsamında farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında gri literatürün dahil edilmesi ve edilmemesinin meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği de incelenmiştir. Literatürde eğitim araştırmalarında meta analistlerin bildiri, rapor, tez gibi yayınlanmamış çalışmaları dahil etmediği sıklıkla görülmektedir. Bunun aksine meta analiz çalışmalarına yalnızca tezleri dahil eden araştırmaların da mevcut olduğu görülmüştür. Literatürde gri literatürün dahil edilmesi durumunun etkisini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır ancak bu araştırmada üç ağırlıklandırma yöntemi bağlamında bu etki incelendiği için diğer araştırmalardan ayrılmaktadır. Farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında gri literatürün etkisinin incelenmesi yeni bir husus olduğu için çalışmanın önemli olduğu düşünülmektedir.

Araştırmada ele alınan bir başka husus ise farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında sabit etkiler ve rastgele etkiler modelinden elde edilen meta analiz sonuçlarının nasıl değiştiğini incelemektedir. Literatür incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit ve rastgele etkiler modelini karşılaştıran çalışmaların bulunduğu görülmüştür. Ancak bu araştırmada ele alınan diğer ağırlıklandırma yöntemlerinde modellerin nasıl farklılaştığı bilinmemektedir. Bu nedenle literatürdeki araştırmalardan farklı olarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmanın yanı sıra güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit ve rastgele etkiler modeli kullanımının meta analiz sonuçlarını nasıl değiştirdiği incelenmiştir. Modellerin güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığında sonuçların nasıl değişkenlik gösterdiğine ilişkin bir bilgi kaynağına rastlanmadığı ve ilk defa bu araştırmada incelendiği için çalışma önem arz etmektedir.

## **Sayıtlar**

- 1) Meta analize dahil edilen birincil çalışmaların etiğe uygun olarak gerçekleştirildiği, yönteminin uygun olduğu ve sonuçlarının doğru olduğu varsayılmaktadır.
- 2) Meta analize dahil edilen birincil çalışmalarda akademik başarı puanlarının gerçek fen başarısını temsil ettiği varsayılmaktadır.

## **Sınırlılıklar**

Meta analiz çalışması yöntemde belirtilen kriterlere sahip çalışmalar ile sınırlıdır. Birincil çalışmalar yöntemde belirtilen anahtar sözcükler ile elde edilmiştir.

## **Tanımlar**

*Örneklem Hata Varyansı ile Ağırlıklandırma:* Ters varyans ile ya da diğer bir deyişle örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırmayı belirtmektedir.

*Dosya Çekmecesi Problemi:* Literatürde “File Drawer Problem” olarak adlandırılmaktadır.

*Kırpma Doldurma Yöntemi:* Literatürde “Trim and Fill Method” olarak adlandırılmaktadır.

*Güvenli N:* Rosenthal’in (1979) fail-safe N yöntemini ifade etmektedir.

*Huni Diyagramı/Huni Grafiği:* Literatürde “funnel plot” olarak adlandırılmaktadır.

*Orman Grafiği:* Literatürde “forest plot” olarak adlandırılmaktadır.

## **BÖLÜM II**

### **KURAMSAL ÇERÇEVE VE İLGİLİ ARAŞTIRMALAR**

Bu bölümde meta analize ilişkin kuramsal çerçeveye ve araştırmanın problem durumuyla ilgili literatürde yer alan çalışmaların özetleri sunulmuştur.

#### **Kuramsal Çerçeve**

##### **Meta Analiz**

Glass (1976) veri analizinin üç düzeyi olduğunu ifade etmiş ve bunları birincil, ikincil ve meta analiz olarak adlandırmıştır. Birincil analiz bir araştırmada verilerin orijinal analiziyken, ikincil analiz orijinal araştırma sorusunu daha iyi istatistiksel tekniklerle yanıtlamak ya da eski verilerle yeni soruları cevaplamak amacıyla verilerin yeniden analiz edilmesidir. Meta analiz ise bulguları birleştirmek amacıyla birçok bireysel çalışmadan elde edilen analiz sonuçlarının istatistiksel olarak analiz edilmesidir (Glass, 1976, s. 3). Yani meta analiz birden fazla çalışmanın sonuçları birleştirilerek tek bir sonuç elde etmemizi sağlayan istatistiksel bir yöntemdir. Bu yöntem araştırmacıların verileri bütünleştirmesini ve raporları özetlemesini sağlar (Allen, Preiss, Gayle ve Burrell, 2002). Araştırma verilerinin bütünleştirilmesinde istatistik olarak etki büyüklüğü değerleri kullanılmaktadır. Etki büyüklüğü türlerine ve hesaplamalarına aşağıda yer verilmiştir.

### ***Etki Büyüklüğü***

Çalışmaları nicel olarak birleştirmek için, çalışmalarda karşılaştırılabilir olan ölçümlerin alınması gerekmektedir. Bu tür karşılaştırılabilir ölçümleri almaya yönelik girişimler, etki büyüklükleri olarak adlandırılan bir grup indeks vermiştir (Littell, Corcoran ve Pillai, 2008, s. 17). Etki büyüklüğünü meta analiz yönteminde kullanmak ilk olarak Glass (1976) tarafından önerilmiştir (Hedges ve Olkin, 1985, s. 6). Etki büyüklüğü evrende ortaya çıkan ya da bulunan sonucun büyüklüğünü ifade eder (Ellis, 2010, s. 5) ve bu istatistik müdahale etkisinin büyüklüğünü ya da iki değişken arasındaki ilişkinin gücünü yansıtmak için kullanılmaktadır (Borenstein, Hedges, Higgins ve Rothstein, 2009, s. 3). Etki büyüklüğünün üç genel türü vardır. Bu türler iki sürekli değişkenin ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılanlar (standartlaştırılmış ortalamalar farkı gibi), iki ölçüm arasındaki ilişki için kullanılanlar (korelasyon gibi) ve meydana gelme ya da sıklık oranını iki örnekleme karşılaştırmak için kullanılanlar (odds oranı gibi) şeklinde sınıflandırılabilir (Pigott, 2012). İki sürekli değişkenin ortalamalarını karşılaştırmak için kullanılan etki büyüklüğü istatistikleri grup ortalamalarının farkının standart sapmaya bölünmesiyle elde edilmektedir. Bu tür bir etki büyüklüğünü hesaplamak için Cohen'in d'si, Glass'ın  $\Delta$ 'sı ve Hedges'in g'si gibi istatistikler kullanılmaktadır. Bu istatistiklere ait formüller aşağıdaki gibidir (Ellis, 2010, s. 10) :

$$Cohen\ d = \frac{M_1 - M_2}{SS_{birleştirilmiş}} \quad \text{Eşitlik 2.1}$$

$$Glass\ \Delta = \frac{M_1 - M_2}{SS_{kontrol}} \quad \text{Eşitlik 2.2}$$

$$Hedges\ g = \frac{M_1 - M_2}{SS^*_{birleştirilmiş}} \quad \text{Eşitlik 2.3}$$

Buradaki tüm eşitliklerde  $M_1$  1. grubun ortalamasını,  $M_2$  2. grubun ortalamasını ifade etmektedir. Eşitlik 2.1'de  $SS_{birleştirilmiş}$  iki grup için standart sapmanın (serbestlik derecesine göre ağırlıklı ortalaması hesaplanarak) birleştirilmiş halini ifade ederken, Eşitlik 2.2'de  $SS_{kontrol}$  kontrol grubunun standart sapmasını göstermektedir. Eşitlik 2.3'teki  $SS^*_{birleştirilmiş}$  ise iki grup için standart sapmanın ağırlıklandırılarak birleştirilmiş halini ifade etmektedir.

Cohen  $d$ 'nin küçük örneklerde  $\delta$ 'nın mutlak değerini yanıltıcı kestirme eğiliminde olan küçük bir yanıltılığa sahip olduğu bilinmektedir. Bu yanıltılığın giderilmesi için Cohen  $d$  basit bir düzeltme formülüyle yansız kestirim yapan Hedges  $g$  etki büyüklüğüne dönüştürülebilir (Hedges, 1981).

İki sayısal ölçüm arasındaki doğrusal ilişki için kullanılan etki büyüklüğü istatistiği korelasyon katsayısıdır. Korelasyon katsayısı etki büyüklüğü istatistiği olarak kullanıldığında temel fark, etki büyüklüklerini birleştirmek istediğimizde diğer etki büyüklüğü istatistiklerinde herhangi bir dönüşüme ihtiyaç duyulmazken, burada tipik olarak birleştirmeden önce Fisher'in  $z$ 'sine dönüşüm yapılmasıdır. Etki büyüklüğü korelasyon katsayısı olduğunda, birleştirilecek her çalışma için hem  $r$  (korelasyon) hem de Fisher  $z_r$  (korelasyonun Fisher  $z$  dönüşümü) hesaplanır ve ortalaması ( $\bar{z}_r$ ) alınır. Daha sonra hesaplanan  $z_r$  ortalaması tekrar  $r$ 'ye dönüştürülür ve genel etki büyüklüğü hesaplanmış olur. Ortalama  $z_r$ 'yi  $r$ 'ye dönüştürme aşamasında bu amaç için hazırlanmış istatistiksel tablolar ya da aşağıdaki formül kullanılır (Rosenthal, 1987).

$$r = \frac{(e^{2z_r} - 1)}{(e^{2z_r} + 1)} \quad \text{Eşitlik 2.4}$$

İki örnekte meydana gelme ya da sıklık oranını karşılaştırmak için kullanılan etki büyüklüğü istatistiklerine olasılık farkı (risk farkı), risk oranı ve odds oranı örnek olarak gösterilebilir. Bu istatistikler aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmaktadır (Card, 2012, s. 93-94 ).

$$\text{Olasılık (Risk) Farkı} = p_1 - p_2 \quad \text{Eşitlik 2.5}$$

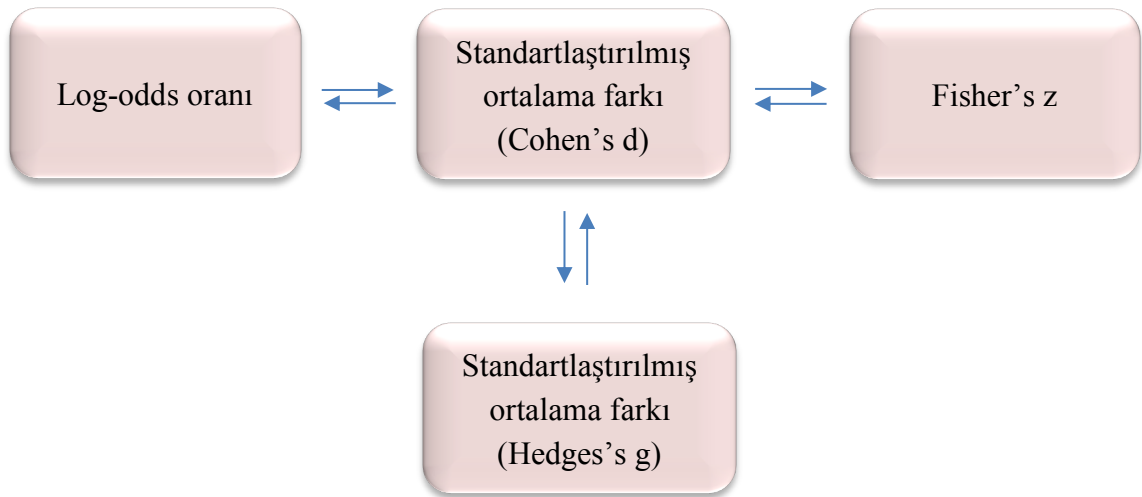
$$\text{Risk Oranı} = p_1/p_2 \quad \text{Eşitlik 2.6}$$

$$\text{Odds} = \frac{p}{1-p} \quad \text{Odds Oranı} = \frac{AD}{BC} = \frac{\frac{p_E}{1-p_E}}{\frac{p_C}{1-p_C}} \quad \text{Eşitlik 2.7}$$

Eşitlik 2.5 ve 2.6'da kullanılan  $p_1$  ve  $p_2$  sırasıyla 1. ve 2. grup için olayın meydana gelme olasılığını göstermektedir. Bu durumda olasılık (risk) farkı hesaplamada iki grup için olayın

meydana gelme olasılığının farkı alınırken, risk oranı hesaplamada iki grup için olayın meydana gelme olasılığı birbirine oranlanmaktadır. Eşitlik 2.7’de kullanılan p değeri ise yine olayın meydana gelme olasılığını göstermektedir ve bu durumda 1-p’de olayın meydana gelmeme olasılığını temsil etmektedir. Bu doğrultuda olayın meydana gelme olasılığı, olayın meydana gelmeme olasılığına oranlanırsa odds elde edilmiş olur. Odds oranı ise deney grubu için odds değerinin, kontrol grubu için odds değerine bölünmesiyle elde edilir. Olasılık farkı, risk oranı ve odds oranı meta analizde kullanılmasında korelasyonda olduğu gibi önce bu etki büyüklüklerinin dönüşümü yapılmaktadır. Bu etki büyüklüğü istatistikleri logaritmik olarak dönüşüme tabii tutulduktan sonra sonuçlar birleştirilerek elde edilen genel log olasılık farkı, log risk oranı ve log odds oranı tekrar genel olasılık farkı, risk oranı ve odds oranına dönüştürülmektedir (Hanji, 2017, s. 92-94).

Görüldüğü üzere benzer çalışmalarda kullanılabilecek farklı etki büyüklüğü istatistikleri bulunmaktadır. Meta analizde çalışma sonuçları sentezlenirken bu etki büyüklüğü istatistikleri arasında dönüşümler yapılabilmektedir. Bu dönüşümler farklı etki büyüklüğü istatistiklerini rapor eden çalışmaların sentezlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Yapılabilecek etki büyüklüğü dönüşümleri Şekil 1’de verilmiştir (Borenstein vd., 2009).



Şekil 1 Etki büyüklükleri arasında yapılabilecek dönüşümler

## **Meta Analizde Modeller**

Çoğu meta analiz iki istatistiksel modelden birine dayanmaktadır. Bunlar sabit etki modeli ve rastgele etki modelidir (Borenstein vd., 2009).

### ***Sabit Etkiler Modeli***

Sabit etkiler modeli altında  $y_i$ 'nin  $i$ . çalışmada  $y_i$  genel etkisini temsil ettiğini düşünelim. Örneklem yeterince büyük olduğunda,  $y_i$ 'nin örneklem hata varyansı  $v_i$ 'ye sahip olduğu varsayılır ve ikisi arasındaki ilişki  $y_i \sim \mathcal{N}(f_i, v_i)$  şeklindedir. Burada  $f_i$   $i$ . çalışmadaki evren etkisi büyüklüğüdür. Gerçek etki  $f_i$  örneklem hatasının olmadığı evren etki büyüklüğünü ifade eder.

Sabit etki modeli altında, örneklem etki büyüklüklerinin eşit olduğu yani evrende tek bir etki büyüklüğünün olduğu varsayılır. Bu  $\beta_F = f_1 = f_2 = \dots = f_K$  ile ifade edilir ve sabit etki modelinde yaygın etkiyi temsil eder. Tek değişkenli sabit etkiler modelinde  $i$ . çalışma için etki büyüklüğü aşağıdaki denklemle gösterilir.

$$y_i = \beta_F + e_i \quad \text{Eşitlik 2.8}$$

Burada  $e_i$ 'nin varyansı  $v_i$  örneklem hata varyansı olarak bilinmektedir. Bu model altında, gözlenen etki büyüklükleri arasındaki farklar sadece örnekleme hatasından kaynaklanır. Örnekleme hatası göz önüne alındığında, tüm çalışmalar için evren etki büyüklüğü aynıdır (Cheung, 2015, s. 83).

### ***Rastgele Etkiler Modeli***

Sabit etkiler modeli tüm çalışmaların aynı ortak etkiyi paylaştığını varsayar, ama çalışmalar örneklem, ölçümler ve nitelik açısından farklılık gösterebilir. Böyle bir durumda tüm çalışmaların aynı ortak etkiye sahip olmasını beklemek mantıklı olmayabilir. Rastgele etkiler modeli çalışmaların kendi evren etki büyüklüklerine sahip olmasını mümkün kılan bir

modeldir. Bu modelde gözlenen etki büyüklüğü için  $y_i$  ve gerçek evren etki büyüklüğü  $f_i$  için i. çalışmada yazılabilecek denklem aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned} y_i &= f_i + e_i \\ f_i &= \beta_R + u_i \\ y_i &= \beta_R + u_i + e_i \end{aligned} \quad \text{Eşitlik 2.9}$$

Burada  $\beta_R$  rastgele etkiler modeli altında ortalama evren etki büyüklüğüdür ve  $u_i \sim \mathcal{N}(0, \tau^2)$  kestirilmesi gereken heterojenlik varyansıdır.  $\tau^2$  gerçek etki büyüklüklerinin varyansı olduğu için teorik olarak örneklem hatasından etkilenmez. Meta analizde genel varsayım  $u_i$  ve  $e_i$ 'nin bağımsız olduğudur,  $u_i$  ve  $e_i$  bağımsız olduğunda  $y_i$ 'nin varyansı aşağıdaki formülle gösterilebilir:

$$\text{Var}(y_i) = \tau^2 + v_i \quad \text{Eşitlik 2.10}$$

Burada  $v_i$  örneklem büyüklüğüne bağlı iken  $\tau^2$  bağlı değildir. Gerçek etki büyüklüğü  $f_i$  göz önüne alındığında, gözlenen etki büyüklüğü  $y_i$  örnekleme hata varyansı  $v_i$  ya da  $\text{Var}(y_i|f_i)$  ile birlikte  $f_i$  etrafında değişir. Eğer bir etki büyüklüğü rastgele olarak seçilirse ve gerçek etki büyüklüğü bilinmiyorsa, en iyi tahmin  $\beta_R$ 'dir. Çünkü gözlenen etki büyüklüğü  $y_i$ 'nin,  $\tau^2$  ve  $v_i$ 'nin toplamının örnekleme hata varyansı ile birlikte  $\beta_R$ 'nin etrafında değişmesi beklenmektedir. Literatürde  $(\tau^2 + v_i)$  ve  $v_i$  sırasıyla koşulsuz varyans ve koşullu varyans olarak bilinmektedir. Sabit etki modelinde bilinmeyen tek parametre  $\beta_F$  iken, rastgele etki modelinde bilinmeyen iki parametre bulunmaktadır ve bunlar  $\beta_R$  ve  $\tau^2$ 'dir (Cheung, 2015, s. 87).

### *Heterojenlik*

Meta analiz çalışmalarında bazen birincil çalışmalardan elde edilen etki büyüklükleri tutarlı iken, bazen tutarlılık söz konusu olmayabilir. Bu nedenle etki büyüklüklerinin çalışmadan çalışmaya dağılımını değerlendirmek önemlidir ve bu dağılım verilerin yorumlanmasında dikkate alınmalıdır. Eğer etki büyüklükleri tutarlı ise (homojen ise) genel etkiye odaklanılır ve bu etki analize dâhil edilen çalışmaların alanı boyunca güçlüdür. Etki büyüklüğü orta

derecede değişkenlik gösteriyorsa, yine genel etki büyüklüğü raporlanabilir, ancak seçilen herhangi bir çalışmada gerçek etki bu değerdan daha yüksek ya da daha düşük olabilir. Etki bir çalışmadan diğetine büyük ölçüde değişiyorsa, genel etki büyüklüğünden ziyade etki büyüklüklerinin dağılımına odaklanılmalıdır. Gözlenen etkilerdeki dağılım kısmen hatalı (etkiler gerçek farklılıkları ve rastgele hatayı içerir) olduğu için, etkilerdeki değişkenliği yorumlamadan önce gözlenen değişkenliğin (eğer varsa) ne kadarlık kısmının gerçek olduğunun belirlenmesi gerekmektedir (Borenstein vd., 2009, s. 6-7). Meta analizde de birincil çalışmalarda olduğu gibi standart sapma ve varyans gibi indeksler kullanarak değişkenlik tanımlanmaktadır. Ancak süreç birincil çalışmalara göre meta analizde daha karmaşıktır. Burada gerçek etki büyüklüklerinin değişkenliği olarak kastedilen “heterojenlik” tir ve aslında gözlemlediğimiz değişkenlik hem (gerçek) heterojenliği hem de rastgele hatayı içermektedir. Rastgele etkiler modeli, gerçek etki büyüklüğünün çalışmadan çalışmaya değişmesine karşı duyarlıdır. Yani heterojenlik durumu olduğunda rastgele etkiler modeli kullanılabilir. Etki büyüklüklerinin heterojenliğini ölçmek ve tanımlamak için bazı yaklaşımlar bulunmaktadır (Borenstein vd., 2009, s. 107). Heterojenlik Q, I<sup>2</sup> ve  $\tau^2$  ile hesaplayarak yorumlanabilir. Ayrıca H<sup>2</sup> ve R<sup>2</sup> istatistiğı de heterojenliğin hesaplanması ve yorumlanmasında kullanılan diğey yöntemlerdir.

Heterojenliği hesaplamak ve yorumlamak için kullanılan istatistiklerden Cochran (1954, s. 114) tarafından önerilen Q Eşitlik 2.11’e göre hesaplanabilir;

$$Q = \sum_{i=1}^k w_i (x_i - \bar{x}_w)^2 \quad \text{Eşitlik 2.11}$$

Meta analizde heterojenliğin hesaplanmasında Q formülü kullanıldığında, formüldeki w<sub>i</sub> örnekleme göre ağırlıklandırma katsayısını (1/S<sub>i</sub><sup>2</sup>) ifade ederken, x<sub>i</sub> i. çalışmadaki etki büyüklüğünü ifade eder.  $\bar{x}_w$  ise çalışmaların ağırlıklandırılmış etki büyüklüğü ortalamasını ifade eder ve  $\bar{x}_w = \sum w_i x_i / \sum w_i$  şeklinde hesaplanır. Ayrıca Eşitlik 2.11’deki k çalışma sayısını belirtmektedir.

Heterojenliği hesaplamak ve yorumlamak için kullanılan üç istatistikten en sık kullanılan I<sup>2</sup> Eşitlik 2.12’ye göre hesaplanabilir;

$$I^2 = \frac{\hat{\tau}^2}{\hat{\tau}^2 + \tilde{v}} \quad \text{Eşitlik 2.12}$$

Bu formülde  $\tilde{v}$  kendine özgü bir çalışma-içi örnekleme hatası varyansıdır.  $I^2$  istatistiği çalışmalar arası heterojenlikten kaynaklanan varyansın, etki büyüklüğünün toplam varyansına oranı olarak yorumlanabilir (Cheung, 2015, s. 92). Ayrıca  $I^2$  Eşitlik 2.13'e göre de hesaplanabilir;

$$I^2 = 100\% \times \frac{Q-sd}{Q} \quad \text{Eşitlik 2.13}$$

$I^2$ 'nin bazı avantajları; meta analizdeki çalışma sayısında bağlı olmaması, geniş ölçekli uygulama sağlaması ve hesaplamasının ve yorumlanmasının basit olması şeklinde sıralanabilir.  $I^2$  istatistiği için kriter değerler belirlenmiştir ve bu değerler her koşula uygun olmamakla birlikte %25 düşük, %50 orta ve %75 yüksek heterojenlik olarak kategorize edilmiştir (Higgins, Thompson, Deeks ve Altman; 2003).

Heterojenliği hesaplamak ve yorumlamak için kullanılan ve  $I^2$ 'nin hesaplanmasında da yer alan  $\hat{\tau}^2$  Eşitlik 2.14'e göre hesaplanabilir;

$$\hat{\tau}^2 = \frac{Q-sd}{\sum w_i - \frac{\sum w_i^2}{\sum w_i}} \quad \text{Eşitlik 2.14}$$

Bu formülde  $Q$  Cochran'ın (1954) önerdiği  $Q$  istatistiğini,  $sd$  ise ki-kare dağılımı için serbestlik derecesini ifade etmektedir. Serbestlik derecesi  $(k-1)$  çalışma sayısından 1 çıkartılarak hesaplanabilir. Ayrıca formülde bulunan  $W_i$ 'de  $i$ . çalışmanın örnekleme göre ağırlıklandırmasını ifade etmektedir.  $\hat{\tau}^2$  çalışmalar arası hata varyansını belirtmektedir. Diğer bir deyişle her bir çalışmanın gerçek etki büyüklüğü bilinir ve bu etki büyüklüklerinin varyansı sonsuz sayıda çalışma için hesaplanabilirse, hesaplanan varyans  $\hat{\tau}^2$ 'dir (Borenstein vd., 2009; sf. 72).

Heterojenliği hesaplamada ve yorumlamada kullanılan  $H^2$  ve  $R^2$  sırasıyla Eşitlik 2.15 ve Eşitlik 2.16'ya göre hesaplanabilir;

$$H^2 = \frac{Q}{k-1} \quad \text{Eşitlik 2.15}$$

$$R^2 = \frac{v_R}{v_F} \quad \text{Eşitlik 2.16}$$

Eşitlik 2.15'te hesaplaması verilen  $H^2$  istatistiği  $Q$  istatistiğindeki göreceli fazlalığı serbestlik dereceleri üzerinden açıklamaktadır. Bu eşitlikte  $k$  çalışma sayısını ifade etmektedir ve burada  $Q$ 'nun serbestlik derecesine oranı heterojenliğin boyutunun bir ölçüsü olarak önerilmektedir. Etki büyüklüklerinin heterojenliğinin yokluğunda  $E[Q]=k-1$  olacağından,  $H^2$ 'nin 1 değerini alması homojenliği ifade etmektedir. Eşitlik 2.16'da  $v_R$  rastgele etkiler modeline dayalı olarak  $(\sigma^2 + \tau^2)/k$ 'yı yaklaşık bir biçimde ( $k$ =çalışma sayısı) temsil ederken,  $v_F$  ise sabit etkiler modelindeki  $(\sigma^2)/k$ 'yı temsil etmektedir. Eşitlik 2.16'da hesaplaması verilen  $R^2$  istatistiğini hesaplamak için alternatif bir formül ise Eşitlik 2.17'de verilmiştir.

$$R^2 = \frac{\sum w_i}{\sum w_i^*} = \frac{\sum w_i}{\sum (w_i^{-1} + \hat{\tau}^2)^{-1}} \quad \text{Eşitlik 2.17}$$

Eşitlik 2.17'de görüldüğü üzere  $R^2$  istatistiği  $\hat{\tau}^2$  fonksiyonunun bir kestirimidir. Çünkü burada  $w_i$ 'nin bilindiği varsayılmaktadır.  $R^2$  istatistiğinin 1 olması etki büyüklüğünün homojenliğinin bir göstergesidir. Bunun nedeni iki modele ilişkin varyanslar eşit olduğunda formülde 1 sonucuna ulaşılmasıdır. Sonuç 1 olduğunda,  $\hat{\tau}^2$  çalışmalar arası varyans 0 demektir.

Görüldüğü üzere heterojenlik hesaplamada ve yorumlamada kullanılan istatistikler birbirleriyle genel olarak ilişkilidir. Benzer olarak  $H^2$  ile  $I^2$  arasında da bir ilişki söz konusudur. Bu ilişki Eşitlik 2.18'de verilmiştir (Higgins ve Thompson, 2002).

$$I^2 = \frac{H^2 - 1}{H^2} \quad \text{Eşitlik 2.18}$$

### ***Karma Etkiler Modeli***

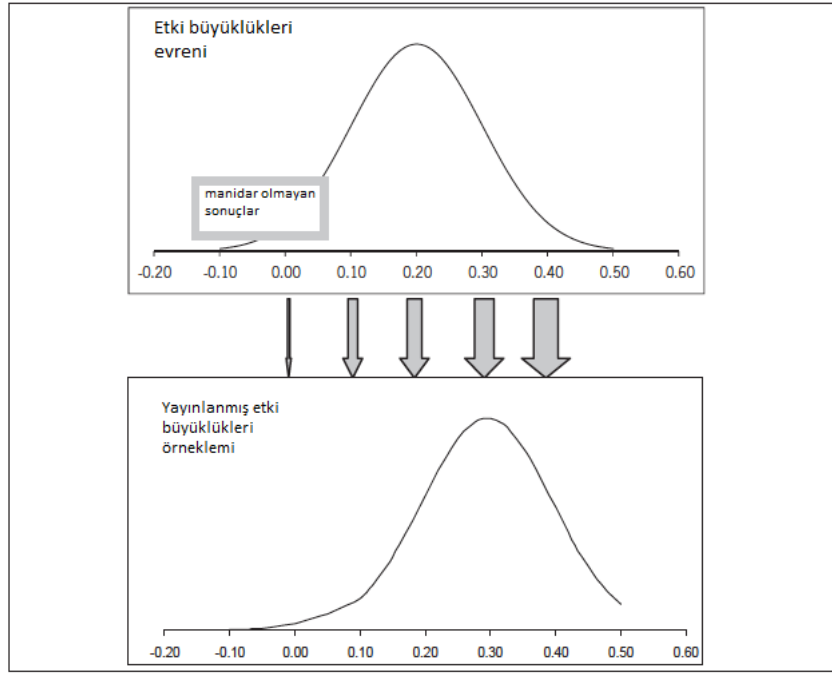
Regresyon analizi veya ANOVA modeli kullanımıyla çalışmalar arası farklılıklar modellendikten sonra bile bir etki büyüklüğü dağılımı heterojen kalabilir. Yani QE veya QW artıkları hala istatistiksel olarak manidar (homojen) olabilir. Bu, sadece sistematik varyanslı bir sabit etkiler modelinin varsayımının ve birey-düzeyinde (subject-level) örnekleme hatasının savunulamayacağını ve karma bir etki modelinin düşünülmesi gerektiğini gösterir. Karma bir etki modeli, çalışma değişkenleri (müdahale türü gibi) arasındaki etkilerin

sistematik olduğunu ve örnekleme hatasına ek olarak etki büyüklüğü dağılımında ölçülmemiş (ve muhtemelen ölçülmeyen) rastgele bir etkinin de bulunduğunu varsayar. Yani, etki büyüklüğü dağılımındaki değişkenlik; çalışma farklılıkları, birey düzeyindeki örnekleme hatası ve ek bir rastgele bileşen arasında sistematik (modellenmiş) olarak tanımlanmaktadır.

Etki büyüklüğü verilerini karma etkiler modeli ile birleştirmek, rastgele etkiler modeliyle birleştirme yöntemine benzemektedir. Burada kritik ve zor olan adım rastgele etkiler varyans bileşeninin kestirilmesidir. Bu kestirim her bir etki büyüklüğü ile ilişkili standart hata varyansına eklenir, ters varyans ağırlıkları yeniden hesaplanır ve yeni ağırlıklar ile bu analiz tekrar çalıştırılır. Karma etkiler modelinde rastgele etkiler varyans bileşeninin kestirimi toplam değişkenlikten (QT) ziyade artık değişkenliklere (QE veya QW) bağlıdır. Ayrıca karma modelde rastgele bileşenin değeri matris cebirine dayalı olarak kestirilmektedir. Karma etkiler modeli altında güven aralıkları, rastgele etkiler varyans bileşeni sıfıra eşit olmadıkça sabit etki modelinden daha büyük olacaktır. Ek olarak sabit etkiler modeli varsayımları altında manidar olan regresyon katsayıları, karma etkiler modelinde artık manidar olmayabilir (Lipsey ve Wilson, 2001, s. 124).

### **Yayın Yanlılığı**

Yayın yanlılığı, çalışmada yer alan yayınlar için yokluk hipotezinin kabul edildiği veya negatif sonuçların bulunduğu çalışmaların, olumlu etkiler elde eden çalışmalardan daha az yayınlanması olasılığını ifade eder. Bu yayın yanlılığının etkisi, literatürde yayınlanmış araştırmaların bir konu üzerinde yürütülmüş tüm çalışmaları temsil edememesidir. Bu nedenle mevcut çalışmaların genel etki büyüklüğünün, tüm çalışmalar dikkate alındığında elde edilecek genel etki büyüklüğünden daha güçlü sonuçlar vermesi muhtemeldir. Yayın yanlılığının etkisi Şekil 2’de verilmiştir (Card, 2012, s. 258).



Şekil 2 Yayın yanlılığının etkisi

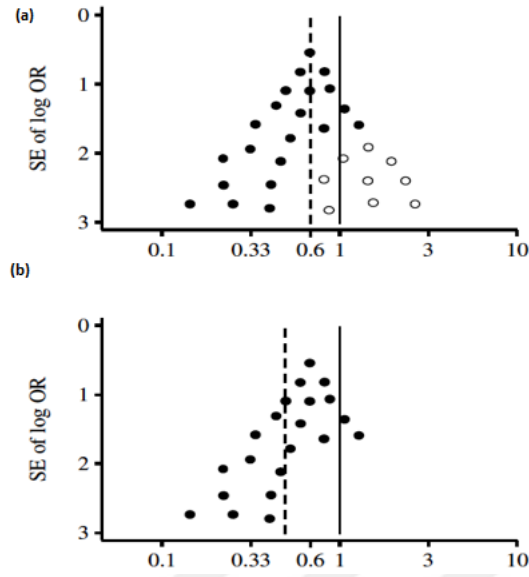
Şekil 2’deki varsayımsal durumda görüldüğü üzere etki büyüklüğü evreninde normal bir dağılım gözlemlenmiştir ve evrende manidar bir etkinin bulunmadığı çalışmalarda bulunmaktadır. Ancak yayınlanmış etki büyüklüğü örnekleminde hemen hemen sadece etkinin manidar olduğu çalışmalara yer verilmiştir.

Yayın yanlılığının başka nedenleri de bulunmaktadır. Bunlardan ilki dil yanlılığı, mevcudiyet yanlılığı, maliyet yanlılığı, benzerlik yanlılığı ve sonuç yanlılığıdır. Dil yanlılığı, örneğin özellikle İngilizce olarak yayınlanan çalışmaların seçici olarak meta analiz çalışmasına dâhil edilmesi iken mevcudiyet yanlılığı araştırmacının kolaylıkla erişebildiği çalışmaları seçici olarak dâhil etmesidir. Maliyet yanlılığı, sadece ücretsiz ya da düşük maliyetle elde edilebilen çalışmaların meta analiz çalışmalarına dâhil edilmesini ifade ederken benzerlik yanlılığı sadece kendi disiplininin seçmeli olarak dâhil edilmesini ifade etmektedir. Son olarak sonuç yanlılığı ise araştırmacının sonuçların yönüne ve istatistiksel manidarlığına bağlı olarak sadece bu yöndeki birincil çalışmaları meta analiz çalışmasına dâhil etmesidir (Rothstein, Sutton ve Borenstein, 2005, s. 3).

Yayın yanlılığı görüldüğü üzere meta analiz çalışmalarının geçerliği için ciddi bir tehdittir ve meta analizde yayın yanlılığının önlenmesinin birincil yolu, hem yayınlanmış hem de yayınlanmamış çalışmaları bulmaktır (Littell vd., 2008, s. 46). Yayın yanlılığı ile başa çıkmanın farklı yöntemleri bulunmaktadır. Bunlara örnek olarak huni grafiği, regresyon yöntemleri, güvenli N (fail-safe N) [dosya çekmecesini problemi (file-drawer problem)] ve kırpma doldurma yöntemi verilebilir (Rothstein vd., 2005). Huni grafiği, güvenli N ve kırpma doldurma yöntemleri örneklem büyüklüğü azaldıkça yanlılığın artacağı düşüncesine dayanarak geliştirilen yöntemlerdir. Bu yöntemler örneklem büyüklüğü ve etki büyüklüğü arasındaki ilişkiyi incelemektedir ve ilişki olduğu bulunursa, bu ilişkinin nedeninin eksik çalışmalar olduğu varsayılır (Borenstein vd., 2009, s. 281). Literatürde bu yöntemlerin yanı sıra Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu testi ve regresyon testleri gibi (Egger'in, Tang'in, Macaskill'in, Deeks'in ve Peters'in) yöntemlerde bulunmaktadır.

### ***Huni Grafiği***

Huni grafikleri meta analizde yayın yanlılığı ve diğer yanlılıkların araştırılmasında birincil görsel araçtır. Bu grafik çalışma büyüklüğünün bir ölçüsüne karşı bireysel çalışmalardan kestirilen müdahale etkilerinin basit dağılım grafiğidir. Huni grafikleri çalışmaların örneklem büyüklüğü arttıkça müdahale etkisinin kestirimindeki kesinliğin arttığı gerçeğine dayanmaktadır. Bu nedenle dikey ekseninde çalışma büyüklüğünün bir ölçümü verildiğinde, küçük örneklemli çalışmalardan elde edilen sonuçlar geniş bir şekilde grafiğin alt tarafında yayılırken, büyük örneklemli çalışmalar daralarak yayılır. Şekil 3'te yayın yanlılığının yokluğu ve varlığı durumlarına ilişkin huni grafikleri verilmiştir.



Şekil 3 Yayın yanlılığının yokluğu (a) ve varlığı (b) durumunda huni grafikleri

Şekil 3'teki ilk grafikte görüldüğü üzere yanlılık bulunmadığında grafik ters çevrilmiş simetrik bir huniyi andıracaktır. Ancak yayın yanlılığının olması durumunda Şekil 3'te aşağıda bulunan grafikteki gibi bir dağılım oluşur. Örneğin istatistiksel olarak manidar bir etki göstermeyen daha büyük örneklemli çalışmaların (Şekil 3'te üstteki grafikte bulunan daireler bu çalışmaları temsil eder) yayınlanmadığı durumda huni grafiğinin sağ alt tarafında bir boşluk oluşacak ve grafik asimetrik görünecektir. Grafik bu şekilde olduğunda meta analizden elde edilen birleştirilmiş etki, ilişkinin gücünden ya da ortalama etkiden daha yüksek bir şekilde kestirilmiş olacaktır. Ayrıca asimetri durumu belirginleştikçe yanlılığın miktarının daha da önemli olması muhtemeldir (Rothstein vd., 2005, s. 76).

### ***Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi (Dosya Çekmecesi Problemi)***

Herhangi bir araştırma alanı için yapılan ancak rapor edilmeyen kaç çalışma olduğu bilinemez. Dosya çekmecesi probleminin (file drawer problem) aşırılığının nedeni, çalışmaların %95'i aslında manidar etki olmadığına dair sonuç verirken, dergilerin %5'lik bir dilime sahip olan ve 1. Tip hata göstererek manidar bulunan çalışmalar ile dolu olmasıdır. Bu nedenle Rosenthal tarafından  $H_0$ 'ı kabul eden ya da gelecekte kabul edecek çalışmalar

için tolerans hesaplamak amacıyla nicel prosedürler geliştirmiştir (Rosenthal, 1979). Rosenthal (1979)'un dosya çekmecesi problemi ile baş etmede temel fikri, 1. Tip hata olasılığı istenilen herhangi bir manidarlık düzeyine (Örneğin;  $p=0,05$ ) getirilmeden önce, çekilen dosyalar içinde bulunması gereken ve manidar olmayan sonuçlara ulaşılan ortalama çalışma sayısını basitçe hesaplamaktır. Daha sonra dosyalanan bu çalışma sayısının ya da gelecekte manidar olmayan sonuçlar için tolerans düzeyinin genel sonucu tehdit edebilecek kadar küçük olup olmadığı araştırmacılar tarafından değerlendirilir. Değerlendirme sonucunda incelemenin genel manidarlık düzeyi birkaç  $H_0$ 'ın kabul edildiği çalışmanın eklenmesiyle önemli ölçüde azalıyorsa, araştırmacı bu incelemenin dosya çekmecesi probleminde karşı dirençli olmadığı sonucuna varır. Yeni, dosyalanmış ya da alınmayan  $H_0$  hipotezinin kabul edildiği ortalama çalışma sayısının ( $X$ ) hesaplanması Eşitlik 2.19 ya da 2.20'ye göre yapılır;

$$X = \left( \frac{k}{2,706} \right) [k(\bar{Z}_k)^2 - 2,706] \quad \text{Eşitlik 2.19}$$

$$X = \left[ \frac{(\sum Z)^2}{2,706} \right] - k \quad \text{Eşitlik 2.20}$$

Eşitlik 2.19 ve 2.20'de bulunan  $k$  birleştirilen çalışma sayısını ifade ederken, Eşitlik 2.19'daki  $\bar{Z}_k$   $k$  tane çalışmadan elde edilen ortalama  $Z$  değerini ifade etmektedir. Eşitlik 2.20'deki  $Z$  ise 1'den  $k$ 'ya tüm çalışmalar için ayrı ayrı  $Z$  değerlerini ifade etmektedir. Eşitliklerde bulunan 2,706 değeri ise  $p$ 'nin 0,05 manidarlık düzeyinde seçilmesi nedeniyle gelmektedir.

Yayın yanlılığı üzerine ilk sunulan yöntem olmasına karşın, Rosenthal'in yönteminin bazı sınırlılıkları vardır. Görüldüğü üzere bunlardan ilki kayıp çalışmaların etki büyüklüğünün 0 (null) olarak kabul edilmesidir. Oysaki; göz ardı edilen çalışmalar içinde negatif etkiye sahip ya da düşük bir pozitif etkiye sahip çalışmalar da bulunmaktadır. İkinci sınırlılık ise Rosenthal'in gerçek manidarlık yerine istatistiksel manidarlığa odaklanmasıdır (Borenstein vd., 2009, s. 285).

### ***Kırpma Doldurma Yöntemi***

Duval ve Tweedie kayıp çalışmaların sayılarını ve sonuçlarını kestirmek ve uyarlamak için huni grafiklerinin kullanımını formüle ederek basit bir sıra temelli (rank-based) veri çoğaltma tekniği geliştirmişlerdir. Bu doğrultuda çalışmalarında çalışma sayısı için bir kaç parametrik olmayan kestirici önermişlerdir ve bu kestiricilerin özelliklerini analitik olarak simülasyon yöntemiyle geliştirmişlerdir (Duval ve Tweedie, 2000a). Geliştirdikleri kırpmadoldurma yöntemi iteratif bir sürece dayanmaktadır. Bu iteratif süreçte öncelikle  $\Delta$ , standart bir sabit ya da rastgele etkiler modeline dayalı olarak kestirilir. Daha sonra  $\Delta$ 'nın bu ilk kestirimi etrafında kaç tane eşsiz değer bulunabileceğine karar vermek için  $k_0$  kestiricilerden biri kullanılır. Sonrasında bulunan bu eşsiz değerler kesilerek huni grafiği daha simetrik bir hale getirilir. Bu kırpılmış veri setinde, önceki delta değerinin solunda yeni bir delta değeri elde etmek için tekrar kestirim yapılır. Sonraki aşamada elde edilen yeni merkezi değer kullanılarak, kayıp çalışmaların sayısı yeniden kestirilir ve kesme süreci tekrarlanır. Uygulamada ortalama 2-3 iterasyon yapıldığında işlem sabitlenmektedir. Son  $k_0$  ve  $\Delta$  kestirimi yapıldıktan sonra kestirilen kayıp çalışmalar ile huni grafiği doldurulur. Bu işlem en basit haliyle, elde edilen  $k_0$  tane yeni çalışma için  $Y_i$  değerleri kullanılarak ve ortalama  $\Delta$  etrafındaki değerler simetrik olarak grafiğin en sağına yansıtılarak yapılır. Son bir adım olarak, gözlemlenen ve elde edilen çalışmalar kullanılarak  $\Delta$  yeniden kestirilir ve yine bu çalışmalar kullanılarak etki büyüklüğünün standart hatası hesaplanır (Duval ve Tweedie, 2000b).

### ***Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi***

Begg ve Mazumdar (1994) meta analizde yayın yanlılığını tespit etmek amacıyla bir dizi simülasyon çalışması yaparak sıra korelasyonu testi yöntemini geliştirmişlerdir. Bu yöntemde test istatistiği doğrudan huni grafiğinin istatistiksel bir analogudur. Geliştiriciler 75 birincil çalışmadan oluşan büyük meta analizler için testin oldukça güçlü olduğunu ancak

25 birincil çalışma içeren daha küçük meta analizler için orta düzeyde güce sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Begg ve Mazumdar (1994), geçerli bir sıra korelasyonu testi oluşturmak için öncelikle etki büyüklüklerini standartlaştırıp, varyansları stabilize etmişlerdir. Yani  $i=1, \dots, k$ 'ya kadar  $k$  tane çalışma içeren meta analiz çalışması için  $t_i^*$  ile  $v_i^*$  arasında bir korelasyon elde etmişlerdir.

$$t_i^* = \frac{(t_i - \bar{t})}{(v_i^*)^{1/2}} \quad \text{Eşitlik 2.21}$$

Eşitlik 2.21'de  $\bar{t}$ 'nin hesaplanması için  $\bar{t} = (\sum v_j^{-1} t_j) / \sum v_j^{-1}$  formülü kullanılmaktadır.  $v_i^*$  ise  $(t_i - \bar{t})$ 'nin varyansı olup  $v_i^* = v_i - (\sum v_j^{-1})^{-1}$  formülü ile hesaplanmaktadır. Etki büyüklüklerini standardize eden ve varyansı stabilize eden geliştiriciler Kendall'in tau'suna dayalı bir sıra korelasyonu kullanmışlardır. Hesaplama, bu iki faktöre (yani  $t^*$  ve  $v$ ) göre aynı sırada sıralanan çalışma çiftlerinin sayısının numaralandırmasını içerir. Bu sayı  $x$  ise ve  $y$  sıralanmış çalışma çiftlerinin sayısı ise normalleştirilmiş test istatistiği Eşitlik 2.22'deki gibi hesaplanır.

$$z = (x - y) / [k(k - 1)(2k + 5)/18]^{1/2} \quad \text{Eşitlik 2.22}$$

### ***Egger'in Regresyon Testi***

Egger, Smith, Scheneider ve Minder (1997) basit bir huni grafiği asimetrisi testinin, meta analizler ile büyük deneylerin karşılaştırıldığı sonuçların uyumsuzluğunu kestirip kestiremediğini incelemişlerdir ve meta analizlerde yayın yanlılığının yaygınlığını değerlendirmişlerdir. Bunun için bir meta analiz ve tek bir büyük deneyden oluşan çiftler belirlemişlerdir. Etkilerin aynı yönde olması ve meta analitik kestirimin, deneyin %30'u dâhilinde olması durumunda sonuçların uyumlu olduğunu varsaymışlardır. Temel sonuç olarak araştırmacılar standart normal sapmaların kesinlik ile regresyonundan elde edilen regresyon sabiti ile huni grafiği asimetrisi derecesinin ölçümünü geliştirmişlerdir. Bunun için odds oranının doğal logaritma ölçeğinde huni grafiğinin asimetrisini ölçmek amacıyla

doğrusal bir regresyon yaklaşımı kullanmışlardır. Bu yöntem Galbraith'in radyal grafiğinin regresyon analizine karşılık gelmektedir, ancak burada farklı olarak regresyon eğrisinin orijinden geçmesiyle ilgili bir sınırlılık yoktur. Egger vd. (1997)'nin geliştirdiği bu yöntem odds oranının standart hataya bölünmesi olarak tanımlanan standart normal sapmanın kestirim kesinliği tarafından yordamasıdır. Burada kestirim kesinliği standart hatanın tersi olarak yorumlanmaktadır. Regresyon eşitliği Eşitlik 2.23'te verilmiştir.

$$\text{standart normal sapma} = a + b \times \text{kesinlik} \quad \text{Eşitlik 2.23}$$

Eşitlik 2.23'te  $b$  eğitimi ifade etmektedir,  $a$  ise regresyon sabitini ifade etmektedir. Eşitlik 2.23'te verilen kesinlik (standart hatanın tersi) örneklem büyüklüğüne bağlı olduğu için, küçük deneyler  $x$  ekseninde 0'a yakın olabilirler. Aksi durumda büyük çalışmalar eğer müdahale etkiliyse daha kesin kestirimler yapacaktır, ayrıca daha büyük standart normal sapmalar elde edilecektir. Homojen bir veri setinden gelen ve seçim yanlılığı nedeniyle bozulmayan noktalar olduğu durumda regresyon sabiti  $a=0$  olacağı için standart normal sapma orijinden geçen bir çizgi etrafında dağılacaktır,  $b$  ise etkinin boyutunu ve yönünü gösterecektir. Bu durum huni grafiğinin simetrik olduğunu göstermektedir. Daha küçük çalışmaların daha büyük çalışmalardan sistematik olarak farklı etkiler gösteren bir asimetrisi varsa regresyon çizgisi orijinden geçmeyecektir. Kısacası bu yöntemde regresyon sabitinin sıfırdan manidar düzeyde sapması durumuna göre huni diyagramının asimetrikliği değerlendirilmektedir ve sabit sıfırdan ne kadar saparsa asimetri o kadar belirgindir denilebilir.

### **Birincil Çalışmaların Etki Büyüklüğünü Ağırlıklandırma Yöntemleri**

Genel etki büyüklüğünü hesaplamak için birincil çalışmalardaki etki büyüklüklerinin toplanarak toplam çalışma sayısına bölünmesi, yani etki büyüklüklerinin ortalamasının alınması özellikle geçmiş zamanda kullanılan bir yöntem olmakla beraber buna literatürde ağırlıklandırmama (unweighting) denilmektedir. Ağırlıklandırma yapmadan ortalama etki

büyüklüğü (genel etki büyüklüğü) hesaplamasının yanı sıra literatürde farklı ağırlıklandırma yöntemleri de bulunmaktadır.

### ***Örneklem Büyüklüğü ile Ağırlıklandırma Yöntemi***

Genel etki büyüklüğünün elde edilmesinde birincil çalışmalardaki etki büyüklüklerinin örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırılması Hunter ve Schmidt (1990) tarafından önerilmiştir. Hunter ve Schmidt (2004) evren korelasyonunun çalışmalarda sabit olduğu varsayılırsa, bu korelasyonun en iyi kestirimini yapmak için çalışmaların aritmetik ortalamasıyla değil, her bir korelasyonun o çalışmadaki örneklem büyüklüğüyle ağırlıklandırıldığı ağırlıklı bir ortalama ile çalışmak gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda korelasyonun örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırılmış ortalamasının Eşitlik 2.24'e göre hesaplanabileceğini belirtmişlerdir.

$$\bar{r} = \frac{\sum [N_i r_i]}{\sum N_i} \quad \text{Eşitlik 2.24}$$

Eşitlik 2.24'te  $r_i$  i. çalışmadaki korelasyonu  $N_i$  ise i. çalışmadaki örneklem büyüklüğünü temsil etmektedir. Çalışmalar arasına karşılık gelen varyans ise örneklem hata varyansı değil frekansla ağırlıklandırılmış ortalama hata karesidir ve Eşitlik 2.25'teki gibi hesaplanmaktadır.

$$s_r^2 = \frac{\sum [N_i (r_i - \bar{r})^2]}{\sum N_i} \quad \text{Eşitlik 2.25}$$

Eşitlik 2.25'te  $r_i$  i. çalışmadaki korelasyonu  $N_i$  ise i. çalışmadaki örneklem büyüklüğünü,  $\bar{r}$  ise ortalama korelasyonu (genel etki büyüklüğünü) temsil etmektedir. Hunter ve Schmidt'in (1990) örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırma yöntemi yalnızca korelasyon için kullanılmamakta, standartlaştırılmış ortalama fark için genel etki büyüklüğünün ve bu genel etki büyüklüğüne ilişkin varyansın hesaplanması içinde kullanılmaktadır. Kullanılan formül Eşitlik 2.26 ve Eşitlik 2.27'de verilmiştir (Schmidt vd., 2009).

$$\bar{d} = \frac{\sum [N_i d_i]}{\sum N_i} \quad \text{Eşitlik 2.26}$$

$$s_d^2 = \frac{\sum [N_i(d_i - \bar{d})^2]}{\sum N_i} \quad \text{Eşitlik 2.27}$$

Eşitlik 2.26 ve 2.27’de  $d_i$  i. çalışmadaki standartlaştırılmış ortalama farkı,  $N_i$  ise i. çalışmadaki örneklem büyüklüğünü temsil ederken, Eşitlik 2.27’deki  $\bar{d}$  ise standartlaştırılmış ortalama fark için genel etki büyüklüğünü temsil etmektedir.

### ***Örneklem Hata Varyansının Tersi ile Ağırlıklandırma***

Literatürde sıklıkla ters varyans ile ağırlıklandırma (inverse-variance weighting) olarak adlandırılan ve birincil çalışmaların etki büyüklüklerinin örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırıldığı yöntem Hedges ve Vevea (1998) tarafından önerilmiştir. Rastgele etkiler modeli için ağırlığın hesaplanması Eşitlik 2.28’de verilmiştir.

$$w_i^* = \frac{1}{v_i^*} \quad \text{Eşitlik 2.28}$$

Eşitlik 2.28’de  $v_i^*$  rastgele etkiler modeli için etki büyüklüğü dağılımının ortalamasının örnekleme hata varyansıdır ve formülü Eşitlik 2.29’da sunulmuştur. Rastgele etkiler modelinde etki büyüklüğünün örnekleme hata varyansını  $v_i^*$  olup ağırlıkların toplamıdır ve Eşitlik 2.30’da verilmiştir.

$$v_i^* = v_i + \tau^2 \quad \text{Eşitlik 2.29}$$

$$v_i^* = \frac{1}{\sum_{i=1}^k w_i^*} \quad \text{Eşitlik 2.30}$$

Eşitlik 2.29’da  $\tau^2$  çalışmalar arası varyansı ifade etmekte iken, Eşitlik 2.30’da ise  $w_i^*$  birincil çalışmaların ağırlığını belirtmektedir (Hedges ve Vevea, 1998).

### **İlgili Araştırmalar**

Moher vd. (1996) çalışmalarında tıp alanında 13 farklı dergide yayınlanan İngilizce ve diğer dillerdeki (Fransızca, Almanca, İtalyanca, İspanyolca) rastgele kontrol gruplu çalışmaları incelemişlerdir. Bu dergilerin seçiminde dergilerin atıf etki faktörü ölçüt olarak ele alınmıştır. Araştırma kapsamında incelenen çalışmalardan 133 tanesi İngilizce dilinde, 96

tanisi ise diğ er dillerde yayınlanmıştır. Farklı ana dile sahip bu araştırmacılar çalışmaları dillerine göre incelemiştir. Burada sonuçları etkileyebileceği düşünülen tıp alanında üç farklı  l   t ve desene yönelik karakteristik özellikler (demografik, sonuçta anlamlı değişim olup olmama durumu, müdahale gruplarının türü) bağlamında İngilizcede ve diğ er dillerde basılan yayınların oranları birbiriyle karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak belirlenen  l   tler bağlamında her iki dilde de benzer sonuçlar elde etmişlerdir. Çalışmaların raporlama dilinden kaynaklı küçük bir farklılık elde edilmiştir ve önemli bir yanlılık içermediği belirtilmiştir. İngilizce dili dışındaki yayınların dâhil edilmesinin sistematik hatayı azaltıp kestirim doğruluğunu arttırabileceğini ifade etmişlerdir.

Englund, Sarnelle ve Cooper (1999) yaptıkları meta analiz çalışmasında etki büyüklüklerini ağırlıklandırmayarak ve etki büyüklüklerini ters varyans ile ağırlıklandırarak sonuçları karşılaştırmışlardır. Ağırlıklandırılmamış kestirimlerin ne kadar güvenilmez olabileceğini değerlendirmek amacıyla karma etkiler modeline dayalı meta analiz yapmışlardır. Gerçekleştirdikleri meta analiz çalışmasında 41 yayımlanmış çalışma ve 86 deney bulunmaktadır. Araştırmanın sonucunda 14 deneyden oluşan çalışmada aynı verilerin ağırlıklandırılmış ve ağırlıklandırılmamış analizlerinin arasında 0,91 gibi yüksek bir korelasyona sahip olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca hem ağırlıklandırılmış hem de ağırlıklandırılmamış yöntemlerle elde edilen ortalama etki büyüklüğünün sıfır hipotezlerini değerlendirmeleri hususunda farklılık göstermediğini ifade etmişlerdir. Ek olarak analizler sonucunda etki büyüklüğüne ilişkin varyansın deney süresi ile pozitif bir ilişkisi ( $r=0,28$ ,  $p<0,05$ ,  $N=43$ ) olduğunu bulan araştırmacılar, bu nedenle ters varyans ile ağırlıklandırma yönteminin daha kısa süreli çalışmaları uzun süreli olan çalışmalara göre daha fazla ağırlıklandıracağını ifade etmişlerdir. Bu doğrultuda 43 deneyden oluşan bu alt meta analiz özelinde ağırlıklandırma yapmaktan kaçınmışlardır. Diğ er yandan kalite kriterleri temelinde bazı araştırmaları değerlendirerek zayıf olanların dahil edilme ve dahil edilmeme durumunu karşılaştırmışlardır. Bu tür çalışmaları dahil etmemenin istatistiksel gücü düşürdüğü sonucuna varmışlardır.

Macaskill, Walter ve Irwig (2001) yaptıkları araştırmada yayın yanlılığını test etmek için kullanılan üç basit yöntemin performansını karşılaştırmışlardır. Bu yöntemler sıra (rank) korelasyon yöntemi, kestirimin kesinliğine göre müdahale etkisinin standardize kestiriminin basit bir doğrusal regresyonu ve örneklem büyüklüğüne göre müdahale etkisinin regresyonudur. Araştırmacılar bu yöntemleri yayın yanlılığının var olduğu ve olmadığı simülasyon veriler üzerinde uygulamışlardır. Macaskill vd. (2001) araştırmanın sonuçlarının, yöntemlerden hiç birinin tutarlı bir şekilde iyi performans göstermediğini ifade etmişlerdir. Ayrıca test performansının, gerçek etki büyüklüğüyle, çalışma büyüklüğünün dağılımıyla ve manidarlık testinin bir yönlü ya da iki yönlü olup olmamasıyla değiştiğini gözlemlemişlerdir. Meta analizdeki çalışma sayısı uygulamada sıklıkla karşılaşılan yakın olduğunda testlerinin gücünün genel olarak düşük olduğunu ifade etmişlerdir. Ek olarak yüksek güç gösteren testlerin sınıflama düzeyinden daha yüksek 1. Tip hata oranına sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Sonuç olarak birleştirilmiş oran logit'inin varyansının tersine göre ağırlıklandırma yapıldığında, deneysel 1. Tip hata oranına dayanarak, örneklem büyüklüğüne göre müdahale etkisinin regresyonunun tercih edilmesi gereken yöntem olduğunu ifade etmişlerdir.

Villar vd. (2001) yaptıkları araştırmada meta analiz çalışmalarında birleştirilmiş göreceli riskin hesaplanmasında sabit etkiler modelini ve rastgele etkiler modelini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda bir dizi farklı kadın/yeni doğan oranını dahil eden 84 bağımsız meta analiz çalışması incelemişlerdir ve bu meta analiz çalışmalarına Cochrane hamilelik ve doğum modülünden erişmişlerdir. Eriştikleri çalışmaların 21'i istatistiksel olarak heterojenlik gösterirken 63'ünde heterojenlik söz konusu değildir. Araştırmanın sonucunda heterojenliğin olmadığı durumda rastgele etkiler modeli ile sabit etkiler modeli arasındaki güven aralığı farkının 0,13, heterojenliğin olduğu durumda ise bu farkın 0,65 olduğunu bulmuşlardır. Bu bulgu doğrultusunda özellikle heterojenlik söz konusu ise rastgele etkiler modeli kestirimlerinin daha geniş güven aralıklarına sahip olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca araştırmanın bulgularında heterojenliğin söz konusu olduğu durumda

etki büyüklüğünün (birleştirilmiş göreceli risk) rastgele etkiler modelinde sabit etkiler modeline göre daha büyük etkiye işaret ettiğini gözlemlemişlerdir. Heterojenliğin bulunmadığı durumda ise iki modelinde aynı etki büyüklüğünü hesapladığını ve standart hataların da birbirine benzer olduğunu sonucuna varmışlardır.

Higgins ve Thompson (2002) müdahale etkisinin metriğinden ve çalışma sayısından bağımsız olan matematiksel kriterlere dayalı olarak meta analizde heterojenliğin etkisini incelemek için istatistikler geliştirmişlerdir. Araştırmalarında geliştirdikleri ve uygun olduğunu belirttikleri bu istatistikler  $H$ ,  $R$  ve  $I^2$  istatistikleridir. Araştırma kapsamında bu istatistiklerin nasıl yorumlanacağını, aralık tahminlerini ve diğer özelliklerini tartışmışlardır ve farklı miktarda heterojenlik gösteren veri setlerinde istatistikleri denemişlerdir. Sonuç olarak, genellikle yayınlanmış meta analizler için kullanılabilen  $H$  ve  $I^2$ 'nin heterojenliğin etkisini özetlemede özellikle daha kullanışlı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca yayınlanmış meta analizlerde heterojenlik testlerinden bir ya da ikisinin sunulmasını önermişlerdir.

Hayashino, Noguchi ve Fukui (2005) yaptıkları çalışmada meta analizde yayın yanlılığını belirlemek için kullanılan üç istatistiksel yöntemin (Begg, Egger ve Macaskill) istatistiksel ve ayırt edici gücünü karşılaştırmışlardır. Bu doğrultuda gözlemcilerin huni grafiklerindeki uyumunu referans olarak kabul etmişlerdir ve kesme  $p$  değerleri, sabit yanlış pozitif oranlar veren istatistiksel testlerin gücü ve alıcı işletim karakteristik eğrisinin (receiver operating characteristic curve) altındaki alan aracılığıyla duyarlılık ve özgüllük (specifity) arasındaki ilişkiyi değerlendirmişlerdir. Yanlış pozitif oranını 0,1 verildiğinde Egger'in yönteminin 0,93, Begg'in yönteminin 0,86 ve Macaskill'in yönteminin 0,43 olduğu sonucuna varmışlardır. Ayrıca özgüllükte önemli bir azalma olmadan üç istatistiksel testin duyarlılıkları kesme  $p$  değerleri arttıkça arttığını ifade etmişlerdir. Ek olarak ROC eğrilerinin altındaki alanı Egger'in yönteminde 0,955, Begg'in yönteminde 0,913 ve Macaskill'in yönteminde 0,719 bulmuşlardır. Sonuç olarak doğrusal regresyon yönteminin ve Begg'in yönteminin aynı 1. Tip hata düzeyinde yayın yanlılığını belirlemede Macaskill'in yönteminden daha güçlü istatistiksel ve ayırt edici güce sahip olduğunu belirtmişlerdir.

Peters, Sutton, Jones, Abrams ve Rushton (2006) çalışmalarında etki büyüklüğü InOR olduğunda örneklem büyüklüğüne bağlı regresyon ile (Macaskill yönteminin bir modifikasyonu) Egger'in regresyon yöntemini karşılaştırmayı amaçlamışlardır. Bu doğrultuda çalışmalar arası heterojenliğin ve yayın yanlılığının olduğu ve olmadığı durumlara ilişkin bir dizi simülasyon yapmışlardır ve yayın yanlılığının var olduğunu (gerçek-pozitif sonuçların oranı) belirlemek amacıyla her bir regresyon testi ve bu testlerin gücü için 1. Tip hata oranlarını (yanlış pozitif sonuçların oranı) hesaplamışlardır. Sonuç olarak Egger'in regresyon testinin alternatif regresyon testinden daha yüksek 1. Tip hata oranı verdiğini gözlemlemişlerdir. Ayrıca alternatif regresyon testinin OR büyüklüğüne, çalışma sayısına ve heterojenlik düzeyine bakılmaksızın daha uygun 1. Tip hata oranlarına sahip olduğu sonucuna varmışlardır. Ek olarak düşük çalışmalar arası heterojenlik koşulları altında, alternatif regresyon testinin, Egger'in regresyon testi ile yayın yanlılığını saptamak için karşılaştırılabilir gücü olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmanın sonuçları doğrultusunda 1. Tip hata oranları uygun olduğu ve InOR ile varyansı arasındaki korelasyon düşük olduğu için etki büyüklüğü olarak InOR kullanıldığında alternatif regresyon testinin Egger'in regresyon testi yerine kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Marin-Martinez ve Sanchez-Meca (2009) çalışmalarında rastgele etkiler modelinde etki büyüklüğünü ağırlıklandırmada kullanılan iki alternatif ağırlıklandırma yöntemi birbirleriyle karşılaştırmışlardır. Araştırmada ele alınan bu yöntemler, Hunter ve Schmidt'in örneklem büyüklüğü ağırlıklandırma yöntemi ve Hedges ve Vevea'nın ters varyans ile ağırlıklandırma yöntemidir. Ayrıca araştırma kapsamında ele aldıkları diğer bir yöntem sabit etkiler modelinde ters varyans (Hedges ve Vevea) ile ağırlıklandırmadır. Bir Monte Carlo simülasyon çalışması tasarlayan araştırmacılar her iki kestirim yöntemi için istatistiksel yanlılık (bias) ve MSE (ortalama hataların karesi) istatistiklerini elde etmişlerdir. Ayrıca simüle ettikleri meta analiz çalışmalarında etki büyüklüğü olarak standartlaştırılmış ortalama farkı kullanmışlardır. Simülasyon koşulu olarak 3 tane etki büyüklüğü değeri, 5 tane  $\tau^2$  değeri, 5 tane çalışma sayısı koşulu ve 4 tane ortalama örneklem büyüklüğü koşulu olmak

üzere 300 (3x5x5x4) koşul incelemişlerdir ve 10000 replikasyon yapmışlardır. Çalışma sayısının etkisini incelediklerinde tüm yöntemlerde çalışma sayısı arttıkça ortalama hata karelerinin azaldığını bulmuşlardır. Ters varyans ile ağırlıklandırma yönteminde sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modeli arasındaki farklılığı incelediklerinde ise sabit etkiler modelinde MSE değerlerinin genel olarak daha yüksek olduğunu görmüşlerdir. Ters varyans ile ağırlıklandırma düşük düzeyde istatistiksel yanlılık içermesine rağmen, bu yöntemin örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırma yöntemine kıyasla daha az hata ile kestirim yaptığını gözlemlemişlerdir. Araştırmanın sonucunda her iki yöntemin değerleri arasındaki farkların pratik olarak uygun olduğunu bulmuşlardır. Ancak etki büyüklüğü indeksi standartlaştırılmış ortalama fark olduğunda, örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırmadan ziyade ters varyans ile ağırlıklandırma tercih edilebileceğini belirtmişlerdir.

Schmidt vd. (2009) çalışmalarında meta analizde sabit ve rastgele etkiler modellerinin özellikleri ve sonuçlarındaki farklılıklara ilişkin ampirik bir karşılaştırma yapmışlardır. Araştırmacılar rastgele etkiler modeli için Hunter ve Schmidt'in yöntemi ve Hedges ve Vevea'nın yöntemini kullanmışlardır. Bu üç yöntem arasındaki istatistiksel farkı araştıran yazarlar Psychological Bulletin'de yayınlanmış beş büyük meta analitik çalışmada bulunan 68 meta analize iki rastgele etkiler modeli prosedürü uygulanmıştır. Araştırmanın sonucunda sabit etkiler modeli (Hedges ve Olkin) ile elde edilen güven aralıklarının rastgele etkiler modelinin göre daha dar olduğunu bulmuşlardır. Rastgele etkiler modelinden elde edilen sonuçların sabit etkiler modeli tarafından elde edilen sonuçlardan çok daha az kesin olduğu sonucuna varmışlardır. Ancak sabit etkiler modelinde gerçek değerinden daha eksik kestirim yapıldığı konusunu tartışmışlardır. Ayrıca rastgele etkiler modelindeki Hunter ve Schmidt ve Hedges ve Vevea'nın prosedürlerinde ise farklılık düşük düzeyde olduğu için benzer sonuçlar elde edildiğini belirtmişlerdir. Sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modeli arasındaki farklılık çok büyük olduğu için, bu farkın yanında iki rastgele etkiler modeli

arasındaki farklılığın (Hunter ve Schmidt prosedüründeki pozitif yanlılığın) çok sınırlı olduğunu ifade etmişlerdir.

Shuster (2009) tıp alanında gerçekleştirdiği araştırmasında rastgele etkiler modeli ile meta analiz yapıldığında ampirik temelli ağırlıklandırmanın geçerliliğini incelemiştir ve ampirik ağırlıklandırma yapıldığında önemli ölçüde yanlılık riski olduğu için iki alternatif yöntem önermiştir. Önerdiği yöntemlerden ilki, etki büyüklüklerinin aritmetik ortalamasını almak yani ağırlıklandırma yapmamaktır. İkincisi ise hasta düzeyinde bir genel etki büyüklüğü kestirimi yapan yöntemdir ve araştırmacı bu yöntemde birincil çalışmaların etki büyüklüklerini örneklem büyüklükleriyle ağırlıklandırmıştır. Bu doğrultuda sabit etki modelini, DerSimonian-Laird yöntemini (REM), ağırlıklandırmayı ve örneklem büyüklüğü ile ağırlıklandırmayı birbiriyle karşılaştırmak için bir nazal dekonjestan meta analizini ele almıştır. Sonuç olarak en popüler olan DerSimonian-Laird ağırlıklandırma yönteminin sezgisel olmayan sonuçlar ürettiğini bulmuştur. Heterojenlik (çeşitlilik) düşük olduğunda ise DerSimonian-Laird (REM) ile sabit etkiler modelinin aynı kestirimleri yaptığını gözlemlemiştir. Araştırmacı ağırlıklı yöntemlerin çalışma içindeki değişkenliği azaltmada iyi bir iş çıkarabileceğini ancak bunu yanlış genel etki büyüklüğü kestirmek pahasına yaptığını ifade etmiştir. Ayrıca etki büyüklüklerinin ağırlıklandırılmamış ortalaması dışındaki yöntemlerin ciddi yanlılık riski taşıdığını belirtmiştir. Ampirik olarak ağırlıklandırma yapılan rastgele etkiler modeline dayalı geçmiş meta analiz çalışmalarının sonuçlarının geçerli olup olmadığını görmek için yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini vurgulamıştır. Ek olarak ampirik temelli ağırlıklandırma ile rastgele etkiler modelinin gelecekteki meta analiz çalışmalarında kullanılmamasını önermiştir.

Erdoğan ve Kanık (2011) yaptığı simülasyon çalışmasında heterojenlik istatistiklerinin ( $Q$ ,  $I^2$ ,  $H$ ,  $\tau^2$  ve  $R$ ) örneklem büyüklüğünden ve çalışma sayısından nasıl etkilendiğini incelemeyi amaçlamıştır. Simülasyonu MINITAB 15.0 programı ile gerçekleştiren araştırmacı örneklem büyüklüklerini 50 ve 500, çalışma sayısını ise 5, 10 ve 20 olarak belirlemiş ve tüm işlemleri 1000 kez tekrarlamıştır. Ayrıca araştırmacı tüm koşulları heterojenliğin var olduğu

ve var olmadığı durumlar için incelemiştir ve analizleri Excel makrosu ile gerçekleştirmiştir. Araştırmanın sonucunda Q ölçümünün manidarlık düzeyi 0,05 ya da 0,10 seçildiğinde heterojenlik ölçümü olarak  $\tau^2$ 'nin kullanılması gerektiğini, ancak manidarlık düzeyi 0,30 alındığında tüm heterojenlik istatistiklerinin iyi sonuçlar verdiğini belirtmiştir.

Kaşali (2014) heterojenlik ölçümlerinin (Q,  $I^2$ , H,  $\tau^2$  ve R) çalışma sayısından, örneklem büyüklüğünden ya da tedavi etkinlik oranları arasındaki farkın etkilenip etkilenmediklerini incelemiştir. Araştırmanın amacı doğrultusunda Excel makrosu ile simülasyon yapan araştırmacı Q testinin çalışma sayısından, örneklem büyüklüğünden ya da tedavi etkinlik oranları arasındaki farktan etkilendiğini gözlemlemiştir. Ayrıca H ve R istatistiklerinin çalışma sayısı arttıkça azaldığını, ancak tedavi etkinlik oranları arasındaki fark arttıkça arttıklarını bulmuştur. Örneklem büyüklüğü arttığında ise H'nin arttığını, R'nin azaldığı sonucuna ulaşmıştır. Sonuç olarak, heterojenlik testinde Q istatistiği ile beraber  $\tau^2$  ve  $I^2$ 'nin de ele alınmasıyla daha duyarlı sonuçlar elde edileceğini belirtmiştir.

Hartling vd. (2017) araştırmalarında meta analiz çalışmalarında İngilizce olmayan raporlar, yayımlanmamış çalışmalar ve tezler gibi gri literatürde bulunan yayınları belirli ölçütlere dayalı olarak incelemiştir. Meta analiz çalışmalarını Cochran Review Group'ta yer alan 3 farklı veri tabanından elde etmişlerdir ve 129 meta analiz çalışmasına ulaşmışlardır. Bu 129 çalışmanın 3 veri tabanına dağılımı 57, 38 ve 34 şeklindedir. Araştırmacılar her bir çalışma türü için aranan ve dâhil edilen çalışmaların oranı, ilgili çalışmaların oranı, birincil meta analiz çalışmalarının sonuçlarına etkisini raporlamışlardır. Araştırmanın sonucunda meta analiz çalışmalarının çoğunluğunun İngilizce olmayan çalışmaları incelediğini, ancak bu incelemeler sonucunda dâhil edilme oranının çok düşük olduğunu bulmuşlardır. Ayrıca 129 çalışmadan sadece dört çalışmada İngilizce olmayan çalışmaların dâhil edilmesinin bir değişime neden olduğunu, ancak bu araştırmalardan sadece ikisinde manidar farklılık olduğunu belirtmişlerdir. Yayımlanmamış çalışmalar bağlamında incelediklerinde ise meta analiz çalışmalarının çoğunun gri literatürü taradığı ancak bunların çoğunluğunun yayımlanmamış çalışmaları analize dâhil etmediklerini gözlemlemiştir. Yayımlanmamış

alışmaları dâhil etmenin etkisinin küçük olduğunu, ancak sadece bir çalışmada etkinin önemli olduğunu belirtmişlerdir. Tezler için meta analiz çalışmaları incelendiğinde ise, 129 çalışmadan yalnızca 9 çalışmada tezlerin meta analize dâhil edildiğini bulmuşlardır. Tezleri dâhil etme durumunun sonuçlar üzerindeki etkisinin küçük ya da önemsiz olduğu sonucuna varmışlardır.

Lin, Chu, Murad, Hong, Qu, Cole ve Chen (2018) alışmalarında meta analizde yayın yanlılığını test etmeye yönelik yöntemleri karşılaştırmayı amaçlamıştır. alışmalarında 28655 meta analiz çalışmasına dayalı olarak Begg'in sıra korelasyonu testini; kırpma ve doldurma yöntemini; Egger'in, Tang'in, Macaskill'in, Deeks'in ve Peters'in regresyon testlerini karşılaştırmışlardır. Bu meta analiz çalışmalarının 10600'ünün ikili çıktılı meta analiz, 18055'inin ise ikili olmayan çıktılı meta analiz çalışması olduğunu belirtmişlerdir. Begg'in sıra testini; kırpma ve doldurma yöntemini; Egger'in ve Tang'in regresyon testini hem ikili hem de ikili olmayan çıktılara sahip meta analizler için karşılaştıran araştırmacılar Macaskill'in, Deeks'in ve Peters'in regresyon testlerini yalnızca ikili çıktılı meta analizler için karşılaştırmışlardır. Araştırmanın sonucunda Egger'in regresyon testinin diğer testlere kıyasla daha çok yayın yanlılığı belirlediğini bulmuşlardır. Ayrıca meta analiz çalışmalarında birincil çalışmaların sayısı arttıkça özellikle Begg'in sıra testi yönteminde ve kırpma doldurma yönteminde yayın yanlılığının istatistiksel olarak manidar olma oranının arttığını gözlemlemişlerdir. Ek olarak Begg'in sıra testi yöntemi ve kırpma doldurma yöntemi ile Egger'in regresyon testi arasındaki uyumun ise zayıf veya orta düzeyde olduğunu bulmuşlardır. Diğer yandan Egger'in regresyon testinin meta analizle çalışmalarında diğer yöntemlere göre daha fazla manidar yayın yanlılığı tespit ettiği sonucuna ulaşmışlardır. Araştırmacılar bu bulgular doğrultusunda yayın yanlılığı yöntemleri arasındaki tutarlılığın kısmen düşük olması nedeniyle meta analistlere tek bir teste güvenmemelerini ve birden fazla yöntem kullanmalarını önermişlerdir.

## BÖLÜM III

### YÖNTEM

Bu bölümde araştırmanın modeline, verilerin toplanma sürecine ve verilerin analizine ilişkin metodolojik bilgiler yer almaktadır.

#### **Araştırmanın Türü**

Bu araştırmada meta analizde ağırlıklandırmanın örnekleme hata varyansı ile yapılması ve hatanın sadece örneklemden kaynaklanmaması nedeniyle farklı bir ağırlıklandırma yöntemi kullanılarak meta analiz yapılmış, böylelikle var olan probleme çözüm bulunmaya çalışılarak yeni bir ağırlıklandırma yöntemi önerisinde bulunulmuştur. Karasar'a (2013) göre temel araştırmaların amacı var olan bilgiye yenilerini katmaktır ve temel araştırmaların farklı düzeyleri bulunmaktadır. Bunlar açıklama, ayrıntı saptama, neden-sonuç ilişki saptama ve kuram geliştirme düzeyidir. Açıklama düzeyindeki bir araştırmada var olan bir problemin tam olarak ne olduğu ve hangi değişkenlerin etkisi ile oluştuğu, durumu açıklamak için en uygun yaklaşımların neler olabileceği ana çizgilerle belirlenmeye çalışılır. Bu bağlamda araştırma temel araştırma türünün açıklama düzeyindedir. Ayrıca araştırma kapsamında farklı ağırlıklandırma yöntemleri ele alındığında heterojenlik yöntemlerinin ve yayın yanlılığı yöntemlerinin çalışma sayısından nasıl etkilendiği ve Türkiye'deki eğitim çalışmaları için bu yöntemlerden hangi yöntemin en uygun olduğuna ilişkin cevap aranmaktadır. Diğer yandan gri literatürün meta analiz çalışmalarına dahil edilmesi

durumunun meta analiz sonuçlarına nasıl etki ettiği ve heterojenlik söz konusu olduğunda sabit etkiler ve rastgele etkiler modellerinden elde edilen meta analiz sonuçlarının nasıl farklılaştığı da incelenmiştir. Araştırma bu yönleriyle ele alındığında var olan bir durum ortaya konulmaya çalışıldığı için betimleme amacı da taşımaktadır.

### **Verilerin Toplanma Süreci**

Meta analizde çalışma verisini birincil çalışmalar oluşturmaktadır. Yapılacak meta analiz çalışmasında çalışma verisini, belirlenen kriterlere göre seçilecek olan araştırmalar oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında ele alınan çalışma sayısı 112, etki büyüklüğü sayısı ise 149'dur.

Meta analiz çalışmasının çalışma verisini seçmek için belirlenen kriterler listelenerek belirtilmiştir.

- i. Çalışmaların zaman aralığı olarak 2005 Ocak ayından 2020 Aralık ayına kadarki zaman aralığı belirlenmiştir.
- ii. Araştırmaların Türkiye örnekleminde gerçekleştirilen bildiri, makale, tez, rapor vb. olması gerekmektedir.
- iii. Araştırmaların zayıf deneysel desen, yarı deneysel desen ve gerçek deneysel desen olarak tasarlanması kriter olarak belirlenmiştir. Bunun yanı sıra karma yöntem araştırması olup nicel araştırma boyutunda deneysel desenlerden birini kullanan araştırmalar da araştırmaya dahil edilmiştir.
- iv. Araştırmaların dilinin Türkçe ya da İngilizce olması gerekmektedir.
- v. Birincil çalışmaların 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12. sınıf veya yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilmiş olması ve fen, fizik, kimya ve biyoloji alanında yapılmış olması gerekmektedir.
- vi. Birincil çalışmalarda deney grubunda yapılan öğretimin 5E öğretim modeliyle ya da ek uygulamalarla desteklenmiş 5E öğretim modeli ile yapılmış olması gerekmektedir.

- vii. Araştırmaların kontrol grubunda düz anlatım, soru cevap, tartışma, gösterip yaptırma, gösteri vb. gibi geleneksel yöntemler kullanılmış olması gerekmektedir. Kontrol grubunda ne tür uygulamalar yaptığı belirlenemeyen araştırmacılara mail/mesaj yoluyla ulaşılarak bilgi edinilmeye çalışılmış ve verilen bilgiler doğrultusunda kriterlere uygun olan çalışmalar analize dahil edilmiştir.
- viii. Veri toplama aracı olarak, çoktan seçmeli başarı testi, kavram testi, kavramsal anlama testi, açık uçlu maddelerden oluşan test, kavram haritası gibi güvenirliliği raporlanan ve akademik başarıyı ölçen testler kullanan araştırmalar dahil edilmiştir.
- ix. Birincil çalışmalarda bağımlı değişkenin akademik başarı ya da kavram bilgisi olması gerekmektedir.
- x. Meta analize dahil edilecek birincil çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanmasına olanak sağlayacak kadar sayısal veriye ve örneklem büyüklüğüne sahip olması gerekmektedir.

Veri tabanlarında anahtar kelimelerle yapılan taramalarda bulunan çalışmaların tam metinleri incelenerek listelenen kriterlere göre meta analize dahil edilecek birincil çalışmalar belirlenmiştir. Bunun yanı sıra meta analize dahil edilmeyen birincil çalışmaların ne gibi sebeplerden dahil edilmediğine ilişkin bilgiler aşağıda listelenmiştir.

- a. 2005 Ocak ayından 2020 Aralık ayı aralığı dışında kalan araştırmalar meta analize dahil edilmemiştir.
- b. Türkiye örnekleminde gerçekteştirmeyen, ya da Türkiye örnekleminde gerçekteştirilip üstün yetenekli veya bireyselleştirilmiş eğitim planına dahil öğrenciler üzerinde uygulandıysa dahil edilmemiştir. Ek olarak yükseköğretim düzeyinde yapılan çalışmalar eğitim fakülteleri dışında gerçekteştirildiyse meta analize dahil edilmemiştir.
- c. Araştırmalar eylem araştırması, durum çalışması gibi deneysel desenler dışında olarak tasarlanmışsa meta analize dahil edilmemiştir.
- d. Araştırmaların dili Türkçe ya da İngilizce dışında ise meta analize dahil edilmemiştir.

- e. Çalışmalar 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12. sınıf veya yükseköğretim düzeyinde gerçekleştirilmemiş ise ve alanı fen, fizik, kimya ve biyoloji alanları dışında ise dahil edilmemiştir.
- f. Birincil çalışmalarda deney grubunda yapılan öğretim, 5E öğretim modeliyle ya da ek uygulamalarla desteklenmiş 5E öğretim modeli ile yapılmamışsa meta analiz kapsamı dışında bırakılmıştır.
- g. Araştırmaların kontrol grubunda geleneksel yöntemler dışında yapılandırmacı yaklaşım, çoklu zeka yaklaşımı vb. gibi başka yaklaşımlar ya da 5E öğretim modeli, işbirlikli teknikler, TGA vb. gibi başka model, teknik ve yöntemler kullanılmış ise kapsam dışında bırakılmış ve analize dahil edilmemiştir.
- h. Veri toplama aracı olarak, kelime ilişkilendirme testi, problem çözme becerilerini ya da bilimsel süreç becerilerini ölçen testler (bağımlı değişkeni farklı olduğu için) vb. gibi kriterlerde belirtilmeyen diğer testler ve güvenilirliği raporlanmayan testler meta analize dahil edilmemiştir.
- i. Birincil çalışmalarda bağımlı değişken akademik başarı ya da kavram bilgisi dışında tutum, motivasyon, bilimsel süreç becerileri ve yaratıcılık vb. gibi başka değişkenler ise analize tabii tutulmamıştır.
- j. Meta analize dahil edilecek birincil çalışmaların etki büyüklüğünün hesaplanabileceği kadar sayısal veriye ve örneklem büyüklüğüne sahip olmayan çalışmalar kapsam dışında bırakılmıştır.
- k. Erişilemeyen ya da kontrol grubunda ne tür uygulamalar yaptığı belirlenemeyen araştırmacılara mail/mesaj yoluyla ulaşılarak bilgi edinilmeye çalışılmış ve verilen bilgiler doğrultusunda kriterlere uygun olmayan ya da dönüt sağlanmayan çalışmalar elenmiştir.

Belirlenen kriterler doğrultusunda elde edilen toplam 112 çalışma ve 149 etki büyüklüğüne ilişkin betimsel özellikler Tablo 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, ve 9’da sunulmuştur. Tablo 1’de birincil çalışmaların yayın türüne ilişkin betimleyici istatistikler bulunmaktadır.

Tablo 1

*Birincil Çalışmaların Yayın Türüne ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışma Türü       | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|--------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Makale             | 48                 | 42,857              | 55                        | 36,913                     |
| Bildiri            | 9                  | 8,036               | 11                        | 7,383                      |
| Yüksek Lisans Tezi | 37                 | 33,036              | 45                        | 30,201                     |
| Doktora Tezi       | 18                 | 16,071              | 38                        | 25,503                     |
| Toplam             | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 1’de görüldüğü üzere birincil çalışmaların çoğunluğu tezlerden oluşmaktadır. Toplam 55 (%49,107) yüksek lisans ve doktora tezinin olduğu ve bu tezlerden elde edilen 83 (%55,704) etki büyüklüğü görülmektedir. Tezleri makaleler takip etmektedir ve 48 (%42,857) makaleden elde edilen 55 (%36,913) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Birincil çalışmaların en az bildiri türünde olduğu ve 9 (%8,036) bildiriden 11 (%7,383) etki büyüklüğü elde edildiği görülmüştür. Bu bildirilerden 5’i tam metin, 4’ü özet metin şeklindedir. Tablo 2’de birincil çalışmaların çalışma diline ilişkin betimleyici istatistikler sunulmuştur.

Tablo 2

*Birincil Çalışmaların Çalışma Diline ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışma Dili | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|--------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| İngilizce    | 23                 | 20,536              | 26                        | 17,450                     |
| Türkçe       | 89                 | 79,464              | 123                       | 82,550                     |
| Toplam       | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 2’de görüldüğü üzere birincil çalışmalarının çalışma dilleri çoğunlukla Türkçe’dir. Türkçe dilinde yazılmış 89 (%79,464) çalışmadan 123 (%82,550) etki büyüklüğü elde edilirken, İngilizce dilinde yazılmış 23 (%20,536) çalışmadan 26 (%17,450) etki büyüklüğü elde edilmiştir. Tablo 3’te birincil çalışmaların yayınlandığı yıl aralığına ilişkin betimleyici istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 3

*Birincil Çalışmaların Yayın Yıllarına ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Yayın Yılı | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| 2005-2009               | 25                 | 22,321              | 32                        | 21,477                     |
| 2010-2014               | 46                 | 41,071              | 69                        | 46,309                     |
| 2015-2020               | 41                 | 36,607              | 48                        | 32,215                     |
| Toplam                  | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 3'te görüldüğü üzere meta analize dahil edilen birincil çalışmaların en çok 2010-2014 yılları arasında yayınlandığı görülmüştür. İlgili yıl aralığında 46 (%41,071) çalışmadan 69 (%46,309) etki büyüklüğü elde edilmiştir. En az çalışmanın ise 2005-2009 yılları arasında yayınlanmış olduğu ve 25 (%22,321) çalışmadan 32 (%21,477) etki büyüklüğü elde edildiği görülmüştür. Tablo 4'te birincil çalışmaların elde edildiği veri tabanlarına ilişkin betimleyici istatistikler sunulmuştur.

Tablo 4

*Birincil Çalışmaların Elde Edildiği Veri Tabanlarına ilişkin Betimsel İstatistikler*

| Veri Tabanları   | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Google Akademik  | 67                 | 59,821              | 80                        | 53,691                     |
| Dergipark        | 2                  | 1,786               | 2                         | 1,342                      |
| ERIC             | 6                  | 5,357               | 7                         | 4,698                      |
| Taylor & Francis | 1                  | 0,893               | 2                         | 1,342                      |
| YÖK Tez Merkezi  | 27                 | 24,107              | 48                        | 32,215                     |
| Science Direct   | 5                  | 4,464               | 5                         | 3,356                      |
| Web of Science   | 3                  | 2,679               | 4                         | 2,685                      |
| Proquest         | 1                  | 0,893               | 1                         | 0,671                      |
| Toplam           | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 4'te görüldüğü üzere birincil çalışmaların en çok elde edildiği veri tabanı Google Akademik'tir. Google Akademik veri tabanından 67 (%59,821) çalışma ve 80 (%53,691) etki büyüklüğü elde edilmiştir. Bu veri tabanını 27 (%24,107) çalışma ve 48 (%32,215) etki büyüklüğü ile YÖK Tez Merkezi takip etmektedir. En az çalışma ve etki büyüklüğünün elde edildiği veri tabanı ise Proquest'tir. Bu veri tabanından 1 (%0,893) çalışma ve 1 (%0,671) etki büyüklüğü elde edilmiştir. Yalnızca 1 (%0,87) çalışmanın bulunduğu başka bir veri

tabanı da Taylor & Francis veri tabanıdır. Ancak bu veri tabanındaki 1 (%0,893) çalışmadan 2 (%1,342) etki büyüklüğü elde edilmiştir. Tablo 5’te birincil çalışmaların desenine ilişkin betimleyici istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 5

*Birincil Çalışmaların Araştırma Desenine ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Araştırma Deseni | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|-------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Gerçek Deneysel Desen         | 3*                 | 2,679*              | 3                         | 2,013                      |
| Yarı Deneysel Desen           | 96*                | 85,714*             | 124                       | 83,221                     |
| Zayıf Deneysel Desen          | 14                 | 12,500              | 22                        | 14,765                     |
| Toplam                        | 113                | 100,892             | 149                       | 100                        |

\*Hem gerçek deneysel desen hem de yarı deneysel desen kullanıldığı için 1 çalışma ortaktır. Bu nedenle toplam yüzde fazla görünmektedir.

Tablo 5’te görüldüğü üzere birincil çalışmaların çoğunluğu yarı deneysel desen olarak tasarlanmıştır ve nicel araştırma modeli yarı deneysel desen olan 96 (%85,714) çalışmadan elde edilen 124 (%83,221) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Birincil araştırmalarda en az kullanılan model ise gerçek deneysel desendir ve 3 (%2,679) çalışmadan elde edilen 2 (%2,013) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Tablo 6’da birincil çalışmaların sınıf düzeylerine ilişkin betimleyici istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 6

*Birincil Çalışmaların Sınıf Düzeyine ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Sınıf Düzeyi | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| 4. ve 5. Sınıf            | 10                 | 8,929               | 13                        | 8,725                      |
| 6., 7. ve 8. Sınıf        | 50                 | 44,643              | 63                        | 42,282                     |
| 9.,10., 11. ve 12. Sınıf  | 36*                | 32,143*             | 51                        | 34,228                     |
| Yükseköğretim             | 18*                | 16,071*             | 22                        | 14,765                     |
| Toplam                    | 114                | 101,786             | 149                       | 100                        |

\*Hem gerçek ortaöğretimde hem de yükseköğretimde gerçekleştirildiği için 2 çalışma ortaktır. Bu nedenle toplam yüzde fazla görünmektedir.

Tablo 6’da görüldüğü üzere birincil çalışmaların çoğunluğu 6., 7. ve 8. Sınıf düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Bu düzeyde gerçekleştirilen 50 (%44,643) çalışma ve bu çalışmalardan elde edilen 63 (%42,282) etki büyüklüğü bulunmaktadır. En az çalışma ise 4. ve 5. sınıflarda gerçekleştirilmiştir ve çalışma sayısı 10 (%8,929) iken etki büyüklüğü sayısı 13 (%8,725)’tür. Birincil çalışmaların gerçekleştirildiği alana ilişkin betimleyici istatistikler ise Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7

*Birincil Çalışmaların Konu Alanına ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Konu Alanı | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|-------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Fen Bilgisi             | 1                  | 0,893               | 1                         | 0,671                      |
| Fizik                   | 44                 | 39,286              | 57                        | 38,255                     |
| Kimya                   | 36                 | 32,143              | 52                        | 34,899                     |
| Biyoloji                | 31                 | 27,679              | 39                        | 26,174                     |
| Toplam                  | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 7’de görüldüğü üzere birincil çalışmaların çoğunluğu fizik alanında gerçekleştirilmiştir. Bu alanda gerçekleştirilen 44 (%39,286) çalışma ve bu çalışmalardan elde edilen 57 (%38,255) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Fizik alanını sırasıyla kimya ve biyoloji alanları takip etmektedir. Tüm fen öğretim programını ele alan çalışma sayısı ise 1 (%0,893)’tür ve bu çalışmadan elde edilen 1 (%0,671) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Birincil çalışmaların uygulama zamanına ilişkin betimleyici istatistikler ise Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8

*Birincil Çalışmaların Uygulama Zamanına ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Uygulama Öğretim Yılı | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Belirtilmemiş                      | 14                 | 12,500              | 20                        | 13,423                     |
| (2001-2002)-(2007-2008)            | 28                 | 25,000              | 36                        | 24,161                     |
| (2008-2009)-(2013-2014)            | 46                 | 41,071              | 66                        | 44,295                     |
| (2014-2015)-(2019-2020)            | 24                 | 21,429              | 27                        | 18,121                     |
| Toplam                             | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 8’de birincil çalışmalardan 14 (etki büyüklüklerinden 20) tanesi uygulama dönemine ilişkin raporlama yapmamıştır. Birincil çalışmaların çoğunluğu ise 2008-2009 ile 2013-2014 eğitim öğretim yılları aralığında uygulanmıştır ve bu aralıkta 46 (%41,071) çalışmadan elde edilen 66 (%44,295) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Uygulama zamanı 2014-2015 ile 2019-2020 aralığında olan çalışmalar ise diğer uygulama zamanlarına göre daha azdır ve bu aralıkta 24 (%21,429) çalışmadan elde edilen 27 (%18,121) etki büyüklüğü bulunmaktadır. Tablo 9’da birincil çalışmaların gerçekleştirildiği okul türüne ilişkin betimleyici istatistiklere yer verilmiştir.

Tablo 9

*Birincil Çalışmaların Gerçekleştirildiği Okul Türüne ilişkin Betimleyici İstatistikler*

| Çalışmaların Gerçekleştirildiği Okul Türü | Çalışma Sayısı (f) | Çalışma Yüzdesi (%) | Etki Büyüklüğü Sayısı (f) | Etki Büyüklüğü Yüzdesi (%) |
|-------------------------------------------|--------------------|---------------------|---------------------------|----------------------------|
| Belirtilmemiş                             | 4                  | 3,571               | 4                         | 2,685                      |
| Devlet Okulu                              | 102                | 91,071              | 134                       | 89,933                     |
| Özel Okul                                 | 5                  | 4,464               | 10                        | 6,711                      |
| Devlet Okulu ve Özel Okul                 | 1                  | 0,893               | 1                         | 0,671                      |
| Toplam                                    | 112                | 100                 | 149                       | 100                        |

Tablo 9’da görüldüğü üzere birincil çalışmalar çoğunlukla devlet okullarında gerçekleştirilmiştir. Devlet okullarında gerçekleştirilen çalışmaların sayısı 102 (%91,071) iken, bu çalışmalardan elde edilen etki büyüklüğü sayısı 134 (%89,933)’tür. Okul türünü belirtmeyen çalışma sayısı ise 5’tir. Hem devlet okul hem de özel okulda uygulama yapan birincil çalışma sayısının da 1 olduğu görülmektedir.

Araştırmada verilerin toplanma sürecine başlanmadan önce Gazi Üniversitesi Etik Komisyonuna etik kurul onayı başvurusunda bulunulmuştur. Etik Komisyon bu araştırmanın etik açıdan bir sakıncası bulunmadığına oy birliği ile karar vermiş ve yazılı olarak bildirmiştir.

Araştırmada veriler birincil çalışmalardan elde edilmiştir. Birincil çalışmalardan hangilerinin meta analize dahil edileceğini seçmek amacıyla bazı kriterler belirlenmiştir. Meta analiz araştırmalarında kriterlerin net olarak belirlenmesi ve buna dayalı literatür

taraması yapılması oldukça önemlidir. Çünkü böylelikle meta analiz çalışması metodolojik açıdan güçlenecektir. PICO (Participant/Population, Interventions, Comparisons, Outcomes)'ya göre katılımcıların, müdahalelerin, kontrol grubunun/karşılaştırmaların, ve sonuçların hangilerinin dikkate alınacağını ve problemi oluştururken hangileriyle ilgilendiğimizi belirlememiz gerekmektedir. İyi bir meta analiz çalışması iyi araştırma problemi ile başlar ve iyi problem için de PICO takip edilir (Higgins ve Green, 2008). Bu nedenle meta analize dahil edilecek birincil çalışmaları seçmek amacıyla anahtar kelimeler, taranacak veri tabanları, taranacak dergiler, çalışma dili, çalışma örnekleminin ülkesi ve örneklemin sınıf düzeyleri, çalışmaların yayın yılı, araştırma deseni, kontrol ve deney grubunda kullanılan öğretim yöntemi ve kullanılan ölçme araçları ölçüt olarak önceden belirlenmiştir. Belirlenen ölçütlere ilişkin bilgiler Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10

*Birincil Çalışmaların Seçiminde Kullanılacak Ölçütler*

| Özellik                                     | Ölçüt                                                                                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Anahtar Kelimeler                           | “5E” + “fen” + “başarı”<br>5E AND fen AND başarı<br>5E AND science AND achievement<br>5E AND science AND achievement AND Turkey                                                                                           |
| Taranan Veri Tabanları                      | Google Akademik<br>DergiPark Akademik<br>YÖK Tez Merkezi<br>ERIC<br>EBSCOhost<br>Science Direct<br>Proquest<br>Taylor & Francis<br>Web of Science                                                                         |
| Taranan Dergiler                            | Science Education<br>Journal of Research in Science Teaching<br>Journal of Science Teacher Education<br>International Journal of Science and Mathematics Education<br>Studies in Science Education                        |
| Çalışmaların Dili                           | Türkçe ve İngilizce                                                                                                                                                                                                       |
| Çalışma örnekleminin ülkesi                 | Türkiye                                                                                                                                                                                                                   |
| Çalışmaların Yayın Yılı                     | 2005-2020                                                                                                                                                                                                                 |
| Sınıf Düzeyi                                | 4., 5., 6., 7., 8., 9., 10., 11., 12. sınıf ve Yükseköğretim düzeyi                                                                                                                                                       |
| Çalışma Alanı                               | Fen, Fizik, Kimya, Biyoloji                                                                                                                                                                                               |
| Araştırma Deseni                            | Zayıf Deneysel Desen, Yarı Deneysel Desen, Gerçek Deneysel Desen                                                                                                                                                          |
| Kontrol Grubunda Kullanılan Öğretim Yöntemi | Düz anlatım, soru cevap, tartışma, gösteri, gösterip yaptırma vb. gibi geleneksel yöntemler                                                                                                                               |
| Deney Grubunda Kullanılan Öğretim Yöntemi   | Deney grubunda 5E öğretim modeli kullanılmış olması gerekmektedir. 5E öğretim modeli; bilim öyküsü, kavram karikatürü, animasyon, sanal gerçeklik, anoloji, alan gezisi, bilgisayar, kukla vs. ile desteklenmiş olabilir. |
| Kullanılan Ölçme Aracı                      | Çoktan Seçmeli Başarı Testi, Kavram Testi, Kavramsal Anlama Testi, Açık Uçlu Maddelerden Oluşan Test, Kavram Haritası gibi güvenilirliği raporlanan ve akademik başarıyı ölçen testler.                                   |

Tablo 10 incelendiğinde 5E” + “fen” + “başarı”, 5E AND fen AND başarı, 5E AND science AND achievement ve son olarak 5E AND science AND achievement AND Turkey anahtar

kelimeleriyle birincil çalışma taraması yapıldığı görülmektedir. Bu anahtar kelimeler veri tabanlarına uygun olarak seçilerek Google Akademik, DergiPark, YÖK Tez Merkezi, ERIC, EBSCOhost, Science Direct, Proquest, Taylor & Francis ve Web of Science veri tabanlarında tarama yapılırken, “Science Education”, “Journal of Research in Science Teaching”, “Journal of Science Teacher Education”, “International Journal of Science and Mathematics Education” ve “Studies in Science Education” dergilerinde ise anahtar kelime kullanılmaksızın 2005-2020 aralığında yayınlanan tüm sayılardaki tüm makaleler taranmıştır. Bu veri tabanlarının seçilme nedeni eğitim alanında yapılan meta analiz çalışmalarında sıklıkla kullanılıyor olması iken (Altunoğlu, Bozdemir, Yüzbaşıoğlu, Helvacı ve Kurnaz, 2020; Arık ve Yılmaz, 2020; Bakioğlu ve Göktaş, 2019; Batdı ve Batdı, 2015; Baysal ve Mutlu, 2019; Becker ve Park, 2011; Kozcu vd., 2019; Lazonder ve Harmsen, 2016; Semerci ve Batdı, 2015; Sosa, Berger, Saw ve Mary, 2011; Toraman ve Ulubey, 2016; Tosuntaş vd., 2020; Toraman ve Demir, 2016; Warfa, 2016 ve Xie, Wang ve Hu, 2018), bu dergilerin seçilme nedeni ise fen eğitimi alanında etki faktörü yüksek olan önde gelen dergiler olmasıdır (sırasıyla 3,500; 3,870; 1,530; 1,578 ve 1,530). Taranan dergilerde yıl sınırlaması 2005-2020 olarak belirlenmişken, veri tabanlarında yapılan taramalarda ise bazı veri tabanları yıl sınırlaması koymaya elverişli olmadığından tamamıyla incelenirken, bazı veri tabanlarında ise 2005-2020 yılları aralığında çalışmalar sınırlandırılarak tarama yapılmış ve araştırmalar incelenmiştir. Tablo 10’da belirtilen veri tabanlarından Google Akademik, YÖK Tez Merkezi, Web of Science, Proquest veri tabanlarında yıl sınırlaması uygulanırken, Dergipark, ERIC, Taylor & Francis, Science Direct, EBSCOhost veri tabanlarında yıl sınırlandırılmamıştır. Yılın sınırlandırılmadığı veri tabanlarındaki çalışmalar incelenirken 2005 öncesi çalışmalar incelenmemiştir. Veri tabanlarından Google Akademik’te yapılan taramalarda ise bir arama sonucunda 1000’den fazla çalışmaya erişilemediği için taramalar üç aralığa bölünerek yapılmıştır. Bu aralıklar 2005-2010, 2011-2015 ve 2016-2020 şeklinde belirlenmiştir.

Tablo 10'daki ölçütlerde de görüldüğü üzere birincil çalışmalardan dili Türkçe ve İngilizce olanlar ve örnekleme Türkiye olanlar ele alınmış, başka dilde ya da başka örneklemlerde gerçekleştirildiği tam metinler incelenirken belirlenen çalışmalar doğrudan elenmiştir. Birincil çalışmaların metodolojisi göz önünde bulundurulduğunda ise, araştırma modelinin zayıf deneysel desen, yarı deneysel desen ve gerçek deneysel desende olması ölçüt olarak belirlenmiş ve eylem/aksiyon araştırması, durum çalışması gibi nitel araştırmalar yine tam metinler incelenerek elenmiştir. Ek olarak kontrol grubunda düz anlatım, soru cevap, gösterip yaptırma, gösteri, tartışma, geleneksel laboratuvar, grup çalışması gibi geleneksel yöntemin kullanıldığı araştırmalar birincil çalışmalara dahil edilmiştir. Diğer yapılandırmacı yöntemleri kullanan ya da deney grubunda 5E modelinin başka etkinlikler ya da yöntemlerle zenginleştirip kontrol grubunda yalnızca 5E modelini kullanarak bu etkinlik ve yöntemlerin etkisini araştıran çalışmalar dahil edilmemiştir. Deney Grubunda ise 5E öğretim modelini uygulayan çalışmalar birincil çalışma olarak ele alınıp, bu modeli kullanmayan çalışmalar elenmiştir. Ayrıca 5E öğretim modelini başka etkinlik ya da yöntemlerle zenginleştiren çalışmalar da meta analize dahil edilmiştir. Birincil çalışmalarda ele alınan bu etkinlik ve yöntemler; sınıf dışı etkinlik; alan gezisi/gezi; animasyon, bilgisayar, yazılım, simülasyon, oyun, sanal gerçeklik, mobil teknoloji, çalışma kağıdı, kavramsal değişim metinleri, kavram karikatürleri, kukla, analogi, model, 3D model, kavram haritası, bilim öyküsü, deney, multimedya, rol oynatma, FTTÇ (Fen, teknoloji, toplum, çevre) destekli; yaşam, bağlam temelli; çoklu zeka destekli; modüler öğretim; STEM eğitimi; bütüncül, araştırmaya dayalı, sorgulamaya dayalı, yansıtıcı, bütüncül, probleme dayalı, proje tabanlı yaklaşımlardır.

Araştırma kapsamında Tablo 10'da da belirtilmiş olan birden fazla anahtar kelime grubu ile ve birden fazla veri tabanında tarama yapılmıştır. Bu anahtar kelimeler veri tabanlarının arama filtreleri ve kuralları farklılaştığından veri tabanından veri tabanına değişmiştir. Tablo 11'de hangi veri tabanlarında hangi anahtar kelimelerle tarama yapıldığı ve bu anahtar kelimeler aracılığıyla ilgili veri tabanlarında kaç çalışmaya erişildiğine dair bilgiler sunulmuştur.

Tablo 11

*Veri Tabanlarında Kullanılan Anahtar Kelimeler ve Erişilen Çalışma Sayıları*

| Veri Tabanı        | Anahtar Kelime                            | Çalışma Sayısı |
|--------------------|-------------------------------------------|----------------|
| Google Akademik    | “5E” + “fen” + “başarı”                   | 1678           |
| Dergipark Akademik | 5E AND fen AND başarı                     | 61             |
| YÖK Tez Merkezi    | 5E AND fen AND başarı                     | 125            |
| Proquest           | 5E AND fen AND başarı                     | 37             |
| Science Direct     | 5E AND fen AND başarı                     | 0              |
| Science Direct     | 5E AND science AND achievement            | 84             |
| ERIC               | 5E AND fen AND başarı                     | 0              |
| ERIC               | 5E AND science AND achievement            | 47             |
| Taylor & Francis   | 5E AND fen AND başarı                     | 0              |
| Taylor & Francis   | 5E AND science AND achievement            | 261            |
| EBSCOhost          | 5E AND fen AND başarı                     | 268            |
| EBSCOhost          | 5E AND science AND achievement            | 130            |
| Web of Science     | 5E AND fen AND başarı                     | 0              |
| Web of Science     | 5E AND science AND achievement AND Turkey | 53             |

Tablo 11’de görüldüğü üzere en fazla çalışma Google Akademik veri tabanında “5E” + “fen” + “başarı” anahtar kelimesiyle bulunmuştur. Science Direct, ERIC, Taylor & Francis, EBSCOhost ve Web of Science veri tabanlarında Türkçe olan anahtar kelimelerden “5E AND fen AND başarı” ile hiç çalışmaya erişilememiştir. Hiçbir çalışmaya erişilemeyen veri tabanı ve anahtar kelimesi eşleştirmelerinin dışında en az çalışmaya ulaşılan veri tabanı Proquest’tir ve ilgili veri tabanında “5E AND fen AND başarı” anahtar kelimesiyle yapılan taramada 37 çalışmaya erişilmiştir. Araştırma kapsamında veri tabanlarının dışında dergi bazında da tarama yapılmıştır ancak bu taramalarda anahtar kelime kullanmaksızın 2005-2020 aralığında yayınlanan tüm sayılar taranmıştır. Tablo 12’de taranan dergilere ve erişilen çalışma sayılarına yer verilmiştir.

Tablo 12

*Dergilerden Erişilen Çalışma Sayıları*

| Taranan Dergiler                                           | Çalışma Sayısı |
|------------------------------------------------------------|----------------|
| Science Education                                          | 930            |
| Journal of Research in Science Teaching                    | 1036           |
| Journal of Science Teacher Education                       | 696            |
| International Journal of Science and Mathematics Education | 1149           |
| Studies in Science Education                               | 157            |

Tablo 12 incelendiğinde “International Journal of Science and Mathematics Education” da incelenen çalışma sayısının en fazla olduğu görülmüştür. Erişilen ve incelenen çalışma sayısının en az olduğu derginin ise “Studies in Science Education” olduğu görülmüştür. Bu dergide 157 çalışmaya erişilmesinin nedeni derginin yılda 1 sayı çıkarıyor olmasıdır. Dergi ve veri tabanlarında olmak üzere toplam incelenen makale sayısı Tablo 13’te verilmiştir.

Tablo 13

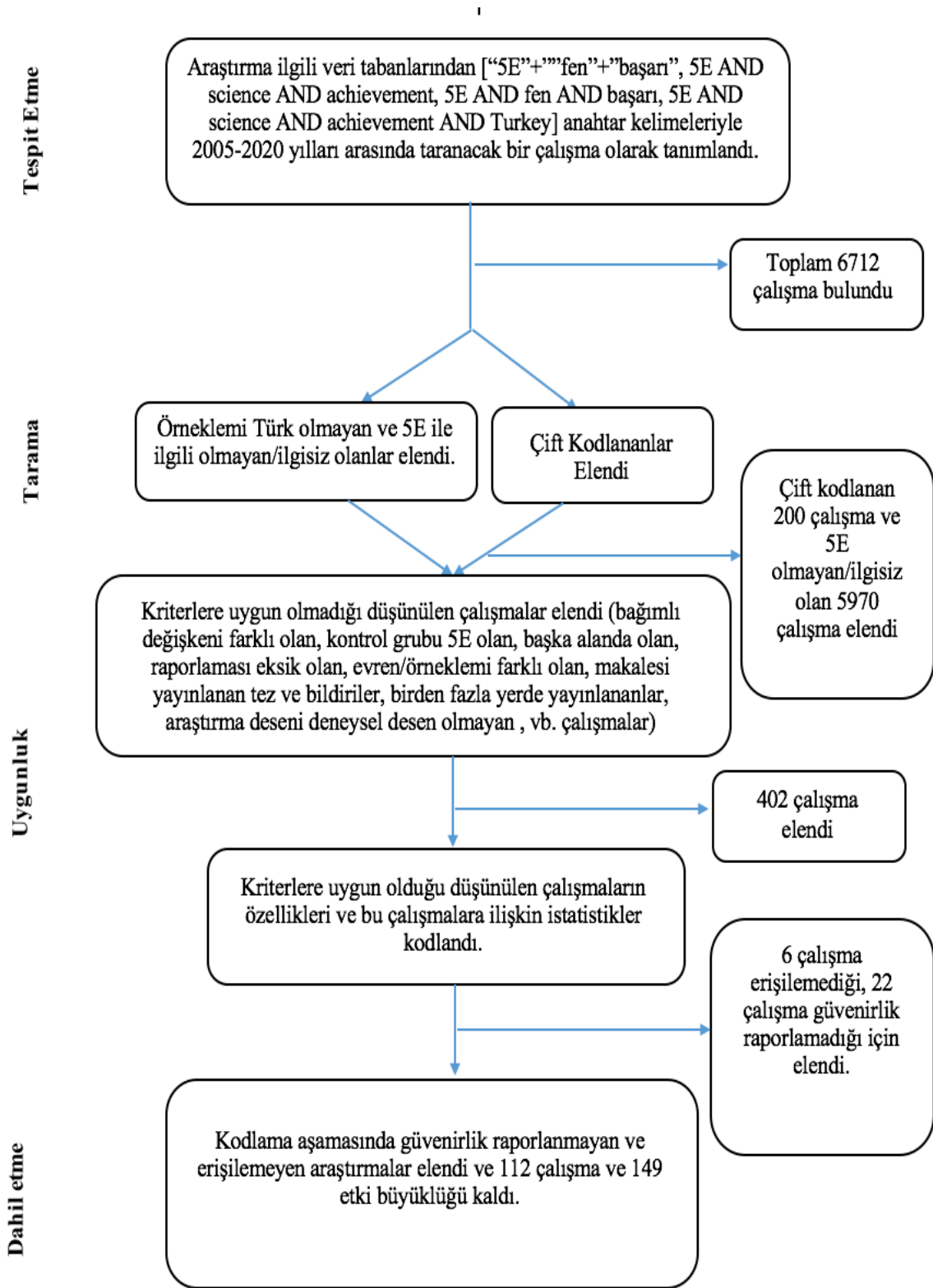
*Veri Tabanlarından ve Dergilerden Erişilen Toplam Çalışma Sayıları*

| Erişilen Yer   | Çalışma Sayısı |
|----------------|----------------|
| Veri Tabanları | 2744           |
| Dergiler       | 3968           |
| Toplam         | 6712           |

Tablo 13’te de görüldüğü gibi veri tabanlarından 2744 çalışma, dergilerden 3968 çalışma olmak üzere toplam 6712 çalışma meta analiz araştırması kapsamında tam metinler üzerinden incelenmiştir. Bu araştırmalar belirlenen ölçütler doğrultusunda incelenerek bir kısmı araştırmaya dahil edilirken, bir kısmı dahil edilmemiştir. Yapılan taramalarda bir çalışma birden fazla veri tabanında taranabileceği için çift kodlama durumundaki çalışmalar elenmiştir. Bunun yanı sıra meta analiz araştırmasının problemi ile ilgili olmayan, örnekleme Türkiye olmayan, ele alınan bağımlı değişkeni farklı olan, kontrol grubunda geleneksel yöntemler dışında yöntemler kullanmış olan ya da kontrol grubunda kullanılan yöntemlere erişilemeyen, fen, fizik, kimya ve biyoloji alanında olmayan, deneysel desende olmayan, meta analiz çalışması için gerekli istatistikleri olmayan, güvenilirlik katsayısı raporlamayan

araştırmalar tam metinleri incelenen 6712 araştırmadan elenmiştir ve nihai olarak 112 çalışmadan elde edilen 149 etki büyüklüğü meta analiz çalışmasına dahil edilmiştir. Sürece ilişkin PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta Analyses) akış şeması şekil 4’te verilmiştir (Liberati, Altman, Tetzlaff, Mulrow, Gtzsche, Ioannidis ve Moher, 2009).





Şekil 4 PRISMA akış şeması

Şekil 4’te verilen PRISMA akış şemasına göre tespit etme aşamasında belirlenen anahtar kelimelerle 6712 çalışma tespit edilerek incelenmiştir. Ancak tarama aşamasında çalışmaların tam metinleri incelendiğinde örnekleminin Türk olmadığı belirlenen ve 5E ile ilgili olmayıp meta analizin problemiyle ilgisiz olan 5971 çalışma elenmiştir. Bunun yanı sıra birden fazla veri tabanında taranan çalışmalar bulunabildiği için kodlanan çalışmalardan iki ya da daha fazla kez kodlanmış olan 200 çalışma elenmiştir.

Uygunluk aşamasında ise ölçütlere uygun olmadığı düşünülen 402 çalışma elenmiştir. Bu 402 çalışmadan 32 çalışma bağımlı değişkeni akademik başarı dışında başka bir bağımlı değişken olduğu için elenmiştir. Bu bağımlı değişkenlere bilimsel süreç becerileri, tutum, motivasyon, düşünme becerileri, problem çözme becerisi vb. örnek verilebilir. Ölçütlere uygun olmadığı için Fen, Kimya, Biyoloji, Fizik alanlarının dışında kalan alanlarda gerçekleştirilmiş olan 60 çalışma da elenmiştir. Bunun yanı sıra kontrol grubunda yapılandırmacı yaklaşıma dayalı öğretim, 5E öğretim modeline dayalı öğretim ve araştırmacı/sorgulayıcı yaklaşıma dayalı öğretim uygulayan 43 çalışma da ölçütlere uygun olmadığı için araştırma verilerinin dışında tutulmuştur. Uygunluk aşamasında 72 çalışma kontrol grubunda 5E öğretim modeli kullanıp, deney grubunda 5E öğretim modelini farklı yaklaşım, yöntem ya da etkinliklerle zenginleştirerek kullandığı için elenmiştir. Deney grubunda 5E öğretim modelini zenginleştirmek için kullanılan farklı yaklaşım, yöntem ya da etkinliklere; drama, kavram karikatürü, analogi, kavramsal değişim metni, mobil uygulama, kavram karikatürü, animasyon, simülasyon vb. örnek verilebilir. Yine uygunluk aşamasında evren/örnekleme farklı olan çalışmalar elenmiştir ve bu çalışmaların sayısı 29’dur. Farklı evren örnekleme sahip çalışmalarda; başka ülkelerde uygulama yapılması, hemşirelik fakültesinde uygulama yapılmış olması ve üstün yetenekli öğrencilerle çalışılmış olması durumu söz konusudur. Ölçütlere uygun olmadığı için araştırma modeli zayıf deneysel, yarı deneysel ve gerçek deneysel desen dışında olan 75 çalışma da elenmiştir. Bu 75 araştırmaya öğrenci/öğretmen/öğretmen adaylarının görüşleri alınan, ders planları öğretmen adaylarına hazırlatılan, gözlem/görüşme yapılan, eylem/aksiyon araştırması ya da

durum çalışması olarak tasarlanan, kaynak taranan vb. nitel araştırmalar, meta analiz çalışmaları ya da betimsel tarama ve ilişkisel tarama modelinde olan araştırmalar örnek gösterilebilir. Elenen 75 araştırmaya içerisinde karma yöntem araştırması olarak tasarlanan ve nicel yöntem bağlamında deneysel desenleri ele alan çalışmalar bulunmamaktadır. Bu tipteki araştırmalara meta analizin birincil çalışmaları olarak verilere dahil edilmiştir. Ölçme aracıyla ve raporlamayla ilgili durumlarda ele alınarak 28 araştırma ölçütlere uygun olmadıkları için meta analiz çalışmasının kapsamına alınmamıştır. Bu araştırmalarda yalnızca frekans/yüzde analizlerinin raporlanması, kelime ilişkilendirme testi ya da kavram testi kullanılarak toplam puana ilişkin analiz gerçekleştirilmemesi, başarı testi sonuçlarının ya da örneklem büyüklüğünün raporlanmaması gibi durumlar söz konusudur. Uygunluk aşamasında dikkate alınan bir diğer husus aynı yayının birden fazla türde yayınlanmış olması durumudur. Birincil çalışmalar tez ise makalesinin yayınlanmış olması ve bildiri ise makalesinin yayınlanmış olması ya da tezinin var olması durumları tespit edilerek 30 çalışma meta analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Makalesi yayınlanmış olan tez ve bildiriler için yalnızca makaleler kodlanmıştır. Tezi yayınlanan bildiriler için ise yalnızca tezler kodlanmıştır. Böylelikle aynı veriler birden fazla kez kodlanarak sonuçlara hata karışması olasılığının indirgenmesi amaçlanmıştır. Ek olarak araştırma kapsamına dahil edilmeyen çalışmalar arasında deney grubunda öğretim programı geliştirerek 5E öğretim modelinin yanı sıra başka model ve yöntemleri de uygulayan ya da deney grubunda yapılandırmacı yaklaşım uygulanmış olup model olarak 5E öğretim modeli uygulanmayan 12 çalışma meta analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Karşılaştırılan grupların birbirinden farklı düzeyde olduğu 1 çalışma da meta analize dahil edilmemiştir. Son olarak kontrol grubunda ne tür uygulama yapıldığına ilişkin net bir bilgiye ulaşmak için 24 araştırmacıya mail/mesaj yoluyla ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu araştırmalardan 3 tanesinin yazarının iletişim bilgilerine erişilememiştir ve bu araştırmalar meta analiz kapsamına alınmamıştır. Araştırmalardan 4 tanesinin (etki büyüklüklerinden 6 tanesinin) ise yazarı maillere yanıt vermediği için meta analize dahil edilmemiştir. Çalışmalardan 11 tanesi ise maile yanıt vermiş ve kontrol

grubunda yapılandırmacı yaklaşım/5E öğretim modeli kullanıldığı için dahil edilmemiştir. Yazarları gönderilen e-postalara yanıt verince meta analize dahil edilmesi kararlaştırılan çalışma sayısı ise 6'dır. Son olarak sonuçları iki ayrı yerde yayınlanan 2 araştırma da elenmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda 402 çalışma elendikten sonra ölçütlere uygun olduğu düşünülen 140 çalışma ve 183 etki büyüklüğü bulunmakta iken dahil etme aşamasında 6 çalışma erişilemediği için kodlanamamıştır böylelikle 134 çalışma 177 etki büyüklüğü kalmıştır. Sonrasında ise araştırmanın problemleri doğrultusunda güvenilirlikle ağırlıklandırma yapılacağından ve 22 çalışmada güvenilirlik raporlanmadığından ya da testi geliştirenlerin ölçümlerinin güvenilirlik katsayısını raporladığından analiz dışında bırakılmıştır. Nihai olarak 112 çalışma ve 149 etki büyüklüğü meta analize dahil edilmiştir. 112 çalışmanın bulunduğu liste EK 1'de verilmiştir. Meta analize dahil edilen 112 çalışma ve bu çalışmalardan elde edilen 149 etki büyüklüğüne ilişkin kodlamalar Microsoft Excel'de yapılmıştır. Bu kodlamalar belirlenen değişkenler doğrultusunda yapılmıştır. Kodlanan betimsel değişkenlere ve etki büyüklüğünü hesaplamak için kodlanan istatistiklere Tablo 14'te yer verilmiştir.

Tablo 14

*Kodlanan Betimsel Değişkenler ve Etki Büyüklüğü Hesaplamak için Kodlanan İstatistikler*

| Kodlanan Betimsel Değişkenler         | Etki Büyüklüğü için Kodlanan İstatistikler |                                                       |
|---------------------------------------|--------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                       | Analiz Yöntemi                             | Kodlanan İstatistikler                                |
| Yayın Kodu                            |                                            | Kontrol Grubu Örneklem Büyüklüğü                      |
| Çalışmanın Adı                        |                                            | Deney Grubu Örneklem Büyüklüğü                        |
| Künye                                 |                                            | Etki büyüklüğü (d)                                    |
| Yayın Türü                            |                                            | Etki büyüklüğü (g)                                    |
| Yayın Dili                            |                                            | Eta kare ( $\eta^2$ )                                 |
| Yayın Yılı                            |                                            | Ortalama (Son Test-Deney)                             |
| Yayın Yeri                            |                                            | Standart Sapma (Son Test-Deney)                       |
| Cilt-Sayı                             |                                            | Ortalama(Son Test-Kontrol ya da Ön-Test Deney)        |
| Yazarlar                              | t-Testi /ANOVA                             | Standart Sapma (Son Test-Kontrol ya da Ön Test-Deney) |
| Veri Tabanı                           |                                            | Serbestlik Derecesi                                   |
| Tarandığı İndeks                      |                                            | t değeri                                              |
| Kullanılan Modeller                   |                                            | F değeri                                              |
| Deney Grubunda Yapılan Ek Uygulama    |                                            | p değeri (Son Test Deney-Kontrol)                     |
| Kontrol Grubunda Kullanılan Teknikler | Korelasyon                                 | Korelasyon                                            |
| Araştırma Deseni                      | Mann Whitney U Testi                       | Sıra Ortalaması (Deney)                               |
| Konu Alanı                            |                                            | Sıra Toplamı (Deney)                                  |
| Sınıf Düzeyi                          |                                            | Sıra Ortalaması (Kontrol)                             |
| Ders Alanı                            |                                            | Sıra Toplamı (Kontrol)                                |
| Kullanılan Veri Toplama Aracı         |                                            | U                                                     |
| Bağımlı Değişken                      |                                            | p                                                     |
| Güvenirlilik                          |                                            | Kareler Toplamı (Grup)                                |
| Güçlük Aralığı/Ortalama Güçlük        | ANCOVA/ MANCOVA/ MANOVA                    | Kareler Toplamı                                       |
| Evren-Örneklem                        |                                            | F                                                     |
| Etkinlik Sayısı                       |                                            | Serbestlik Derecesi                                   |
| Ders Saati                            |                                            | p                                                     |
| Pilot Uygulama                        |                                            | Sıra Ortalama                                         |
| Başarı Testinin Pilot Uygulaması      | Wilcoxon İşaretli                          | Sıra Toplamı                                          |
| Veri Analiz Yöntemi                   | Sıralar Testi                              | Z                                                     |
| Uygulama Zamanı                       |                                            | p                                                     |
| Okul Türü                             | Kruskal Wallis Testi                       | Sıra Ortalaması (Deney)                               |
|                                       |                                            | Sıra Ortalaması (Kontrol)                             |
|                                       |                                            | $\chi^2$                                              |
|                                       |                                            | Serbestlik Derecesi                                   |
|                                       |                                            | p                                                     |

Tablo 14'te görüldüğü üzere betimsel değişken olarak çalışmalarını ayırt etmek ve kolaylıkla tam metinlere erişebilmek için araştırmacı tarafından verilen yayın kodu, çalışma adı, künye (Yazar1 ve Yazar2, 20XX), yayın yılı, yayın yeri, cilt-sayı, yazarlar gibi değişkenler kodlanmıştır. Bunun yanı sıra yayın dili, elde edilen veri tabanı, tarandığı indeks, kullanılan modeller, varsa deney grubunda yapılan ek uygulamalar, kontrol grubunda kullanılan teknikler, araştırma deseni, konu alanı, sınıf düzeyi, ders alanı (fen, fizik, kimya, biyoloji), kullanılan veri toplama aracı, bağımlı değişken, güvenilirlik, güçlük aralığı ya da ortalama güçlük, evren-örneklem, etkinlik sayısı, ders saati, pilot uygulamanın yapılıp yapılmaması durumu (evet/hayır), başarı testinin pilot uygulaması (evet/hayır), veri analiz yöntemi, uygulama zamanı, okul türü gibi betimsel değişkenlerde kodlanmıştır. Tarandığı indeks bilgisinin kodlanmasında ilgili derginin ilgili yılda tarandığı en yüksek indeks kodlanmıştır. Meta analiz çalışmasının gerçekleştirilmesi için gereken etki büyüklüklerini hesaplamak adına Tablo 14'te belirtilen istatistikler kodlanmıştır. Bazı birincil araştırmalar doğrudan etki büyüklüklerini raporladıkları için Cohen d, Hedges g ve  $\eta^2$  etki büyüklüklerine de veri kodlamak için oluşturulan Microsoft Excel dosyasında yer verilmiştir. Bunun yanı sıra yine meta analizin gerçekleştirilmesi için gereken deney gruplarının örneklem büyüklüğü ve kontrol grubunun örneklem büyüklüğü de kodlanmıştır. Birincil araştırmalarda veri analizinde t-testi ya da ANOVA kullanan araştırmalar genellikle ortalama ve standart sapma gibi istatistikleri hesaplamış oldukları için bu araştırmalardan elde edilen deney grubunun son testine ilişkin ortalama ve standart sapma ile kontrol grubunun son testine ilişkin ortalama standart sapmalar kodlanmıştır. Araştırma zayıf deneysel deseninde gerçekleştirildiyse deney grubunun hem son testine hem de ön testine ilişkin ortalama ve standart sapmalara kodlamalarda yer verilmiştir. Ayrıca t-Testi ya da varyans analizi yapan birincil çalışmalar için sırasıyla t değeri ve F değeri de kodlanmıştır. Son olarak bu testler için serbestlik derecesinin ve p değerinin de kodlaması yapılmıştır. Ortalama ve standart sapmaların raporlamasını yalnızca t-Testi ya da ANOVA uygulayan araştırmalar değil diğer araştırmalar da raporlamaktadır. Bu nedenle Mann Whitney U Testi, ANCOVA, MANOVA,

MANCOVA, Wilcoxon İşaretli Sıralar Testi ve Kruskal Wallis Testi gibi analizleri de kullanan araştırmalarda ortalama ve standart sapma değerleri raporlandıysa, veri kodlamasında bu ortalama ve standart sapmalara da yer verilmiştir. Korelasyon raporlayan birincil çalışmalar için de korelasyon kodlanmıştır, korelasyon doğrudan etki büyüklüğü anlamına gelmektedir.

Tablo 14'te de belirtildiği üzere Mann Whitney U Testi yaparak bu testin sonuçlarını raporlayan birincil araştırmalar için deney ve kontrol grupları için sıra ortalamaları ve sıra toplamaları ile U ve p değerleri kodlanmıştır. Birden fazla bağımsız ya da bağımlı değişkenin bulunduğu birincil çalışmalar için yaptıkları analizler doğrultusunda ANCOVA, MANOVA ya da MANCOVA sonuçlarının akademik başarıyı ilgilendiren bölümleri kodlanmıştır. Bu analizlerde kodlanan değerler gruba ilişkin kareler toplamı, kareler toplamı, F değeri, serbestlik derecesi ve p değeridir. Wilcoxon işaretli sıralar testi ile sonuç raporlayan çalışmalar için ise sıra ortalaması, sıra toplamı, Z değeri ve p değeri kodlanmıştır. Son olarak Kruskal Wallis testi ile sonuç raporlayan birincil çalışmalara yönelik olarak deney grubunun sıra ortalaması, kontrol grubunun sıra ortalaması,  $\chi^2$ , serbestlik derecesi ve p değeri kodlanmıştır.

## **Verilerin Analizi**

Bu bölümde araştırmanın tüm alt problemleri için veri girişlerinin nasıl yapıldığı, veri analizlerinin nasıl ve hangi programlar aracılığıyla yapıldığı ve farklı çalışma sayılarının nasıl elde edildiği gibi bilgilere yer verilmiştir.

### **Birinci Alt Problem için Verilerin Analizi**

Araştırmanın 1. Alt probleminde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında meta analiz sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği

incelenmiştir. Farklı çalışma sayılarının elde edilmesinde çoğaltma (duplication) yönteminden yararlanılmıştır. Burada k taramalar ve kodlamalar sonucunda elde edilen 149 çalışmayı (etki büyüklüğünü) ifade etmektedir. Bu doğrultuda  $2k = 298$ ,  $6k = 894$  ve son olarak  $10k = 1490$  çalışmayı temsil etmektedir. Genel etki büyüklüğü, standart hata ve güven aralıklarının elde edilmesinde CMA programı kullanılmıştır. Programda birincil çalışmalara ilişkin verilerin kodlanması için birden fazla giriş yöntemi kullanılmıştır. İlk olarak kontrol gruplu desenler için CMA veri giriş formatı seçeneklerinden “*unmatched groups, post data only*” bölümü seçilerek kodlama yapılmıştır. Bu başlık altında ortalama ve standart sapma raporlayan birincil çalışmalar için “*mean, SD and sample size*” seçilirken; t-testi, ANOVA, ANCOVA, MANCOVA ve MANOVA sonuçlarını ve ortalamaları raporlayan araştırmalar için “*means, sample size, p value*” seçilmiştir. Özellikle Mann Whitney U gibi analiz yöntemlerini kullanan ya da ortalama raporlamayıp sadece örneklem büyüklüğü ile p değeri raporlayan araştırmalar için ise “*sample size and p value*” seçilmiştir. İkinci olarak ise tek gruplu desenler için “*one group (pre-post) and matched group*” bölümü seçilerek kodlama yapılmıştır. Bu başlık altında tek gruplu ön ve son test araştırmalarda genel olarak korelasyon raporlanmadığı için “*means, sample size, paired t value*” ya da “*means, sample size, paired p value*” seçilerek veri girişi yapılmıştır. Bunun yanı sıra Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz yapan ve ortalamaları raporlayan birincil çalışmalar için “*means, sample size, paired p value*”, ortalamayı raporlamayanlar için ise “*sample size and p value from paired t test*” seçilerek veri girişi yapılmıştır. Güvenirlikle ağırlıklandırma için ise bu veri girişleri ile elde edilen etki büyüklükleri programa doğrudan girilmiştir ve bunun için “*computed effect size*” bölümünden “*Cohen’s d (Standardized by pooled within group SD) and variance*” seçilmiştir.

Programda araştırma verilerinin kodlanması aşamasında Araştırmanın 1.1. alt probleminde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma işlemi CMA programı ile gerçekleştirilmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan kastedilen örneklem hata varyansının tersidir (bu çalışmada “örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma” ifadesi ile belirtilmektedir) ve

sabit etkiler ve rastgele etkiler modeli için nasıl hesaplandığı sırasıyla Eşitlik 3.1 ve Eşitlik 3.2’de gösterilmiştir (Borenstein vd., 2009);

$$w_i = \frac{1}{V_{Yi}} \quad \text{Eşitlik 3.1}$$

$$w_i^* = \frac{1}{V_{yi}^*} \quad \text{Eşitlik 3.2}$$

Eşitlik 3.1’de verilen  $w_i$  ilgili çalışmanın ağırlığını temsil ederken,  $V_{yi}$  ağırlıklandırılacak ilgili çalışmaya ait örneklem hata varyansıdır. Eşitlik 3.2.’de ise  $w_i^*$  rastgele etkiler modeli için ilgili çalışmanın ağırlığını temsil ederken,  $V_{yi}^*$  Eşitlik 3.1’deki  $V_{yi}$ ’den farklı olarak ağırlıklandırılacak ilgili çalışmaya ait örneklem hata varyansı ile çalışmalar arası varyansın ( $T^2$ ) toplamıdır. Örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırmada varyans değerlerine ilişkin ranj 1,906 (0,018-1,924) şeklindedir. Çalışmaların varyansına EK 2’de yer verilmiştir. Araştırmada 5. Alt problem hariç tüm alt problemler için rastgele etkiler modeline göre analizler yapılmış ve raporlanarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 1.2. alt probleminde ise güvenilirlik katsayısı ağırlıklandırma işlemi için öncelikle Microsoft Excel programında güvenilirlik katsayıları Eşitlik 3.4’teki dönüşüm formülü ile dönüştürülmüştür. Böylelikle CMA programında ağırlıklandırmanın güvenilirlik katsayısıyla yapılması sağlanmıştır. Bu dönüşümün (güvenirliğin tersinin alınmasının) yapılmasının nedeni programın ters varyans yöntemini kullanması ve ağırlıklandırmayı örneklem hata varyansı sütunun tersini kullanarak yapmasıdır. Bunun için programda ağırlıklandırma için hesaplanmış değerleri ile varyans değerlerinin girilebileceği veri türü seçilmiştir. CMA programında varyans değerlerinin girilebileceği veri türü seçildikten sonra programa varyans değerlerinin yerine Eşitlik 3.4’teki dönüşüm formülü kullanılarak hesaplanan güvenilirlik katsayısının tersi girilmiştir. Güvenirlik ile ağırlıklandırma güvenilirliğin tersinin alınarak değil de etki büyüklüklerinin Eşitlik 3.3’te görüldüğü gibi güvenilirlik katsayısıyla çarpılarak yapılacağı için programda güvenilirliğin tersi kodlanmıştır. Bu dönüşümün yapıldığı formül ise Eşitlik 3.4’te verilmiştir.

$$w_i = r_{at} \quad w_i^* = r_{at} + T^2 \quad \text{Eşitlik 3.3.}$$

$$w_{i \text{ for CMA}} = \frac{1}{r_{at}}$$

Eşitlik 3.4.

Eşitlik 3.3'te verilen  $w_i$  ilgili çalışmanın ağırlığını temsil ederken,  $r_{at}$  ilgili çalışmada kullanılan başarı testi ile elde edilen ölçümlere ilişkin güvenilirlik katsayısını ifade etmektedir.  $T^2$  ise çalışmalar arası varyansı temsil etmektedir ve rastgele etkiler modelinde  $w_i^*$ 'ın hesaplanmasında kullanılmaktadır. Güvenirlik katsayılarının ranjı 0,421 (0,550-0,971)'dir ve çalışmalardaki testlere ilişkin güvenilirlik katsayıları EK 2'de verilmiştir. Eşitlik 3.4'te ise  $w_{i \text{ for CMA}}$ , çalışmanın ağırlığının hesaplanmış değerleri ile varyans değerleri CMA'ya girildiği takdirde kullanılacak dönüşüm formülü verilmiştir ve bu formülde de,  $r_{at}$  ilgili çalışmada kullanılan başarı testi ile elde edilen ölçümlere ilişkin güvenilirlik katsayısını belirtmektedir.

Araştırmanın 1. alt probleminde ağırlıklandırmalar hem örneklem hata varyansı hem de güvenilirlik katsayısıyla yapılarak farklı çalışma sayıları altında genel etki büyüklükleri, standart hata ve güven aralıkları birbiriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

### **İkinci Alt Problem için Verilerin Analizi**

Araştırmanın 2. Alt probleminde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında heterojenlik katsayılarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayılarının elde edilmesinde çoğaltma yönteminden yararlanılmıştır. Heterojenlik katsayılarının hesaplanmasında CMA programı ve Microsoft Excel programı kullanılmıştır. Programda birincil çalışmalara ilişkin verilerin kodlanması için 1. Alt problemde olduğu gibi birden fazla giriş yöntemi kullanılmıştır ve veri giriş süreci aynıdır.

Araştırmanın 2.1. alt probleminde Q'nun ve Q için raporlanan p değerinin nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Q ve Q için p değerleri CMA programı ile elde edilmiştir. Q'nun hesaplanmasında kullanılan formül hem örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma hem de

güvenirlik ile ağırlıklandırma için eşitlik 3.5'teki gibidir (Cochran, 1954, s. 114). Ancak  $w_i$ 'nin formülü ağırlıklandırma yöntemine göre değişmekte ve ilgili durumlarda Eşitlik 3.2 ve 3.3. kullanılmaktadır.

$$Q = \sum_{i=1}^k w_i (x_i - \bar{x}_w)^2 \quad \text{Eşitlik 3.5}$$

Eşitlik 3.5'te  $w_i$  ilgili duruma göre örneklem hata varyansının tersine ya da güvenilirliğe göre ağırlıklandırma katsayısını ifade ederken,  $x_i$  i. çalışmadaki etki büyüklüğünü belirtmektedir.  $\bar{x}_w$  ise, çalışmaların ağırlıklandırılmış etki büyüklüğü ortalamasını ifade etmektedir ve  $\bar{x}_w = \sum w_i x_i / \sum w_i$  şeklinde hesaplanmaktadır. Eşitlik 3.5'te  $k$  ise çalışma sayısını belirtmektedir. Araştırma problemi 2.1'de CMA programı aracılığıyla hesaplanan  $Q$  ve  $Q$  için  $p$  değerlerinin ağırlıklandırma yöntemi ve çalışma sayısından nasıl etkilendiği birbirleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 2.2. alt probleminde  $T^2$  değerinin nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir.  $T^2$  değeri CMA programı ile elde edilmiştir.  $T^2$  değerinin hesaplanmasında kullanılan formül hem örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma hem de güvenilirlik ile ağırlıklandırma için eşitlik 3.6'daki gibidir. Ancak  $w_i$ 'nin formülü ağırlıklandırma yöntemine göre değişmekte ve ilgili durumlarda eşitlik 3.2 ve 3.3. kullanılmaktadır.

$$\hat{\tau}^2 = \frac{Q - df}{\sum w_i - \frac{\sum w_i^2}{\sum w_i}} \quad \text{Eşitlik 3.6}$$

Eşitlik 3.6'da  $Q$  Cochran (1954)'ın önerdiği  $Q$  istatistiğini,  $df$  ise serbestlik derecesini belirtmektedir ve serbestlik derecesi  $(k-1)$  çalışma sayısından 1 çıkartılarak hesaplanabilir. Ayrıca formülde bulunan  $W_i$ 'de i. çalışmanın ilgili duruma göre örneklem hata varyansının tersine ya da güvenilirliğe göre ağırlıklandırma katsayısını ifade etmektedir (Borenstein vd., 2009; sf. 72). Araştırma problemi 2.2'de CMA programı aracılığıyla hesaplanan  $T^2$  değerinin ağırlıklandırma yöntemi ve çalışma sayısından nasıl etkilendiği birbirleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 2.3 alt probleminde  $I^2$  değerinin nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir.  $I^2$  değeri CMA programı ile elde edilmiştir.  $I^2$  değerinin hesaplanmasında kullanılan formül

hem örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma hem de güvenilirlik ile ağırlıklandırma için eşitlik 3.7'deki gibidir.

$$I^2 = \frac{\hat{\tau}^2}{\hat{\tau}^2 + \tilde{v}} \times 100\% \quad \text{Eşitlik 3.7}$$

Eşitlik 3.7'de  $\tilde{v}$  çalışma içi hata varyansını ifade etmektedir. Ancak ağırlıklandırma yöntemlerine göre; örneklem hata varyansının tersi ile ağırlıklandırma yapıldığında örnekleme hata varyansını temsil ederken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığı durumda sadece örneklem hatasından kaynaklanan varyansı değil genel hata varyansını ifade etmektedir.  $I^2$  istatistiğinin yorumlanması için kriter değerler bulunmaktadır ve bu değerler her koşula uygun olmamakla birlikte %25 düşük, %50 orta ve %75 yüksek heterojenlik olarak kategorize edilmiştir (Higgins, vd.; 2003). Bu nedenle araştırmanın 2.3. alt probleminde  $I^2$  istatistiğinin ağırlıklandırma yöntemi ve çalışma sayısından nasıl etkilendiği belirtilen kriter değerler bağlamında da değerlendirilerek yorumlanmıştır.

Araştırmanın 2.4. alt probleminde  $H^2$  değerinin nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir.  $H^2$  değeri Microsoft Excel programı ile hesaplanmıştır.  $H^2$  değerinin hesaplanmasında kullanılan formül eşitlik 3.8'deki gibidir.

$$H^2 = \frac{Q}{k-1} \quad \text{Eşitlik 3.8}$$

Eşitlik 3.8'de  $Q$  Cochran'ın (1954) önerdiği  $Q$  istatistiğini ifade etmektedir ve eşitlik 3.5'te verildiği gibi hesaplanmaktadır.  $H^2$  değerinin hesaplanmasında CMA programından elde edilen  $Q$  istatistiği kullanılacaktır. Bu nedenle  $Q$  istatistiği ağırlıklandırmaya dayalı bir istatistik olduğu için ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ile ya da güvenilirlikle yapıldığında  $H^2$  istatistiği de ağırlıklandırmaya göre değişecektir. Araştırma problemi 2.4'te Microsoft Excel programı aracılığıyla hesaplanan  $H^2$  değerinin ağırlıklandırma yöntemi ve çalışma sayısından nasıl etkilendiği birbirleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Ayrıca  $H$  değerinin 1'e yakınlığına göre heterojenlik hakkında yorum yapılmıştır.

Araştırma alt problemi 2.5'te  $R^2$  değerinin nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir.  $R^2$  değeri Microsoft Excel programı ile hesaplanmıştır.  $R^2$  değerinin hesaplanmasında kullanılan formüller Eşitlik 3.9'daki ya da daha ayrıntılı bir biçimde 3.10'daki gibidir.

$$R^2 = \frac{v_R}{v_F} \quad \text{Eşitlik 3.9}$$

$$R^2 = \frac{\sum w_i}{\sum w_i^*} = \frac{\sum w_i}{\sum (w_i^{-1} + \hat{\tau}^2)^{-1}} \quad \text{Eşitlik 3.10}$$

Eşitlik 3.9'da  $v_R$  rastgele etkiler modeli için hata varyansını  $v_F$  ise sabit etkiler modeli için hata varyansını ifade etmektedir. Bu nedenle  $v_F$   $\hat{\tau}^2$ 'yi içermemektedir. Eşitlik 3.10'da görülen  $w_i$  ve  $w_i^*$  araştırmanın 2. Alt probleminin diğer alt problemlerinde de olduğu gibi örneklem hata varyansı ve güvenirlikle ağırlıklandırıldığında değişmekte ve ilgili durumlarda sırasıyla Eşitlik 3.2 ve 3.3. kullanılmaktadır. Araştırma problemi 2.5'te Microsoft Excel programı aracılığıyla hesaplanan  $R^2$  değerinin ağırlıklandırma yöntemi ve çalışma sayısından nasıl etkilendiği birbirleri ile karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Ayrıca  $R$  değerinin 1'e yakınlığına göre heterojenlik hakkında yorum yapılmıştır.

### Üçüncü Alt Problem için Verilerin Analizi

Araştırmanın 3. Alt probleminde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında yayın yanlılığı yöntemlerinin çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayılarının elde edilmesinde çoğaltma yönteminden yararlanılmıştır. Yayın yanlılığı istatistiklerinin ve grafiklerinin elde edilmesinde CMA programından yararlanılmıştır. Programda birincil çalışmalara ilişkin verilerin kodlanması için 1. Alt problemde olduğu gibi birden fazla giriş yöntemi kullanılmıştır ve veri giriş süreci aynıdır. Bu alt problemde incelenen yayın yanlılığı yöntemleri huni grafiği, Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi, klasik güvenli N, Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu ve Egger'in regresyon sabitidir.

Araştırmanın 3.1. alt probleminde huni grafiği ve Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi sonuçlarının nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayıları ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin her biri için elde edilen huni grafikleri birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. CMA'dan elde edilen huni diyagramlarında ordinat standart ortalama farkı iken aksis standart hata olarak ele alınmıştır. Grafiklerde yanlılığının giderilmesi yani huni diyagramının simetrik olması için eklenen çalışmaların genel etki büyüklüğünü nasıl değiştirdiği yorumlanmıştır. Duval Tweedie kırpma doldurma yönteminde ise ağırlıklandırma güvenilirlik ve örneklem hata varyansı ile yapıldığında ve farklı çalışma sayılarında kırılan çalışma sayısının nasıl etkilendiği gözlenen ve düzeltilen genel etki büyüklüğünün, güven aralığının ve Q istatistiğinin nasıl değiştiği karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 3.2. alt probleminde klasik güvenli N yöntemi sonuçlarının nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayıları ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin her biri için elde edilen güvenli N sonuçları birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. CMA'dan güvenli N yöntemi ile elde edilen çalışma sayısı,  $H_0$ 'ın kabul edildiği kaç çalışma eklenirse genel etki büyüklüğünün manidar olmayacağına ilişkin bilgi sağlanmaktadır. Ancak manidar olmayan çalışma sayısı çok fazla olduğunda sonuçların yalnızca son dört hanesi görüldüğü için bu çalışmada kayıp çalışma sayısı, Z değerleri CMA'dan alınarak Microsoft Excel'de Eşitlik 2.19'a göre hesaplanmıştır. Hesaplanan kayıp çalışma sayısı kriter değerlerle karşılaştırılmıştır. Bu kayıp çalışmalar  $5k+10$  ( $k$ =çalışma sayısı)'dan fazla ise yanlılığının olmadığı, az ise yanlılığın olduğuna kanıt sağlamaktadır (Rosenthal, 1979). Bu bilgi ışığında ağırlıklandırma güvenilirlikle ve örneklem hata varyansı ile yapıldığında ve farklı çalışma sayılarında eklenecek çalışma sayısının ve yanlılığın nasıl değiştiği karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 3.3. alt probleminde Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu yöntemi sonuçlarının nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayıları ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin her biri için elde edilen korelasyon sonuçları birbirleriyle

karşılaştırılarak yorumlanmıştır. CMA'dan Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu yöntemi ile elde edilen Kendall tau ve ilişkili p değerinin manidarlığı incelenmiştir. Kendall tau'nun manidar olması yayın yanlılığına bir kanıt olarak sunulmaktadır. Bu doğrultuda ağırlıklandırma güvenilirlik ve örneklem hata varyansı ile yapıldığında ve farklı çalışma sayılarında Kendall tau'nun değeri ve manidarlığı birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Ayrıca Kendall tau değerleri küçük etki>0,1 orta etki>0,3 ve büyük etki>0,5 kriterlerine göre yorumlanmıştır ve Kendall tau değerleri arasındaki farklılığın manidarlığı Z testi sonuçlarına göre yorumlanmıştır. Z testine ilişkin formül Eşitlik 3.11'de verilmiştir (Tekindal, 2000)

$$Z = \frac{Z_{r1} - Z_{r2}}{\sqrt{1/(N-3) + 1/(N-3)}} \quad \text{Eşitlik 3.11}$$

Araştırmanın 3.4. alt probleminde Egger'in regresyon testi sonuçlarının nasıl değişkenlik gösterdiği incelenmiştir. Farklı çalışma sayıları ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin her biri için elde edilen regresyon sonuçları birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır. CMA programından Egger'in regresyon sabiti yöntemi ile elde edilen regresyon sabiti değerleri ve ilişkili p değerinin manidarlığı incelenmiştir. Regresyon sabitinin manidar olması yayın yanlılığına bir kanıt olarak sunulmaktadır. Bu bilgi ışığında, ağırlıklandırma güvenilirlik ve örneklem hata varyansı ile yapıldığında ve farklı çalışma sayılarında regresyon sabitinin değeri ve manidarlığı birbirleriyle karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

#### **Dördüncü Alt Problem için Verilerin Analizi**

Araştırmanın 4. Alt probleminde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir.

Araştırmanın 4.1 probleminde gri literatürün dahil edilmesi durumu ele alınarak bildiri ve tez gibi yayınlanmamış ve veri tabanlarında taranmamakta olan ve gri literatür olarak

değerlendirilen birincil çalışmalar meta analize dahil edilmiş ve analizler CMA programında gerçekleştirilmiştir. Gri literatürün dahil edilmesi durumunu incelemede, ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında genel etki büyüklüğü, standart hata, alt limit-üst limitin (güven aralığı) nasıl değişkenlik gösterdiği karşılaştırılarak yorumlanmıştır. Ayrıca bu alt problemde hem örneklem hata varyansı ile hem de güvenilirlik ile ağırlıklandırmada gri literatür ile makalelerin arasındaki farklılığın manidarlığını test etmek için moderatör analizi yapılmış ve varyans analizi destekli Q-testi yapılmış ve ağırlıklandırma yöntemine göre karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 4.2. alt probleminde gri literatürün dahil edilmemesi durumu ele alınarak bildiri ve tez gibi yayınlanmamış ve veri tabanlarında taranmamakta olan ve gri literatür olarak değerlendirilen birincil çalışmalar meta analize dahil edilmemiş ve analizler CMA programında gerçekleştirilmiştir. Gri literatürün dahil edilmemesi durumunu incelemede, ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında genel etki büyüklüğü, standart hata, güven aralığının nasıl değişkenlik gösterdiği karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

### **Beşinci Alt Problem için Verilerin Analizi**

Araştırmanın 5. Alt probleminde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modellerinde meta analiz sonuçlarının nasıl etkilendiği incelenmiştir.

Araştırmanın 5.1. alt probleminde sabit etkiler modeline göre meta analiz CMA programı kullanılarak yapılmıştır. Ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik ile yapıldığında genel etki büyüklüğünün, standart hatanın, alt-üst limitin, güven aralığının ve Z değerlerinin nasıl değişkenlik gösterdiği ve p değerinin manidarlığı karşılaştırılarak yorumlanmıştır.

Araştırmanın 5.2. alt probleminde rastgele etkiler modeline göre meta analiz CMA programı kullanılarak yapılmıştır. Ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik ile

yapıldığında genel etki büyüklüğünün, standart hatanın, alt-üst limitin, güven aralığının ve Z değerlerinin nasıl değişkenlik gösterdiği ve p değerinin manidarlığı karşılaştırılarak yorumlanmıştır.



## BÖLÜM IV

### BULGULAR VE YORUM

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ilişkin bulgulara yer verilmiş ve bulgular yorumlanmıştır.

#### **Birinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etkisi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında meta analiz sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde iki alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ile yapılırken, ikinci alt problemde güvenirlik katsayısı ile yapılmıştır. Farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin altında farklı çalışma sayıları incelenerek çalışma sayısının etkisi yorumlanırken, diğer yandan alt problemlerden sonra ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

### 1.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Örneklem Hata Varyansı ile Ağırlıklandırma)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında meta analiz sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 15'te ise örneklem hatası varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin ortalama Cohen d etki büyüklüğü, genel etki büyüklüğünün standart hatası ve varyansı, alt limit ve üst limiti ile Z ve p değeri verilmiştir.

Tablo 15

*Örneklem Hata Varyansı ile Ağırlıklandırmada Farklı Çalışma Sayılarına göre Meta Analiz Sonuçları*

| Çalışma Sayısı | Cohen d | SE    | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p            |
|----------------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--------|--------------|
| 149            | 1,347   | 0,061 | 0,004   | 1,228     | 1,466     | 22,217 | <b>0,000</b> |
| 298            | 1,347   | 0,043 | 0,002   | 1,263     | 1,431     | 31,486 | <b>0,000</b> |
| 894            | 1,347   | 0,025 | 0,001   | 1,298     | 1,395     | 54,613 | <b>0,000</b> |
| 1490           | 1,347   | 0,019 | 0,000   | 1,309     | 1,384     | 70,524 | <b>0,000</b> |

Tablo 15'te görüldüğü ve beklendiği gibi Cohen d etki büyüklüğü ortalaması çalışma sayılarından etkilenmemiştir ve tüm çalışma sayılarında 1,347 bulunmuştur. Standart hatanın en yüksek olduğu meta analiz çalışması 149 etki büyüklüğünün bulunduğu meta analizdir ve standart hata 0,061 bulunmuştur. Standart hatanın en düşük olduğu meta analiz çalışması ise 10k alınarak elde edilen 1490 etki büyüklüğünün bulunduğu meta analizdir ve standart hata bu meta analiz çalışmasında 0,019 bulunmuştur. Standart hata değerleri çalışma sayısı (meta analize dahil edilen etki büyüklüğü sayısı) arttıkça azalmaktadır. Varyansın da standart hataya paralel olarak çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür.

Varyansın en düşük olduğu meta analiz çalışması yine 0,000 ile 1490 birincil çalışmalı meta analiz iken, en yüksek olduğu meta analiz çalışması 0,004 ile 149 birincil çalışmalı meta analiz çalışmasıdır. Alt limitin en yüksek olduğu meta analiz çalışması 1490 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve alt limit 1,309 bulunmuştur. Bu meta analiz çalışmasında üst limitin ise diğer meta analiz çalışmalarından daha düşük olduğu ve 1,384 bulunduğu görülmektedir. Buna göre güven aralığının en dar olduğu meta analiz çalışmasının 1490 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu söylenebilir. Alt limitin en düşük olduğu çalışma ise 149 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve alt limit 1,288 bulunmuştur. Bu meta analiz çalışmasında üst limitin ise diğer meta analiz çalışmalarından daha yüksek olduğu ve 1,466 bulunduğu görülmektedir. Buna göre güven aralığının en geniş olduğu meta analiz çalışmasının 149 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu söylenebilir.

Bulgulara dayalı olarak güven aralığının, yani alt limit ile üst limit arasındaki farkın da çalışma sayısı arttıkça azaldığı söylenebilir.

Genel etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise Z değerinin en düşük olduğu meta analiz çalışmasının 149 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu ve 22,217 bulunduğu görülmüştür. Z değerinin en yüksek bulunduğu meta analiz çalışması ise 1490 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve 70,524 bulunmuştur. Buna dayalı olarak Z değerinin meta analize dahil edilen çalışma sayısı arttıkça arttığı aşikardır.

Genel etki büyüklüğünün manidarlığı bağlamında hesaplanan Z değerlerine tekabül eden p değerlerinin ise tüm meta analiz çalışmalarında 0,000 olduğu görülmüştür. Yani meta analiz çalışmalarının hepsinde genel etki büyüklüğü manidardır. Bu çalışma için meta analizden elde edilen genel etki büyüklüğünün aynı çalışmaların kopyalanmasıyla elde edilen çalışma sayısından etkilenmediği söylenebilir. Genel etki büyüklüğünün hesaplamasından elde edilen orman grafiği 1. ise EK 3'te verilmiştir. EK 3'te 149 çalışmanın dahil edildiği meta analiz sonuçları yer almaktadır. EK 5'te ise ilgili çalışmaların deney ve kontrol gruplarındaki örneklem büyüklüklerine yer verilmiştir.

## 1.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Güvenirlikle Ağırlıklandırma)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığında genel etki büyüklüğünün meta analiz sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığında meta analiz sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 16’da ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin Cohen d etki büyüklüğü, etki büyüklüğünün standart hatası ve varyansı, alt limit ve üst limiti ile Z ve p değeri verilmiştir.

Tablo 16

*Ağırlıklandırma ile Etki Büyüklüğüne Göre Çalışma Sayılarına Göre*

*Güvenirlik ile Ağırlıklandırmada Farklı Çalışma Sayılarına göre Meta Analiz Sonuçları*

| Çalışma Sayısı | Cohen d | SE<br>( $\sqrt{\text{Varyans}}$ ) | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p            |
|----------------|---------|-----------------------------------|---------|-----------|-----------|--------|--------------|
| 149            | 1,474   | 0,119                             | 0,014   | 1,242     | 1,707     | 12,426 | <b>0,000</b> |
| 298            | 1,474   | 0,084                             | 0,007   | 1,310     | 1,638     | 17,604 | <b>0,000</b> |
| 894            | 1,474   | 0,048                             | 0,002   | 1,379     | 1,569     | 30,525 | <b>0,000</b> |
| 1490           | 1,474   | 0,037                             | 0,001   | 1,401     | 1,547     | 39,417 | <b>0,000</b> |

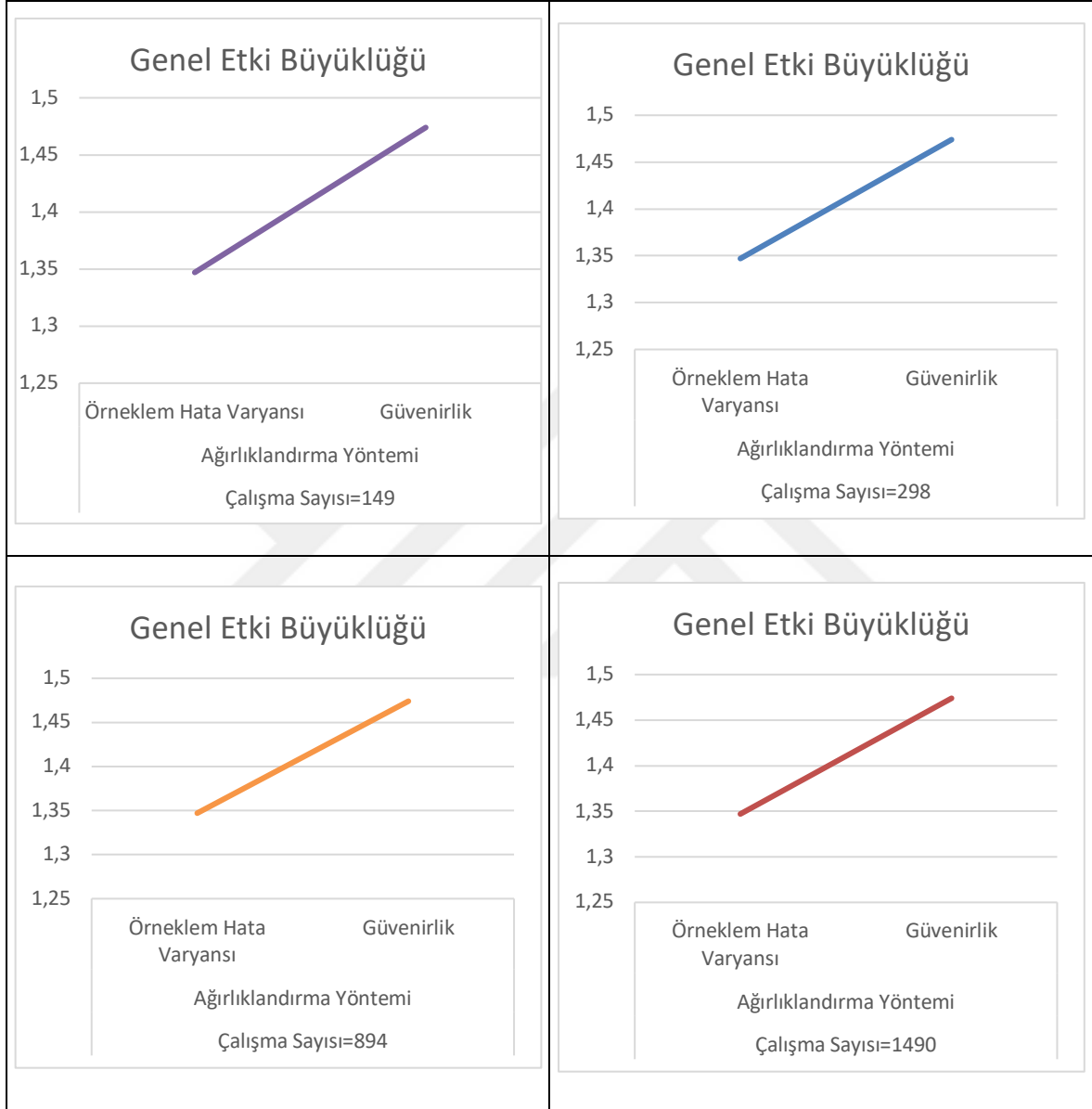
Tablo 16’da görüldüğü üzere güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada Cohen d etki büyüklüğü ortalaması çalışma sayılarından etkilenmemiştir ve tüm çalışma sayılarında 1,474 bulunmuştur. Standart hatanın en yüksek olduğu meta analiz çalışması 149 etki büyüklüğünün bulunduğu meta analizdir ve standart hata 0,119 bulunmuştur. Standart hatanın en düşük olduğu meta analiz çalışması ise 10k alınarak elde edilen 1490 etki büyüklüğünün bulunduğu meta analizdir ve standart hata bu meta analiz çalışmasında 0,037 bulunmuştur. Standart hata değerleri çalışma sayısı (meta analize dahil edilen etki büyüklüğü sayısı) arttıkça azalmaktadır. Varyansın da standart hataya paralel olarak çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Varyansın en düşük olduğu meta analiz çalışması yine 0,001

ile 1490 birincil çalışmalı meta analiz iken, en yüksek olduğu meta analiz çalışması 0,014 ile 149 birincil çalışmalı meta analiz çalışmasıdır. Alt limitin en yüksek olduğu meta analiz çalışması 1490 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve alt limit 1,401 bulunmuştur. Bu meta analiz çalışmasında üst limitin ise diğer meta analiz çalışmalarından daha düşük olduğu ve 1,547 bulunduğu görülmektedir. Buna göre güven aralığının en dar olduğu meta analiz çalışmasının 1490 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu söylenebilir. Alt limitin en düşük olduğu çalışma ise 149 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve alt limit 1,242 bulunmuştur. Bu meta analiz çalışmasında üst limitin ise diğer meta analiz çalışmalarından daha yüksek olduğu ve 1,707 bulunduğu görülmektedir. Buna göre güven aralığının en geniş olduğu meta analiz çalışmasının 149 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu söylenebilir. Bulgulara dayalı olarak güven aralığının da yani alt limit ile üst limit arasındaki farkın da çalışma sayısı arttıkça azaldığı söylenebilir.

Genel etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise Z değerinin en düşük olduğu meta analiz çalışmasının 149 birincil çalışmanın dahil edildiği meta analiz çalışması olduğu ve 12,426 bulunduğu görülmüştür. Z değerinin en yüksek bulunduğu meta analiz çalışması ise 1490 birincil çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışmasıdır ve 39,417 bulunmuştur. Buna dayalı olarak Z değerinin meta analize dahil edilen çalışma sayısı arttıkça arttığı aşikardır.

Genel etki büyüklüğünün manidarlığı bağlamında hesaplanan Z değerlerine tekabül eden p değerlerinin ise tüm meta analiz çalışmalarında 0,000 olduğu görülmüştür. Yani meta analiz çalışmalarının hepsinde genel etki büyüklüğü manidardır. Bu çalışma için meta analizden elde edilen genel etki büyüklüğünün aynı çalışmaların kopyalanmasıyla elde edilen çalışma sayısından çalışma sayısından etkilenmediği söylenebilir. Genel etki büyüklüğünün hesaplamasından elde edilen orman grafiği ise EK 4'te verilmiştir. EK 4'te 149 çalışmanın dahil edildiği meta analiz sonuçları yer almaktadır. EK 5'te ise ilgili çalışmaların deney ve kontrol gruplarındaki örneklem büyüklüklerine yer verilmiştir.

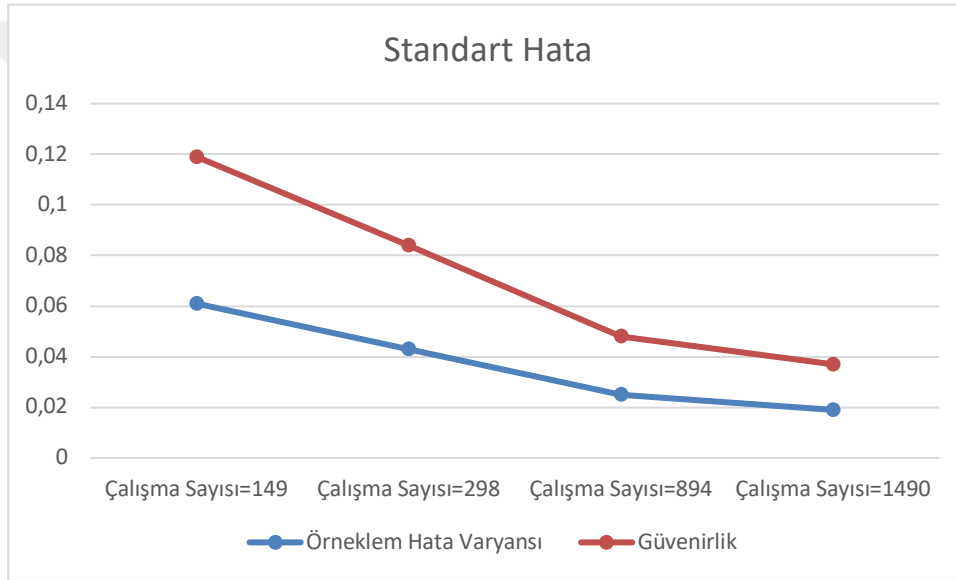
Birinci alt probleme göre örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemleri çalışma sayıları bağlamında incelendiğinde genel etki büyüklüğünün (Cohen d) ve standart hatanın nasıl değişkenlik gösterdiği Şekil 5, Şekil 6 ve Şekil 7’de verilmiştir.



Şekil 5 Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre Cohen d genel etki büyüklükleri grafiği

Şekil 5 incelendiğinde daha önce de belirtildiği gibi genel etki büyüklüğünün çalışma sayısından etkilenmediği görülmektedir. Ancak genel etki büyüklüğü tüm çalışma sayılarında yapılan meta analizlerde ağırlıklandırma yönteminden etkilenmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında genel etki büyüklüğü 1,347 iken, güvenilirlik

ile ağırlıklandırma yapıldığında 1,474 bulunmuştur. Buna dayalı olarak en düşük genel etki büyüklüğünün örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında, en yüksek genel etki büyüklüğünün ise güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığı söylenebilir. Ancak genel etki büyüklüğünün daha yüksek olması, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden daha doğru birleştirme yaptığının bir göstergesi değildir. Şekil 6'da ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemleri çalışma sayıları bağlamında incelendiğinde standart hatanın nasıl değişkenlik gösterdiği verilmiştir.



Şekil 6 Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre standart hata değerleri grafiği

Şekil 6 incelendiğinde daha önce de belirtildiği gibi standart hatanın çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Standart hata çalışma sayılarının yanı sıra ağırlıklandırma yöntemine göre de değişkenlik göstermiştir. Tüm çalışma sayılarında en yüksek standart hata değerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu, en düşük standart hata değerinin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. Bunun yanı sıra ağırlıklandırma yöntemleri arasındaki standart hata farkı çalışma sayısı arttıkça azaldığı gözlenmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen standart hataların yaklaşık olarak güvenilirlikle ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen standart hataların

yarısı kadar olduğu bulunmuştur. Ek olarak varyans değerleri de standart hata değerleriyle paralellik göstermekte olup en yüksek değerini güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, en düşük değerini örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almıştır. Ayrıca standart hataya bağlı olarak güven aralığının en dar olduğu ağırlıklandırma yöntemi örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadır. Güven aralığının en geniş olduğu ağırlıklandırma yöntemi ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemidir. Son olarak yine standart hata değerleri ile ilişkili olarak çalışma sayısı arttıkça güven aralığının daraldığı gözlemlenmiştir.

### **İkinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Heterojenlik İstatistiklerinin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında heterojenlik katsayıları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile yapıldığında heterojenlik katsayılarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde beş alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde Q ve Q'ya ilişkin p değerleri, ikinci alt problemde  $T^2$ , üçüncü alt problemde  $I^2$ , dördüncü alt problemde  $H^2$  ve son olarak beşinci alt problemde  $R^2$  farklı ağırlıklandırma yöntemleri ve çalışma sayıları altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu alt problemlerde farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin ve farklı çalışma sayılarının heterojenlik yöntemlerinden elde edilen sonuçlar üzerine etkisi yorumlanırken, diğer yandan alt problemlerden sonra heterojenlik belirleme yöntemleri bağlamında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

## 2.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Q Heterojenlik İstatistiğinin Kestirilmesi)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Q çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında heterojenlik istatistiklerinden Q'nun çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 17'de ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin Q değerleri verilmiştir.

Tablo 17 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre Q Değerleri

| Çalışma Sayıları | Ağırlıklandırma Yöntemleri |                      |
|------------------|----------------------------|----------------------|
|                  | Örneklem Hata Varyansı     | Güvenirlik Katsayısı |
|                  | Q                          | Q                    |
| 149 çalışma      | 1102,69                    | 242,265              |
| 298 çalışma      | 2205,381                   | 484,530              |
| 894 çalışma      | 6616,143                   | 1453,589             |
| 1490 çalışma     | 11026,905                  | 2422,648             |

Tablo 17 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça Q değerlerinin arttığı görülmüştür. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için en düşük Q değeri 1102,69 ile 149 çalışmada bulunurken, en yüksek değeri 11026,905 ile 1490 çalışmada bulunmuştur. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise en küçük Q değerinin 149 çalışma içeren meta analizde bulunduğu ve 242,265 olduğu görülmektedir. Bu yöntemde en büyük Q değeri ise 1490 çalışmadan oluşan meta analiz çalışmasında bulunmakla birlikte 2422,648 olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma sayıları aynı çalışmaların kopyalanmasıyla arttırıldığından etki büyüklüklerinin ağırlıklandırılmış kareler toplamı da bu artışla aynı oranda artmıştır. Ayrıca tüm Q değerlerine ilişkin p değerlerinin 0,000 olduğu ve Q değerlerinin manidar olduğu görülmüştür. Buna göre tüm çalışma sayıları ve

ağırlıklandırma yöntemlerinde heterojenlik söz konusudur. Tablo 17’de Q değerlerinin artış oranları incelendiğinde ise beklendiği gibi tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı ile eşit oranda artış olduğu gözlemlenmiştir.

Ağırlıklandırma yöntemlerine göre karşılaştırıldığında ise tüm çalışma sayılarında en yüksek Q değerlerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu, en düşük Q değerlerinin ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. Ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen Q değerleri oransal olarak incelendiğinde, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen Q değerlerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmadan elde edilen Q değerlerinin yaklaşık 5 katı olduğu görülmüştür.

## **2.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $T^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $T^2$  çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında  $T^2$  değerinin çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 17’de ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin  $T^2$ , standart hata ve varyans değerleri verilmiştir.

Tablo 18

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre  $T^2$ , Standart Hata ve Varyans Değerleri*

| Çalışma Sayıları | Ağırlıklandırma Yöntemleri |       |         |                        |       |         |
|------------------|----------------------------|-------|---------|------------------------|-------|---------|
|                  | Örneklem Hata Varyansı     |       |         | Güvenirlilik Katsayısı |       |         |
|                  | $T^2$                      | SE    | Varyans | $T^2$                  | SE    | Varyans |
| 149              | 0,455                      | 0,071 | 0,005   | 0,813                  | 0,243 | 0,059   |
| 298              | 0,452                      | 0,050 | 0,002   | 0,806                  | 0,171 | 0,029   |
| 894              | 0,451                      | 0,029 | 0,001   | 0,801                  | 0,098 | 0,010   |
| 1490             | 0,450                      | 0,022 | 0,000   | 0,800                  | 0,076 | 0,006   |

Tablo 18 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça  $T^2$  değerlerinin önemsiz ölçüde (virgülden sonra binler basamağında) azaldığı görülmüştür. Bu doğrultuda çalışma sayıları aynı çalışmaların kopyalanmasıyla artırıldığından  $T^2$ 'nin beklendiği gibi çalışma sayısından etkilenmediği gözlenmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için en düşük  $T^2$  değeri 0,450 ile 1490 çalışmada bulunurken, en yüksek değeri 0,455 ile 149 çalışmada bulunmuştur. Güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise en küçük  $T^2$  değerinin 1490 çalışma içeren meta analizde bulunduğu ve 0,800 olduğu görülmektedir. Bu yöntemde en büyük  $T^2$  değeri ise 149 çalışmadan oluşan meta analiz çalışmasında bulunmakla birlikte 0,813 olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 18'de  $T^2$  değerlerine ilişkin standart hata ve varyans değerleri incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemleri için çalışma sayısı arttıkça standart hata ve varyans değerlerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için en düşük standart hata (varyans) değeri 0,022 (0,000) ile 1490 çalışmada bulunurken, en yüksek değeri 0,071 (0,005) ile 149 çalışmada bulunmuştur. Güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise en düşük standart hata (varyans) değerinin 1490 çalışma içeren meta analizde bulunduğu ve 0,076 (0,006) olduğu görülmektedir. Bu yöntemde en yüksek standart hata (varyans) değerinin ise 149 çalışmadan oluşan meta analiz çalışmasında bulunmakla birlikte 0,243 (0,059) olduğu gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda standart hata ve varyans değerlerinin beklendiği gibi çalışma sayısından etkilendiği ve çalışma sayısı arttıkça azaldığı söylenebilir.

Ağırlıklandırma yöntemlerine göre karşılaştırıldığında ise tüm çalışma sayılarında en yüksek  $T^2$ , standart hata ve varyans değerlerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu, en düşük  $T^2$ , standart hata ve varyans değerlerinin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. Ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen  $T^2$  değerleri oransal olarak incelendiğinde, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen  $T^2$  değerlerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmadan elde edilen  $T^2$  değerlerinin yaklaşık yarısı olduğu görülmüştür. Tüm bunlar birlikte değerlendirildiğinde güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada çalışmalar arası varyansın daha yüksek olduğu söylenebilirken, en düşük çalışmalar arası varyansın örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür.

### **2.3. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $I^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $I^2$  çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında  $I^2$  değerinin çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 19’da ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin  $I^2$  değerleri verilmiştir.

Tablo 19

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre I<sup>2</sup> Değerleri*

| Çalışma Sayıları | Ağırlıklandırma Yöntemleri |                      |
|------------------|----------------------------|----------------------|
|                  | Örneklem Hata Varyansı     | Güvenirlik Katsayısı |
|                  | I <sup>2</sup>             | I <sup>2</sup>       |
| 149 çalışma      | 86,578                     | 38,910               |
| 298 çalışma      | 86,533                     | 38,703               |
| 894 çalışma      | 86,503                     | 38,566               |
| 1490 çalışma     | 86,497                     | 38,538               |

Tablo 19 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça I<sup>2</sup> değerlerinin hemen hemen değişmediği görülmüştür. Bu doğrultuda I<sup>2</sup>'nin çalışma sayılarının aynı çalışmaların kopyalanmasıyla arttırılmasından etkilenmediği söylenebilir. Tüm çalışma sayıları için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için I<sup>2</sup> değeri %86 civarında iken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde %38 civarında bulunmuştur. Bu doğrultuda yapılan meta analiz çalışmalarının heterojenlik durumları Higgins vd. (2003)'e göre değerlendirildiğinde, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde I<sup>2</sup>'nin değerleri orta düzeyde bir heterojenlik olduğunun bir işaretidir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada ise I<sup>2</sup>'nin değerleri yüksek düzeyde bir heterojenlik olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlara göre örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma sonuçlarından elde edilen I<sup>2</sup> değerlerinin heterojenliği yüksek olarak belirlendiği söylenebilir. Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada heterojenlik örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden farklı olarak orta düzeydedir. O halde güvenilirlik ile ağırlıklandırma I<sup>2</sup> değerini diğer ağırlıklandırma yöntemlerinden daha az kestirdiği gözlenmiştir.

## 2.4. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $H^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında  $H$  çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında  $H^2$  değerinin çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 20’de ise örneklem hata varyansı ve güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin  $H^2$  değerleri verilmiştir.

Tablo 20 *Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre  $H^2$  Değerleri*

| Çalışma Sayıları | Ağırlıklandırma Yöntemleri |                      |
|------------------|----------------------------|----------------------|
|                  | Örneklem Hata Varyansı     | Güvenirlik Katsayısı |
|                  | $H^2$                      | $H^2$                |
| 149 çalışma      | 7,450                      | 1,637                |
| 298 çalışma      | 7,426                      | 1,631                |
| 894 çalışma      | 7,409                      | 1,628                |
| 1490 çalışma     | 7,406                      | 1,627                |

Tablo 20 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça  $H^2$  değerlerinin azaldığı hemen hemen değişmediği görülmüştür. Bu doğrultuda  $H^2$ ’nin çalışma sayılarının kopyalanmasıyla arttırılmasından etkilenmediği söylenebilir. Tüm çalışma sayıları için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde  $H^2$  değeri 7,40 ( $H=2,70$ ) civarında, güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise 1,63 ( $H=1,27$ ) civarında bulunmuştur. Bu doğrultuda yapılan meta analiz çalışmalarının heterojenlik durumları değerlendirildiğinde,  $H$  değerlerinin 1’den büyük olması nedeniyle tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde heterojenlik söz konusudur (Higgins ve Thompson, 2002). Ancak güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, tüm çalışma sayılarında  $H$  değerlerinin 1’e daha yakın olduğu görülmüştür. O halde güvenirlik ile ağırlıklandırmada  $H$  değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden daha az kestirildiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda

ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ile yapıldığında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmaya göre daha yüksek bir heterojenlik durumu söz konusudur.

## 2.5. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum ( $R^2$ İstatistiğinin Kestirilmesi)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında  $R^2$  çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında  $R^2$  değerinin çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 21’de ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin  $R^2$  değerleri verilmiştir.

Tablo 21

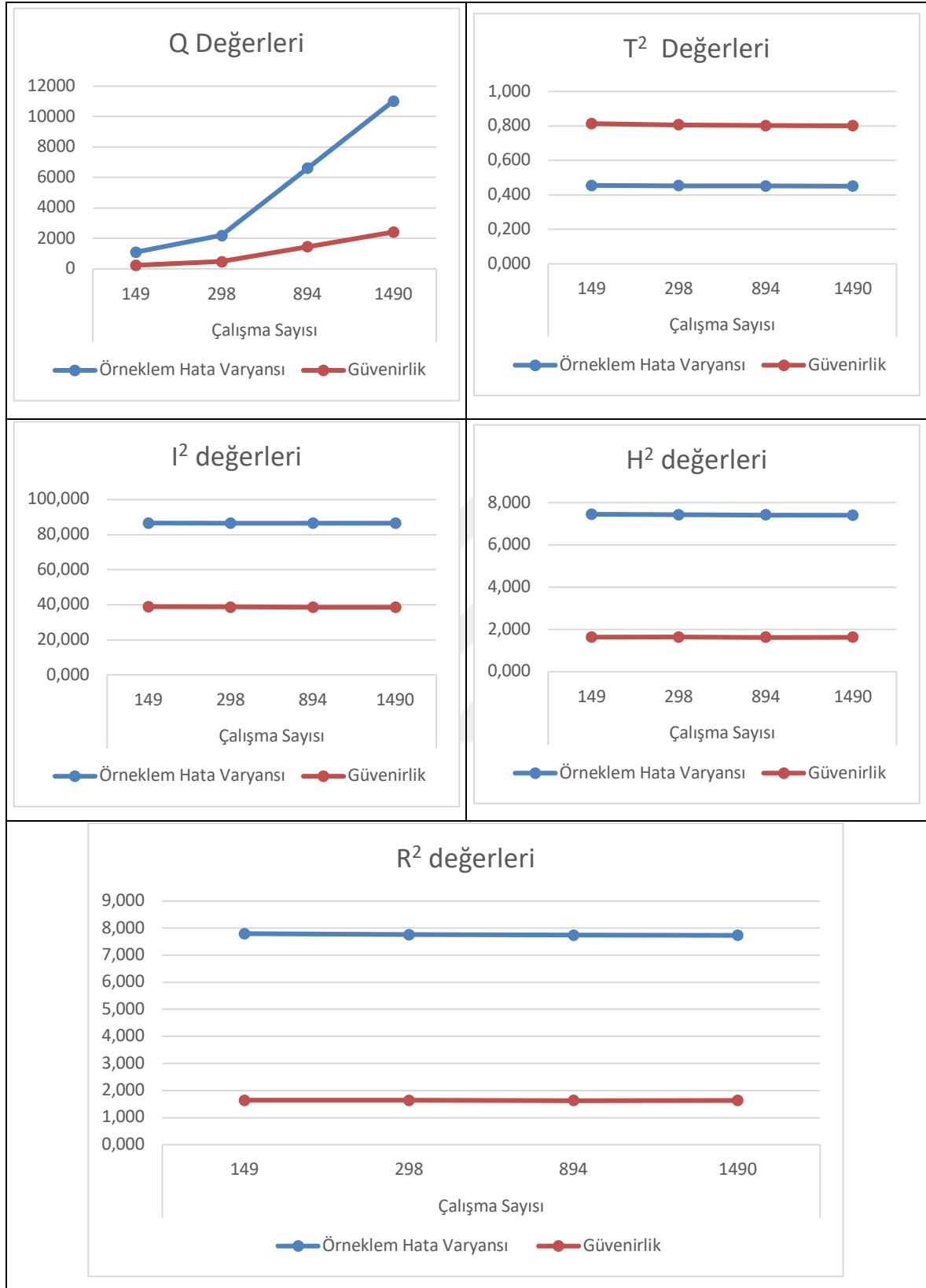
*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri ve Farklı Çalışma Sayılarına göre  $R^2$  Değerleri*

| Çalışma Sayıları | Ağırlıklandırma Yöntemleri |                      |
|------------------|----------------------------|----------------------|
|                  | Örneklem Hata Varyansı     | Güvenirlik Katsayısı |
|                  | $R^2$                      | $R^2$                |
| 149 çalışma      | 7,796                      | 1,643                |
| 298 çalışma      | 7,760                      | 1,637                |
| 894 çalışma      | 7,736                      | 1,633                |
| 1490 çalışma     | 7,731                      | 1,633                |

Tablo 21 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça  $R^2$  değerlerinin hemen hemen değişmediği görülmüştür. Bu doğrultuda  $R^2$ ’nin çalışma sayılarının aynı çalışmaların kopyalanmasıyla arttırılmasından etkilenmediği söylenebilir. Tüm çalışma sayıları için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde  $R^2$  değeri 7,70 ( $R=2,78$ ) civarında, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise 1,63 ( $R=1,28$ ) civarında bulunmuştur. Bu doğrultuda yapılan meta analiz çalışmalarının heterojenlik durumları değerlendirildiğinde, R değerlerinin 1’den büyük olması nedeniyle

tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde heterojenlik söz konusudur (Higgins ve Thompson, 2002). Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada tüm çalışma sayılarında R değerlerinin 1'e daha yakın olduğu görülmüştür. Yani güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada kestirilen R değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada kestirilen R değerinden daha az kestirildiği gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ile yapıldığında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmaya göre daha yüksek bir heterojenlik durumu söz konusudur.

İkinci alt probleme göre heterojenlik belirleme yöntemleri çalışma sayıları ve ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında incelendiğinde Q,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin nasıl değişkenlik gösterdiği Şekil 7'de verilmiştir.



Şekil 7 Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre Q, T<sup>2</sup>, I<sup>2</sup>, H<sup>2</sup> ve R<sup>2</sup> değerleri grafiği

Şekil 7 incelendiğinde  $Q$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin tüm çalışma sayısı koşullarında en yüksek değerlerini örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi altında almıştır. Bu istatistiklerin tersine  $T^2$ 'nin en yüksek değerleri güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi altında bulunmuştur.  $Q$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerleri tüm çalışma sayıları koşullarından en düşük değerlerini güvenilirlikle ağırlıklandırmada alırken,  $T^2$  değerleri ise en düşük değerlerini örneklem hata varyansı ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Şekil 7'de  $Q$ ,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerleri çalışma sayısı bağlamında incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin çalışma sayısından etkilenmediği görülmektedir. Ancak  $Q$  değerlerinin tüm ağırlıklandırma yöntemleri altında çalışma sayısından etkilendiği gözlemlenmiştir. Ayrıca  $Q$  değerleri çalışma sayıları ile doğru orantılı olarak  $k$ ,  $2k$ ,  $6k$  ve  $10k$  oranında artmıştır.

### **Üçüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Yayın Yanlılığının Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında yayın yanlılığı yöntemleri çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında yayın yanlılığı yöntemlerinin çalışma sayılarından ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde dört alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde huni diyagramı ve Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi, ikinci alt problemde klasik güvenli  $N$  yöntemi, üçüncü alt problemde Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu yöntemi ve son olarak dördüncü alt problemde ise Egger'in regresyon sabiti yöntemi farklı ağırlıklandırma yöntemleri ve çalışma sayıları altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu alt problemlerde farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin ve farklı çalışma sayılarının yayın yanlılığı yöntemlerinden elde edilen sonuçlar üzerine etkisi yorumlanırken,

diğer yandan alt problemlerden sonra yayın yanlılığı belirleme yöntemleri bağlamında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

### **3.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Huni Diyagramı ve Duval ve Tweedie Kırpma Doldurma Yöntemlerinin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında huni diyagramı ve Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında huni diyagramının ve Duval ve Tweedie kırpma doldurma yöntemi sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Şekil 8’de ise farklı çalışma sayılarından ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen grafiğin soluna doldurma işlemi gerçekleştirilmiş huni grafikleri verilmiştir. Sunulan huni grafiklerinin büyük versiyonu EK 6’da yer almaktadır.

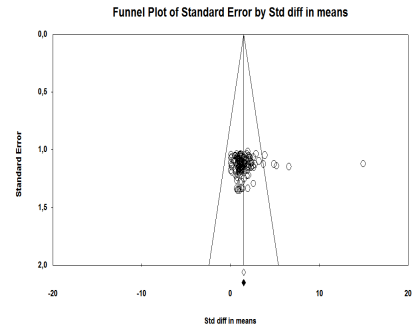
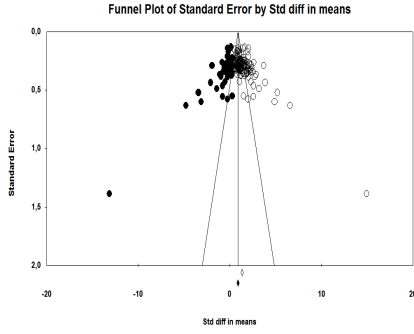
## Ağırlıklandırma Yöntemleri

k

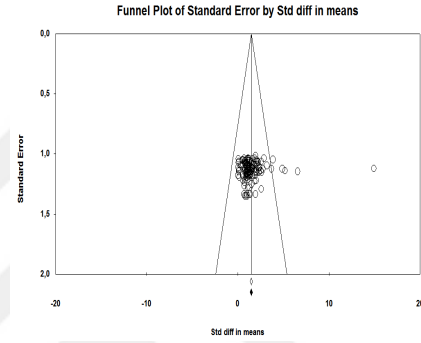
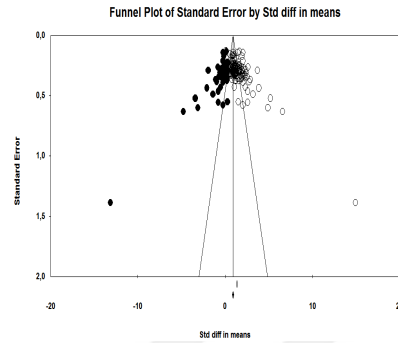
Örneklem Hata Varyansı

Güvenirlik Katsayısı

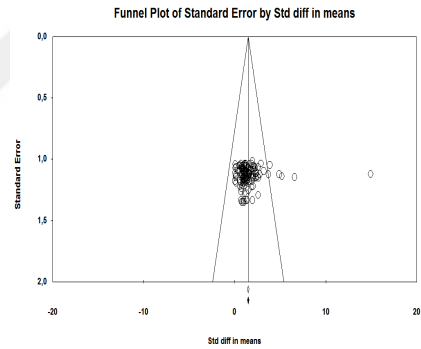
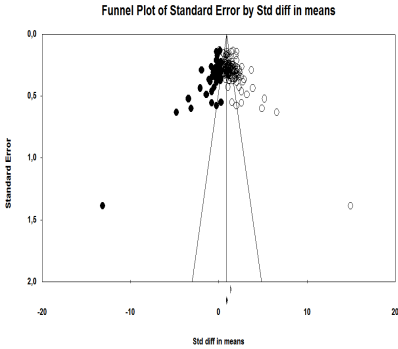
149



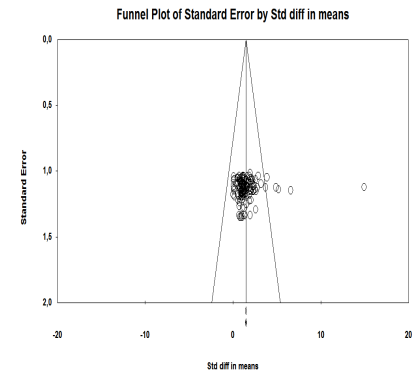
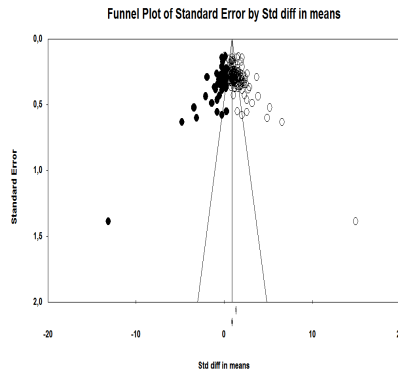
298



894



1490



Şekil 8 Farklı çalışma sayılarından ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen huni diyagramları

Şekil 8 incelendiğinde örneklem hata varyansı ile yapılan ağırlıklandırma işleminde diyagramlarda simetrikliğin söz konusu olmadığı ve bu nedenle doldurma işlemi yapıldığı görülmüştür. Doldurma işlemi sonucunda genel etki büyüklüğünün sola doğru gittiği yani genel etki büyüklüğünün azaldığı gözlemlenmiştir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında ise birkaç uç değer bulunmakla birlikte diyagramın örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya göre daha simetrik olduğu görülmüştür. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında huni diyagramlarında doldurma işlemi görünmemekle birlikte, genel etki büyüklüklerinde de bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışma sayısı bağlamında bulgular incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemleri altında huni diyagramlarının çalışma sayısından etkilenmediği görülmüştür. Huni diyagramında noktalar incelendiğinde standart hatanın örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada daha az olduğu ve noktaların yukarıda bulunduğu gözlemlenirken, güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada noktaların daha aşağıda olduğu ve standart hatanın daha yüksek olduğu gözlemlenmiştir. Ağırlıklandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırıldığında doldurma işlemi birbirlerinden farklılık göstermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde ise ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen huni diyagramları birbirlerinden çok farklı görünmektedir.

Bu alt problemde huni diyagramlarının yanı sıra Duval ve Tweedie'nin kırpma doldurma yöntemi sonuçları da incelenmiştir. Duval ve Tweedie'nin kırpma doldurma yönteminden elde edilen sonuçlar Tablo 22'de verilmiştir.

Tablo 22

*Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Duval ve Tweedie Kırpma Doldurma Sonuçları*

| Ağırlıkla<br>ndırma       | Çalışma<br>Sayısı | Duval ve Tweedie Kırpma ve Doldurma |               |              |              |       |           |
|---------------------------|-------------------|-------------------------------------|---------------|--------------|--------------|-------|-----------|
|                           |                   | Kırılan<br>Çalışma<br>Sayısı        | Genel<br>Etki | Alt<br>Limit | Üst<br>Limit | Q     |           |
| Örneklem Hata<br>Varyansı | 149               | Gözlenen Değer                      |               | 1,347        | 1,228        | 1,466 | 1102,690  |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 48            | 0,912        | 0,777        | 1,046 | 2379,926  |
|                           | 298               | Gözlenen Değer                      |               | 1,347        | 1,263        | 1,431 | 2205,381  |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 95            | 0,913        | 0,818        | 1,009 | 4755,173  |
|                           | 894               | Gözlenen Değer                      |               | 1,347        | 1,298        | 1,395 | 6616,143  |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 284           | 0,914        | 0,859        | 0,969 | 14260,854 |
|                           | 1490              | Gözlenen Değer                      |               | 1,347        | 1,309        | 1,384 | 11026,905 |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 473           | 0,914        | 0,871        | 0,957 | 23766,535 |
| Güvenirlilik Katsayısı    | 149               | Gözlenen Değer                      |               | 1,474        | 1,242        | 1,707 | 242,265   |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 0             | 1,474        | 1,242        | 1,707 | 242,265   |
|                           | 298               | Gözlenen Değer                      |               | 1,474        | 1,310        | 1,638 | 484,530   |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 0             | 1,474        | 1,310        | 1,638 | 484,530   |
|                           | 894               | Gözlenen Değer                      |               | 1,474        | 1,379        | 1,569 | 1453,589  |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 0             | 1,474        | 1,379        | 1,569 | 1453,589  |
|                           | 1490              | Gözlenen Değer                      |               | 1,474        | 1,401        | 1,547 | 2422,648  |
|                           |                   | Düzeltilmiş Değer                   | 0             | 1,474        | 1,401        | 1,547 | 2422,648  |

Tablo 22 incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında kırılan çalışmalar olduğu ancak güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında kırılan çalışmanın olmadığı görülmüştür. Güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırmada etki büyüklüklerinin, alt limit ve üst limitlerin ve Q değerlerinin de kırılan çalışma sayısı 0 olduğundan gözlenen ve düzeltilmiş değerlerin de değişmediği görülmüştür. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma da ise kırılan çalışma sayısının çalışma sayısı arttıkça arttığı görülmüştür. Düzeltilmiş değerler için 149 çalışmadan oluşan meta analizde 48 çalışmanın kırıldığı ve bunun en düşük kırılan çalışma sayısı olduğu görülmüştür. En yüksek kırılan çalışma sayısı ise 1490 çalışmalı meta analizde bulunmuş ve 473 çalışma kırıldığı görülmüştür. Çalışma sayısı arttıkça kırılan çalışma sayısının artmasının da paralel olduğu bulunmuştur ve çalışma sayısı ile orantılı bir şekilde artmaktadır. Örneğin k çalışmada 48 çalışma kırılıyorken 2k çalışmada bu sayının iki katının bir eksiği olan 95 çalışma kırılmış,

2k çalışmada da 95 çalışma kırılırken 6k çalışmada üç katının bir eksiği olan 284 çalışma kırılmıştır. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada çalışmalar kırıldıktan sonra elde edilen genel etki büyüklüklerinin düzeltilmiş değerlerinin düştüğü görülmüştür ve çalışma sayısından çalışma sayısına büyük bir farklılık göstermediği söylenebilir. Çünkü tüm çalışma sayılarında genel etki büyüklüğünün düzeltilmiş değerlerinin 0,912 ile 0,914 aralığında olduğu ve binler basamağında bir artış olduğu görülmüştür. Düzeltilmiş değerlerde alt limit ve üst limit arasındaki farklılığın yani güven aralığının çalışma sayısı arttıkça daraldığı görülmüştür. Ayrıca düzeltilmiş değerler yine gözlenen değerlerden daha düşüktür. Gözlenen ve düzeltilen değerler arasında Q değerleri karşılaştırıldığında ise, düzeltilmiş değerlerden elde edilen Q değerlerinin gözlenen Q değerlerinden yüksek olduğu ve genel olarak yaklaşık 2 katına tekabül ettiği söylenebilir.

Huni diyagramı ve Duval ve Tweedie'nin kırpma doldurma yöntemleri birlikte değerlendirildiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma söz konusu olduğunda yayın yanlılığının bulunduğu söylenebilir. Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında yayın yanlılığının söz konusu olmadığı gözlemlenmiştir. Bu doğrultuda örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi ile güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi arasında; huni diyagramını ve kırpma doldurma sonuçları açısından farklılık olduğu ve ağırlıklandırma yöntemlerinin sonuçları farklılaştırdığı söylenebilir.

### **3.2. Alt Problemlere İlişkin Bulgular ve Yorum (Rosenthal'in Güvenli N Yönteminin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Klasik güvenli N yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında klasik güvenli N yöntemi sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği

incelenmiştir. Tablo 23'te ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin güvenli N sonuçları raporlanmış ve tabloda gözlenen değer için Z ve p değeri ile sonuçların değişmesi için eklenmesi gereken manidar olmayan kayıp çalışma sayısı verilmiştir.

Tablo 23

*Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Güvenli N Sonuçları*

| Rosenthal'in Güvenli N Yöntemi |                |          |              |                                      |                       |
|--------------------------------|----------------|----------|--------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Ağırlıklandırma Yöntemi        | Çalışma Sayısı | Z değeri | p            | Manidar Olmayan Kayıp Çalışma Sayısı | Kriter Çalışma Sayısı |
| Örneklem Hata Varyansı         | 149            | 56,724   | <b>0,000</b> | 177019                               | 755                   |
|                                | 298            | 80,219   | <b>0,000</b> | 708373                               | 1500                  |
|                                | 894            | 138,944  | <b>0,000</b> | 6377142                              | 4480                  |
|                                | 1490           | 179,375  | <b>0,000</b> | 17715278                             | 7460                  |
| Güvenirlik Katsayısı           | 149            | 15,884   | <b>0,000</b> | 13743                                | 755                   |
|                                | 298            | 22,463   | <b>0,000</b> | 55271                                | 1500                  |
|                                | 894            | 38,908   | <b>0,000</b> | 499230                               | 4480                  |
|                                | 1490           | 50,229   | <b>0,000</b> | 1387743                              | 7460                  |

Tablo 23 incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada genel etki büyüklüğünün manidar olmaması için eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının en düşük olduğu meta analiz çalışmasının 149 çalışmalı meta analiz olduğu ve kayıp çalışma sayısının 177019 olduğu görülmüştür. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada genel etki büyüklüğünün manidar olmaması için eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının en yüksek olduğu meta analiz çalışmasının ise 1490 çalışmalı meta analiz olduğu ve kayıp çalışma sayısının 17715278 olduğu görülmüştür. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi için ise, 13743 tane eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma bulunan 149 çalışmalı meta analizin en düşük kayıp çalışmaya sahip olduğu gözlemlenmiştir. En yüksek eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışmanın bulunduğu meta analiz çalışması ise 1490 çalışmalı meta analizdir ve bu meta analizde 1387743 çalışmanın kayıp çalışma olduğu bulunmuştur. Bu bulgular

doğrultusunda tüm ağırlıklandırma yöntemleri altında çalışma sayıları arttıkça eklenmesi gereken ve manidar olmayan çalışma sayısının arttığı söylenebilir ve tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde bu artış çalışma sayısı katlarının karesi ile orantılıdır. Örneğin k, 2k, 6k ve 10k çalışma sayısına göre manidar olmayan kayıp çalışma sayıları bağlamında 298 çalışma ile 149 çalışmalı meta analiz arasında dört kat, 894 çalışma ile 149 çalışma arasında 36 kat farkın söz konusu olduğu görülmektedir.

Tüm ağırlıklandırma yöntemleri için Z değerleri incelendiğinde, Z değerlerinin de çalışma sayısından etkilendiği ve çalışma sayısı arttıkça arttığı bulunmuştur. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma için en küçük Z değeri 149 çalışmalı meta analizde olmakla birlikte 56,724'tür. En büyük Z değeri ise 1490 çalışmalı meta analizde olmakla birlikte 179,375'tür. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, örneklem hata varyansına benzer olarak en düşük Z değeri 149 çalışmalı meta analizde, en yüksek Z değeri ise 1490 çalışmalı meta analizde bulunmuştur ve bu değerler sırasıyla 15,884 ve 50,229'dur. Bu Z değerlerine ilişkin p değerleri incelendiğinde ise tüm çalışma sayılarında ve tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde 0,000 bulunduğu ve manidar olduğu söylenebilir. Bu bulgular gözlenen çalışmalarla yapılan meta analiz sonuçlarının manidar olduğunu göstermektedir.

Ağırlıklandırma yöntemlerine göre karşılaştırma yapıldığında ise eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının, tüm çalışma sayısı koşullarında en düşük olduğu ağırlıklandırma yönteminin güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmüştür. Bu ağırlıklandırma yönteminde kayıp çalışma sayısı kriter olarak alınan çalışma sayısından  $(5k+10)$  yüksek olduğu için yayın yanlılığının söz konusu olmadığı söylenebilir. Eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının, tüm çalışma sayısı koşullarında en yüksek olduğu ağırlıklandırma yönteminin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmektedir. Yani örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının, tüm çalışma sayısı koşullarında güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemindekinden daha fazladır. Ayrıca örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde kayıp çalışma sayısı

kriter çalışma sayısı ile karşılaştırıldığında kayıp çalışma sayısı daha yüksek olduğu için yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda hem güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma hem de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemlerinde meta analiz sonuçlarının değişmesi için eklenecek manidar olmayan çalışmaların sayısı kriter çalışma sayısına göre fazla olduğundan tüm çalışma sayısı koşullarından yayın yanlılığın olmadığı söylenebilir. Sonuç olarak Rosenthal'ın güvenli N metodu ağırlıklandırma yöntemine göre farklılık göstermemiştir.

### **3.3. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yönteminin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu yöntemi sonuçlarının, çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 24'te ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin Kendall tau değeri ve bu değere ilişkin p değerleri verilmiştir.

Tablo 24

*Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi Sonuçları*

| Begg ve Mazumdar'ın Sıra Korelasyonu Yöntemi |                |                    |              |                        |
|----------------------------------------------|----------------|--------------------|--------------|------------------------|
| Ağırlıklandırma Yöntemi                      | Çalışma Sayısı | Kendall tau değeri | p değeri     | Etki Büyüklüğü Kriteri |
| Örneklem Hata Varyansı                       | 149            | 0,326              | <b>0,000</b> | Orta Etki=0,3          |
|                                              | 298            | 0,326              | <b>0,000</b> | Orta Etki=0,3          |
|                                              | 894            | 0,326              | <b>0,000</b> | Orta Etki=0,3          |
|                                              | 1490           | 0,326              | <b>0,000</b> | Orta Etki=0,3          |
| Güvenirlik Katsayısı                         | 149            | -0,024             | 0,666        | Küçük Etki=0,1         |
|                                              | 298            | -0,024             | 0,541        | Küçük Etki=0,1         |
|                                              | 894            | -0,024             | 0,288        | Küçük Etki=0,1         |
|                                              | 1490           | -0,024             | <b>0,000</b> | Küçük Etki=0,1         |

Tablo 24 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemleri için çalışma sayısının değişmesinin Kendall tau değeri üzerinde bir etkisi olmadığı görülmüştür. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için tau değeri 0,326 bulunmuştur ve  $p=0,000$  olduğu için bu değer manidar olduğu görülmüştür. Bu değer, korelasyonun da bir etki büyüklüğü olduğu düşünülerek  $\approx 0,3$  olduğu için orta etki olarak yorumlanabilir. Buna dayalı olarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma söz konusu olduğunda yayın yanlılığının olduğu söylenebilir. Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada 149, 298 ve 894 çalışmalı meta analizler için  $p>0,05$  olduğundan manidarlık söz konusu değildir ve bu yöntemler için tau değerleri tüm çalışma sayıları koşullarında sırasıyla -0,024 bulunmuştur. Bu değerler, korelasyonun da bir etki büyüklüğü olduğu düşünülerek  $<0,1$  olduğu için küçük etki olarak bile yorumlanamayıp neredeyse etkinin olmadığı söylenebilir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemlerine ilişkin p değerlerinin ise çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada p değerinin en yüksek olduğu meta analiz 149 çalışmalı meta analizdir ve 0,666 değerini almıştır. Her ne kadar 149, 298 ve 894 çalışmalı meta analiz çalışmalarında bu yöntem için yanlılık söz konusu olmasa da 1490 çalışmalı meta analizde p değerinin 0,000 olduğu ve manidarlığın söz konusu olduğu

görülmüştür. Bu durum hipotez testinde örneklem yeterince büyük olursa tüm yokluk hipotezleri (istatistik sıfır olmadıkça) reddedilir eleştirisine göre yorumlandığında etki büyüklüğüne bakmak önemli bir bilimsel yaklaşımdır. Bu nedenle bu 1490 çalışma için yanlılığın göz ardı edilebilecek kadar önemsiz olduğu söylenebilir. Son olarak ağırlıklandırma yöntemleri karşılaştırıldığında ise, tau değeri en küçük değerini güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada alırken, en yüksek değerini örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almıştır.

Korelasyonlar arasındaki farkın manidarlığını incelemede ise Z testinden yararlanılmıştır. Z testi bulgularında; örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmadan elde edilen Kendall tau değerleri arasındaki farklılığa ilişkin Z değeri 46,684 ( $p=0,000$ ) bulunmuştur. Bu doğrultuda yöntemlerden elde edilen Kendall tau değerleri ikili olarak karşılaştırıldığında bu değerler arasında manidar bir farklılığın olduğu söylenebilir. Ayrıca örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığı söz konusuyken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu yöntemine göre yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür.

#### **3.4. Alt Probleme İlişkin Bulgular (Egger'in Regresyon Testi Yönteminin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında Egger'in regresyon sabiti yöntemi sonuçları çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanıldığında Egger'in regresyon testi sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 25'te ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında farklı çalışma sayılarına ilişkin regresyon sabiti, standart hata, t değeri, serbestlik derecesi ve p değerleri verilmiştir.

Tablo 25

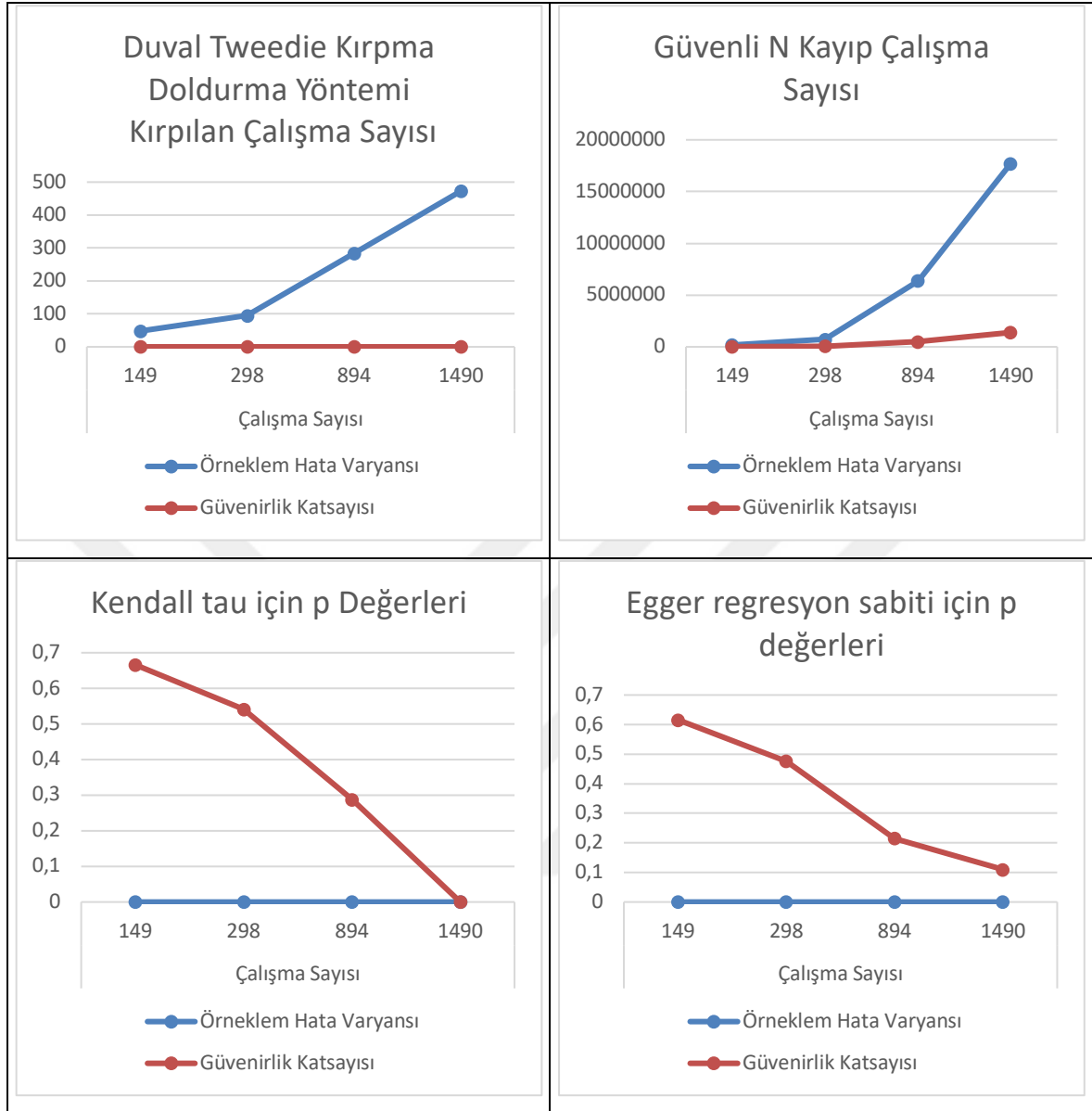
*Farklı Çalışma Sayılarından ve Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerinden Elde Edilen Egger'in Regresyon Testi Yöntemi Sonuçları*

|                         |                | Egger'in Regresyon Testi |       |          |      |              |
|-------------------------|----------------|--------------------------|-------|----------|------|--------------|
| Ağırlıklandırma Yöntemi | Çalışma Sayısı | Sabit                    | SE    | t değeri | sd   | p            |
| Örneklem Hata Varyansı  | 149            | 3,834                    | 0,704 | 5,445    | 147  | <b>0,000</b> |
|                         | 298            | 3,834                    | 0,496 | 7,727    | 296  | <b>0,000</b> |
|                         | 894            | 3,834                    | 0,286 | 13,414   | 892  | <b>0,000</b> |
|                         | 1490           | 3,834                    | 0,221 | 17,325   | 1488 | <b>0,000</b> |
| Güvenirlik Katsayısı    | 149            | -0,876                   | 1,740 | 0,503    | 147  | 0,616        |
|                         | 298            | -0,876                   | 1,230 | 0,503    | 296  | 0,476        |
|                         | 894            | -0,876                   | 0,706 | 1,240    | 296  | 0,215        |
|                         | 1490           | -0,876                   | 0,547 | 1,601    | 1488 | 0,110        |

Tablo 25 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemleri için çalışma sayısının değişmesinin, regresyon sabiti değeri üzerinde bir etkisi olmadığı görülmüştür. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi için regresyon sabiti 3,834 bulunmuştur ve  $p=0,000$  olduğu için bu değer manidar olduğu görülmüştür. Buna dayalı olarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma söz konusu olduğunda yayın yanlılığının olduğu söylenebilir. Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada tüm çalışma sayısı koşullarında  $p>0,05$  olduğundan manidarlık söz konusu değildir ve bu yöntem için regresyon sabiti değeri -0,876 bulunmuştur. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemine ilişkin p değeri için manidarlığın söz konusu olmaması, yayın yanlılığın olmadığı bir işarettir. Bu yöntemle ilişkin t değerlerinin çalışma sayısı arttıkça arttığı ve dolayısıyla p değerlerinin de çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Aynı şekilde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada da t değerleri çalışma sayısı arttıkça artmaktadır, ancak p değeri değişmemektedir. Standart hata değerleri incelendiğinde, tüm ağırlıklandırma yöntemleri altında çalışma sayısı arttıkça standart hatanın azaldığı gözlemlenmiştir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma için en düşük değerini 1490 çalışmalı meta analiz çalışmasında alan standart hata 0,221 bulunmuştur. En yüksek değeri ise 149 çalışmalı meta analiz için

0,704 bulunmuştur. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma için ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemine benzer olarak standart hata en düşük değerini 1490 çalışmalı, en yüksek değerini ise 149 çalışmalı meta analizde almıştır ve bu değerler sırasıyla 0,547 ve 1,740'tır. Ek olarak güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada regresyon sabiti değerinin manidar olmadığı görülmüştür. Son olarak ağırlıklandırma yöntemleri birbirleri ile karşılaştırıldığında ise regresyon sabitinin en küçük değerini güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada alırken, en yüksek değerini örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almıştır. Standart hata değerleri bağlamında ise en düşük standart hata değerleri örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada bulunurken, en yüksek standart hata değerlerinin güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada bulunduğu görülmüştür.

Üçüncü alt probleme göre yayın yanlılığı yöntemleri çalışma sayıları ve ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında incelendiğinde, Duval ve Tweedie kırpma doldurma yönteminde kırılan çalışma sayısı, güvenli N kayıp çalışma sayısı, Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu için p değeri ve Egger'in regresyon sabiti için p değerlerinin nasıl değişkenlik gösterdiği Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9 Çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerine göre yayın yanlılığı sonuç grafikleri

Şekil 9 incelendiğinde Duval Tweedie için kırılan çalışma sayısının güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi için 0 olduğu, ancak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde ise çalışma sayısı arttıkça kırılan çalışma sayısının da arttığı görülmüştür. Bu durumda örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yanlılık söz konusuysa, güvenirlilik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde yanlılık yoktur. Güvenli N için ise meta analiz sonuçlarının değişmesi için eklenecek manidar olmayan çalışma sayısının tüm yöntemlerde çalışma sayısı arttıkça arttığı görülmüştür. Hem güvenirlilik katsayısıyla hem de örneklem

hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığı durumda kayıp çalışmalar bulunmaktadır. Örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, bu miktarlarda çalışmaların eklenmesi pek mümkün olmadığı için yayın yanlılığının söz konusu olmadığı söylenebilir. Kendall tau ve regresyon sabitleri için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada p'nin tüm değerlerinin 0 olduğu ve bu ağırlıklandırma yönteminde tüm çalışma sayılarında yanlılığın söz konusu olduğu söylenebilir. Aksine güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise p değerleri 1490 çalışmalı meta analiz için etki büyüklüğü önemsiz olduğundan ve diğer çalışma büyüklükleri için manidarlık söz konusu olmadığından bu ağırlıklandırma yöntemlerinde yayın yanlılığı bulunmamıştır. Şekil 8'de verilen huni diyagramlarına göre de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığı söz konusuyken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı bulunmamaktadır. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada güvenli N yöntemi hariç tüm yöntemlerde yayın yanlılığı söz konusudur. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise tüm yöntemlere göre yayın yanlılığı bulunmamaktadır.

Yayın yanlılığı hakkında karar verme hususu öznellik içermektedir. Bunun için birden fazla yayın yanlılığı yöntemi kullanarak bu yöntemleri birlikte değerlendirmek yararlı olacaktır. Tüm yayın yanlılığı yöntemlerinin bir arada değerlendirilmesi için ağırlıklandırma yöntemlerine ilişkin yayın yanlılığı yöntemleri sonuçları özet olarak Tablo 26'da verilmiştir.

Tablo 26

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemlerine Göre Yayın Yanlılığı Yöntemlerinden Elde Edilen Sonuçların Değerlendirilmesi*

| Ağırlıklandırma Yöntemleri | Huni Diyagramı | Yayın Yanlılığı Yöntemleri       |                     |                                   |                       |
|----------------------------|----------------|----------------------------------|---------------------|-----------------------------------|-----------------------|
|                            |                | Duval ve Tweedie Kırpma Doldurma | Rosenthal Güvenli N | Begg ve Mazumdar Sıra Korelasyonu | Egger Regresyon Testi |
| Örneklem Hata Varyansı     | Yanlı          | Yanlı                            | Yanlı Değil         | Yanlı                             | Yanlı                 |
| Güvenirlik Katsayısı       | Yanlı Değil    | Yanlı Değil                      | Yanlı Değil         | Yanlı Değil                       | Yanlı Değil           |

Tablo 26 incelendiğinde örneklem hata varyansı için tüm yayın yanlılığı birlikte değerlendirildiğinde yöntemlerin çoğunluğunun yayın yanlılığının varlığını işaret ettiği söylenebilir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise yayın yanlılığının söz konusu olmadığı söylenebilir. Güvenirlikle ağırlıklandırma yayın yanlılığı yöntemleri bağlamında da örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan farklılaşmıştır. Ayrıca güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada tüm yayın yanlılığı yöntemlerine göre yayın yanlılığı söz konusu olmadığı için, bu ağırlıklandırma yönteminde tüm yayın yanlılığı yöntemlerinin birbiriyle tutarlı sonuçlar verdiği görülmüştür.

#### **Dördüncü Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Etkisi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi meta analiz sonuçlarını nasıl etkilenmektedir?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde iki alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde gri literatürün dahil edilmesi durumu incelenirken, ikinci alt

gri literatürün dahil edilmemesi durumu farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu alt problemlerde gri literatürün dahil edilme durumunun farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında meta analiz sonuçlarına etkisi yorumlanırken, diğer yandan alt problemlerden sonra gri literatürün dahil edilme durumu bağlamında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

#### 4.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Dahil Edilmesi Etkisi)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi durumunda meta analiz sonuçları nasıldır?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde örneklem hata varyansı ve güvenilirlik ile ağırlıklandırma yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Tablo 27’de ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında gri literatürün dahil edildiği durumdaki meta analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 27

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatürün Dahil Edilmesi Durumunda Meta Analiz Sonuçları*

| Ağırlıklandırma Yöntemleri | Çalışma Sayısı | Cohen d | SE    | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p     |
|----------------------------|----------------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--------|-------|
| Örneklem Hata Varyansı     | 149            | 1,347   | 0,061 | 0,004   | 1,228     | 1,466     | 22,217 | 0,000 |
| Güvenirlik                 | 149            | 1,474   | 0,119 | 0,014   | 1,242     | 1,707     | 12,426 | 0,000 |

Tablo 27 incelendiğinde en yüksek genel etki büyüklüğünün 1,474 ile güvenilirlikle ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği, en düşük genel etki büyüklüğünün ise 1,347 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği görülmüştür. Standart

hata değerleri incelendiğinde ise, en dūřuk standart hata değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edildiği ve 0,061 olduğu görülmüştür. En yüksek standart hata değerinin ise güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu ve değerinin 0,119 olduğu görülmüştür. Varyans değerleri de standart hata değerlerine paralel olarak değişmektedir. Güven aralığı bağlamında değerlendirildiğinde de yine standart hataya paralel olarak en dar güven aralığı örneklem hata varyansı yönteminde bulunmuştur. Ayrıca güven aralığı güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi için daha geniştir. Gri literatürün dahil edildiği ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı bu meta analiz çalışmaları için Z değerleri incelendiğinde en yüksek Z değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almış olup 22,217 bulunmuştur. En dūřuk değerini ise 12,426 ile güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Genel etki büyüklüklerinin bu Z değerleri ile manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen genel etki büyüklüklerinin hepsinde  $p=0,000$  olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda gri literatürün dahil edildiği ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı tüm çalışmalarda genel etki büyüklüğünün manidar olduğu söylenebilir.

#### **4.2. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Gri Literatürün Dahil Edilmemesine Etkisi)**

*Fen eğitiminde 5E ğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemeye ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenirlikle yapıldığında gri literatürün dahil edilmemesi meta analiz sonuçları nasıldır?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E ğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde örneklem hata varyansı ve güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında gri literatürün dahil edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Tablo 28’de ise örneklem hata varyansı ve güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında gri literatürün dahil edilmediği durumdaki meta analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 28

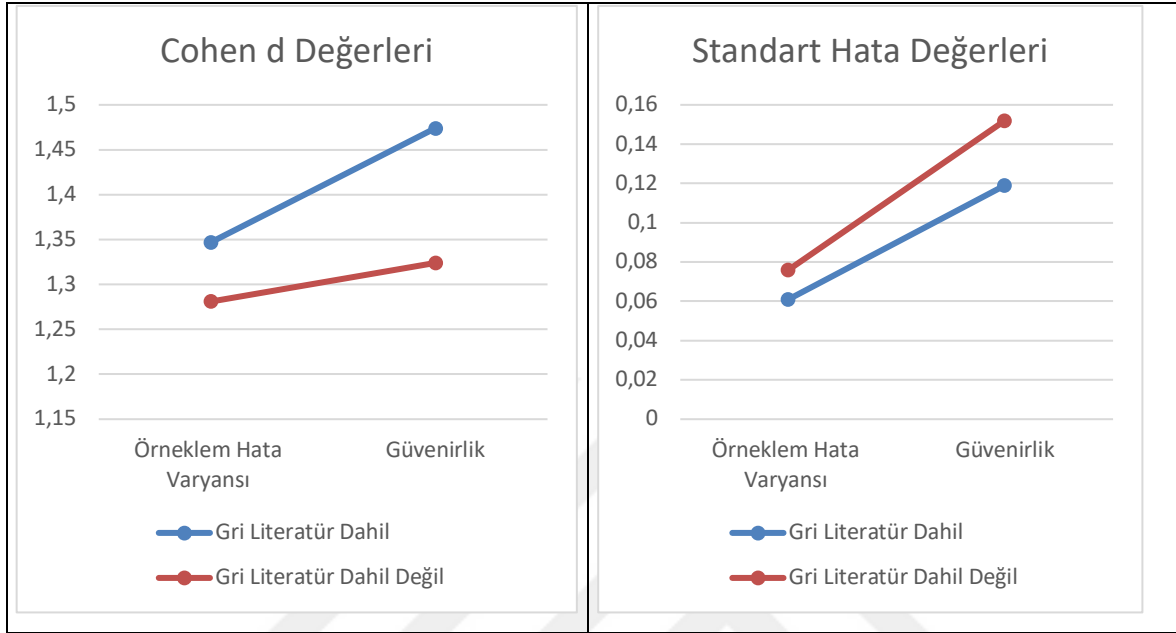
*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatürün Dahil Edilmemesi Durumunda*

*Meta Analiz Sonuçları*

| Ağırlıklandırma Yöntemleri | Çalışma Sayısı | Cohen d | SE    | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p     |
|----------------------------|----------------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--------|-------|
| Örneklem Hata Varyansı     | 55             | 1,281   | 0,076 | 0,006   | 1,132     | 1,431     | 16,780 | 0,000 |
| Güvenirlik                 | 55             | 1,324   | 0,152 | 0,023   | 1,026     | 1,622     | 8,705  | 0,000 |

Tablo 28 incelendiğinde en yüksek genel etki büyüklüğünün güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edildiği ve 1,324 bulunduğu görülmüştür. En düşük genel etki büyüklüğünün ise 1,281 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği görülmüştür. Standart hata değerleri incelendiğinde ise, en düşük standart hata değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edildiği ve 0,076 olduğu görülmüştür. En yüksek standart hata değerinin ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu ve değerinin 0,152 olduğu görülmüştür. Varyans değerleri de standart hata değerlerine paralel olarak değişmektedir. Güven aralıkları değerlendirildiğinde, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında güven aralığının örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemine göre daha geniş olduğu söylenebilir. Güven aralığının en dar olduğu meta analiz çalışmasının ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminin kullanıldığı meta analiz olduğu görülmüştür. Gri literatürün dahil edilmediği ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı bu meta analiz çalışmaları için Z değerleri incelendiğinde en yüksek Z değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almış olup 16,780 bulunmuştur. En düşük değerini ise 8,705 ile güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Genel etki büyüklüklerinin bu Z değerleri ile manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen genel etki büyüklüklerinin hepsinde  $p=0,000$  olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda gri literatürün dahil edilmediği ve farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı tüm çalışmalarda genel etki büyüklüğünün manidar olduğu söylenebilir.

Dördüncü alt probleme göre gri literatürün dahil edilme durumu ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında incelendiğinde, meta analiz sonuçlarından genel etki büyüklüğü ve standart hatanın nasıl değişkenlik gösterdiği Şekil 10’da verilmiştir.



Şekil 10 Ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında gri literatürün dahil edilme durumuna göre meta analiz sonuç grafikleri

Şekil 10 incelendiğinde gri literatürün dahil edildiği ve edilmediği durumlarda genel etki büyüklüğünün birbirinden farklılaştığı görülmektedir ve gri literatür dahil edildiğinde genel etki büyüklüklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Bu farklılığın en yüksek olduğu ağırlıklandırma yöntemi ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemidir. Bu nedenle gri literatürün dahil edilme durumunun en çok güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde genel etki büyüklüğünü etkilediği söylenebilir. Standart hatanın da yine gri literatürün dahil edilme durumundan etkilendiği gözlemlenmiştir. Hem güvenilirlik katsayısıyla hem de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemlerinde standart hata değerleri gri literatür dahil edilmediğinde daha yüksek bulunmuştur. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumları arasındaki farklılığın güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmaya göre daha az olduğu dikkat çekmektedir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında standart hata değerleri gri literatürün

dahil edilme durumundan daha çok etkilenmektedir, çünkü hata değerleri arasındaki farklılık örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya nazaran daha büyüktür. Tüm bu bulgular ışığında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi kullanıldığında gri literatürün dahil edilmesi durumunun meta analiz sonuçlarını daha çok etkilediği söylenebilir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında ise gri literatürün dahil edilmesi durumunun etkisi olsa da bu etkinin diğer yöntemlere göre meta analiz sonuçlarını daha az etkilediği söylenebilir.

Gri literatürün dahil edilmesi ve edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarına etkisini yorumlamanın yanı sıra bu etkilerin manidarlığını da gerekmektedir. Bu doğrultuda etkilerin manidarlığını incelemek için varyans analizine dayalı Q testi yapılmıştır. Yapılan Q testine ilişkin sonuçlar Tablo 29’da verilmiştir.

Tablo 29

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Gri Literatür ve Makalelerin Q Testi ile Karşılaştırılması Sonuçları*

| Ağırlıklandırma                                                                       |               | Q değeri | sd (Q) | p     |
|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------|----------|--------|-------|
| Örneklem Hata Varyansı<br>N <sub>Gri Literatür</sub> = 94<br>N <sub>Makale</sub> = 55 | Grup içi      | 1101,062 | 147    | 0,000 |
|                                                                                       | Gruplar arası | 1,629    | 1      | 0,202 |
|                                                                                       | Toplam        | 1102,690 | 148    | 0,000 |
| Güvenirlik Katsayısı<br>N <sub>Gri Literatür</sub> = 94<br>N <sub>Makale</sub> = 55   | Grup içi      | 240,668  | 147    | 0,000 |
|                                                                                       | Gruplar arası | 1,597    | 1      | 0,206 |
|                                                                                       | Toplam        | 242,265  | 148    | 0,000 |

Tablo 29 incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde gruplar arası Q değerleri için p değerlerinin >0,05 olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde gri literatürde bulunan yani taranmayan çalışmalardan elde edilen ortalama etki büyüklüğü ile makalelerden elde edilen ortalama etki büyüklüğü arasındaki farkın manidar olmadığı açıktır. Dolayısıyla gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumunda elde edilen meta analiz sonuçlarının da birbirinden manidar bir şekilde ayrılmadığı söylenebilir.

### **Beşinci Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Modellerin Etkilenmesi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modellerinde meta analiz sonuçları nasıl farklılaşmaktadır?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modelleri ile elde edilen meta analiz sonuçlarının nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde iki alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde sabit etkiler modeline göre sonuçlar incelenirken, ikinci alt problemde rastgele etkiler modeli sonuçları farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu alt problemlerde sabit ve rastgele etkiler modeli kullanımının farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında meta analiz sonuçlarına etkisi yorumlanırken, diğer yandan alt problemlerden sonra kullanılan model bağlamında karşılaştırma yapılarak yorumlanmıştır.

#### **5.1. Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Sabit Etkiler Modeline Etkisi)**

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında sabit etkiler modelinde meta analiz sonuçları nasıldır?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit etkiler modelinde meta analiz sonuçlarının nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 30'da ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında sabit etkiler modelinde ile yapılan meta analizin sonuçları verilmiştir.

Tablo 30

*Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Sabit Etkiler Modeli için Meta Analiz Sonuçları*

| Model                | Ağırlıklandırma Yöntemleri | Cohen d | SE    | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p     |
|----------------------|----------------------------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--------|-------|
| Sabit Etkiler Modeli | Örneklem Hata Varyansı     | 1,198   | 0,022 | 0,000   | 1,155     | 1,240     | 55,150 | 0,000 |
|                      | Güvenirlik                 | 1,476   | 0,093 | 0,009   | 1,295     | 1,658     | 15,952 | 0,000 |

Tablo 30 incelendiğinde sabit etkiler modeliyle elde edilen en yüksek genel etki büyüklüğünün 1,476 ile güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği, en düşük genel etki büyüklüğünün ise 1,198 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği görülmüştür. Standart hata değerleri incelendiğinde ise, en düşük standart hata değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edildiği ve 0,022 olduğu görülmüştür. En yüksek standart hata değerinin ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu ve değerinin 0,093 olduğu görülmüştür. Varyans değerleri de standart hata değerlerine paralel olarak değişmektedir ve en yüksek değerini 0,009 güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, en düşük değerini ise 0,000 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Güven aralığı bağlamında değerlendirildiğinde standart hataya paralel olarak en dar güven aralığı örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde bulunmuştur. Sabit etkiler modeline göre yapılan meta analizler arasından güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yapılan meta analizde ise güven aralığının en geniş olduğu görülmüştür. Farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı ve sabit etkiler modeline göre yürütülen bu meta analiz çalışmaları için Z değerleri incelendiğinde en yüksek Z değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almış olup 55,150 bulunmuştur. En düşük değerini ise 15,952 ile güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Genel etki büyüklüklerinin bu Z değerleri ile manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen genel etki büyüklüklerinin hepsinde  $p=0,000$  olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda sabit etkiler modeline

göre analiz yapılan ve farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanılan tüm meta analiz çalışmalarda genel etki büyüklüğünün manidar olduğu söylenebilir.

## 5.2 Alt Probleme İlişkin Bulgular ve Yorum (Rastgele Etkiler Modeline Etkisi)

*Fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisini meta analizle incelemede ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlikle yapıldığında rastgele etkiler modellerinde meta analiz sonuçları nasıldır?*

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında rastgele etkiler modelinde meta analiz sonuçlarının nasıl etkilendiği incelenmiştir. Tablo 31’de ise örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında rastgele etkiler modeli ile yapılan meta analizin sonuçları verilmiştir.

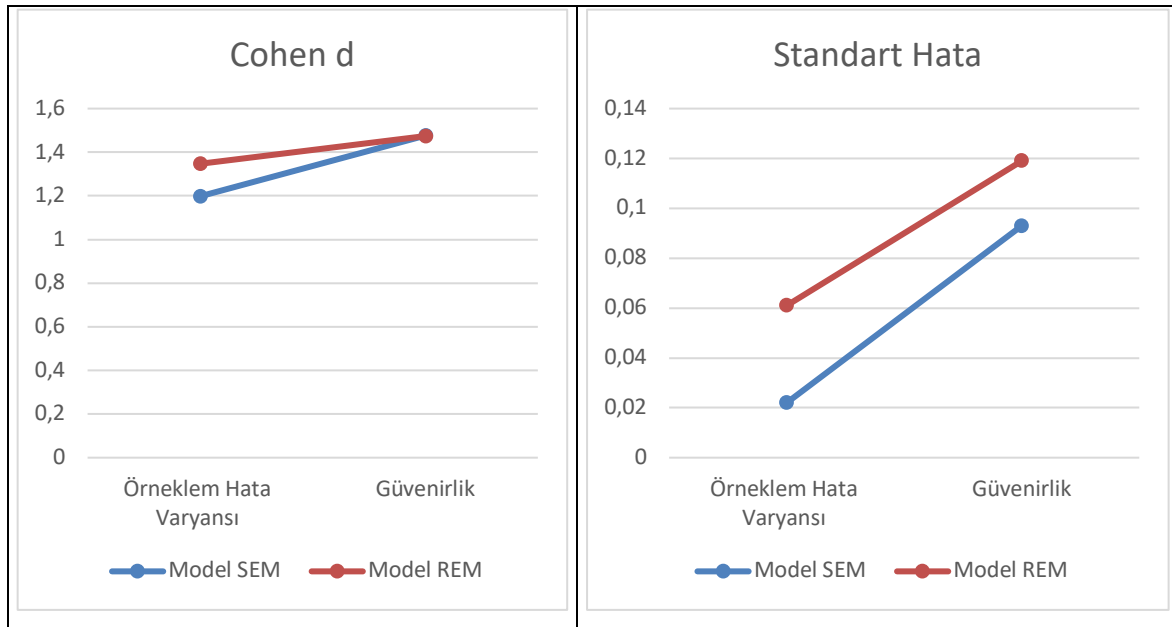
Tablo 31 Farklı Ağırlıklandırma Yöntemleri için Rastgele Etkiler Modeli için Meta Analiz Sonuçları

| Model                   | Ağırlıklandırma Yöntemleri | Cohen d | SE    | Varyans | Alt Limit | Üst Limit | Z      | p     |
|-------------------------|----------------------------|---------|-------|---------|-----------|-----------|--------|-------|
| Rastgele Etkiler Modeli | Örneklem Hata Varyansı     | 1,347   | 0,061 | 0,004   | 1,228     | 1,466     | 22,217 | 0,000 |
|                         | Güvenirlik                 | 1,474   | 0,119 | 0,014   | 1,242     | 1,707     | 12,426 | 0,000 |

Tablo 31 incelendiğinde rastgele etki modeliyle elde edilen en yüksek genel etki büyüklüğünün 1,474 ile güvenilirlikle ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği, en düşük genel etki büyüklüğünün ise 1,347 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği görülmüştür. Standart hata değerleri incelendiğinde ise, en düşük standart hata değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edildiği ve 0,061 olduğu görülmüştür. En yüksek standart hata değerinin ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu ve değerinin 0,119 olduğu görülmüştür. Varyans değerleri de standart hata değerlerine paralel olarak değişmektedir ve en yüksek değerini 0,014 güvenilirlik katsayısı ile

ağırlıklandırmada, en düşük değerini ise 0,004 ile örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Güven aralığı bağlamında değerlendirildiğinde en dar güven aralığı örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde bulunmuştur. Güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde güven aralığının daha geniş olduğu görülmüştür. Farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin kullanıldığı ve rastgele etkiler modeline göre yürütülen bu meta analiz çalışmaları için Z değerleri incelendiğinde en yüksek Z değerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almış olup 22,217 bulunmuştur. En düşük değerini ise 12,426 ile güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Genel etki büyüklüklerinin bu Z değerleri ile manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen genel etki büyüklüklerinin hepsinde  $p=0,000$  olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda rastgele etkiler modeline göre analiz yapılan ve farklı ağırlıklandırma yöntemleri kullanılan tüm meta analiz çalışmalarda genel etki büyüklüğünün manidar olduğu söylenebilir.

Beşinci alt probleme göre sabit etkiler ve rastgele etkiler modeli ile elde edilen meta analiz sonuçları ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında incelenmiş ve meta analiz sonuçlarından genel etki büyüklüğü ve standart hatanın nasıl değişkenlik gösterdiği Şekil 11’de verilmiştir.



Şekil 11 Ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında sabit ve rastgele etkiler modeline göre meta analiz sonuç grafikleri

Şekil 11 incelendiğinde sabit etkiler modeline ve rastgele etkiler modeline göre meta analiz yapıldığında, genel etki büyüklüğünün örneklem hata varyansı yönteminde birbirinden farklılaştığı görülmektedir. Ancak güvenlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında, iki modelden elde edilen genel etki büyüklükleri birbirine benzemektedir. Bu doğrultuda genel etki büyüklüğünün, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada model seçiminden etkilenirken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminin model seçiminden çok etkilenmediği söylenebilir. Standart hata incelendiğinde ise modeller arası farklılığın en az güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. En fazla farklılığın ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu söylenebilir. İki model arasında standart hatalar arası farklılığın en az olduğu ağırlıklandırma yöntemi ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemidir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi kullanıldığında iki model arası standart hata farklılığı ise güvenilirlik katsayısındaki ağırlıklandırmadan büyüktür. Tüm bu bulgular ışığında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi kullanıldığında sabit etkiler modeli ile rastgele etkiler modelinden elde edilen meta analiz sonuçlarında farkın daha az olduğu söylenebilir. Ancak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada sonuçlar farklılaşmıştır.

## BÖLÜM V

### SONUÇ, TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Bu bölümde araştırmanın alt problemlerine ilişkin bulgular doğrultusunda yapılan tartışmaya yer verilmiştir.

#### **Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Ağırlıklandırma Yöntemlerinin Etkisi)**

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısıyla yapıldığında meta analiz sonuçlarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. İlk alt problemde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ile yapılırken, ikinci alt problemde güvenilirlik katsayısı ile yapılmıştır. Farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin altında çalışma sayısının etkisine ilişkin sonuç ve tartışmanın yanı sıra ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında yapılan tartışmaya da bu bölümde yer verilmiştir.

Araştırmanın birinci alt problemine yönelik elde edilen bulgular incelendiğinde hem örneklem hata varyansı ile hem de güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemlerinde genel etki büyüklüğünün çalışma sayılarından etkilenmediği görülmüştür. Çalışma sayılarının kopyalama yöntemiyle oluşturması nedeniyle genel etki büyüklüğünün değişmemesi, aksine sabit olması beklenen bir durumdur. Veri çoğaltma durumunda genel

etki büyüklüğünün hesaplanmasında rol alan birincil çalışma etki büyüklükleri ve ağırlıklar değişmemektedir ve bu genel etkinin değişmemesine sebebiyet vermektedir. Birincil çalışmalarda da Cohen d'nin değişme ihtimali bulunmamaktadır. Çünkü diğer birincil çalışmalardan bağımsız olarak birincil bir çalışmanın Cohen d istatistiği ortalamalar arası farkın birleştirilmiş standart sapmaya bölünmesiyle elde edilen bir istatistiktir.

Standart hata ve varyans değerlerinin ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı (dahil edilen etki büyüklüğü sayısı) arttıkça azaldığı görülmüştür. Bu zaten beklenen bir durumdur. Varyans, standart hatanın karesi olduğu için, iki değerin paralel bir şekilde artıp azalması da beklenen bir durumdur. Ayrıca tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde güven aralığının da yani alt limit ile üst limit arasındaki farkında çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir. Güven aralığının daralmasının nedeni standart hatanın azalmasıdır. Çünkü güven aralığı standart hatanın belirlenen  $\alpha$  düzeyindeki Z kritik değeriyle çarpılması ve bu değerin etki büyüklüğünden çıkartılması ve etki büyüklüğü ile toplanmasıyla elde edilmektedir. Tüm bunlara dayalı olarak çalışma sayısı arttıkça genel etki büyüklüğü kestiriminin doğruluğunun arttığı bu nedenle de hatanın azalarak güven aralığının daraldığı söylenebilir.

Genel etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemleri için tüm çalışma sayılarında (k, 2k, 6k, 10k) genel etki büyüklüğünün manidar olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni birincil meta analiz çalışmasının sonuçlarının da manidar olmasıyla açıklanabilir. En az sayıda çalışmanın bulunduğu bu meta analiz çalışmasında genel etki büyüklüğü manidar ise aynı verilerle çoğaltma yapılan meta analiz çalışmalarında da manidarlığın söz konusu olması beklenen bir durumdur. Manidarlığın yanı sıra doğrudan p değeri düşünüldüğünde, Z değeri yükselirken p değerinin sabit kalmasının nedeni en az çalışmanın bulunduğu meta analizde bile p değerinin alabileceği en küçük değer olan 0'a çok yakın değere sahip olmasıdır. Sonuçlar rapor edilirken yuvarlamadan dolayı çalışma sayısı artsa bile zaten k çalışma sayısında 0,000 olan p değeri virgülden sonraki ilk üç rakamı sıfır olduğundan 2k, 6k ve 10k çalışma sayılarında hiç değişmemiş olarak algılanabilir.

Çalışma sayısı arttıkça p değerinin değişmesi beklenir, bunun nedeni p değerinin örneklem büyüklüğünden etkilenen bir istatistik olmasıdır (Kılıç, 2011; Kılıç, 2014). Aynı çalışmaların kopyalanmasıyla örneklem büyüdüğünden p değeri azalır. Bunun nedeni, örneklem büyüdükçe evrene yaklaşıldığı için genel etki büyüklüğü kestiriminin daha doğru olma ihtimalinin söz konusu olmasıdır (Işık, 2014). Yani; p değerinin yalnızca istatistiksel manidarlığı ifade ettiği ve bir sonucun önemini ölçmediği bilinmekle birlikte (American Statistics Association, 2016) etki büyüklüğü ne kadar küçük olursa olsun, örneklem büyüklüğü geniş ve ölçme kesinliği yüksekse p değeri küçük olacaktır. Aksi durumda, etki büyüklüğü ne kadar büyük olursa olsun örneklem büyüklüğü küçük ve ölçme kesinliği düşükse p değeri o kadar büyük olacaktır (Gür, 2016).

Ağırlıklandırma yöntemleri çalışma sayıları bağlamında birbiriyle karşılaştırıldığında, tüm çalışma sayısı koşullarında genel etki büyüklüğünün en düşük olduğu ağırlıklandırma yönteminin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmüştür. Genel etki büyüklüğünün en yüksek olduğu ağırlıklandırma yöntemi ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemidir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen genel etki büyüklüğünün güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmadan elde edilen etki büyüklüklerinden düşük olması güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden daha doğru etki büyüklüğü sentezi yaptığının bir göstergesi değildir. Genel etki büyüklüklerinin iki farklı ağırlıklandırma yönteminde birbirinden farklı olmasının nedeni örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada hatanın örneklemden kaynaklanan boyutu ele alınırken, güvenilirlik katsayısı ile yapılan ağırlıklandırmanın ise sadece örneklem hatasını değil örneklem hatası da dahil tesadüfi hata kaynaklarını ele alması olabilir. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde genel etki büyüklüklerinin daha büyük olması, Rosenthal'in (1991) de belirttiği gibi, kalite ağırlığı açısından daha zayıf ve daha küçük etki büyüklüğüne sahip olan çalışmaların ortalama etki büyüklüğüne katkısının diğerler çalışmalara nazaran daha az olmasından kaynaklanıyor olabilir.

Ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında standart hata değerleri incelendiğinde de benzer bir durum söz konusudur. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen standart hata değerleri en düşükken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada standart hata değerlerinin en yüksek olduğu görülmüştür ve bu durum tüm çalışma sayıları için geçerlidir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen standart hata değerlerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmadan elde edilen standart hata değerlerinden düşük olması yine hatanın sadece örneklemden kaynaklanan boyutunu ele alması ile açıklanabilir. Çünkü, güvenilirlik katsayısı ile yapılan ağırlıklandırma sadece örneklem hatasını değil diğer tesadüfi hata kaynaklarını da ele almaktadır. Bu nedenle örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemlerinden elde edilen standart hata değerleri birbiriyle farklılık göstermektedir. Güven aralığının genişliği de standart hata ile paralel olarak en dar güven aralıkları tüm çalışma sayılarında örnekleme hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde, en geniş güven aralıkları ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde gözlenmiştir. Bunun nedeni güven aralığının doğrudan standart hata kullanılarak hesaplanmasıdır. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmadan elde edilen alt ve üst limit değerlerinin diğer alt ve üst limit değerlerinden düşük olması ve güven aralığının daha dar olması yine genel etki büyüklüğü ve standart hataya paralel olarak, sadece örneklemden kaynaklanan hatanın ele alınması ile açıklanabilir.

### **Birinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde birinci alt problemten elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur.

1. Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde genel etki büyüklüğünün çalışma sayılarından etkilenmediği sonucuna varılmıştır.
2. Standart hata ve varyans değerlerinin tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Buna paralel olarak tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde güven aralığının çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmektedir.

3. Genel etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemleri için tüm çalışma sayılarında (k, 2k, 6k, 10k) genel etki büyüklüğünün manidar olduğu gözlemlenmiştir. Yani genel etki büyüklüğünün manidar olması çalışma sayısı ve ağırlıklandırma yöntemlerinden etkilenmemiştir.
4. Tüm çalışma sayısı koşullarında genel etki büyüklüğünün en düşük olduğu ağırlıklandırma yönteminin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu, en yüksek olduğu ağırlıklandırma yönteminin ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.
5. Tüm çalışma sayısı koşullarında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında standart hata değerlerinin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya göre daha yüksek olduğu görülmüştür. Standart hataya paralel olarak, en geniş güven aralığının güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu, en dar güven aralığının ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. Yani standart hata değerleri ve güven aralığı ağırlıklandırma yöntemine göre değişkenlik göstermiştir.

### **İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Heterojenlik Katsayılarının Etkilenmesi)**

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısıyla yapıldığında heterojenlik katsayılarının çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde beş alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde Q ve Q'ya ilişkin p değerleri, ikinci alt problemde  $T^2$ , üçüncü alt problemde  $I^2$ , dördüncü alt problemde  $H^2$  ve son olarak beşinci alt problemde  $R^2$  farklı ağırlıklandırma yöntemleri ve çalışma sayıları altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde bu alt problemlerdeki farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin ve farklı çalışma sayılarının heterojenlik yöntemlerinden elde edilen sonuçlar üzerine etkisine ilişkin sonuç ve

tartışmanın yanı sıra, ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında yapılan tartışmaya da yer verilmiştir.

Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısının artmasıyla birlikte Q değerlerinin de paralel bir şekilde eşit oranlı olarak arttığı sonucuna varılmıştır. Çalışma sayısının artmasıyla Q değerinin de artmasının nedeni Q istatistiğinin çalışma sayısından doğrudan etkilenen bir istatistik olmasıdır ve bu literatürde görülmektedir (Higgins ve Thompson, 2002; Kaşali, 2014). Çalışma sayılarının k tane çalışmadan 2k, 6k ve 10k oranlarında çoğaltılması sonucunda etki büyüklükleri için ağırlıklandırılmış kareler toplamı olan Q istatistiğinin de çalışma sayısı ile eşit düzeyde katlanarak arttığı gözlenmiştir.

Ağırlıklandırma yöntemlerine göre Q değerleri karşılaştırıldığında ise Q en küçük değerlerini güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada almıştır, en yüksek değerlerini ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almıştır. Ayrıca etki büyüklükleri güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırıldığında Q değerleri örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada elde edilen Q değerlerinin yaklaşık beşte birine tekabül etmektedir. Yani bu iki ağırlıklandırma yönteminden elde edilen Q değerleri arasında göz ardı edilemeyecek bir fark söz konusudur. Bu durumda güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada heterojenlik durumunun daha az olduğu düşünülse bile, Q değerlerinin manidarlıkları incelendiğinde elde edilen bütün Q değerlerinin manidar olduğu görülmüştür. Buna dayalı olarak tüm çalışma sayılarında ve tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde heterojenliğin söz konusu olduğu sonucuna varılabilir. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada Q değerlerinin daha düşük olmasının nedeni ağırlıklandırma değerleri  $w_i$ 'lerin örneklem hata varyansının tersinden daha düşük olmasıdır. Çünkü güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada  $w_i$  bizzat güvenilirlik katsayısını temsil etmektedir ve en büyük değeri 1 olabilir.

Heterojenliğin kanıtlarından  $T^2$  değerleri incelendiğinde ise, tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça  $T^2$  değerlerinin önemsiz ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu nedenle  $T^2$  değerlerinin çalışma sayılarından pek etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Bunun nedeni çalışma sayısı koşullarının çoğaltma yöntemi ile oluşturulması olabilir. Çünkü

Çalışmaların bu şekilde çoğaltılmasının, çalışmalar arası varyans üzerinde büyük bir katkı sağlamaması beklenir. Benzer bir sonuca Kaşalı (2014) de ulaşmıştır. Çalışma sayıları her ne kadar  $T^2$  değerlerini etkilemese de bu değerlere ilişkin standart hata ve varyans değerleri çalışma sayısı arttıkça azalmıştır. Ağırlıklandırma yöntemleri birbirleriyle karşılaştırıldığında en yüksek  $T^2$  değerleri güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edilmiştir. En düşük  $T^2$  değerleri ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edilmiştir.  $T^2$ 'ye ilişkin formül incelendiğinde değerlerinin hem Q değerlerinden hem de doğrudan ağırlıklandırmadan etkilendiği görülmektedir. Bu nedenle  $T^2$  değerlerinde de ağırlıklandırma yöntemleri arasında farklılık görülmüştür. Ağırlıklandırma yöntemleri birbirleriyle karşılaştırıldığında  $T^2$ 'ye ilişkin standart hata değerlerinde de yöntemler arası farklılaşma olduğu sonucunu varılmıştır. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırmaya nazaran  $T^2$ 'ye ilişkin standart hata değerlerinin daha düşük olduğu görülmüştür. Bunun nedeninin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma ile yapılan hesaplamalarda diğer hata kaynaklarının yok sayılması olduğu düşünülmektedir.

Heterojenliğin diğer kanıtlarından  $I^2$  incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça  $I^2$  değerlerinin önemsiz ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu nedenle  $I^2$  değerlerinin çalışma sayılarından pek etkilenmediği sonucuna varılmıştır.  $I^2$  değerlerinin çalışma sayılarından etkilenmediği durumuna literatürde de karşılaşılmakla birlikte (Higgins ve Thompson, 2002; Kaşalı, 2014), bu değişmezliğin nedeninin  $I^2$  istatistiğinin Q değerlerinden serbestlik derecesinin çıkartılarak tekrar Q değerlerine bölünmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ağırlıklandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırıldığında  $I^2$  değerlerinin en düşük olduğu ve heterojenliğin orta düzeyde olduğu (Higgins vd., 2003) yöntemin güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi olduğu, en yüksek olduğu ve heterojenliğin de yüksek düzeyde olduğu (Higgins vd., 2003) yöntemin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmüştür. Böyle bir sonuca varılması beklenen bir durumdur. Çünkü hesaplandığı formül gereği  $I^2$  değerlerinin Q değerlerinden

etkilendiği görülmektedir ve bu sonuçlar Q değerleri için elde edilen sonuçla ağırlıklandırma yöntemi bağlamında paralellik göstermiştir.

Heterojenliği belirleme yöntemlerinden  $H^2$  ve  $R^2$  incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça hem  $H^2$  hem de  $R^2$  değerlerinin önemsiz ölçüde azaldığı görülmüştür. Bu nedenle  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin çalışma sayılarından pek etkilenmediği sonucuna varılmıştır.  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin çalışma sayılarından etkilenmediği literatürde de bilinmektedir (Erdoğan, 2011; Higgins ve Thompson, 2002). Bunun nedeninin  $H^2$  istatistiğinin Q değerinin doğrudan serbestlik derecesinin bölünmesinden kaynaklandığı düşünülürken;  $R^2$  istatistiğinin de sabit etkiler ve rastgele etkiler modelindeki toplam ağırlıkların birbirine oranlanmasıyla ya da bu modellere ilişkin varyansların birbirine oranlanmasıyla elde edilmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Çünkü  $H^2$  istatistiğinin hesaplanmasında bu şekilde bir bölme işlemi gerçekleştirildiğinde çalışma sayısı başa çıkılıyor olmaktadır.  $R^2$  istatistiğinde ise sabit ve rastgele etkiler modellerinde çalışma sayıları aynı olacağından bu eşitliklerde çalışma sayısının büyük bir etkisi söz konusu olmamaktadır. Burada çalışma sayısının  $H^2$  ve  $R^2$  istatistiklerini etkilemediği sonucuna varılsa da, Kaşalı (2014) bu istatistiklerin çalışma sayısı arttıkça azaldığı sonucuna varmıştır. Bu araştırmada sonucun farklı olmasının nedeni ele alınan çalışma sayıları arasındaki büyük farklılık olabilir. Araştırmacı meta analize dahil edilen çalışma sayısı koşulunda üç ve beş çalışmanın dahil edildiği meta analiz sonuçlarını karşılaştırmıştır.

Ağırlıklandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırıldığında  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin en düşük olduğu yöntemin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi olduğu, en yüksek olduğu yöntemin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmüştür. Bu doğrultuda bu sonuçlar genel olarak Q ve  $I^2$  sonuçları ile paralellik göstermektedir. Böyle bir sonuca varılması beklenen bir durumdur. Çünkü  $H^2$  istatistiği daha önce de belirtildiği üzere Q değerlerinden doğrudan etkilenmektedir. Ayrıca  $H^2$  istatistiğinin  $I^2$  istatistiğiyle de bağıntılı olduğu bilinmektedir. Sonuç olarak tüm bu heterojenlik istatistiklerinin birbiriyle bağıntılarının bulunması nedeniyle paralellik göstermesi beklenen bir durumdur.

İkinci alt probleme ilişkin tüm sonuçlar toparlanacak olursa  $Q$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin tüm çalışma sayısı koşullarında en yüksek değerlerini örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi altında almıştır. Bu istatistikler tüm çalışma sayıları koşullarında en düşük değerlerini güvenilirlikle ağırlıklandırmadan alırken,  $T^2$  değerleri ise en düşük değerlerini örneklem hata varyansı ağırlıklandırma yönteminde almıştır. Bu ayrışmanın nedeninin ise  $T^2$  değerlerinin hem  $Q$  değerlerinden hem de doğrudan ağırlıklandırmadan etkilenmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Her ne kadar  $Q$  istatistiğinde en düşük sonuçlar güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olsa da, ağırlıklandırmada  $w_i$  bizzat güvenilirlik katsayısını temsil etmektedir ve en büyük değeri 1 olabilir. Bu nedenle  $T^2$ 'nin hesaplanmasında kullanılan formülde pay ve payda birbirine daha yakın olabilir ve  $T^2$  sonuçları 1'e yaklaşarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden farklılaşmış olabilir.  $Q$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  istatistiklerinin en düşük değerlerini güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada almalarının ve heterojenliğin bu yöntemde daha az olmasının nedeni birincil çalışmaların ağırlıklarının ranjının (0-1 aralığında olduğundan) çok fazla olmamasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca önceden de vurgulandığı gibi güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada rastgele hata varyansının kapsamı ve miktarı daha büyüktür. Bu alt problemde  $Q$ ,  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerleri çalışma sayısı ( $k$ ,  $2k$ ,  $6k$ ,  $10k$ ) bağlamında incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin çalışma sayısından etkilenmediği sonucuna varılmıştır. Ancak her bir çalışmanın etki büyüklüğünün genel etki büyüklüğünden farkının ağırlıklandırılmış kareler toplamı olarak elde edilen  $Q$  değerleri çalışma sayısı arttıkça doğal olarak artar.

### **İkinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde ikinci alt problemde elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur.

1. Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısının artmasıyla birlikte  $Q$  değerlerinin de paralel bir şekilde eşit oranlı olarak arttığı ve  $Q$  değerinin çalışma sayısından etkilenen bir heterojenlik istatistiği olduğu sonucuna varılmıştır.

2. Ağırlıklandırma yöntemlerine göre Q değerleri karşılaştırıldığında ise Q en küçük değerlerini güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada almıştır, en yüksek değerlerini ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada almıştır.
3. Q değerlerine göre tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde heterojenlik söz konusudur.
4.  $T^2$ ,  $I^2$ ,  $H^2$  ve  $R^2$  değerleri incelendiğinde ise, tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısından pek etkilenmediği sonucuna varılmıştır.
5.  $T^{2'}$  ye ilişkin standart hata ve varyans değerlerinin çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Ayrıca örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada  $T^{2'}$  ye ilişkin standart hata değerlerinin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmaya göre daha düşük olduğu görülmüştür.
6. Ağırlıklandırma yöntemleri karşılaştırıldığında  $I^2$  değerlerinin en düşük olduğu ve heterojenliğin orta düzeyde olduğu yöntemin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi olduğu,  $I^2$  değerlerinin en yüksek olduğu ve heterojenliğin de yüksek düzeyde olduğu yöntemin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmüştür. Aynı şekilde  $H^2$  ve  $R^2$  değerlerinin en düşük olduğu yöntemin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi olduğu, en yüksek olduğu yöntemin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu sonucuna varılmıştır.
7.  $T^2$  değerleri ise diğer istatistiklerin aksine en düşük değerlerini örneklem hata varyansı ağırlıklandırma yönteminde, en yüksek değerlerini güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde almıştır.

### **Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Yayın Yanlılığının Etkilenmesi)**

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısıyla yapıldığında yayın yanlılığı yöntemlerinin çalışma sayılarından (k, 2k, 6k, 10k) nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde dört alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde huni diyagramı ve Duval Tweedie kıpma doldurma yöntemi, ikinci alt

problemde klasik güvenli N yöntemi, üçüncü alt problemde Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu yöntemi ve son olarak dördüncü alt problemde ise Egger'in regresyon sabiti yöntemi farklı ağırlıklandırma yöntemleri ve çalışma sayıları altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde bu alt problemlerdeki farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin ve farklı çalışma sayılarının yayın yanlılığı yöntemlerinden elde edilen sonuçlar üzerine etkisine ilişkin sonuç ve tartışmanın yanı sıra, ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında yapılan sonuç ve tartışmaya da yer verilmiştir.

Öncelikle huni diyagramları değerlendirildiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça huni diyagramlarının etkilenmediği gözlemlenmiştir. Bu araştırmanın aksine Lin vd. (2018) çalışmaların sayısı arttıkça meta analize dahil edilen birincil çalışmalar muhtemelen daha heterojen veya aykırı çalışmalar olabileceğini ve bu nedenle huni grafiğinin yayın yanlılığı dışında farklı kaynaklardan ötürü de asimetric olabileceğini belirtmiştir. Bu araştırmada Lin vd.'in (2018) belirttiğinin aksine çalışma sayısının huni diyagramını etkilememesinin nedeni çalışma sayısı koşullarının çoğaltma yöntemi ile oluşturulmuş olması olabilir. Huni diyagramları çalışma sayılarından etkilenmezken, ağırlıklandırma yöntemlerinden etkilenmektedir. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada simetriklik söz konusu değildir ve bu nedenle doldurma işlemi yapılmıştır. Ancak güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada diyagramlarda simetriklik olduğu sonucuna varılmıştır. Yani örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yanlılık bulunurken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada yanlılık bulunmadığı söylenebilir. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminden elde edilen huni diyagramlarında standart hataların yüksek olduğu görülmektedir ve noktaların saçılımı daha dar bir alanda olmuştur. Tüm bu sonuçlar doğrultusunda huni diyagramının ağırlıklandırma yönteminden etkilendiği ve sonuçların farklılaştığı söylenebilir.

Duval ve Tweedie'nin kırpma ve doldurma sonuçları incelendiğinde ise huni diyagramı sonuçlarına benzer olarak, yanlılığın yalnızca örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada olduğu sonucuna varılmıştır. Çünkü bu yöntemde kırılan çalışmalar bulunmaktadır.

Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde ise kırılan çalışma bulunmamakla birlikte gözlenen ve düzeltilmiş değerler birbiriyle aynıdır. Gözlenen ve düzeltilmiş değerlerin aynı olmasının sebebi kırılan çalışmanın olmamasıdır. Örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma da kırılan çalışmalar bulunduğu için düzeltilmiş değerler gözlenen değerlerden düşüktür. Bu sonuç bize kırılan çalışmaların diyagramın sağ tarafında olduğunu göstermektedir. Düşük olmayan tek değer Q değeridir. Q değerinin düzeltilmiş değerlerde daha yüksek olduğu görülmüştür ve bu çalışmalar kırıldığında heterojenliğin arttığı sonucunu vermektedir. Rosenthal'in güvenli N yöntemi ağırlıklandırma yöntemlerine göre karşılaştırıldığında ise eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının, tüm çalışma sayısı koşullarında en düşük olduğu ağırlıklandırma yönteminin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu ve bu yöntemde yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür. Eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının, tüm çalışma sayısı koşullarında en yüksek olduğu ağırlıklandırma yönteminin ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemi olduğu görülmektedir. Meta analiz sonuçlarının manidar olmaması için eklenmesi gereken ve manidar olmayan çalışma sayısının kriter çalışma sayısından fazla olması nedeniyle örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde de yayın yanlılığının olmadığı sonucuna varılmıştır.

Duval ve Tweedie kırma doldurma yöntemi ve Rosenthal'in güvenli N yöntemi için çalışma sayılarından etkilenme durumu incelendiğinde, kırma doldurma yönteminde için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada kırılan etki büyüklüğü sayısının çalışma sayısından etkilendiği sonucuna varılmıştır. Çalışma sayısı arttıkça kırılan etki büyüklüğü sayısı da artmakla beraber, bu artış çalışma sayısı ile doğru orantılı bir artıştır. Rosenthal'in güvenli N yönteminde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça meta analiz sonucunun değişmesi ve genel etki büyüklüğünün manidar olmaması için eklenecek kayıp etki büyüklüğü sayısının arttığı görülmektedir. Bu artışların, çalışma sayısı katlarının karesi ile doğru orantılı olduğu görülmüştür. Bu doğrusallığın nedeninin çalışma sayısı koşullarının çoğaltma yöntemi ile oluşturulması olduğu düşünülmektedir.

Yayın yanlılığı belirleme yöntemlerinden Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu ve Egger'in regresyon testi incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısının değişmesinin Kendall tau değeri ve regresyon sabiti değeri üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır. Ancak bu değerlerin manidarlığı incelendiğinde yalnızca örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada değerlerin manidar olduğu ve dolayısıyla bu ağırlıklandırma yöntemiyle yapılan meta analizde yayın yanlılığının olduğu söylenebilir. Güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi için ise hem Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu yönteminde hem Egger regresyon testinde genel olarak yanlılığın olmadığı sonucuna varılmıştır. Tek istisnai durum, Kendall tau değerinin güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde 1490 çalışmalı meta analizde manidar bulunmasıdır. Ancak p değeri örneklem büyüklüğünden etkilenen bir değer olup (Kılıç, 2011; Kılıç, 2014), örneklem büyüklüğü arttıkça p değerinin azalması beklenmektedir (Işık, 2014). Kendall tau değeri işaret farketmeksizin ne kadar küçük olursa olsun, örneklem büyüklüğü geniş ve ölçme kesinliği yüksekse p değeri küçük olacaktır. Bu nedenle hipotez testlerinde örneklem yeterince büyük olduğunda  $H_0$ 'ın reddedilme olasılığının yüksek olmasına karşın, Kendall tau değerine bakılmalıdır. 1490 çalışma içeren ve güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapılan meta analizde Kendall tau değerinin göz ardı edilebilecek kadar önemsiz olması nedeniyle bu meta analiz çalışmasında da yayın yanlılığının olmadığı söylenebilir. Dolayısıyla güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapılan ve farklı çalışma sayılarına sahip tüm meta analiz çalışmalarında hem Egger'in regresyon testine hem de Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu yöntemine göre yayın yanlılığı söz konusu değildir. Sonuç olarak ise ağırlıklandırma yöntemleri farklılaştığında yayın yanlılığının varlığı durumunun da farklılaştığı söylenebilir. Bu nedenle Kendall tau sıra korelasyonu yöntemi sonuçlarının ağırlıklandırma yönteminden etkilendiği söylenebilir. Egger regresyon sabitine ilişkin standart hata değerleri incelendiğinde ise tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde standart hatanın çalışma sayısı arttıkça azaldığı görülmüştür. Bu doğrultuda çalışma sayısının artmasının kestirimin doğruluğunu arttırdığı sonucuna varılmıştır. Ağırlıklandırma

yöntemleri birbirleriyle standart hata bağlamında karşılaştırıldığında en yüksek standart hata değerlerinin tüm çalışma sayılarında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada olduğu görülmüştür. En düşük standart hata değerleri ise tüm çalışma sayılarında örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde bulunmaktadır. Bunun nedeni, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma da hata kaynağı olarak sadece örnekleme hatası ele alınırken, güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada diğer tesadüfi hata kaynaklarının da ele alınıyor olması olabilir.

Üçüncü alt probleme ilişkin olarak ağırlıklandırma yöntemi bağlamında yayın yanlılığı yöntemlerinden elde edilen sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Hani diyagramlarına göre de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığı söz konusuysa, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı bulunmamaktadır. Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi için de güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı olmadığı sonucuna varılırken, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığının olduğu sonucuna varılmıştır. Rosenthal'in güvenli N yöntemi için ise meta analiz sonuçlarının değişmesi için eklenecek manidar olmayan çalışma sayısının kriter sayısı ile karşılaştırıldığında hem güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde hem de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığı olmadığı görülmüştür. Kendall tau ve regresyon sabitleri için ise örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada sıra korelasyonlarının ve regresyon sabitlerinin tüm çalışma sayılarında manidar olduğu ve bu ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde genel olarak manidarlık söz konusu olmadığı için bu ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı olmadığı sonucuna varılmıştır. Tüm sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada güvenli N yöntemi hariç tüm yöntemlerde yayın yanlılığı söz konusudur. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada ise hariç tüm yöntemlerde yayın yanlılığı olmadığı sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığı yöntemlerinin birbiriyle tutarlı sonuç verdiği

söylenebilir. Burada örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde Rosenthal'in güvenli N yönteminin diğer yayın yanlılığı yöntemlerinden farklı sonuçlar vermesinin nedeni bu yöntemin literatürde de bilinen zayıf yanlarının bulunması olabilir. Bilindiği üzere Rosenthal'in güvenli N yöntemi yalnızca genel etki büyüklüğünün manidar olmaması için eklenecek manidar olmayan çalışma sayısını hesaplarken, diğer çalışmaları göz ardı etmektedir ve yalnızca Z değerini 0 yapmayı amaçlamaktadır. Bu yöntem istatistiksel manidarlığa bağlıdır ve kayıp çalışmaların etki büyüklüğünü de 0 kabul etmektedir, ancak gerçekte kayıp çalışmalarda etki büyüklüğü her zaman 0 değildir (Rothstein vd, 2005, s. 193-194).

### **Üçüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde üçüncü alt problemten elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur.

1. Huni diyagramları incelendiğinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısı arttıkça huni diyagramlarının etkilenmediği gözlemlenmiştir.
2. Huni diyagramına göre örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yanlılık bulunurken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada yanlılık bulunmadığı görülmüştür. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminden elde edilen huni diyagramlarında standart hataların daha yüksek olduğu ve nokta saçılımının daha dar bir alanda olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak huni diyagramı farklı ağırlıklandırma yöntemlerinden etkilenmiş ve sonuçlar farklılaşmıştır.
3. Duval ve Tweedie'nin kırpma ve doldurma sonuçlarına göre örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığın söz konusu olduğu, ancak güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığın olmadığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca bu yöntemde kırılan çalışma sayısının, çalışma sayısı arttıkça arttığı sonucuna varılmıştır.
4. Rosenthal'in güvenli N yöntemi ağırlıklandırma yöntemlerine göre karşılaştırıldığında ise meta analiz sonuçlarının manidar olmaması için eklenmesi

gereken ve manidar olmayan çalışma sayısının kriter çalışma sayısından fazla olması nedeniyle hem örneklem hata varyansı ile hem de güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde yayın yanlılığının olmadığı sonucuna varılmıştır. Eklenmesi gereken ve manidar olmayan kayıp çalışma sayısının tüm çalışma sayısı koşullarında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca bu yöntemde kayıp çalışma sayısının, çalışma sayısı arttıkça arttığı sonucuna varılmıştır.

5. Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu ve Egger'in regresyon testine göre Kendall tau ve regresyon sabiti değerlerinin manidarlığı incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada değerin manidar olduğu ve dolayısıyla bu ağırlıklandırma yöntemiyle yapılan meta analizde yayın yanlılığının olduğu söylenebilir. Buna karşın güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemi için hem Begg ve Mazumdar sıra korelasyonu yönteminde hem Egger regresyon testinde manidarlık bulunmadığı için yayın yanlılığının olmadığı görülmüştür. Ayrıca tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde çalışma sayısının değişmesinin Kendall tau değeri ve regresyon sabiti değeri üzerinde bir etkisi olmadığı sonucuna varılmıştır.
6. Tüm yayın yanlılığı yöntemleri bir arada değerlendirildiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığının söz konusu olduğu, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada ise yayın yanlılığının olmadığı görülmüştür. Bu doğrultuda ağırlıklandırma yöntemine göre yayın yanlılığı sonuçlarının farklılaştığı sonucuna varılmıştır.
7. Rosenthal güvenli N yöntemi örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada diğer yayın yanlılığı yöntemlerinden farklı sonuç verdiği için örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya ilişkin yayın yanlılığı sonuçları, güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmaya ilişkin yayın yanlılığı sonuçlarına göre daha tutarsızdır.

#### **Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Gri Literatürün Etkisi)**

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile yapıldığında gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumunun meta analiz sonuçlarını nasıl etkilediği incelenmiştir. Bu araştırma probleminde iki alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde gri literatürün dahil edilmesi durumu incelenirken, ikinci alt problem gri literatürün dahil edilmemesi durumu farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde bu alt problemlerdeki farklı ağırlıklandırma yöntemlerinin gri literatürün dahil edilmesi durumuna göre meta analizden elde edilen sonuçlar üzerine nasıl bir etkisi olduğuna ilişkin sonuç ve tartışmanın yanı sıra, ağırlıklandırma yöntemleri bağlamında yapılan tartışmaya da yer verilmiştir.

Meta analizlere gri literatürün hem dahil edildiği hem de dahil edilmediği durumlarda, genel etki büyüklüklerinin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Gri literatürün dahil edildiği durumda güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde standart hata değerleri de örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemine göre daha yüksektir. Gri literatürün dahil edilmediği durumda da benzer olarak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde standart hatanın güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemine göre daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Beklendiği gibi standart hata değerleriyle paralel olarak hem gri literatürün dahil edildiği hem de dahil edilmediği durumda en dar güven aralığı örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde bulunmuştur. Diğer yandan en geniş güven aralığı ise standart hatanın en yüksek olduğu güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yöntemindedir. Bu farklılığın örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada hata kaynağı olarak sadece örnekleme hatası ele alınırken, güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada diğer tesadüfi hata kaynaklarının da ele alınıyor olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Gri literatürün hem dahil edildiği hem de dahil edilmediği

durumda tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde ortalama etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise hepsinin manidar olduğu sonucuna varılmıştır.

Gri literatürün dahil edilme ve dahil edilmeme durumuna göre meta analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında ise, genel etki büyüklüğünün birbirinden farklı değerlere sahip olduğu ve gri literatür dahil edildiğinde genel etki büyüklüklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak bu farklılığın tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde manidar olmadığı sonucuna varılmıştır. Farklılık manidar olmamasına karşın gri literatür dahil edildiğinde genel etki büyüklüklerinin daha yüksek olmasının nedeni, gri literatürde bulunan birincil çalışmalarda etki büyüklüklerinin taranan çalışmalara göre daha yüksek olmasından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca etki büyüklüklerinin daha büyük olabileceği bu çalışmaların örneklem büyüklüklerinin daha büyük olmasından dolayı da daha yüksek ortalama etki büyüklükleri elde edilmiş olabilir. Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde gri literatürün dahil edilmesi ve edilmemesi durumlarında, genel etki büyüklükleri arasında manidar farklılıklar bulunmamıştır.

Standart hata da genel etki büyüklüğü gibi gri literatürün dahil edilme durumuna göre farklı değerler almıştır. Genel olarak standart hata değerleri gri literatür dahil edilmediğinde daha yüksek bulunmuştur. Gri literatürün dahil edilmesiyle örneklem büyüklüğü artacağından standart hatanın azalması beklenen bir durumdur. Conn, Valentine, Cooper ve Rantz (2003)'te bu araştırmadaki örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmanın sonuçlarına benzer olarak gri literatürün dahil edilmesi durumunda dahil edilmemesi durumuna göre daha kesin genel etki büyüklüğü kestirimi yapıldığını belirtmişlerdir. Moher vd. (1996)'da bu araştırmanın sonucuna benzer olarak, araştırmaların raporlama dilinden kaynaklı küçük bir farklılık olduğunu ancak bunun önemli bir yanlılık olmadığını bulmuşlardır ve diğer İngilizce dili dışındaki yayınların dahil edilmesinin hatayı azaltarak kestirim doğruluğunu arttırabileceğini belirtmişlerdir. Conn vd. (2003) ve Moher'in (1996) araştırmalarında belirttiği ve bu araştırmada da bulunduğu gibi standart hatanın azalarak kestirimlerin daha doğru yapılabilmesinin nedeni dahil edilen çalışma

sayısının artması olabilir. Hartling vd. (2017) de araştırmalarda genellikle gri literatürden dahil edilen çalışmaların meta analiz örnekleminin çok küçük bir bölümünü oluşturduğunu ve bu nedenle sonuçların gri literatürün dahil edilmesi durumundan çok fazla etkilenmediğini gözlemlemişlerdir. Ancak bu araştırmada gri literatürdeki çalışmalar, çalışmaların küçük bir kısmından ziyade daha büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Buna rağmen gri literatürün dahil edilmesi durumunun etkisi manidar değildir ve Hartling vd. (2017) ile benzerlik göstermektedir. Bu araştırmanın sonuçlarının aksine Corlett (2011)'de gri literatürün yok sayılmasının yanlı sonuçlara neden olabileceğini belirtmiştir. Corlett'in (2011) gri literatürün etkisini istatistiksel olarak incelememesine karşın böyle bir öneride bulunmasının nedeni tropikler alanında çalışmış olması ve tropiklerde gri literatürün tek kaynak olmasıdır. Bu çalışmanın bulgularına ve literatüre dayalı olarak, bir meta analiz çalışmasında yanlılığın olup olmadığına yönelik doğru karar verebilmek için gri çalışmaların etkisinin araştırılmasının önemli olduğu aşıkardır.

#### **Dördüncü Alt Probleme İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde dördüncü alt problemten elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur.

1. Gri literatürün hem dahil edildiği hem de dahil edilmediği durumda, genel etki büyüklüklerinin güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır. Ayrıca tüm genel etki büyüklüklerinin manidar olduğu görülmüştür.
2. Gri literatürün hem dahil edildiği hem de dahil edilmediği durumda standart hata değerlerinin, güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma yönteminde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemine göre daha yüksek olduğu sonucuna varılmıştır.
3. Her iki ağırlıklandırma yönteminde de gri literatür dahil edildiğinde, gri literatürün dahil edilmediği duruma göre genel etki büyüklüklerinin daha yüksek olduğu görülmüştür. Ancak bu farklılığın manidarlığı incelendiğinde, tüm

ağırlıklandırma yöntemlerinde genel etki büyüklükleri arasında manidar bir fark olmadığı sonucuna varılmıştır.

4. Her iki ağırlıklandırma yönteminde de standart hata değerleri gri literatür dahil edilmediğinde, gri literatürün dahil edildiği duruma göre daha yüksek bulunmuştur.

### **Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuç ve Tartışma (Modellerin Etkilenmesi)**

Bu alt problemde fen eğitiminde 5E öğretim yönteminin akademik başarıya etkisinin incelendiği bir meta analizde ağırlıklandırma örneklem hata varyansı ve güvenilirlik katsayısı ile yapıldığında sabit etkiler modeli ve rastgele etkiler modelleri ile elde edilen meta analiz sonuçlarının nasıl etkilendiği incelenmiştir. Bu araştırma problemde iki alt problem yer almaktadır. İlk alt problemde sabit etkiler modeline göre sonuçlar incelenirken, ikinci alt rastgele etkiler modeli sonuçları farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında ele alınmış ve karşılaştırılmıştır. Bu bölümde sabit ve rastgele etkiler modeli kullanımının farklı ağırlıklandırma yöntemleri altında meta analiz sonuçlarına etkisine ilişkin sonuç ve tartışmaya yer verilirken, bunun yanı sıra alt problemlerden sonra kullanılan model bağlamında karşılaştırma yapılarak sonuç ve tartışma sunulmuştur.

Hem sabit etkiler modeliyle hem de rastgele etkiler modeliyle elde edilen en düşük genel etki büyüklüğünün, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde elde edildiği sonucuna varılmıştır. Her iki modelde de genel etki büyüklüklerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde daha yüksek olduğu görülmüştür. Standart hata değerleri incelendiğinde ise her iki modelde de en düşük standart hata örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada, en yüksek standart hata ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada görülmektedir. Aralarındaki bu farklılığın nedeni örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma da hata kaynağı olarak sadece örnekleme hatası ele alınırken, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde diğer tesadüfi hata kaynaklarının da ele alınıyor olması olabilir. Standart hataya paralel olarak her iki modelde de güven aralığının da en dar olduğu meta

analiz çalışmasının örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde olduğu sonucuna varılmıştır. Diğer yandan en geniş aralık ise güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde bulunmaktadır. Hem sabit hem de rastgele etkiler modelinde tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde ortalama etki büyüklüğünün manidarlığı incelendiğinde ise hepsinin manidar olduğu sonucuna varılmıştır.

Ağırlıklandırma yöntemi bağlamında sabit etkiler ve rastgele etkiler modelinin kullanılmış olma durumuna göre meta analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında, bu iki model için genel etki büyüklüğünün örneklem hata varyansı yönteminde birbirinden farklılaştığı sonucuna varılmıştır. Ancak güvenlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında iki modelden elde edilen genel etki büyüklükleri birbirine benzer bulunmuştur. Standart hata incelendiğinde ise modeller arası farklılığın en az güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada olduğu görülmektedir. Ancak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde modeller arası farkın daha büyük olduğu söylenebilir. Ayrıca bütün ağırlıklandırma yöntemleri için standart hatanın sabit etkiler modelinden elde edilen değerlerinin rastgele etkiler modelinden daha düşük olduğu sonucuna varılmıştır. Bunun sebebi rastgele etkiler modelinde sabit etkiler modelinden farklı olarak varyansa yalnızca çalışmalar içi varyansın değil çalışmalar arası varyans  $T^2$ 'nin de eklenmesidir. Bu nedenle güven aralıkları da rastgele etkiler modelinde daha geniştir. Villar vd. (2001) bu araştırmanın sonuçlarına benzer olarak heterojenlik durumu söz konusu olduğunda güven aralığının rastgele etkiler modeline dayalı yapılan meta analiz çalışmalarında daha geniş olduğunu bulmuşlardır. Akdemir ve Karakuş (2016) gerçekleştirdikleri meta analiz çalışmasında hem sabit etkiler hem de rastgele etkiler modeline göre analiz yapmışlardır ve bu araştırmanın sonucunda olduğu gibi rastgele etkiler modelinde daha yüksek bir genel etki büyüklüğü ve daha geniş bir güven aralığı raporlamışlardır. Kanadlı, Ünal ve Karakuş (2015) da benzer olarak yaptıkları meta analiz çalışmasında hem sabit etkiler hem de rastgele etkiler modeline göre analiz yapmış ve rastgele etkiler modelinde daha yüksek standart hata ve dolayısıyla daha geniş güven aralığı raporlamışlardır.

Tüm bilgiler ışığında ağırlıklandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırıldığında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi kullanıldığı durumda sabit etkiler modeli ile rastgele etkiler modelinden elde edilen meta analiz sonuçlarında farkın diğer yöntemlerdekinden çok daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada rastgele etkiler modeli ve sabit etkiler modelinin kullanılması durumuna göre sonuçlar daha fazla farklılaşmıştır. Güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırmanın örneklem hata Varyansıyla ağırlıklandırma yöntemine göre modelden daha az etkilenmesinin nedeninin yine hata durumundan kaynaklandığı düşünülmektedir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yönteminde örneklem hatası dışında diğer hata kaynakları da ele alındığı için hata miktarı daha büyüktür. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada heterojenliğin örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yöntemine göre daha düşük düzeyde olması da sabit etkiler ve rastgele etkiler modelleri arasındaki farklılığın az olmasının bir nedenidir. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada heterojenliğin diğer ağırlıklandırma yönteminden düşük olması, bu yöntemde sabit etkiler ve rastgele etkiler modellerinin değişmemesini önemli ölçüde açıklar. Poole ve Greenland'de (1999) ciddi bir heterojenlik kanıtı olduğunda rastgele etkiler modelinden elde edilen genel etki büyüklüklerine ilişkin standart hatanın daha yüksek ve güven aralıklarının daha geniş olduğunu belirtmişlerdir. Schmidt vd. (2009)'da sabit etkiler modeli ile yapılan kestirimlerin rastgele etkiler modeline göre daha kesin kestirimler olduğunu ve güven aralığının çok daha dar olduğunu bulmuşlardır. Villar vd. (2001)'de yine bu araştırmadakine benzer olarak heterojenliğin bulunmadığı durumda iki modelinde aynı etki büyüklüğünü hesapladığını ve standart hataların da birbirine benzer olduğu sonucuna varmışlardır. Sabit etkiler modelinde standart hatanın daha düşük olması nedeniyle daha kesin kestirimler yapıldığı düşünülmese rağmen bu kestirimlerde çalışmalar arası varyans göz ardı edildiği için gerçek değere göre eksik kestirim durumu söz konusudur. Bu heterojenlik söz konusu olduğunda sabit etkiler modeliyle kestirim yapmanın 1. Tip hata ile sonuçlanmasına neden olmaktadır (Field, 2001 ve Overton, 1998). Son olarak Field (2001)

ve Overton (1998) de sabit etkiler ve rastgele etkiler modeline dayalı kestirimleri karşılaştırdıklarında bu araştırmanın sonuçlarına benzer sonuçlar bulmuşlardır.

### **Beşinci Alt Probleme İlişkin Sonuçlar**

Bu bölümde beşinci alt probleminden elde edilen sonuçlar özet olarak sunulmuştur.

1. Hem sabit etkiler modeliyle hem de rastgele etkiler modeliyle elde edilen genel etki büyüklükleri incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminden elde edilen genel etki büyüklüklerinin güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemindekilere göre daha düşük olduğu görülmüştür. Ayrıca tüm genel etki büyüklüklerinin manidar olduğu görülmüştür.
2. Sabit etkiler ve rastgele etkiler modelinin kullanılmış olma durumuna göre meta analiz sonuçları birbirleriyle karşılaştırıldığında, bu iki model için genel etki büyüklüğünün örneklem hata varyansı yönteminde birbirinden farklılaştığı sonucuna varılmıştır. Ancak güvenlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında iki modelden elde edilen genel etki büyüklükleri birbirine benzer bulunmuştur.
3. Tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde standart hatanın sabit etkiler modelinden elde edilen değerlerinin rastgele etkiler modelinden daha düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca modeller arasındaki standart hata farkı güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmaya göre daha azdır.
4. Genel olarak, ağırlıklandırma yöntemleri karşılaştırıldığında, güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi kullanıldığı durumda sabit etkiler modeli ile rastgele etkiler modelinden elde edilen meta analiz sonuçlarında, farkın diğer yöntemlerdekinden çok daha az olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada rastgele etkiler modeli ve sabit etkiler modelinin kullanılması durumuna göre sonuçlar daha fazla farklılaşmıştır.

## Öneriler

Bu bölümde araştırmanın sonuçları doğrultusunda uygulayıcılara ve araştırmacılara yönelik öneriler verilmiştir. İlk bölümde uygulayıcılara yönelik öneriler bulunurken, ikinci bölümde araştırmacılara yönelik öneriler bulunmaktadır.

### Uygulayıcılara Yönelik Öneriler

1. Araştırmanın sonucunda genel etki büyüklüğünün çalışma sayısı değiştiğinde değişim göstermediği ancak ağırlıklandırma yöntemi değiştiğinde genel etki büyüklüklerinin değiştiği görülmüştür. Ayrıca standart hatanın çalışma sayısı arttıkça azaldığı ve en yüksek hatanın tüm tesadüfi hataları dahil ettiği için güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmada olduğu sonucuna varılmıştır. Bu doğrultuda meta analistlere ağırlıklandırmayı güvenilirlik katsayısıyla yapmaları önerilebilir. Yine bu sonuçlara dayanarak hangi ağırlıklandırma yöntemi kullanılırsa kullanılsın standart hatanın daha düşük olması ve daha doğru ortalama etki büyüklüğü kestirimleri yapılabilmesi için çalışma sayısının araştırmaların amacı doğrultusunda ne kadar yüksek olabilirse o kadar yüksek tutmaları önerilmektedir. Bunun için çalışma amacına uygun olmak kaydıyla meta analistler daha fazla veri tabanı tarayabilir ve çalışmalara erişebilecekleri anahtar kelimeleri çeşitlendirebilirler.
2. Araştırmanın bir diğer sonucu heterojenlik yöntemlerinden  $Q$ 'nın çalışma sayısından etkilenirken, diğer heterojenlik yöntemlerinin etkilenmediğini göstermiştir. Buna dayalı olarak meta analistlere  $Q$ 'yu heterojenliğin bir göstergesi olarak tek başına kullanmamaları tavsiye edilebilir. Birden fazla yöntem kullanmak heterojenlik konusunda daha doğru kararlar almalarına yardımcı olacaktır.
3. Heterojenlik sonuçları ağırlıklandırma yöntemlerinden de etkilenmektedir. En düşük heterojenlik düzeyi güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma da görülmüştür. Bu

nedenle yine meta analiz sonuçlarını daha doğru yorumlamak ve rastgele hatayı sadece örneklem hatası olarak tanımlamamak adına güvenirlik katsayısıyla ağırlıklandırmanın diğer ağırlıklandırma yöntemlerinden daha uygun olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle araştırmacılara güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapmaları önerilebilir.

4. Yayın yanlılığına ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise, güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada yanlılık söz konusu değilken, örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada yayın yanlılığının söz konusu olduğu görülmüştür. Bunun ışığında meta analiz sonuçlarını daha doğru yorumlamak adına güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yöntemi meta analistler açısından daha uygundur.
5. Yayın yanlılığı yöntemlerinin birbirinden bazı durumlarda farklılaştığı görüldüğü için meta analistlere tek bir yayın yanlılığı yöntemine bağlı kalmadan birkaç yöntemi birlikte değerlendirmeleri önerilebilir. Özellikle klasik güvenli N yönteminde diğer yöntemlerde yanlılık varken bu yöntemde olmaması durumundan ötürü bu yöntemin tek başına yayın yanlılığı konusunda karar vermede kullanılmaması önerilmektedir.
6. Huni diyagramı yöntemi de sadece görsel bir yorumlamaya dayandığı için Duval Tweedie kırpma doldurma yöntemi ile birlikte yorumlanmalı ve meta analistler bu diyagramları tek başına değerlendirmemelidir. Çünkü bu çalışmada olduğu gibi her ne kadar diyagramlarda uç değerler görünse de kırılan çalışma bulunmayabilir. Bunun aksi durumda diğer meta analiz çalışmalarında söz konusu olabilir ve diyagram simetrik görünürken kırılan çalışmalar çıkabilir.
7. Yayın yanlılığının çalışma sayısından etkilenme durumu göz önüne alındığında ise kırpma doldurma yönteminde ve klasik güvenli N yönteminde kırılan çalışma sayısının ve kayıp çalışma sayısının meta analizdeki çalışma sayısı arttıkça arttığı gözlemlenmiştir. Bu doğal bir durum olabileceğinden bu konuda meta analistlere çalışma sayısı ile ilgili olarak öneride bulunulmamaktadır.

8. Huni diyagramı, Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu ve Egger'in regresyon testi sonuçlarının da çalışma sayısından etkilenmediği görülmüştür. Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu ve Egger'in regresyon testi sonuçlarına ilişkin standart hata çalışma sayısı arttıkça azaldığı için çalışma sayısının yüksek tutulması önerilebilir. Bunun için meta analistleri yapabilecekleri yine daha fazla veri tabanı taramak ve farklı anahtar kelimeler kullanmak olabilir.
9. Gri literatürün dahil edilme durumuna ilişkin sonuçlar incelendiğinde ise dahil edilme ve edilmeme durumlarında sonuçların manidar olarak farklı olmadığı görülmüştür. Bu çalışmada gri literatürün dahil edilme durumuna göre genel etki büyüklükleri arasında manidar bir fark bulunmamasına rağmen, standart hatanın gri literatür dahil edildiği durumda daha düşük bulunması nedeniyle kestirim doğruluğu artacağı için tüm ağırlıklandırma yöntemlerinde gri literatürün de taranması meta analistlere önerilmektedir.
10. Ağırlıklandırma yöntemleri birbiriyle karşılaştırıldığında gri literatürün dahil edildiği ve edilmediği durumlarda birbirine en yakın sonuçları örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmanın verdiği görülmüştür. Bu nedenle örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yapıldığında gri literatürün dahil edilmemesi durumu eğitim araştırmaları için daha önemsiz olabilir. Ancak klinik araştırmalar daha hassas sonuçlara ulaşılmasını gerektirmesi sebebiyle bu araştırmalarda farklılaşmanın az da olsa söz konusu olmasından ötürü gri literatürün dahil edilmesi önerilebilir. Farklılaşmanın en fazla olduğu ağırlıklandırma yönteminin ise güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırma olduğu görülmüştür. Bu farklılaşma manidar olmamasına rağmen başka araştırmalarda gri literatürün dahil edilmesi ve dahil edilmemesi durumları arasında manidarlık söz konusu olabilir. Bu nedenle meta analistlere güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapacaklarsa gri literatürü de taramaları ve farkın manidarlığını incelemeleri özellikle tavsiye edilmektedir.

11. Son olarak rastgele etkiler modeli ve sabit etkiler modeli arasındaki farklılık incelendiğinde örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmada farklılığın güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmaya göre daha fazla olduğu sonucuna varılmıştır. Bu nedenle meta analiz uygulayıcıları örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yaptıklarında heterojenlik sonuçlarını ve meta analize dahil edecekleri birincil çalışmaların evrenlerini göz önünde bulundurarak hangi modelin verilerine daha uygun olacağı konusunda karar vermelidirler. Güvenirlik katsayısı ile ağırlıklandırmada modeller arasındaki bu farklılık az olsa bile uygulayıcılar yine yaptıklarında heterojenlik sonuçlarını ve meta analize dahil edecekleri birincil çalışmaların evrenlerini göz önünde bulundurarak hangi modelin verilerine daha uygun olacağı konusunda seçim yapmalıdırlar. Ayrıca güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapıldığında bu modeller arasındaki farklılığın az olması nedeniyle ağırlıklandırma yöntemi olarak güvenilirlik katsayısıyla ağırlıklandırmanın seçilmesi meta analistlere tavsiye edilmektedir.
12. Sonuç olarak uygulayıcılara örneklem hata varyansı gibi sadece örnekleme hatasını ele alan bir ağırlıklandırma yöntemi değil, güvenilirlik katsayısı gibi diğer tesadüfi hata kaynaklarını da ele alan bir ağırlıklandırma yöntemini kullanmaları önerilmektedir.
13. Bu çalışmanın, meta analizde çalışmaların sentezlenmesinde etki büyüklüklerinin elde edildiği ölçümlerin güvenilirlik katsayılarıyla ağırlıklandırmasına yönelik yeni çalışmalar ve meta analiz yazılımlarının da etki büyüklüklerini ağırlıklandırmada ölçümlerin güvenirliliği seçeneklerini eklemeleri için özendirici olması beklenmektedir.

## Araştırmacılara Yönelik Öneriler

1. Bu araştırmanın kapsamında klasik meta analizde kullanılan örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırmanın dışında güvenilirlik katsayısı ile ağırlıklandırma yapılarak sonuçlar birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Diğer araştırmacılar farklı ağırlıklandırma yöntemleri formülize ederek ya da ağırlıklandırmamayı tercih ederek meta analiz sonuçlarını birbirleriyle karşılaştırabilir.
2. Bu çalışmada yayın yanlılığı yöntemlerinden huni diyagramı ve Duval Tweedie kıpma doldurma yöntemi, klasik güvenli N yöntemi, Begg ve Mazumdar'ın sıra korelasyonu Egger'in regresyon testi yöntemi farklı ağırlıklandırma yöntemleri ve farklı çalışma sayıları altında karşılaştırılmıştır. Başka araştırmacılar bu yöntemlerin dışında bulunan Orwin'in, Rosenberg'in, Gleser ve Olkin'in ve Fisher'in güvenli N'i ve/veya Tang'in, Macaskill'in, Deeks'in ve Peter'in regresyon yöntemlerini bu koşullar altında karşılaştırabilirler.
3. Araştırmada ele alınan bir diğer husus heterojenliktir ve heterojenlik istatistiklerinden  $Q$ ,  $I^2$ ,  $T^2$ ,  $R^2$  ve  $H^2$  incelenmiştir. Başka araştırmacılar aynı koşullar altında bu istatistikler dışında  $H_M$  istatistiğini ele alabilir ya da heterojenliği grafiksel yöntemlerle inceleyebilirler.
4. Araştırma kapsamında farklı çalışma sayılarının da karşılaştırılmasında  $k$ ,  $2k$ ,  $6k$  ve  $10k$  çalışma aynı çalışmaların çoğaltılması yöntemi ile oluşturularak alt problemlerde karşılaştırma yapılmıştır. Diğer araştırmacılar bu çalışma sayılarının oranlarını değiştirerek ya da aynı çalışmaların çoğaltılması yöntemi dışında simülasyon vs. ile çalışma sayılarını değiştirerek bu çalışmadaki heterojenlik, yayın yanlılığı, ağırlıklandırma yöntemi, gri literatürün dahil edilme durumu ve meta analiz modeli koşullarında karşılaştırma yapabilirler. Ayrıca çalışma sayısı koşulu dışında, özellikle örneklem hata varyansı ile ağırlıklandırma yönteminde örneklem büyüklüğü koşulları oluşturarak, örneklem büyüklüklerinin meta analiz sonuçlarına etkisini inceleyebilirler.

5. Bu koşulları çoğaltma ya da başka dönüştürme yöntemleri ile hazırlayabilecekleri gibi, simülasyon çalışması olarak da yürütebilirler. Simülasyon çalışması tasarlayacak bir araştırmacı bu araştırmadaki koşul ve yöntemleri ele alarak yapay veriler üzerinden sonuç elde ederek sonuçlarını bu araştırmayla karşılaştırabilir. Ayrıca yine bu çalışmada elde edilen sonuçlar kullanılarak araştırmacılar aynı ya da başka koşul ve yöntemler altında post hoc simülasyon çalışması gerçekleştirebilirler.
6. Bu araştırmada çalışma sayısı, heterojenlik, yayın yanlılığı, ağırlıklandırma yöntemi, gri literatürün dahil edilme durumu ve meta analiz modeli koşullarının incelenmesi amaçlanmıştır. Ancak diğer araştırmacılar bu koşullardan farklı olarak, meta analizde kestirim yöntemlerini birbirleriyle karşılaştırabilir ya da klasik meta analiz ile bayesian meta analizi birbiriyle karşılaştırabilir.
7. Son olarak bu araştırmada meta analiz çalışmasının konusu olarak seçilen 5E öğretim modelinin fen başarısına etkisi yerine başka bir çalışma konusu seçebilirler ya da eğitim alanında bir veri kullanmak yerine spor bilimleri, sağlık bilimleri vb. gibi alanlarda da bu araştırmadaki yöntemleri karşılaştırabilirler.

## KAYNAKLAR

- Akdemir, H., & Karakuş, M. (2016). Yaratıcı drama yönteminin akademik başarı üzerine etkisi: bir meta-analiz çalışması. *International Journal of Active Learning*, 1(2), 55-67. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ijal/issue/24461/259237> sayfasından erişilmiştir.
- Alacapınar, F. G., & Ok, M. (2020). Meta-analysis covering studies on problem-based learning. *Research on Education and Psychology*, 4(Special Issue), 53-73. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/rep/issue/54042/703272> sayfasından erişilmiştir.
- Allen, M., Preiss, R., Gayle, B., & Burrell, N. (2002). *Interpersonal communication research: Advances through meta-analysis*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Altunoğlu, B.D., Bozdemir Yüzbaşıoğlu, H., Candan Helvacı, S., & Kurnaz, M.A. (2020). Genetik kavramlara ilişkin eğitim çalışmalarının meta analiz yöntemi ile incelenmesi. *Batı Anadolu Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11(2), 643-661. <https://dergipark.org.tr/en/pub/baebd/issue/58594/702868> sayfasından erişilmiştir.
- American Statistics Association. (2016). American statistical association releases statement on statistical significance and p-values: Provides principles to improve the conduct and interpretation of quantitative.

<https://www.amstat.org/asa/files/pdfs/p-valuestatement.pdf> sayfasından erişilmiştir.

Arik, S., & Yılmaz, M. (2020). The effect of constructivist learning approach and active learning on environmental education: A meta-analysis study. *International Electronic Journal of Environmental Education*, 10(1), 44-84. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iejeegreen/issue/49969/605746> sayfasından erişilmiştir.

Ayaz, M. F. (2016). Öğretim materyalleri kullanımının öğrencilerin derslere yönelik tutumlarına etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(1), 141-158. <http://dx.doi.org/10.7822/omuefd.35.1.11>

Bakioğlu, A., & Gökteş, E. (2019). Eğitim politikası bağlamında işbirlikli ve geleneksel öğrenmenin tutuma etkisinin meta-analizi. *Kuramsal Eğitimbilim Dergisi [Journal of Theoretical Educational Science]*, 12(3), 1013-1043. <http://dx.doi.org/10.30831/akukeg.454886>

Basit, O. (2020). *Türkiye’de yapılan okul öncesi dönem çocuklarının gelişim alanlarını destekleyici çalışmaların incelenmesi: Bir meta analiz çalışması*. Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

Başpınar, M. M. (2021). Türkiye’de yapılan tez çalışmalarında sigara içiminin uyku kalitesi üzerine etkisinin değerlendirilmesi: meta-analiz. *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 8(1), 7-15.

Batdı, V., & Batdı, H. (2015). Effect of creative drama on academic achievement: A meta-analytic and thematic analysis. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 15(6), 1459-1470. <https://doi.org/10.12738/estp.2015.6.0156>

Baysal, Y. E., & Mutlu, F. (2019). Cinsiyetin fen laboratuvarına yönelik tutum üzerinde etkisi: bir meta-analiz çalışması (Türkiye örneği). *Kastamonu Education Journal*, 27(5), 1911-1920. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.2977>

- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. *Journal of STEM Education Innovation and Research*, 12(5), 23-37.
- Begg, C. B., & Mazumdar, M. (1994). Operating characteristics of a rank correlation test for publication bias. *Biometrics*, 1088-1101. PMID: 7786990.
- Borenstein, M., Hedges, L. V., Higgins, J. P., & Rothstein, H. R. (2009). *Introduction to meta-analysis*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Bozdemir, H., Çevik, E. E., Altunoğlu, B. D., & Kurnaz, M. A. (2017). Astronomi konularının öğretiminde kullanılan farklı yöntemlerin akademik başarıya etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Alan Eğitimi Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 12-24. <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/266427> adresinden erişilmiştir.
- Card, N. A. (2012). *Applied meta-analysis for social science research*. New York: Guilford.
- Camnalbur, M., & Mutlu Bayraktar, D. (2018). İşbirlikli Öğrenmenin Akademik Başarı Üzerine Etkisi: Bir Meta-Analiz Çalışması. *Itobiad: Journal of the Human & Social Science Researches*, 7(2), 1149-1172. <http://www.itobiad.com/en/download/article-file/471586> adresinden erişilmiştir.
- Chen, C. H., & Yang, Y. C. (2019). Revisiting the effects of project-based learning on students' academic achievement: A meta-analysis investigating moderators. *Educational Research Review*, 26, 71-81. <https://www.learntechlib.org/p/207141/> adresinden erişilmiştir.
- Cheung, M. W. L. (2015). *Meta-analysis: A structural equation modeling approach*. United Kingdom: John Wiley & Sons.
- Conn, V. S., Valentine, J. C., Cooper, H. M., & Rantz, M. J. (2003). Grey literature in meta analyses. *Nursing Research*, 52, 256-261. <https://doi.org/10.1097/00006199-200307000-00008>

- Corlett, R. T. (2011). Trouble with the gray literature. *Biotropica*, 43(1), 3-5. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2010.00714.x>
- Dikmen, M., & Tuncer, M. (2018). Bilgisayar destekli eğitimin öğrencilerin akademik başarıları üzerindeki etkisinin meta-analizi: Son 10 yılda yapılan çalışmaların incelenmesi. *Türk Bilgisayar ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 9(1), 97-121. <https://doi.org/10.16949/turkbilmat.334733>
- 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 of testing and adjusting for publication bias in meta-analysis. *Biometrics*, 56(2), 455-463. <https://doi.org/10.1111/j.0006-341x.2000.00455.x>
- Egger, M., Smith, G. D., Schneider, M., & Minder, C. (1997). Bias in meta-analysis detected by a simple, graphical test. *Bmj*, 315(7109), 629-634. <https://doi.org/10.1136/bmj.315.7109.629>
- Englund, G., Sarnelle, O., & Cooper, S. D. (1999). The importance of data-selection criteria: meta-analyses of stream predation experiments. *Ecology*, 80(4), 1132-1141. [https://www.jstor.org/stable/177060?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/177060?seq=1#metadata_info_tab_contents) sayfasından erişilmiştir.
- Erdoğan, S. (2011). Meta analizinde heterojenliğin saptanmasında kullanılan yöntemlerin simülasyon tekniği ile karşılaştırılması (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/> adresinden erişilmiştir.
- Erdoğan, S., & Kanık, E. A. (2011). Meta analizinde Cochran Q heterojenlik testi sonucuna göre heterojenlik ölçümleri için kesim noktalarının belirlenmesi: Bir simülasyon çalışması. *Türkiye Klinikleri Journal of Biostatistics*, 3(2), 74-83.

- Ferguson, C. J., & Brannick, M. T. (2012). Publication bias in psychological science: prevalence, methods for identifying and controlling, and implications for the use of meta-analyses. *Psychological methods*, 17(1), 120-128. <https://doi.org/10.1037/a0024445>
- 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>
- Glass, G. V. (1976). Primary, secondary, and meta-analysis of research. *Educational Researcher*, 5(10), 3-8. <https://doi.org/10.2307/1174772>
- Gür, H. (2016). Amerikan İstatistik Derneği'nin p değerleri üzerine açıklaması. [https://www.researchgate.net/publication/308719787\\_Amerikan\\_Istatistik\\_Dernegi'nin\\_p\\_degerleri\\_uzerine\\_aciklamasi](https://www.researchgate.net/publication/308719787_Amerikan_Istatistik_Dernegi'nin_p_degerleri_uzerine_aciklamasi) adresinden erişilmiştir.
- Hartling, L., Featherstone, R., Nuspl, M., Shave, K., Dryden, D. M., & Vandermeer, B. (2017). Grey literature in systematic reviews: a cross-sectional study of the contribution of non-English reports, unpublished studies and dissertations to the results of meta-analyses in child-relevant reviews. *BMC Medical Research Methodology*, 17(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s12874-017-0347-z>
- Hayashino, Y., Noguchi, Y., & Fukui, T. (2005). Systematic evaluation and comparison of statistical tests for publication bias. *Journal of Epidemiology*, 15(6), 235-243. <https://doi.org/10.2188/jea.15.235>
- Hedges, L. (1981). Distribution theory for Glass's estimator of effect size and related estimators. *Journal of Educational Statistics*, 6, 107-128. [https://www.jstor.org/stable/1164588?seq=1#metadata\\_info\\_tab\\_contents](https://www.jstor.org/stable/1164588?seq=1#metadata_info_tab_contents) adresinden erişilmiştir.
- Hedges, L. V. & Olkin, I. (1985). *Statistical methods for meta-analysis*. Orlando, FL: Academic.

- Hedges, L. V., & Vevea, J. L. (1998). Fixed- and random-effects models in meta-analysis. *Psychological Methods*, 3, 486–504.
- Higgins, J. P., & Green, S. (2008). *Cochrane handbook for systematic reviews of interventions*. West Sussex: The Cochrane Collaboration and John Wiley & Sons.
- Higgins, J. P., & Thompson, S. G. (2002). Quantifying heterogeneity in a meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 21(11), 1539-1558. <https://doi.org/10.1002/sim.1186>
- Higgins, J. P., Thompson, S. G., Deeks, J. J., & Altman, D. G. (2003). Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ: British Medical Journal*, 327(7414), 557. <https://doi.org/10.1136/bmj.327.7414.557>
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (1990). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Hunter, J. E., & Schmidt, F. L. (2004). *Methods of meta-analysis: Correcting error and bias in research findings* (2nd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Işık, İ. (2014). Yokluk hipotezi anlamlılık testi ve etki büyüklüğü tartışmalarının psikoloji araştırmalarına yansımaları. *Eleştirel Psikoloji Bülteni*, 5, 55-80.
- Kanadlı, S., Ünal, K., & Karakuş, F. (2015). Kuantum öğrenme modelinin akademik başarıya etkisi: bir meta-analiz çalışması. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 136-157. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/mkusbed/issue/19578/208956> adresinden erişilmiştir.
- Karasar, N. (2013). *Bilimsel araştırma yöntemleri* (25. baskı). Ankara: Nobel.
- Kaşali, K. (2014). *Meta analizde heterojenlik testinin bir örnek üzerinde uygulaması*. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kılıç S. (2011). Neyin Peşindeyiz? Kutsal p Değerinin mi (İstatistiksel Önemlilik) Yoksa Klinik Önemliliğin mi?. *Journal of Mood Disorders*, 1, 46-48.

erişilmiştir.

Kılıç, S. (2014). Etki büyüklüğü. *Journal of Mood Disorders*, 4(1), 44-46.

Klassen, R. M., & Tze, V. M. (2014). Teachers' self-efficacy, personality, and teaching effectiveness: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 12, 59-76.

Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718.  
<https://doi.org/10.3102/0034654315627366>

Liberati, A., Altman, D. G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P. C., Ioannidis, J. P., & Moher, D. (2009). The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *Journal of Clinical Epidemiology*, 62(10), 1-34.  
<https://doi.org/10.1136/bmj.b2700>

Lin, L., Chu, H., Murad, M. H., Hong, C., Qu, Z., Cole, S. R., & Chen, Y. (2018). Empirical comparison of publication bias tests in meta-analysis. *Journal of General Internal Medicine*, 33(8), 1260-1267. <https://doi.org/10.1007/s11606-018-4425-7>.

Lipsey, M. W., & Wilson, D. B. (2001). *Practical meta-analysis*. London: Sage.

Littell, J. H., Corcoran, J., & Pillai, V. (2008). *Systematic reviews and meta-analysis*. New York: Oxford.

Macaskill, P., Walter, S. D., & Irwig, L. (2001). A comparison of methods to detect publication bias in meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 20(4), 641-654.  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.698> sayfasından erişilmiştir.

Machtmes, K., & Asher, J. W. (2000). A meta-analysis of the effectiveness of telecourses in distance education. *American Journal of Distance Education*, 14(1), 27-46.  
<https://doi.org/10.1080/08923640009527043>

- Marín-Martínez, F., & Sánchez-Meca, J. (2010). Weighting by inverse variance or by sample size in random-effects meta-analysis. *Educational and Psychological Measurement*, 70(1), 56-73. <https://doi.org/10.1177/0013164409344534>
- Moher, D., Fortin, P., Jadad, A. R., Jüni, P., Klassen, T., Le Lorier, J., ... & Linde, K. (1996). Completeness of reporting of trials published in languages other than English: implications for conduct and reporting of systematic reviews. *The Lancet*, 347(8998), 363-366.  
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0140673696905383> sayfasından erişilmiştir.
- National Research Council. (1992). *Combining information: statistical issues and opportunities for research*. Washington, DC: National Academies.  
<https://doi.org/10.17226/20865>
- Nunnery, J. A., Chappell, S., & Arnold, P. (2013). A meta-analysis of a cooperative learning models effects on student achievement in mathematics. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, 8(1), 34-48.
- Overton, R. C. (1998). A comparison of fixed-effects and mixed (random-effects) models for meta-analysis tests of moderator variable effects. *Psychological methods*, 3(3), 354. <https://doi.org/10.1037/1082-989X.3.3.354>
- Peters, J. L., Sutton, A. J., Jones, D. R., Abrams, K. R., & Rushton, L. (2006). Comparison of two methods to detect publication bias in meta-analysis. *Jama*, 295(6), 676-680. <https://doi.org/10.1001/jama.295.6.676>
- Poole, C., & Greenland, S. (1999). Random-effects meta-analyses are not always conservative. *American Journal of Epidemiology*, 150(5), 469-475.  
<https://academic.oup.com/aje/article/150/5/469/123590>
- Rosenthal, R. (1979). The file drawer problem and tolerance for null results. *Psychological bulletin*, 86(3), 638-641. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.86.3.638>

- Rosenthal, R. (1987). *Judgment studies: Design, analysis, and meta-analysis*. Paris: Cambridge University.
- Rosenthal, R. (1991). Quality-weighting of studies in meta-analytic research. *Psychotherapy Research*, 1(1), 25-28. <https://doi.org/10.1080/10503309112331334031>
- Rothstein, H., Sutton, A. J., & Borenstein, M., (Eds.). (2005). *Publication bias in meta-analysis: Prevention, assessment and adjustments*. West Sussex, UK: Wiley.
- Saraç, H. (2018a). Öğrenme halkası modellerinin fen öğretiminde öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi: Meta analiz çalışması. *Eğitimde Kuram ve Uygulama*, 14(3), 250-275. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/eku/issue/39511/305929> sayfasından erişilmiştir.
- Saraç, H. (2018b). Yapılandırmacı yaklaşım öğrenme halkası modellerinin öğrenilen bilgilerin kalıcılığına etkisi: Meta analiz çalışması. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 26(3), 753-764. <https://doi.org/10.24106/kefdergi.413322>
- Schmidt, F. L., Oh, I. S., & Hayes, T. L. (2009). Fixed-versus random-effects models in meta-analysis: Model properties and an empirical comparison of differences in results. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 62(1), 97-128. <https://doi.org/10.1348/000711007X255327>
- Semerci, Ç., & Batdi, V. (2015). A meta-analysis of constructivist learning approach on learners' academic achievements, retention and attitudes. *Journal of Education and Training Studies*, 3(2), 171-180. <https://doi.org/10.11114/jets.v3i2.644>
- Shuster, J. J. (2010). Empirical vs natural weighting in random effects meta-analysis. *Statistics in Medicine*, 29(12), 1259-1265. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.3607> sayfasından erişilmiştir.
- Simpson, R. J. S., & Pearson, K. (1904). Report on certain enteric fever inoculation statistics. *The British Medical Journal*, 2(2288), 1243-1246.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2355479/>

sayfasından

erişilmiştir.

Sosa, G. W., Berger, D. E., Saw, A. T., & Mary, J. C. (2011). Effectiveness of computer-assisted instruction in statistics: A meta-analysis. *Review of Educational Research*, 81(1), 97-128. <https://doi.org/10.3102/0034654310378174>

Tekindal, S. (2000). Klasik yazılı sınavla ve çok sorulu testle elde edilen ölçümlerin güvenirlik ve geçerliği. *Pamukkale Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(8), 38-46.

Toraman, C., & Demir, E. (2016). The effect of constructivism on attitudes towards lessons: A meta-analysis study. *Eurasian Journal of Educational Research*, 62, 115-142. <http://dx.doi.org/10.14689/ejer.2016.62.8>

Toraman, Ç., & Ulubey, Ö. (2016). The Effect of Creative Drama Method on the Attitude towards Course: A Meta-Analysis Study. *Online Submission*, 6(1), 87-115. : <http://dx.doi.org/10.12973/jesr.2016.61.5>

Tosuntaş, Ş. B., İnci, T. & Çubukçu, Z. (2020). The effect of teaching methods on student achievement in geography teaching. *International Journal of Geography and Geography Education (IGGE)*, 42, 52-71. <https://doi.org/10.32003/igge.673651>

Tutal, Ö., Kaçire, İ., & Atabey, E. (2016). Öğretmen eğitiminde kullanılan alternatif öğretim yöntemlerinin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. 4. Uluslararası Eğitim Programları ve Öğretim Kongresinde sunulmuş bildiri, Dicle Üniversitesi, Antalya.

Villar, J., Mackey, M. E., Carroli, G., & Donner, A. (2001). Meta-analyses in systematic reviews of randomized controlled trials in perinatal medicine: comparison of fixed and random effects models. *Statistics in Medicine*, 20(23), 3635-3647. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sim.1096> sayfasından erişilmiştir.

- Walker, A., & Leary, H. (2009). A problem based learning meta analysis: Differences across problem types, implementation types, disciplines, and assessment levels. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learning*, 3(1), 6-28.
- Warfa, A. R. M. (2016). Using cooperative learning to teach chemistry: A meta-analytic review. *Journal of Chemical Education*, 93(2), 248-255. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00608>
- Xie C., Wang, M., & Hu, H. (2018). Effects of constructivist and transmission instructional models on mathematics achievement in mainland China: A meta-analysis. *Front. Psychol.*, 9(1923), 1-18. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2018.01923>
- Yeşilpınar Uyar, M. & Doğanay, A. (2018). Öğrenci merkezli strateji, yöntem ve tekniklerin akademik başarıya etkisi: Bir meta-analiz çalışması. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(1), 186-209. <https://doi.org/10.17860/mersinefd.334542>



**EKLER**

## EK 1 - META ANALİZE DAHİL EDİLEN ÇALIŞMALARIN SIRALI LİSTESİ

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1001   | Canlı, Ö. (2009). <i>İlköğretim 8. sınıf fen bilgisi dersi canlılarda üreme ve gelişme ünitesinde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı 5E modeline uygun etkinliklerin öğrenci başarı ve tutumlarına etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya. |
| 1003   | Önder, E. (2011). <i>Fen ve teknoloji dersi" canlılarda üreme, büyüme ve gelişme" ünitesinde kullanılan yapılandırmacı 5E öğrenme modeli'nin 6. sınıf öğrencilerinin başarılarına etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.            |
| 1004   | Özsevgeç, T. (2006). Kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen öğrenci rehber materyalinin etkililiğinin değerlendirilmesi. <i>Journal of Turkish Science Education</i> , 3(2), 36-48.                                                                                     |
| 1005   | Açıışlı, S. (2014). Genel fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve akademik başarılarına etkisinin incelenmesi. <i>Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 33(2), 628-641               |
| 1006   | Bıyıklı, C., & Yağcı, E. (2015). The effect of learning experiences designed according to 5e learning model on level of learning and attitude. <i>Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 15(1), 302-325.                                                                   |
| 1007   | Özbudak, Z., & Özkan, M. (2014). İnsanda bazı kalıtsal özelliklerin 5E modeline dayalı etkinliklerle öğretiminin akademik başarı, tutum ve kalıcılığa etkisi. <i>Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 27(1), 185-206.                                                                |
| 1008   | Büyükkara, S. (2011). <i>İlköğretim 8. sınıf fen ve teknoloji dersi ses ünitesinin bilgisayar simülasyonları ve animasyonları ile öğretiminin öğrenci başarıları ve tutumu üzerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.           |
| 1009   | Bozdoğan, A. E., & Kavcı, A. (2016). Sınıf dışı öğretim etkinliklerinin ortaokul öğrencilerinin fen bilimleri dersindeki akademik başarılarına etkisi. <i>Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi</i> , 2(1), 13-30.                                                                                         |
| 1010   | Açıışlı, S., & Turgut, Ü. (2010). Fizik laboratuvar uygulamalarında 5E öğrenme modeline uygun olarak geliştirilen materyallerin öğrenci kazanımlarına etkisinin incelenmesi. <i>International Online Journal of Educational Sciences</i> , 3(2), 562-593.                                          |
| 1012   | Aksoy, G., & Gürbüz, F. (2013). 5E modeli'nin öğrencilerin akademik başarısına etkisi: "Kuvvet ve Hareket" ünitesi örneği. <i>İnönü Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 14(2), 1-16.                                                                                                       |
| 1015-1 | Ergin, İ., Kanlı, U., & Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. <i>Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 27(2), 191-209.                                                                                             |
| 1015-2 | Ergin, İ., Kanlı, U., & Tan, M. (2007). Fizik eğitiminde 5E modelinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin incelenmesi. <i>Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 27(2), 191-209.                                                                                             |
| 1016   | Yurt, Y. (2012). 5E modelinin ilköğretim 6.sınıf fen ve teknoloji dersine ilişkin akademik başarı ve tutumlarına etkisi (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Burdur.                                                                      |
| 1017   | Ağgöl Yalçın, F., & Bayrakçeken, S. (2010). 5E öğrenme modelinin fen bilgisi öğretmen adaylarının asit-baz konusu başarılarına etkisi. <i>International Online Journal of Educational Sciences</i> , 2(2), 508-531.                                                                                |
| 1020   | Bilgin, İ., Ay, Y., & Coşkun, H. (2013). 5E öğrenme modelinin ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin madde konusundaki başarılarına etkisinin ve model hakkında öğrenci görüşlerinin incelenmesi. <i>Kastamonu Eğitim Dergisi</i> , 21(4), 1449-1470.                                                  |
| 1022   | Dikici, A., Türker, H. H., & Özdemir, G. (2010). 5E öğrenme döngüsünün anlamlı öğrenmeye etkisinin incelenmesi. <i>Cukurova University Faculty of Education Journal</i> , 3(39), 100-128.                                                                                                          |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1023   | Turgut, Ü., & Gürbüz, F. (2011). Isı ve sıcaklık konusunda 5E modeliyle öğretimin öğrencilerdeki kavramsal değişime ve onların tutumlarına etkisi. <i>International Online Journal of Educational Sciences</i> , 3(2), 679-706.                                     |
| 1024   | Burkaz, S. (2012). <i>Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırmacı öğrenme ortamında kullanımı</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Rize.                                        |
| 1026-1 | Erdoğan, S. (2011). <i>Elektrik konularının 5E modeli'ne göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.                                   |
| 1026-2 | Erdoğan, S. (2011). <i>Elektrik konularının 5E modeli'ne göre öğretiminin öğrencilerin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.                                   |
| 1028   | Aydın, N., & Yılmaz, A. (2010). Yapılandırıcı yaklaşımın öğrencilerin üst düzey bilişsel becerilerine etkisi. <i>Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 39(39), 57-68.                                                                               |
| 1031   | Altınay, Ö. (2009). <i>5E modeline dayalı öğretim yönteminin öğrencilerin genetik ile ilgili DNA, gen ve kromozom kavramlarını öğrenmelerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.              |
| 1034   | Türker Altan, S. (2015). Araştırmaya dayalı öğrenme yöntemiyle ilköğretim öğrencilerinde başarı ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesi ( <i>Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi</i> ). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.              |
| 1035   | Kaya, S. Y. (2008). <i>Fen öğretiminde yapılandırmacı yaklaşımın ilköğretim ikinci kademe öğrencilerinin başarıları üzerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.                                      |
| 1036   | Aktaş, M. (2013). 5E öğrenme modeli ve işbirlikli öğrenme yönteminin biyoloji dersi başarısına etkisi. <i>Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 14(3), 37-58.                                                                              |
| 1039   | Hırça, N., Çalik, M., & Seven, S. (2011). 5E modeline göre geliştirilen materyallerin öğrencilerin kavramsal değişimine ve fizik dersine karşı tutumlarına etkisi: "Is, güç ve enerji" ünitesi örneği. <i>Türk Fen Eğitimi Dergisi</i> , 8(1), 139-152.             |
| 1040   | Hançer, A. H. (2006). Yapılandırıcı Fen Eğitimi Yaklaşımının Öğrencilerin Öğrenmelerini Geliştirmesi. <i>International Journal of Environmental &amp; Science Education</i> , 1(2), 181-188.                                                                        |
| 1041-1 | Kirişcioğlu, S. (2007). <i>İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersi" basınç" konusunun yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretiminin akademik başarıya etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli. |
| 1041-2 | Kirişcioğlu, S. (2007). <i>İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersi" basınç" konusunun yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretiminin akademik başarıya etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli. |
| 1041-3 | Kirişcioğlu, S. (2007). <i>İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersi" basınç" konusunun yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretiminin akademik başarıya etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli. |
| 1041-4 | Kirişcioğlu, S. (2007). <i>İlköğretim 7. sınıf fen bilgisi dersi" basınç" konusunun yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretiminin akademik başarıya etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli. |
| 1042-1 | Ceylan, N. (2018). Bilgisayar animasyonları destekli 5e öğrenme modelinin "tepkimelerde hız ve denge" konusunda akademik başarı üzerine etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                             |
| 1042-2 | Ceylan, N. (2018). Bilgisayar animasyonları destekli 5e öğrenme modelinin "tepkimelerde hız ve denge" konusunda akademik başarı üzerine etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                             |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1042-3 | Ceylan, N. (2018). Bilgisayar animasyonları destekli 5e öğrenme modelinin “tepkimelerde hız ve denge” konusunda akademik başarı üzerine etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                                                                            |
| 1043   | Ağgöl Yalçın, F., & Avinç Akpınar, İ. (2010). Asit-baz konusunun öğretiminde 5E öğrenme modelinin farklı öğrenme stillerine sahip öğrencilerin akademik başarılarına etkisi. <i>Erzurum Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi</i> , 3(1), 1-17.                                                             |
| 1048   | Aydoğmuş, E., Sarıkoç, A., & Cerit Berber, N. (2010). Lise 2 fizik dersi iş-enerji konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarısına ve tutuma etkisinin araştırılması. <i>Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 29, 83-94.                                                       |
| 1049   | Sarıçam, S. (2019). <i>Fen Bilimleri Dersinde sanal gerçeklik uygulamalarının dolaşım sistemi kavramlarının öğretimi üzerine etkisinin incelenmesi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.                                                              |
| 1051   | Metin, M., & Bozdoğan, A. E. Fen bilimleri dersi kapsamında planetaryuma düzenlenen bir gezinin 7. sınıf öğrencilerinin akademik başarı, ilgi ve motivasyonuna etkisi. <i>Gazi Eğitim Bilimleri Dergisi</i> , 6(2), 240-260.                                                                                       |
| 1052-1 | Bilgin, İ., Coskun, H., & Aktas, İ. (2012). 5E modelinin uygulandığı ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneklerinin maddeyi tanıyalım ünitesindeki başarılarına etkisinin incelenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi 'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.           |
| 1052-2 | Bilgin, İ., Coskun, H., & Aktas, İ. (2012). 5E modelinin uygulandığı ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneklerinin maddeyi tanıyalım ünitesindeki başarılarına etkisinin incelenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi 'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.           |
| 1052-3 | Bilgin, İ., Coskun, H., & Aktas, İ. (2012). 5E modelinin uygulandığı ilköğretim 4. sınıf öğrencilerinin eleştirel düşünme yeteneklerinin maddeyi tanıyalım ünitesindeki başarılarına etkisinin incelenmesi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi 'nde sözlü bildiri olarak sunulmuştur.           |
| 1054   | Akar, E. (2005). <i>Effectiveness of 5E learning cycle model on students' understanding of acid-base concepts</i> (Unpublished Master's thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.                                                                     |
| 1055   | Gönen, S., & Andaç, K., (2009). Gözden geçirme stratejisi ile desteklenmiş yapılandırmacı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin basınç konusundaki erişilerine ve bilgilerinin kalıcılığına etkisi. <i>Dicle Üniversitesi Ziya Gökalp Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 12(2009), 28-40.                                  |
| 1056   | Feyzioğlu, E. Y., Ergin, Ö., & Kocakulah, M. S. (2012). The effect of 5e learning model instruction on seventh grade students' conceptual understanding of force and motion. <i>International Online Journal of Educational Sciences</i> , 4(3), 691-705.                                                          |
| 1059   | Hançer, A., & Yalçın, N. (2009). Fen eğitiminde yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretimin akademik başarı ve kalıcılığa etkisi. <i>Cumhuriyet Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Sosyal Bilimler Dergisi</i> , 33(1), 75-88.                                                                      |
| 1061   | Sarı, H. (2008). <i>İlköğretim fen bilgisi öğretiminde "Hücrede yapı ve canlılık olaylarının yönetimi nasıl sağlanır?" konusunun öğretiminde yapılandırmacı yaklaşım ile öğretimin öğrenci başarısına etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.           |
| 1065-1 | Demirci, N. (2015). <i>Fen bilimleri dersinde üst bilişsel araştırmaya dayalı öğrenmenin dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve üst bilişsel süreçlerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın. |
| 1065-2 | Demirci, N. (2015). <i>Fen bilimleri dersinde üst bilişsel araştırmaya dayalı öğrenmenin dördüncü sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve üst bilişsel süreçlerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Aydın. |
| 1067   | Kılavuz, Y. (2005). <i>The effects of 5E learning cycle model based on constructivist theory on tenth grade students' understanding of acid-base concepts</i> (Unpublished Master's Thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.                         |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
|--------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1072-1 | Ceran, S. A., & Ateş, S. (2019). The effects of 5E model supported by life based contexts on the conceptual understanding levels measured through different techniques. <i>Journal of Education in Science Environment and Health</i> , 5(2), 227-243.                                                  |
| 1072-2 | Ceran, S. A., & Ateş, S. (2019). The effects of 5E model supported by life based contexts on the conceptual understanding levels measured through different techniques. <i>Journal of Education in Science Environment and Health</i> , 5(2), 227-243.                                                  |
| 1076   | Zeren, D. (2005). <i>İlköğretim fen bilgisindeki üreme ve gelişme konusunun düzenlenmesi ve öğretimine yönelik program geliştirme üzerine bir çalışma</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Bursa.                                                     |
| 1077   | Kuzucu, G. (2019). <i>Periyodik özelliklerin değişimi konusunun sorgulamaya dayalı öğretimi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi) Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.                                                                                                           |
| 1079   | Kırıktaş, H., & Çoban, G. Ü. (2016). Çoklu zeka destekli sorgulama uygulamalarının öğretmen adaylarının eleştirel düşüncelerine ve akademik başarılarına etkisi. <i>Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 1(37), 69-88.                                                         |
| 1080   | Cakiroglu, J. (2006). The Effect of Learning Cycle Approach on Students' Achievement in Science. <i>Eurasian Journal Of Educational Research</i> , 22, 61-73.                                                                                                                                           |
| 1081   | Tortop, H. S., & Özek, N. (2013). Proje tabanlı öğrenmede anlamlı alan gezisi; güneş enerjisi ve kullanım alanları konusu. <i>Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 44, 300-307.                                                                                                        |
| 1082   | Arslan, H. Ö. (2014). <i>The effect of 5E learning cycle instruction on 10th grade students' understanding of cell division and reproduction concepts</i> (Unpublished Doctoral Thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.                  |
| 1084-1 | Parim, G. (2009). <i>İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. |
| 1084-2 | Parim, G. (2009). <i>İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinde fotosentez, solunum kavramlarının öğrenilmesine, başarıya ve bilimsel süreç becerilerinin geliştirilmesinde araştırmaya dayalı öğrenmenin etkileri</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul. |
| 1087   | Ercan, S., Girgin, S., & Atılboz, N. G. (2017). Öğrenme halkası modelinin 10. sınıf öğrencilerinin madde döngüleri konusunu öğrenmeleri üzerine etkisi. <i>Eğitim ve Toplum Araştırmaları Dergisi</i> , 4(2), 135-145.                                                                                  |
| 1088   | Saygın, Ö., Atılboz, N. G., & Salman, S. (2006). Yapılandırmacı öğretim yaklaşımının biyoloji dersi konularını öğrenme başarıları üzerine etkisi canlılığın temel birimi hücre. <i>Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 26(1), 51-64.                                                  |
| 1089   | Zeytinli Ünal, M. (2018). <i>8. sınıf "canlılar ve enerji ilişkileri" ünitesinin modeller kullanılarak öğretimi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                              |
| 1092   | Cetin, Y., & Saracaloğlu, A. S. (2019). 10. sınıf biyoloji dersi kalıtımın genel ilkeleri ünitesine yönelik bir program geliştirme çalışması. 1. Uluslararası Bilim Eğitim Sanat Teknoloji Sempozyumu'nda sözlü bildiri olarak sunulmuştur.                                                             |
| 1093   | Kara F., & Çelikler, D. (2019). 5. Sınıf "Maddenin Değişimi" Ünitesinde Kullanılan Bağlam Temelli Öğrenmenin Öğrencilerin Başarılarına Etkisi. <i>Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 15(1), 216-245.                                                                                    |
| 1094   | Ayverdi, L., & Aydın, S. Ö. (2017). Bilimsel yaratıcılığı harekete geçirmeye yönelik bir doğal seçim etkinliği: Toka Gagalılar adası. <i>Journal of Inquiry Based Activities</i> , 7(1), 9-20.                                                                                                          |
| 1095   | Ürün, N. (2015). <i>Süreç değerlendirme yönteminin 7. sınıf "Güneş Sistemi ve Ötesi: Uzay Bilmecesi" ünitesi üzerinde öğrencinin akademik başarıları ve tutumları üzerine etkisi</i> (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ağrı..                |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1099   | Erdoğan, A. & Cerrah Özsevgeç, L. (2012). Çevre için eğitimde "Sera Etkisi Ve Küresel Isınma" kavramlarına yönelik öğretim etkinliklerinin uygulanabilirliği ve öğrenci başarısına etkisi. X. Ulusal Fen Bilimleri ve Matematik Eğitimi Kongresi'nde sunulmuştur. Niğde, Türkiye                                                                               |
| 1102   | Bakır, R. (2019). <i>Kavram karikatürü kullanılarak ortaokul 5. sınıf öğrencilerinin madde ve değişim ünitesindeki kavramsal anlamlarının incelenmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.                                                                                                        |
| 1103   | Büyükdede, M., & Tanel, R. (2018). İtme-momentum konularına yönelik FeTeMM etkinliklerinin akademik başarı üzerine etkisi. <i>Electronic Turkish Studies</i> , 13(27), 327-340.                                                                                                                                                                                |
| 1104   | Çevik, M. E. (2018). <i>Modellerle öğretimin 11. sınıf gazlar ünitesindeki öğrenci başarısına ve tutumuna etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                                                                                    |
| 1110   | Artun, H., & Özsevgeç, T. (2015). Çevre eğitimi modüler öğretim programının akademik başarı üzerindeki etkisi. <i>HAYEF Journal of Education</i> , 12(1), 9-22.                                                                                                                                                                                                |
| 1113   | Yavuz, M. (2012). <i>Fen eğitiminde hayvanat bahçelerinin kullanımının akademik başarı ve kaygıya etkisi ve öğretmen-öğrenci görüşleri</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.                                                                                                                       |
| 1115   | Sunar, S. (2013). <i>The effect of context-based instruction integrated with learning cycle model on students' achievement and retention related to states of matter subject</i> (Unpublished Doctoral Thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara.                                                  |
| 1116   | Çetin, A. (2013). <i>Mode-method interaction: the effects of inquiry vs. expository and blended vs. face-to-face instruction on 9th grade students' achievement in, science process skills in and attitudes towards physics</i> . (Unpublished Doctoral Thesis). Middle East Technical University The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ankara. |
| 1117-1 | Güneş Koç, R. S., & Sarıkaya, M. 5E öğrenme modeli ve bağlam temelli öğretim yönteminin ışık konusunda başarı ve bilgilerin kalıcılığına etkisi. <i>e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi</i> , 7(3), 430-457.                                                                                                                                                 |
| 1117-2 | Güneş Koç, R. S., & Sarıkaya, M. 5E öğrenme modeli ve bağlam temelli öğretim yönteminin ışık konusunda başarı ve bilgilerin kalıcılığına etkisi. <i>e-Kafkas Eğitim Araştırmaları Dergisi</i> , 7(3), 430-457.                                                                                                                                                 |
| 1118   | İzgi, S., & Kalaycı, S. (2020). The effect of the STEM approach based on the 5e model on academic achievement and scientific process skills: the transformation of electrical energy. <i>International Journal of Education Technology and Scientific Researches</i> , 5(13), 1578-1629.                                                                       |
| 1126   | Çelik, S. (2016). <i>Sekizinci sınıf öğrencilerinin bilimin doğasına yönelik anlayışlarının geliştirilmesinde kavram karikatürü kullanımı</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.                                                                                                                   |
| 1127   | Yılmaz, C. N., & Savran Gencer, A. (2019). STEM eğitiminin 10.sınıf öğrencilerinin fizik dersine ve stem yaklaşımına tutumları üzerine etkisi. 7. International Eurasian Educational Research Congress'de sözlü bildiri olarak sunulmuştur.                                                                                                                    |
| 1903-E | Pekel, H., & Matyar, F. (2013). Hücre biyolojisi konusunun öğretiminde kullanılan yapılandırmacı yaklaşıma dayalı bilgisayar destekli öğretim yönteminin akademik başarı üzerine etkisi. <i>International Journal of Active Learning</i> , 1(2), 21-37.                                                                                                        |
| 1301   | Öner, Y. E., & Yaman, S. (2020). Simülasyon ve animasyon destekli 5E modelinin sınıf öğretmen adaylarının fen başarısı ve motivasyonlarına etkisi. <i>Turkish Journal of Primary Education</i> , 5(2), 183-193.                                                                                                                                                |
| 1303   | Tüysüz, M., & Geban, Ö. (2020) The effect of 5E learning cycle and multiple intelligence approach on 9th grade students' achievement, attitude, and motivation toward chemistry on unit of chemical properties. <i>Bartın Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 9(3), 612-644.                                                                           |
| 1401   | Çolak, S. (2005). <i>İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin asit-bazlar konusundaki başarılarına, kavramsal değişimlerine ve fene karşı tutumlarına yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı öğretim yöntemlerinin etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                                           |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1405   | Ziyafet, E. (2008). <i>Fen ve teknoloji dersinde periyodik çizelgenin öğretiminde 5E modelinin öğrenci tutum ve başarısına etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                                                                                              |
| 1406   | Karacak Deren, Ş. (2008). <i>İlköğretim 8. sınıf genetik ünitesinin 5e modeline göre tasarlanan multimedya destekli öğretimin öğrencilerin erişimi ve tutumlarına etkisi</i> (Yayınlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Muğla.                                                        |
| 1409   | Yalçın, E. (2010). <i>5E öğrenme yönteminin 8. sınıf öğrencilerinin yaşamımızdaki elektrik konusunu anlamalarına ve fen'e yönelik tutumlarına etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.                                                                       |
| 1410   | Toprak, F. (2011). <i>Fen bilgisi öğretmenliği genel kimya laboratuvarında 3E ve 5E öğretim modellerinin uygulanmasının öğrencilerin akademik başarıları, bilimsel süreç becerileri ve derse karşı tutumlarına etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun. |
| 1412   | Gündüz Bahadır, E. B. (2012). <i>Animasyon tekniği ve 5E öğrenme modelinin 8. sınıf Yaşamımızdaki Elektrik ünitesinin işlenmesinde akademik başarı, tutum ve eleştirel düşünme yeteneklerine etkisinin araştırılması</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.       |
| 1413-1 | Masattaş, M. (2012). <i>8. sınıf elektrik ünitesi'ne yönelik hazırlanan materyaller'in etkililiğinin öğrenci görüşleri'ne göre değerlendirilmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                  |
| 1413-2 | Masattaş, M. (2012). <i>8. sınıf elektrik ünitesi'ne yönelik hazırlanan materyaller'in etkililiğinin öğrenci görüşleri'ne göre değerlendirilmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                  |
| 1413-3 | Masattaş, M. (2012). <i>8. sınıf elektrik ünitesi'ne yönelik hazırlanan materyaller'in etkililiğinin öğrenci görüşleri'ne göre değerlendirilmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                  |
| 1413-4 | Masattaş, M. (2012). <i>8. sınıf elektrik ünitesi'ne yönelik hazırlanan materyaller'in etkililiğinin öğrenci görüşleri'ne göre değerlendirilmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                  |
| 1413-5 | Masattaş, M. (2012). <i>8. sınıf elektrik ünitesi'ne yönelik hazırlanan materyaller'in etkililiğinin öğrenci görüşleri'ne göre değerlendirilmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                  |
| 1414   | Bal, E. (2012). <i>5E Modeli merkezli laboratuvar yaklaşımının fizik laboratuvarı dersinde fen bilgisi öğretmen adaylarının tutum ve başarılarına etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu.                                                                  |
| 1416   | İstanbuloglu, B. (2014). <i>Bilgisayar destekli 5e öğrenme halkası modelinin öğrenci başarıları üzerine etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kırıkkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kırıkkale.                                                                                                            |
| 1422   | Uysal, Y. (2018). <i>Ortaokul 6. sınıfta fen bilimleri dersi elektriğin iletimi konusunun öğretiminde 5E modelinin öğrenci başarılarına ve tutumuna etkisinin araştırılması</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Karaman.                                     |
| 1423   | Kavcı, A. (2019). <i>5E modeline göre planlanmış sınıf dışı öğretim etkinliklerinin akademik başarıya ve kalıcılığa etkisi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Giresun Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Giresun.                                                                                                    |
| 1424   | Deveci Bozkurt, M. (2019). <i>Fen-teknoloji-mühendislik-matematik (FeTeMM) yaklaşımının 6. sınıf madde ve ısı konusunun öğretiminde etkililiğinin incelenmesi</i> (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Kilis 7 Aralık Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kilis.                                                            |
| 1425   | Çiftçi, Ç. (2019). <i>5E öğrenme modelinin lise öğrencilerinin çözünürlük dengesi konusundaki başarılarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisinin incelenmesi</i> . (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                                                         |
| 1428   | Kasım, F. (2020). <i>Canlılar dünyası ünitesinin öğretiminde tahmin-gözlem-açıklama ile desteklenmiş sınıf dışı eğitim etkinliklerinin öğrencilerin akademik başarılarına ve öğrenmenin kalıcılığına etkisi</i> . (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Samsun.        |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1432-1 | Özsevgeç, T. (2007). <i>İlköğretim 5. sınıf kuvvet ve hareket ünitesine yönelik 5E modeline göre geliştirilen rehber materyallerin etkililiklerinin belirlenmesi</i> (Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                     |
| 1433-1 | Yörük, Z. N. (2008). <i>Kimya öğretiminde 5e öğrenme modeline dayalı fen, teknoloji, toplum ve çevre (FTTÇ) yaklaşımının etkileri</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.                                                                            |
| 1433-2 | Yörük, Z. N. (2008). <i>Kimya öğretiminde 5e öğrenme modeline dayalı fen, teknoloji, toplum ve çevre (FTTÇ) yaklaşımının etkileri</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.                                                                            |
| 1433-3 | Yörük, Z. N. (2008). <i>Kimya öğretiminde 5e öğrenme modeline dayalı fen, teknoloji, toplum ve çevre (FTTÇ) yaklaşımının etkileri</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Hacettepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.                                                                            |
| 1435   | Ercan, O. (2009). Öğretmenlerin elektrokimya konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi ve öğretmen adaylarının elektrokimya konusundaki başarılarına öğretim yönteminin etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.                                   |
| 1436   | Kolomuç, A. (2009). <i>11. sınıf “kimyasal reaksiyonların hızları” ünitesinin 5E modeline göre animasyon destekli öğretimi</i> (Yayımlanmamış Doktora tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                                                      |
| 1437-1 | Akpınar, İ. A. (2010). <i>Kimyada çözeltiler konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin geliştirilerek uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                |
| 1437-2 | Akpınar, İ. A. (2010). <i>Kimyada çözeltiler konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin geliştirilerek uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                |
| 1437-3 | Akpınar, İ. A. (2010). <i>Kimyada çözeltiler konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin geliştirilerek uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                |
| 1438-1 | Değirmençay, Ş. A. (2010). <i>Zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı rehber materyallerin kavramsal değişim üzerine etkileri: “Isının yayılması ve genleşme”</i> . (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                    |
| 1438-2 | Değirmençay, Ş. A. (2010). <i>Zenginleştirilmiş 5E öğretim modeline dayalı rehber materyallerin kavramsal değişim üzerine etkileri: “Isının yayılması ve genleşme”</i> . (Yayımlanmamış Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                    |
| 1439-1 | Ağgül Yalçın, F. (2010). <i>Ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde asit-baz konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. |
| 1439-2 | Ağgül Yalçın, F. (2010). <i>Ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde asit-baz konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. |
| 1439-3 | Ağgül Yalçın, F. (2010). <i>Ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde asit-baz konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. |
| 1439-4 | Ağgül Yalçın, F. (2010). <i>Ortaöğretim ve yükseköğretim düzeyinde asit-baz konusunun öğretimi için yapılandırmacı yaklaşıma uygun aktif öğrenme etkinliklerinin hazırlanması, uygulanması ve değerlendirilmesi</i> (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum. |
| 1440-1 | Karslı, F. (2011). <i>Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar</i>                                                                                                                                   |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|--------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | <i>rehber materyallerinin etkisi</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                                                                                                                |
| 1440-2 | Karşı, F. (2011). <i>Fen bilgisi öğretmen adaylarının bilimsel süreç becerilerini geliştirmesinde ve kavramsal değişim sağlamasında zenginleştirilmiş laboratuvar rehber materyallerinin etkisi</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon. |
| 1441-1 | Gül, Ş. (2011). <i>5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi</i> (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                           |
| 1441-2 | Gül, Ş. (2011). <i>5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi</i> (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                           |
| 1441-3 | Gül, Ş. (2011). <i>5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi</i> (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                           |
| 1441-4 | Gül, Ş. (2011). <i>5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi</i> (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                           |
| 1441-5 | Gül, Ş. (2011). <i>5E modeline dayalı olarak hazırlanan ders yazılımının öğrencilerin başarılarına, tutumlarına ve kavram yanlışlarının giderilmesine etkisi</i> (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.                                                           |
| 1446-1 | Artun, H. (2013). <i>Yedinci sınıf öğrencilerinin çevre eğitimine yönelik tasarlanan modüler öğretim programının etkililiğinin araştırılması</i> (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                   |
| 1446-2 | Artun, H. (2013). <i>Yedinci sınıf öğrencilerinin çevre eğitimine yönelik tasarlanan modüler öğretim programının etkililiğinin araştırılması</i> (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                   |
| 1446-3 | Artun, H. (2013). <i>Yedinci sınıf öğrencilerinin çevre eğitimine yönelik tasarlanan modüler öğretim programının etkililiğinin araştırılması</i> (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                   |
| 1446-4 | Artun, H. (2013). <i>Yedinci sınıf öğrencilerinin çevre eğitimine yönelik tasarlanan modüler öğretim programının etkililiğinin araştırılması</i> (Doktora Tezi) Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.                                                                   |
| 1447-1 | Okur, M. (2014). Mobil teknolojilerin laboratuvar ortamlarında kullanılmasına yönelik rehber materyallerin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi: genel fizik laboratuvarı II örneği (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.    |
| 1447-2 | Okur, M. (2014). Mobil teknolojilerin laboratuvar ortamlarında kullanılmasına yönelik rehber materyallerin geliştirilmesi ve etkililiğinin değerlendirilmesi: genel fizik laboratuvarı II örneği (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Karadeniz Teknik Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.    |
| 1451   | Eroğlu, S. (2018). <i>Atom ve periyodik sistem ünitesindeki STEM uygulamalarının akademik başarı, bilimsel yaratıcılık ve bilimin doğasına yönelik düşünceler üzerine etkisi</i> . (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.                           |
| 1452   | Demir, N. (2020). <i>Astronomi konularının öğretiminde 5E öğrenme modelinin yedinci sınıf öğrencilerinin akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi</i> (Yayınlanmamış Doktora Tezi). Erciyes Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.                                                     |
| 1501   | Sen, S., & Ozyalcin Oskay, O. (2017). The Effects of 5E Inquiry Learning Activities on Achievement and Attitude toward Chemistry. <i>Journal of Education and Learning</i> , 6(1), 1-9.                                                                                                              |
| 1502   | Guzel, H. (2016). The Effect of Brightness of Lamps Teaching Based on the 5E Model on Students' Academic Achievement and Attitudes. <i>Educational Research and Reviews</i> , 11(17), 1670-1678.                                                                                                     |
| 1503-1 | Taşlıdere, E. (2015). A study investigating the effect of treatment developed by integrating the 5E and simulation on pre-service science teachers' achievement in                                                                                                                                   |

|        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|        | photoelectric effect. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 11(4), 777-792.                                                                                                                                                                                                             |
| 1503-2 | Taşlıdere, E. (2015). A study investigating the effect of treatment developed by integrating the 5E and simulation on pre-service science teachers' achievement in photoelectric effect. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 11(4), 777-792.                                          |
| 1506   | Kaynar, D., Tekkaya, C., & Çakıroğlu, J. (2009). Effectiveness of 5e learning cycle instruction on students' achievement in cell concept and scientific epistemological beliefs. <i>Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi</i> , 37(37), 96-105.                                                                   |
| 1507   | Cardak, O., Dikmenli, M., & Saritas, O. (2008). Effect of 5E instructional model in student success in primary school 6th year circulatory system topic. In <i>Asia-Pacific Forum on Science Learning &amp; Teaching</i> , 9(2), 1-11.                                                                                      |
| 1508   | Sadi, Ö., & Çakıroğlu, J. (2014). Relations of cognitive and motivational variables with students' human circulatory system achievement in traditional and learning cycle classrooms. <i>Educational Sciences: Theory &amp; Practice</i> , 14(5), 1997-2012.                                                                |
| 1601   | Tetik, S. (2019). 9. sınıf kimya dersi sıvılar konusunun 5E modeli ve TGA tekniği (tahmin-gözlem-açıklama) ile öğretiminin öğrencilerin başarısına etkisi (Yayımlanmamış Doktora Tezi). Marmara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.                                                                          |
| 1701   | Açıışlı, S., Yalçın, S. A., & Turgut, Ü. (2011). Effects of the 5E learning model on students' academic achievements in movement and force issues. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 15, 2459-2462.                                                                                                          |
| 1703   | Yadigaroglu, M., & Demircioglu, G. (2012). The effect of activities based on 5e model on grade 10 students' understanding of the gas concept. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 47, 634-637.                                                                                                                 |
| 1704   | Kolomuc, A., Ozmen, H., Metin, M., & Acisli, S. (2012). The effect of animation enhanced worksheets prepared based on 5E model for the grade 9 students on alternative conceptions of physical and chemical changes. <i>Procedia-social and Behavioral Sciences</i> , 46, 1761-1765.                                        |
| 1705   | Ceylan, S., & Ozdilek, Z. (2015). Improving a sample lesson plan for secondary science courses within the STEM education. <i>Procedia-Social and Behavioral Sciences</i> , 177, 223-228.                                                                                                                                    |
| 1707   | Bakırcı, H., Bilgin, A. K., & Simsek, A. (2011). The effects of simulation technique and worksheets on formal operational stage in science and technology lessons. <i>Procedia-social and Behavioral Sciences</i> , 15, 1462-1469.                                                                                          |
| 1902   | Cetin-Dindar, A., & Geban, O. (2017). Conceptual understanding of acids and bases concepts and motivation to learn chemistry. <i>The Journal of Educational Research</i> , 110(1), 85-97.                                                                                                                                   |
| 1903-1 | Cigdemoglu, C., & Geban, O. (2015). Context-based lessons with 5E model to promote conceptual understanding of chemical reactions and energy concepts. <i>Journal of Baltic Science Education</i> , 14(4), 435-447.                                                                                                         |
| 1903-2 | Cigdemoglu, C., & Geban, O. (2015). Context-based lessons with 5E model to promote conceptual understanding of chemical reactions and energy concepts. <i>Journal of Baltic Science Education</i> , 14(4), 435-447.                                                                                                         |
| 1905   | Akbulut, H. I., Sahin, C., & Cepni, S. (2012). Effect of using different teaching methods and techniques embedded within the 5E instructional model on removing students' alternative conceptions: Fluid pressure. <i>Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies</i> , 4(4), 2403-2414. |
| 4001-1 | Peşman, H., & Özdemir, Ö. F. (2012). Approach–method interaction: The role of teaching method on the effect of context-based approach in physics instruction. <i>International Journal of Science Education</i> , 34(14), 2127-2145.                                                                                        |
| 4001-2 | Peşman, H., & Özdemir, Ö. F. (2012). Approach–method interaction: The role of teaching method on the effect of context-based approach in physics instruction. <i>International Journal of Science Education</i> , 34(14), 2127-2145.                                                                                        |

**EK 2 - BİRİNCİL ÇALIŞMALARA İLİŞKİN ÖRNEKLEM HATA VARYANSI,  
GÜVENİRLİK KATSAYISI DEĞERLERİ**

| <b>Yayın Kodu</b> | <b>Örneklem Hata Varyansı</b> | <b>Güvenirlilik Katsayısı</b> |
|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| 1001              | 0,094                         | 0,810                         |
| 1003              | 0,101                         | 0,850                         |
| 1004              | 0,065                         | 0,810                         |
| 1005              | 0,081                         | 0,820                         |
| 1006              | 0,136                         | 0,930                         |
| 1007              | 0,021                         | 0,720                         |
| 1008              | 0,078                         | 0,920                         |
| 1009              | 0,077                         | 0,770                         |
| 1010              | 0,082                         | 0,760                         |
| 1012              | 0,081                         | 0,740                         |
| 1015-1            | 0,064                         | 0,920                         |
| 1015-2            | 0,076                         | 0,880                         |
| 1016              | 0,085                         | 0,790                         |
| 1017              | 0,113                         | 0,610                         |
| 1020              | 0,027                         | 0,900                         |
| 1022              | 0,020                         | 0,780                         |
| 1023              | 0,142                         | 0,720                         |
| 1024              | 0,087                         | 0,780                         |
| 1026-1            | 0,092                         | 0,863                         |
| 1026-2            | 0,075                         | 0,737                         |
| 1028              | 0,020                         | 0,750                         |
| 1031              | 0,068                         | 0,665                         |
| 1034              | 0,063                         | 0,792                         |
| 1035              | 0,191                         | 0,911                         |
| 1036              | 0,108                         | 0,750                         |
| 1039              | 0,110                         | 0,780                         |
| 1040              | 0,089                         | 0,830                         |
| 1041-1            | 0,109                         | 0,920                         |
| 1041-2            | 0,100                         | 0,700                         |
| 1041-3            | 0,109                         | 0,860                         |
| 1041-4            | 0,105                         | 0,820                         |
| 1042-1            | 0,304                         | 0,765                         |
| 1042-2            | 0,336                         | 0,765                         |
| 1042-3            | 0,094                         | 0,765                         |
| 1043              | 0,031                         | 0,560                         |

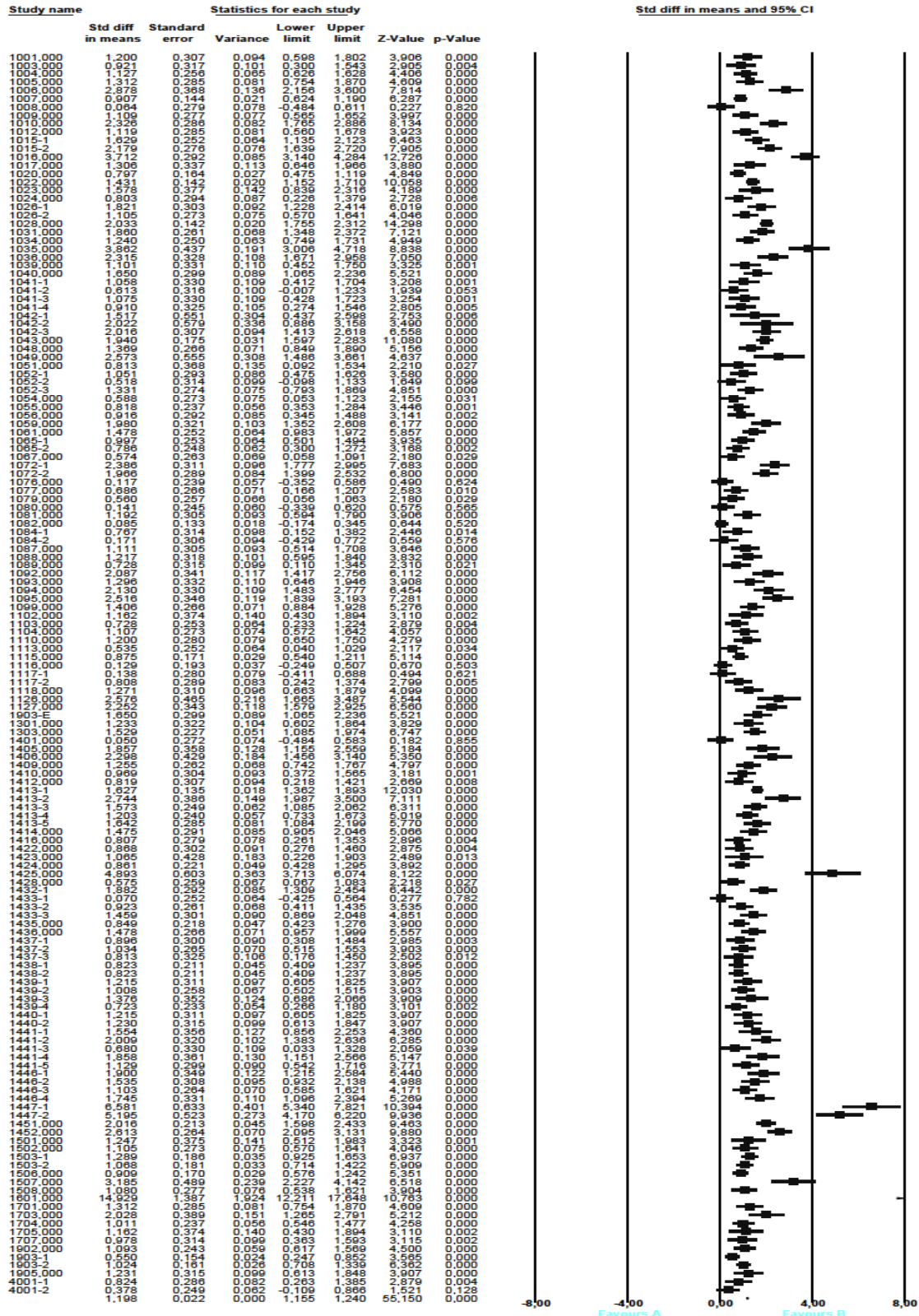
|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| 1048   | 0,071 | 0,720 |
| 1049   | 0,308 | 0,882 |
| 1051   | 0,135 | 0,870 |
| 1052-1 | 0,086 | 0,900 |
| 1052-2 | 0,099 | 0,900 |
| 1052-3 | 0,075 | 0,900 |
| 1054   | 0,075 | 0,720 |
| 1055   | 0,056 | 0,820 |
| 1056   | 0,085 | 0,770 |
| 1059   | 0,103 | 0,900 |
| 1061   | 0,064 | 0,780 |
| 1065-1 | 0,064 | 0,830 |
| 1065-2 | 0,062 | 0,892 |
| 1067   | 0,069 | 0,720 |
| 1072-1 | 0,096 | 0,810 |
| 1072-2 | 0,084 | 0,971 |
| 1076   | 0,057 | 0,760 |
| 1077   | 0,071 | 0,626 |
| 1079   | 0,066 | 0,670 |
| 1080   | 0,060 | 0,700 |
| 1081   | 0,093 | 0,860 |
| 1082   | 0,018 | 0,810 |
| 1084-1 | 0,098 | 0,770 |
| 1084-2 | 0,094 | 0,770 |
| 1087   | 0,093 | 0,610 |
| 1088   | 0,101 | 0,890 |
| 1089   | 0,099 | 0,870 |
| 1092   | 0,117 | 0,840 |
| 1093   | 0,110 | 0,763 |
| 1094   | 0,109 | 0,899 |
| 1095   | 0,119 | 0,770 |
| 1099   | 0,071 | 0,730 |
| 1102   | 0,140 | 0,717 |
| 1103   | 0,064 | 0,650 |
| 1104   | 0,074 | 0,720 |
| 1110   | 0,079 | 0,830 |
| 1113   | 0,064 | 0,904 |
| 1115   | 0,029 | 0,744 |
| 1116   | 0,037 | 0,886 |
| 1117-1 | 0,079 | 0,780 |

|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| 1117-2 | 0,083 | 0,780 |
| 1118   | 0,096 | 0,890 |
| 1126   | 0,216 | 0,599 |
| 1127   | 0,118 | 0,872 |
| 1903-E | 0,089 | 0,800 |
| 1301   | 0,104 | 0,710 |
| 1303   | 0,051 | 0,640 |
| 1401   | 0,074 | 0,720 |
| 1405   | 0,128 | 0,780 |
| 1406   | 0,184 | 0,800 |
| 1409   | 0,068 | 0,860 |
| 1410   | 0,093 | 0,747 |
| 1412   | 0,094 | 0,840 |
| 1413-1 | 0,018 | 0,790 |
| 1413-2 | 0,149 | 0,790 |
| 1413-3 | 0,062 | 0,790 |
| 1413-4 | 0,057 | 0,790 |
| 1413-5 | 0,081 | 0,790 |
| 1414   | 0,085 | 0,800 |
| 1416   | 0,078 | 0,674 |
| 1422   | 0,091 | 0,740 |
| 1423   | 0,183 | 0,700 |
| 1424   | 0,049 | 0,869 |
| 1425   | 0,363 | 0,791 |
| 1428   | 0,067 | 0,850 |
| 1432-1 | 0,085 | 0,750 |
| 1433-1 | 0,064 | 0,870 |
| 1433-2 | 0,068 | 0,870 |
| 1433-3 | 0,090 | 0,870 |
| 1435   | 0,047 | 0,790 |
| 1436   | 0,071 | 0,810 |
| 1437-1 | 0,090 | 0,550 |
| 1437-2 | 0,070 | 0,550 |
| 1437-3 | 0,106 | 0,550 |
| 1438-1 | 0,045 | 0,820 |
| 1438-2 | 0,045 | 0,820 |
| 1439-1 | 0,097 | 0,560 |
| 1439-2 | 0,067 | 0,560 |
| 1439-3 | 0,124 | 0,560 |
| 1439-4 | 0,054 | 0,560 |

|        |       |       |
|--------|-------|-------|
| 1440-1 | 0,097 | 0,790 |
| 1440-2 | 0,099 | 0,790 |
| 1441-1 | 0,127 | 0,875 |
| 1441-2 | 0,102 | 0,875 |
| 1441-3 | 0,109 | 0,931 |
| 1441-4 | 0,130 | 0,931 |
| 1441-5 | 0,090 | 0,931 |
| 1446-1 | 0,122 | 0,720 |
| 1446-2 | 0,095 | 0,760 |
| 1446-3 | 0,070 | 0,910 |
| 1446-4 | 0,110 | 0,830 |
| 1447-1 | 0,401 | 0,760 |
| 1447-2 | 0,273 | 0,770 |
| 1451   | 0,045 | 0,670 |
| 1452   | 0,070 | 0,752 |
| 1501   | 0,141 | 0,730 |
| 1502   | 0,075 | 0,737 |
| 1503-1 | 0,035 | 0,920 |
| 1503-2 | 0,033 | 0,790 |
| 1506   | 0,029 | 0,700 |
| 1507   | 0,239 | 0,830 |
| 1508   | 0,076 | 0,680 |
| 1601   | 1,924 | 0,796 |
| 1701   | 0,081 | 0,760 |
| 1703   | 0,151 | 0,780 |
| 1704   | 0,056 | 0,730 |
| 1705   | 0,140 | 0,840 |
| 1707   | 0,099 | 0,780 |
| 1902   | 0,059 | 0,812 |
| 1903-1 | 0,024 | 0,720 |
| 1903-2 | 0,026 | 0,740 |
| 1905   | 0,099 | 0,810 |
| 4001-1 | 0,082 | 0,840 |
| 4001-2 | 0,062 | 0,840 |

---

# EK 3 - ÖRNEKLEM HATA VARYANSI İLE AĞIRLIKLANDIRMA İÇİN ORMAN GRAFİĞİ



#### EK 4 - GÜVENİRLİK İLE AĞIRLIKLANDIRMA İÇİN ORMAN GRAFİĞİ

| Study name | Statistics for each study |                   |          |                |                |         |         | Std diff in means and 95% CI |
|------------|---------------------------|-------------------|----------|----------------|----------------|---------|---------|------------------------------|
|            | Std diff<br>in means      | Standard<br>error | Variance | Lower<br>limit | Upper<br>limit | Z-Value | p-Value |                              |
| 1001.000   | 1.200                     | 1.111             | 1.235    | -0.978         | 3.378          | 1.080   | 0.280   |                              |
| 1003.000   | 0.921                     | 0.885             | 1.176    | -1.205         | 3.047          | 0.849   | 0.396   |                              |
| 1004.000   | 1.127                     | 1.051             | 1.235    | -0.978         | 3.047          | 1.014   | 0.311   |                              |
| 1005.000   | 1.312                     | 1.104             | 1.220    | -0.853         | 3.476          | 1.188   | 0.235   |                              |
| 1006.000   | 2.878                     | 0.037             | 0.075    | 0.846          | 4.911          | 2.776   | 0.006   |                              |
| 1007.000   | 0.907                     | 0.719             | 1.140    | -1.403         | 3.217          | 0.770   | 0.442   |                              |
| 1008.000   | 0.064                     | 0.043             | 0.087    | -1.980         | 2.107          | 0.061   | 0.951   |                              |
| 1009.000   | 1.109                     | 1.140             | 1.299    | -1.125         | 3.242          | 0.973   | 0.331   |                              |
| 1010.000   | 2.328                     | 0.078             | 0.016    | 2.178          | 2.477          | 2.078   | 0.043   |                              |
| 1012.000   | 1.119                     | 1.162             | 1.351    | -1.159         | 3.397          | 0.963   | 0.336   |                              |
| 1015.1     | 1.629                     | 0.043             | 0.087    | -0.415         | 3.672          | 1.562   | 0.118   |                              |
| 1017.000   | 2.179                     | 0.043             | 0.087    | 2.036          | 2.322          | 1.844   | 0.041   |                              |
| 1018.000   | 3.712                     | 1.255             | 1.266    | 1.507          | 5.917          | 3.299   | 0.001   |                              |
| 1017.000   | 1.306                     | 0.280             | 0.839    | -1.203         | 3.816          | 1.020   | 0.308   |                              |
| 1019.000   | 0.797                     | 0.269             | 0.728    | -0.269         | 1.767          | 0.756   | 0.450   |                              |
| 1022.000   | 1.431                     | 1.132             | 1.282    | -0.788         | 3.650          | 1.284   | 0.206   |                              |
| 1023.000   | 1.678                     | 1.179             | 1.389    | -0.732         | 3.883          | 1.339   | 0.181   |                              |
| 1024.000   | 0.803                     | 1.142             | 1.282    | -1.417         | 3.022          | 0.709   | 0.478   |                              |
| 1026.1     | 1.821                     | 1.076             | 1.150    | -0.289         | 3.931          | 1.692   | 0.091   |                              |
| 1026.000   | 1.105                     | 1.165             | 1.357    | -1.178         | 3.388          | 0.949   | 0.343   |                              |
| 1030.000   | 2.033                     | 1.233             | 1.333    | 0.465          | 3.601          | 1.761   | 0.078   |                              |
| 1031.000   | 1.860                     | 1.226             | 1.504    | -0.544         | 4.263          | 1.517   | 0.129   |                              |
| 1034.000   | 1.240                     | 1.124             | 1.063    | -0.863         | 3.442          | 1.103   | 0.270   |                              |
| 1036.000   | 3.860                     | 0.068             | 0.008    | 3.724          | 4.000          | 3.698   | 0.000   |                              |
| 1036.000   | 2.315                     | 1.155             | 1.333    | 0.052          | 4.578          | 2.005   | 0.045   |                              |
| 1036.000   | 1.101                     | 1.132             | 1.282    | -1.181         | 3.322          | 0.971   | 0.331   |                              |
| 1040.000   | 0.850                     | 0.068             | 0.005    | -0.501         | 2.104          | 0.504   | 0.133   |                              |
| 1041.1     | 1.058                     | 1.043             | 1.087    | -0.985         | 3.101          | 1.015   | 0.310   |                              |
| 1041.1     | 0.013                     | 1.195             | 1.426    | -1.730         | 1.758          | 0.513   | 0.608   |                              |
| 1041.2     | 0.076                     | 1.107             | 1.235    | -1.807         | 2.959          | 0.587   | 0.519   |                              |
| 1041.4     | 0.910                     | 1.104             | 1.220    | -1.254         | 3.075          | 0.824   | 0.410   |                              |
| 1042.1     | 2.022                     | 1.143             | 1.307    | -0.219         | 4.263          | 1.789   | 0.077   |                              |
| 1042.3     | 2.016                     | 1.143             | 1.307    | -0.225         | 4.257          | 1.783   | 0.078   |                              |
| 1043.000   | 1.940                     | 1.336             | 1.788    | -0.679         | 4.558          | 1.462   | 0.147   |                              |
| 1048.000   | 0.369                     | 0.389             | 0.389    | -0.840         | 3.478          | 1.102   | 0.245   |                              |
| 1049.000   | 2.573                     | 1.065             | 1.134    | 0.486          | 4.660          | 2.417   | 0.016   |                              |
| 1051.000   | 0.813                     | 0.072             | 0.149    | -0.288         | 1.914          | 0.758   | 0.448   |                              |
| 1052.1     | 1.051                     | 1.111             | 1.051    | -1.111         | 3.211          | 0.997   | 0.319   |                              |
| 1052.2     | 0.518                     | 0.054             | 0.111    | -0.548         | 2.584          | 0.491   | 0.623   |                              |
| 1054.000   | 1.521                     | 1.101             | 1.211    | -0.395         | 3.397          | 1.263   | 0.207   |                              |
| 1054.000   | 0.588                     | 1.179             | 1.389    | -1.721         | 2.896          | 0.499   | 0.618   |                              |
| 1055.000   | 0.818                     | 1.104             | 1.220    | -1.346         | 2.983          | 0.741   | 0.459   |                              |
| 1056.000   | 1.818                     | 1.169             | 1.317    | 0.330          | 3.150          | 1.804   | 0.421   |                              |
| 1060.000   | 1.980                     | 0.054             | 1.111    | -0.096         | 4.046          | 1.878   | 0.060   |                              |
| 1061.000   | 1.478                     | 1.132             | 1.282    | -0.741         | 3.697          | 1.305   | 0.192   |                              |
| 1065.1     | 0.987                     | 0.000             | 0.000    | 0.987          | 0.987          | 0.987   | 0.984   |                              |
| 1065.2     | 0.987                     | 0.000             | 0.000    | 0.987          | 0.987          | 0.987   | 0.984   |                              |
| 1067.000   | 0.574                     | 1.179             | 1.389    | -1.735         | 2.884          | 0.487   | 0.626   |                              |
| 1070.1     | 2.386                     | 1.111             | 1.235    | 0.465          | 4.305          | 2.147   | 0.033   |                              |
| 1072.1     | 1.966                     | 0.015             | 0.030    | -0.023         | 3.955          | 1.937   | 0.053   |                              |
| 1076.000   | 0.117                     | 1.147             | 1.316    | -1.131         | 2.365          | 0.102   | 0.919   |                              |
| 1076.000   | 0.868                     | 1.197             | 1.597    | -1.791         | 3.518          | 0.543   | 0.587   |                              |
| 1079.000   | 0.560                     | 1.222             | 1.493    | -1.835         | 2.954          | 0.458   | 0.647   |                              |
| 1080.000   | 0.141                     | 1.195             | 1.426    | -1.202         | 2.483          | 0.118   | 0.906   |                              |
| 1084.000   | 1.162                     | 1.182             | 1.389    | -1.182         | 3.522          | 1.106   | 0.269   |                              |
| 1082.000   | 0.085                     | 1.111             | 1.235    | -2.092         | 2.263          | 0.077   | 0.939   |                              |
| 1084.1     | 0.767                     | 1.140             | 1.299    | -1.467         | 3.001          | 0.673   | 0.501   |                              |
| 1087.000   | 1.171                     | 1.107             | 1.235    | -2.062         | 2.405          | 0.150   | 0.886   |                              |
| 1087.000   | 1.111                     | 1.111             | 1.398    | -3.621         | 0.898          | 0.386   | 0.386   |                              |
| 1088.000   | 1.217                     | 0.050             | 0.124    | -0.890         | 3.295          | 1.148   | 0.251   |                              |
| 1092.000   | 0.728                     | 0.072             | 0.146    | -0.274         | 1.746          | 0.679   | 0.496   |                              |
| 1092.000   | 2.067                     | 0.011             | 1.190    | -0.052         | 4.225          | 1.912   | 0.056   |                              |
| 1093.000   | 1.298                     | 1.145             | 1.311    | -0.848         | 3.540          | 1.132   | 0.258   |                              |
| 1093.000   | 2.130                     | 1.083             | 1.112    | 0.083          | 4.198          | 2.020   | 0.043   |                              |
| 1095.000   | 2.516                     | 1.266             | 1.299    | 0.282          | 4.750          | 2.208   | 0.027   |                              |
| 1099.000   | 1.406                     | 1.170             | 1.370    | -0.888         | 3.700          | 1.201   | 0.230   |                              |
| 1102.000   | 1.162                     | 1.153             | 1.395    | -1.153         | 3.476          | 0.984   | 0.325   |                              |
| 1103.000   | 0.728                     | 1.240             | 1.578    | -1.703         | 3.159          | 0.587   | 0.557   |                              |
| 1104.000   | 1.107                     | 1.179             | 1.389    | -1.203         | 3.417          | 0.639   | 0.348   |                              |
| 1109.000   | 0.891                     | 1.205             | 1.461    | -1.314         | 3.095          | 1.093   | 0.274   |                              |
| 1113.000   | 0.535                     | 1.052             | 1.106    | -1.527         | 2.596          | 0.508   | 0.611   |                              |
| 1115.000   | 0.875                     | 1.159             | 1.344    | -1.397         | 3.148          | 0.755   | 0.450   |                              |
| 1116.000   | 0.612                     | 0.953             | 1.129    | -0.953         | 2.181          | 1.211   | 0.903   |                              |
| 1117.1     | 0.138                     | 1.132             | 1.282    | -2.081         | 2.358          | 0.122   | 0.903   |                              |
| 1117.2     | 0.808                     | 1.132             | 1.282    | -1.411         | 3.027          | 0.714   | 0.475   |                              |
| 1118.000   | 0.271                     | 1.271             | 1.614    | -2.007         | 2.548          | 1.199   | 0.231   |                              |
| 1126.000   | 2.576                     | 0.292             | 0.609    | 0.044          | 5.108          | 1.994   | 0.046   |                              |
| 127.000    | 2.252                     | 0.071             | 1.147    | 0.154          | 4.351          | 2.103   | 0.036   |                              |
| 130.000    | 1.950                     | 1.116             | 1.250    | -0.845         | 4.776          | 1.540   | 0.140   |                              |
| 1301.000   | 1.233                     | 1.187             | 1.408    | -1.093         | 3.559          | 1.039   | 0.299   |                              |
| 1303.000   | 1.529                     | 1.250             | 1.563    | -0.921         | 3.979          | 1.224   | 0.221   |                              |
| 1305.000   | 1.050                     | 1.050             | 1.100    | -0.350         | 2.450          | 0.042   | 0.966   |                              |
| 1405.000   | 1.857                     | 1.132             | 1.282    | -0.382         | 4.076          | 1.640   | 0.101   |                              |
| 1408.000   | 1.298                     | 1.150             | 1.308    | -0.106         | 4.489          | 2.055   | 0.040   |                              |
| 1408.000   | 1.258                     | 0.778             | 1.163    | -0.869         | 3.395          | 1.163   | 0.245   |                              |
| 1410.000   | 0.969                     | 1.157             | 1.339    | -1.299         | 3.236          | 0.837   | 0.402   |                              |
| 1412.000   | 0.819                     | 0.011             | 1.190    | -1.319         | 2.958          | 0.751   | 0.453   |                              |
| 1412.000   | 1.927                     | 1.256             | 1.578    | -0.833         | 4.446          | 1.446   | 0.148   |                              |
| 1413.2     | 2.744                     | 1.255             | 1.266    | 0.538          | 4.949          | 2.439   | 0.015   |                              |
| 1413.3     | 1.573                     | 1.125             | 1.266    | -0.632         | 3.778          | 1.398   | 0.162   |                              |
| 1413.4     | 1.203                     | 1.203             | 1.446    | -1.446         | 3.891          | 0.699   | 0.499   |                              |
| 1413.5     | 1.642                     | 1.255             | 1.266    | -0.584         | 3.847          | 1.459   | 0.145   |                              |
| 1414.000   | 1.475                     | 1.118             | 1.250    | -0.716         | 3.667          | 1.320   | 0.187   |                              |
| 1420.000   | 0.807                     | 1.484             | 2.204    | -1.894         | 0.682          | 1.508   | 0.060   |                              |
| 1422.000   | 0.868                     | 1.162             | 1.351    | -1.410         | 3.147          | 0.747   | 0.455   |                              |
| 1423.000   | 1.085                     | 1.195             | 1.426    | -1.278         | 3.407          | 0.891   | 0.373   |                              |
| 1424.000   | 0.861                     | 0.961             | 1.114    | -0.803         | 2.524          | 0.694   | 0.422   |                              |
| 1425.000   | 4.893                     | 1.124             | 1.264    | 2.690          | 7.097          | 4.352   | 0.000   |                              |
| 1429.000   | 0.575                     | 0.983             | 1.163    | -0.351         | 1.701          | 0.630   | 0.599   |                              |
| 1430.000   | 0.885                     | 1.145             | 1.308    | -1.145         | 3.115          | 1.033   | 0.103   |                              |
| 1433.1     | 0.070                     | 0.072             | 1.148    | -2.031         | 2.171          | 0.085   | 0.948   |                              |
| 1433.2     | 0.823                     | 1.148             | 1.178    | 0.025          | 1.871          | 0.861   | 0.381   |                              |
| 1433.3     | 1.456                     | 0.072             | 1.148    | -0.642         | 3.560          | 1.391   | 0.174   |                              |
| 1435.000   | 0.849                     | 1.125             | 1.266    | -1.356         | 3.054          | 0.755   | 0.450   |                              |
| 1436.000   | 1.878                     | 1.111             | 1.235    | -0.700         | 3.655          | 1.330   | 0.453   |                              |
| 1436.000   | 0.989                     | 1.348             | 1.818    | -0.717         | 3.699          | 0.695   | 0.506   |                              |
| 1437.2     | 1.034                     | 1.348             | 1.818    | -1.009         | 3.676          | 0.767   | 0.443   |                              |
| 1438.000   | 0.823                     | 1.034             | 1.068    | -0.456         | 3.144          | 0.603   | 0.548   |                              |
| 1438.1     | 0.823                     | 1.04              | 1.220    | -1.342         | 2.987          | 0.745   | 0.456   |                              |
| 1438.2     | 0.823                     | 1.04              | 1.220    | -1.342         | 2.987          | 0.745   | 0.456   |                              |
| 1438.3     | 2.215                     | 1.034             | 1.068    | 0.456          | 3.984          | 0.909   | 0.363   |                              |
| 1438.4     | 1.008                     | 1.336             | 1.786    | -1.611         | 3.628          | 0.755   | 0.450   |                              |
| 1439.3     | 0.376                     | 1.336             | 1.786    | -1.243         | 3.995          | 1.030   | 0.303   |                              |
| 1440.000   | 0.723                     | 1.336             | 1.786    | -1.342         | 3.791          | 0.541   | 0.586   |                              |
| 1440.1     | 1.215                     | 1.125             | 1.266    | -0.990         | 3.420          | 1.080   | 0.280   |                              |
| 1440.2     | 1.230                     | 1.125             | 1.266    | -0.975         | 3.435          | 1.093   | 0.274   |                              |
| 1441.3     | 0.564                     | 1.143             | 1.308    | -1.054         | 2.184          | 0.454   | 0.646   |                              |
| 1441.2     | 2.009                     | 0.069             | 1.143    | -0.086         | 4.104          | 1.879   | 0.060   |                              |
| 1441.3     | 0.880                     | 0.036             | 0.074    | -1.351         | 2.711          | 0.656   | 0.512   |                              |
| 1441.4     | 0.858                     | -0.173            | 0.074    | -0.173         | 3.889          | 1.793   | 0.073   |                              |
| 1441.5     | 1.129                     | 0.036             | 0.074    | -0.002         | 3.180          | 1.089   | 0.276   |                              |
| 1446.1     | 1.900                     | 1.179             | 1.389    | -0.410         | 4.209          | 1.612   | 0.107   |                              |
| 1446.2     | 0.535                     | 1.174             | 1.374    | -1.714         | 2.783          | 1.338   | 0.181   |                              |
| 1446.3     | 1.103                     | 0.048             | 0.009    | 0.952          | 3.158          | 1.052   | 0.293   |                              |
| 1446.4     | 1.745                     | 0.068             | 0.005    | -0.406         | 3.897          | 1.590   | 0.112   |                              |
| 1447.1     | 0.581                     | 1.318             | 1.742    | -1.332         | 3.532          | 0.737   | 0.461   |                              |
| 1447.2     | 5.195                     | 1.140             | 1.299    | 2.961          | 7.429          | 4.559   | 0.000   |                              |
| 1459.000   | 2.016                     | 1.222             | 1.493    | -0.379         | 4.410          | 1.650   | 0.099   |                              |
| 1501.000   | 0.813                     | 1.330             | 1.788    | -1.203         | 3.833          | 2.266   | 0.023   |                              |
| 1501.000   | 1.247                     | 1.170             | 1.370    | -1.047         | 3.541          | 1.096   | 0.287   |                              |
| 1502.000   | 1.105                     | 1.165             | 1.357    | -1.178         | 3.388          | 0.949   | 0.343   |                              |
| 1503.000   | 0.289                     | 0.047             | 0.009    | -0.056         | 0.681          | 1.236   | 0.216   |                              |
| 1503.2     | 1.068                     | 1.195             | 1.266    | -1.137         | 3.273          | 0.949   | 0.343   |                              |
| 1506.000   | 0.909                     | 1.195             | 1.429    | -1.434         | 3.251          | 0.760   | 0.447   |                              |
| 1508.000   | 0.185                     | 1.033             | 1.068    | -1.033         | 2.350          | 2.901   | 0.004   |                              |
| 1508.000   | 1.080                     | 0.213             | 0.047    | 1.080          | 1.080          | 0.890   | 0.37    |                              |

## EK 5 - BİRİNCİL ÇALIŞMALARA İLİŞKİN ÖRNEKLEM BÜYÜKLÜKLERİ

| Çalışma Kodu | Deney Grubu Örneklem<br>Büyükliği | Kontrol Grubu Örneklem<br>Büyükliği |
|--------------|-----------------------------------|-------------------------------------|
| 1001         | 25                                | 25                                  |
| 1003         | 22                                | 22                                  |
| 1004         | 37                                | 34                                  |
| 1005         | 30                                | 30                                  |
| 1006         | 30                                | 30                                  |
| 1007         | 108                               | 104                                 |
| 1008         | 33                                | 21                                  |
| 1009         | 30                                | 30                                  |
| 1010         | 41                                | 41                                  |
| 1012         | 27                                | 30                                  |
| 1015-1       | 44                                | 40                                  |
| 1015-2       | 44                                | 40                                  |
| 1016         | 64                                | 64                                  |
| 1017         | 20                                | 23                                  |
| 1020         | 79                                | 81                                  |
| 1022         | 100                               | -----                               |
| 1023         | 19                                | 18                                  |
| 1024         | 24                                | 26                                  |
| 1026-1       | 29                                | 33                                  |
| 1026-2       | 29                                | 33                                  |
| 1028         | 150                               | 150                                 |
| 1031         | 42                                | 42                                  |
| 1034         | 38                                | 38                                  |
| 1035         | 30                                | 30                                  |
| 1036         | 32                                | 30                                  |
| 1039         | 21                                | 21                                  |
| 1040         | 30                                | 30                                  |
| 1041-1       | 20                                | 22                                  |
| 1041-2       | 20                                | 22                                  |
| 1041-3       | 20                                | 22                                  |
| 1041-4       | 20                                | 22                                  |
| 1042-1       | 9                                 | 8                                   |
| 1042-2       | 9                                 | 9                                   |
| 1042-3       | 34                                | 30                                  |
| 1043         | 94                                | -----                               |
| 1048         | 35                                | 35                                  |
| 1049         | 14                                | -----                               |
| 1051         | 16                                | 16                                  |
| 1052-1       | 25                                | 28                                  |
| 1052-2       | 20                                | 22                                  |
| 1052-3       | 34                                | 31                                  |
| 1054         | 28                                | 28                                  |
| 1055         | 37                                | 40                                  |
| 1056         | 25                                | 27                                  |

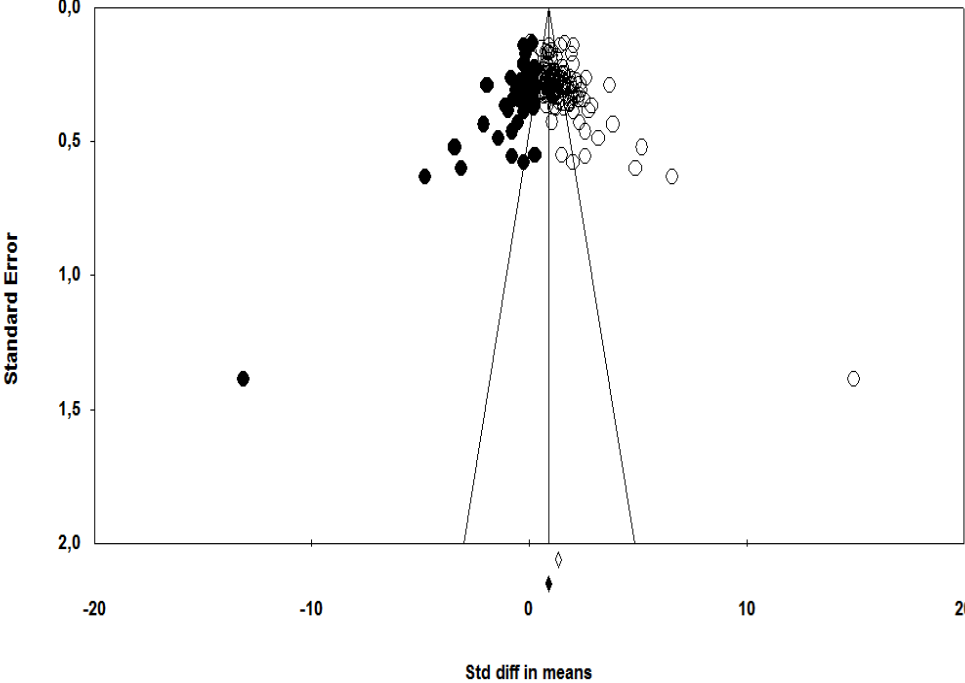
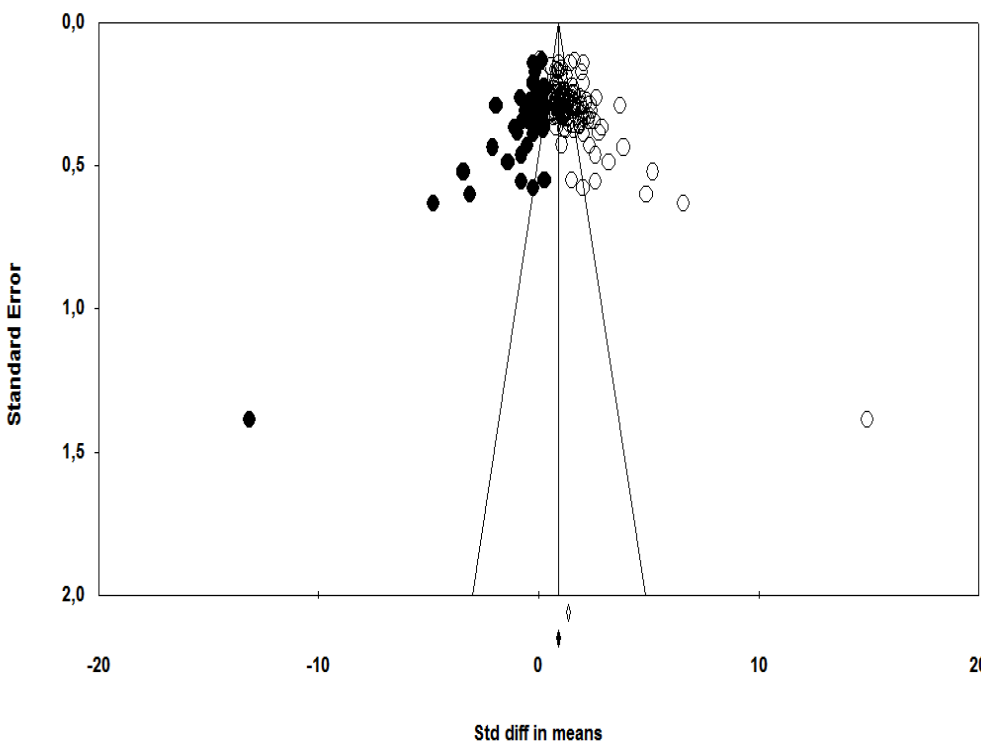
|        |     |       |
|--------|-----|-------|
| 1059   | 29  | 29    |
| 1061   | 40  | 40    |
| 1065-1 | 35  | 35    |
| 1065-2 | 35  | 35    |
| 1067   | 30  | 30    |
| 1072-1 | 36  | 35    |
| 1072-2 | 36  | 35    |
| 1076   | 35  | 35    |
| 1077   | 30  | 30    |
| 1079   | 32  | 31    |
| 1080   | 33  | 34    |
| 1081   | 28  | 23    |
| 1082   | 114 | 114   |
| 1084-1 | 24  | 20    |
| 1084-2 | 23  | 20    |
| 1087   | 27  | 23    |
| 1088   | 24  | 23    |
| 1089   | 21  | 22    |
| 1092   | 26  | 27    |
| 1093   | 22  | 22    |
| 1094   | 30  | ----- |
| 1095   | 30  | 30    |
| 1099   | 28  | ----- |
| 1102   | 12  | ----- |
| 1103   | 36  | 31    |
| 1104   | 30  | 32    |
| 1110   | 30  | 30    |
| 1113   | 33  | 32    |
| 1115   | 79  | 71    |
| 1116   | 79  | 41    |
| 1117-1 | 26  | 25    |
| 1117-2 | 27  | 25    |
| 1118   | 25  | 25    |
| 1126   | 20  | ----- |
| 1127   | 30  | ----- |
| 1903-E | 30  | 30    |
| 1301   | 24  | 22    |
| 1303   | 47  | 54    |
| 1401   | 27  | 27    |
| 1405   | 25  | 20    |
| 1406   | 18  | 18    |
| 1409   | 35  | 35    |
| 1410   | 30  | 20    |
| 1412   | 23  | 23    |
| 1413-1 | 127 | ----- |
| 1413-2 | 32  | ----- |
| 1413-3 | 36  | ----- |
| 1413-4 | 30  | ----- |

|        |    |       |
|--------|----|-------|
| 1413-5 | 29 | ----- |
| 1414   | 30 | 30    |
| 1416   | 30 | 26    |
| 1422   | 24 | 24    |
| 1423   | 13 | 12    |
| 1424   | 28 | ----- |
| 1425   | 22 | 22    |
| 1428   | 32 | 30    |
| 1432-1 | 37 | 31    |
| 1433-1 | 33 | 30    |
| 1433-2 | 34 | 31    |
| 1433-3 | 28 | 28    |
| 1435   | 47 | 45    |
| 1436   | 36 | 36    |
| 1437-1 | 23 | 26    |
| 1437-2 | 30 | 35    |
| 1437-3 | 21 | 20    |
| 1438-1 | 30 | ----- |
| 1438-2 | 30 | ----- |
| 1439-1 | 25 | 24    |
| 1439-2 | 31 | 37    |
| 1439-3 | 21 | 19    |
| 1439-4 | 36 | 43    |
| 1440-1 | 24 | 25    |
| 1440-2 | 24 | 24    |
| 1441-1 | 20 | 21    |
| 1441-2 | 31 | 28    |
| 1441-3 | 18 | 21    |
| 1441-4 | 23 | 21    |
| 1441-5 | 24 | 28    |
| 1446-1 | 23 | ----- |
| 1446-2 | 23 | ----- |
| 1446-3 | 23 | ----- |
| 1446-4 | 23 | ----- |
| 1447-1 | 32 | 32    |
| 1447-2 | 32 | 32    |
| 1451   | 68 | 65    |
| 1452   | 53 | 53    |
| 1501   | 18 | 16    |
| 1502   | 29 | 33    |
| 1503-1 | 69 | 71    |
| 1503-2 | 69 | 71    |
| 1506   | 77 | 76    |
| 1507   | 19 | 19    |
| 1508   | 31 | 29    |
| 1601   | 30 | 30    |
| 1701   | 30 | 30    |
| 1703   | 20 | 20    |

|        |    |       |
|--------|----|-------|
| 1704   | 40 | 40    |
| 1705   | 12 | ----- |
| 1707   | 15 | ----- |
| 1902   | 40 | 38    |
| 1903-1 | 91 | 84    |
| 1903-2 | 91 | 84    |
| 1905   | 25 | 23    |
| 4001-1 | 22 | 33    |
| 4001-2 | 31 | 35    |

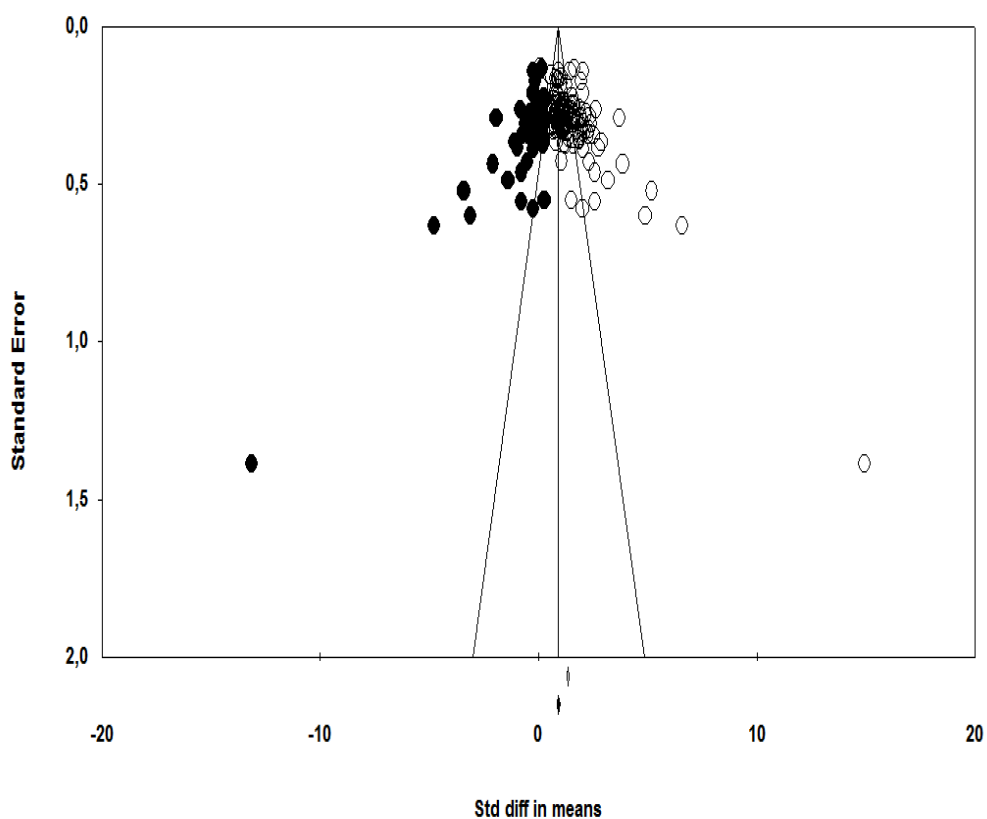


EK 6 - HUNİ DİYAGRAMLARI

| k   | ÖRNEKLEM HATA VARYANSI                                                                                                                                                        |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 149 | <p data-bbox="580 376 1161 405">Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means</p>     |
| 298 | <p data-bbox="600 1153 1187 1182">Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means</p>  |

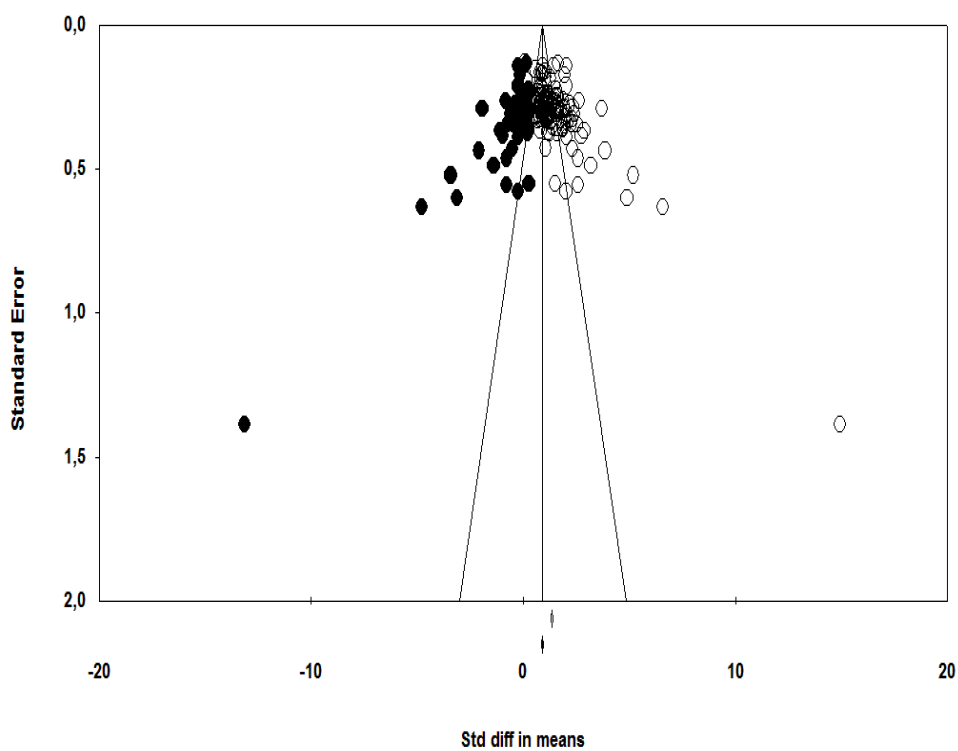
894

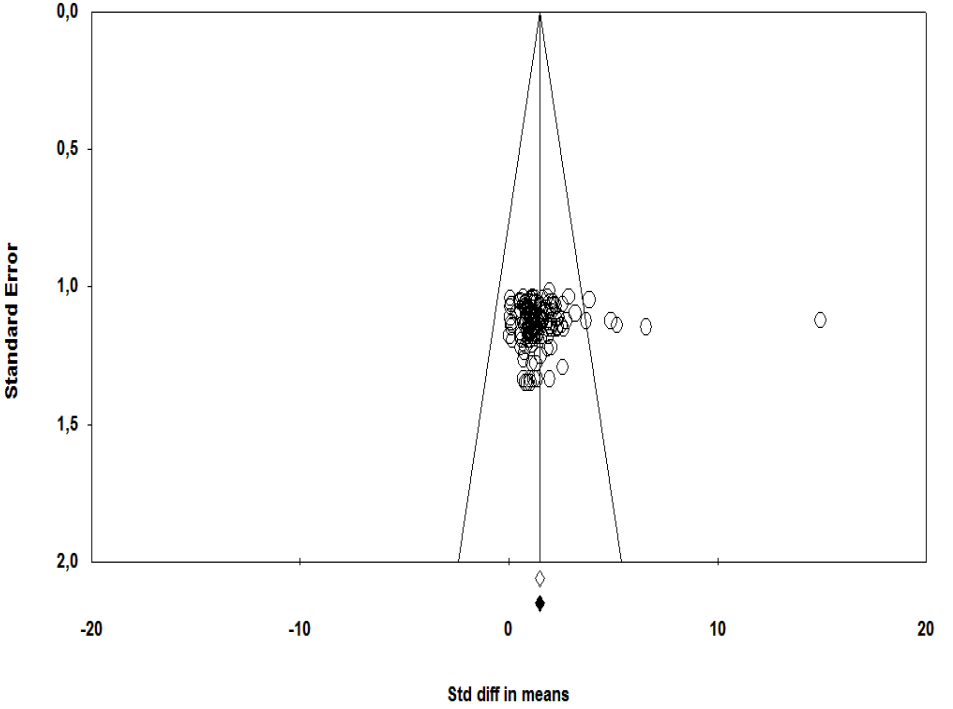
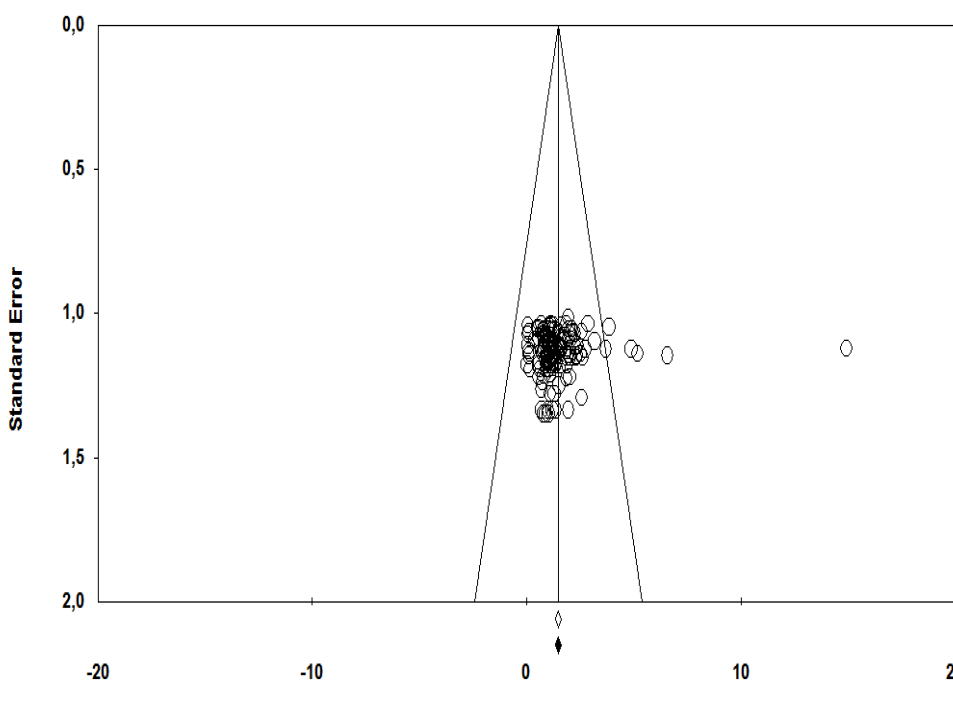
Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means



1490

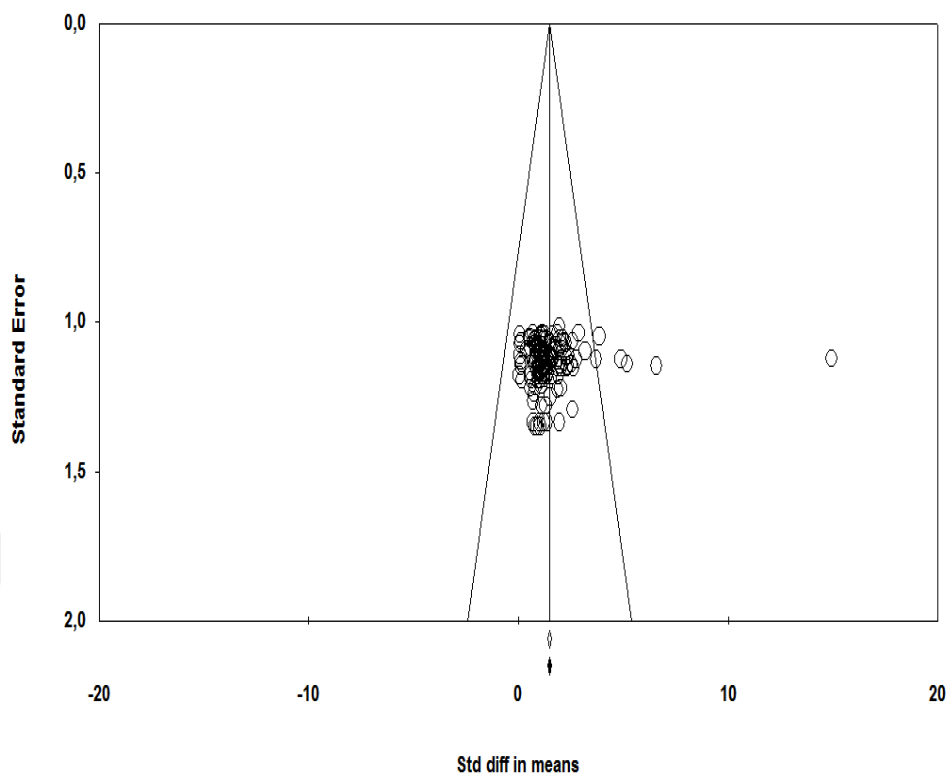
Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means



| k   | GÜVENİRLİK KATSAYISI                                                                                                                                                          |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 149 | <p data-bbox="598 297 1157 331">Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means</p>     |
| 298 | <p data-bbox="606 1104 1173 1137">Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means</p>  |

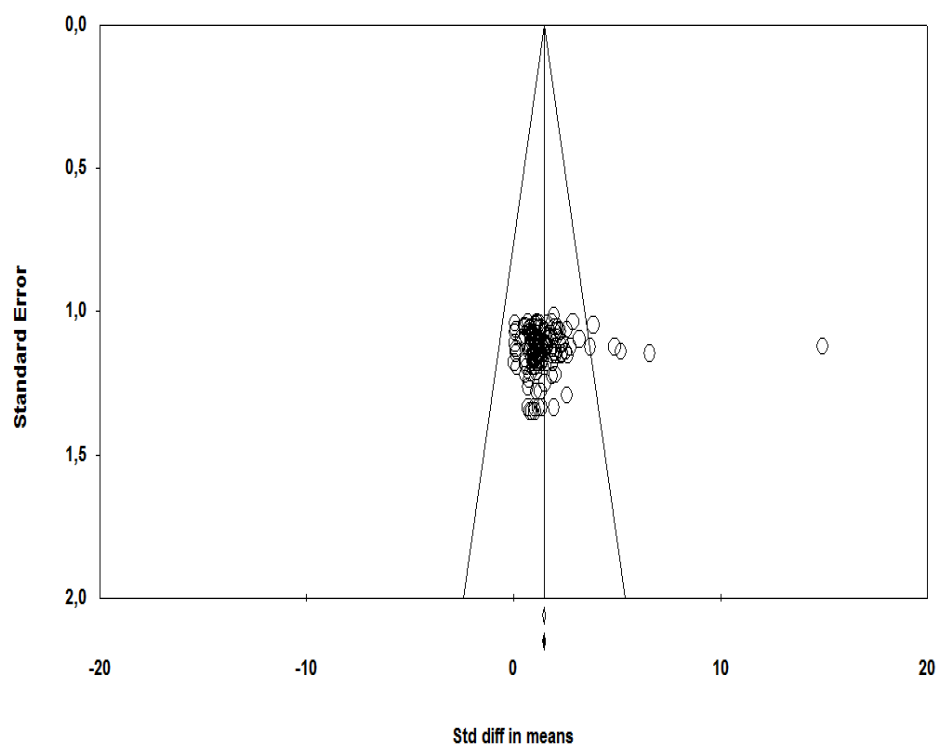
894

Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means



1490

Funnel Plot of Standard Error by Std diff in means





*GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR..*

