

Biyoloji Eğitiminde Araştırmaya Dayalı Öğretim Stratejisinin Öğrenme Çıktılarına Etkileri Üzerine Sistemik Literatür Taraması

Sinem Ödün-Başkıran¹ Hünkar Korkmaz²

Öz

Bu araştırmanın amacı biyoloji eğitiminde araştırmaya dayalı öğretim stratejisinin (ADÖS) ortaöğretim öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerine etkilerini inceleyen çalışmalarını sistemik bir literatür taraması yaparak incelemek ve çalışmaların yöntem niteliklerini bu çalışma kapsamında uyarlanan makale değerlendirme ölçütüne göre değerlendirmektir. Bu amaç kapsamında EBSCOhost, Australian Education Index, Wiley Online Library ve TR Dizin veri tabanlarına erişilmiştir. Toplam 452 makale veri havuzuna alınmış olup, 14 makale nihai inceleme sürecine dahil edilmiştir. İncelenen makaleleri değerlendirmek amacıyla makale değerlendirme formu iki farklı çalışmadan uyarlanarak geliştirilmiştir. Yapılan sistemik literatür taraması sonucunda, yapılan çalışmalarda ortaöğretim biyoloji eğitiminde ADÖS'ün, öğrencilerin konu ile ilgili öğrenmelerini, üst bilişsel becerilerini, eleştirel düşünme becerilerini, analitik düşünme becerilerini, kavramsal anlamalarını, bilimsel akıl yürütme becerilerini, gözlem becerilerini, bilimsel süreç becerilerini, duyuşsal becerilerini, takım çalışması yapabilme ve öğrenmeleri üzerinde denetim geliştirme gibi farklı alanlardaki öğrenme becerilerini geliştirdiği ve ayrıca araştırmaya dayalı biyoloji öğretiminin bilginin kalıcılığına da olumlu etkisi olduğu gözlenmiştir. Bu makalede tanımlanan metodolojik sınırlılıklar çerçevesinde ve yapılan çalışma içeriklerinin analizi sonucunda ileride yapılacak ADÖS ile biyoloji öğretimi içeren çalışmalarda istatistiksel önem ile birlikte etki büyüklüğünün rapor edilmesi ve uygulama basamaklarının detaylandırılması önerilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Araştırmaya dayalı öğretim, Biyoloji eğitimi, Ortaöğretim, Öğrenme çıktısı

Abstract

This study aims to conduct a systematic literature review about the articles that examine the effects of inquiry-based biology teaching on high school students' learning outcomes and investigate the methodological quality of studies according to the revised quality assessment tool. EBSCOhost, Australian Education Index, Wiley Online Library, and TR Dizin were accessed to conduct a systematic literature review. A total of 452 articles were included in the data set, and finally, 14 articles were systematically reviewed. The quality assessment tool was developed by revising tools to examine the methodological quality of the included studies. This review identified that inquiry-based biology teaching positively affects metacognitive skills, critical thinking skills, analytical thinking skills, conceptual understanding, scientific reasoning skills, observation skills, scientific process skills, affective skills, collaborative working skills, and self-control skills of high school students. Moreover, inquiry-based biology teaching improves the long-term retention of knowledge. According to the methodological limitations identified in this study, it is suggested that in future research studies that involve inquiry-based biology teaching, statistical significance with effect size and step by step explanation of educational intervention should be given.

¹ Sinem Ödün-Başkıran, Biyoloji Öğretmeni, TED Ankara Koleji Vakfı Özel Lisesi, sodun@tedankara.k12.tr

² Hünkar Korkmaz, Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, hunkar@hacettepe.edu.tr

Keywords: Inquiry-based teaching, Biology education, High school, Learning outcome

Giriş

İnsanlık tarihi boyunca toplumlar endüstri devrimleri ışığında şekillenmiştir. Günümüzde toplumlar bilgi teknolojileri ve biyoteknoloji gibi teknolojik gelişmelerin ışığında ilerlemektedir. Teknolojik gelişmelerin yön verdiği günümüz toplumunda var olabilmek için iletişim becerileri yüksek, adaptasyon yeteneği olan ve yaşam boyu öğrenebilme becerisine sahip iyi eğitilmiş bireyler olabilmek önem kazanmaktadır (Reiss, Millar ve Osborne, 1999). Bu nitelikteki iş gücünü yetiştirebilmenin ise en temel yolu eğitimidir.

Fen bilimleri dersleri günümüz toplumlarına gereken iş gücünü sağlayan niteliklere sahip bireyleri yetiştirmek için önem arz etmektedir. Korkmaz (2004) fen bilimlerini doğayı ve doğal süreçleri sistemli olarak inceleme, henüz üzerine gözlem yapılmamış olayları tahmin etme çabaları olarak tanımlamış ve çağın gerektirdiği niteliklere sahip insanları yetiştirmek için fen eğitiminin niteliğinin sürekli geliştirilmesi gerektiğini belirtmiştir. Bu bağlamda öğretim programları, içinde bulunulan çağın gereklerine uygun olarak bilim ve teknolojiadaki gelişmelere paralel bir şekilde sürekli geliştirilmeli ve güncellenmelidir. Cumhuriyetten itibaren 2000'li yıllara kadar biyoloji dersi öğretim programlarında altı kez değişiklik yapılmış, 2000 yılından sonra ise mevcut program üç kez güncellenmiştir. 2018 yılında güncellenerek uygulamaya konulan ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı kararlı, girişimci, problem çözebilen, eleştirel düşünen, topluma ve kültüre katkı sağlayan, empati yapabilen, iletişim becerilerine sahip, vb. niteliklerdeki bireyleri topluma kazandırmayı amaçlamaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2018). Programın uygulanmasında dikkat edilecek hususlarda, yaparak ve yaşayarak öğrenmenin kalıcı öğrenme sağladığından uygun kazanımlarda mutlaka deney ve gözlemlere yer verilmesi gerektiği; araştırma, gözlemlenebilirlik ve inceleme yöntemleri uygulamaları yaptırılması gerektiği ayrıca performans çalışmaları, etkinlik ve deneylerin öğretmen rehberliğinde yapılandırılıp uygulanması gerektiği ifadelerine yer verilmiştir (MEB, 2018). Demirel (2015) eğitim programlarının başarılı olmasının seçilen öğrenme ve öğretme modellerine bağlı olduğunu belirtmiştir.

Araştırmaya dayalı öğretim öğrenci merkezli bir öğretim stratejisidir. Bu yaklaşımda öğrenme süreci boyunca öğrencilerin araştırmalar ve incelemeler yoluyla aktif katılımları sağlanarak (Demirel, 2015), eleştirel düşünme becerileri geliştirilir (Duran, 2015; Duran ve Dökme, 2018) ve en az bir öğrenme yaşantısının öğrencilerin ilgisi ve merakı çerçevesinde yapılandırılmasına olanak sağlanır (Saunders-Stewart, Gyles ve Shore, 2012). Araştırmaya dayalı öğretim stratejisinin (ADÖS) temelini oluşturan sorgulama/araştırma (inquiry) kavramı, meraklılık ve zihnin çok soru sorma halinde olması şeklinde tanımlanır (National Research Center, 2000). Llewellyn (2014) ise araştırma kavramını; bilim, sanat ve hayal gücünün ruhu şeklinde ifade etmiştir.

Ülkemizde 2010-2020 yılları arasında yapılmış ADÖS ile ilköğretim öğrencilerine fen bilimleri öğretimini içeren çalışmalar Ulusal Tez Merkezi üzerinden incelendiğinde, araştırmaya dayalı fen bilimleri öğretiminin öğrencilerin akademik başarı (Bilir, 2015; Çamlıbel, 2018; Çeliksöz, 2012; Dal, 2019; Korkman, 2018; Ebre-Ozan, 2018; Özkanbaş, 2018; Sağdıç, 2018; Tekin, 2019; Varlı, 2018; Yerlikaya, 2019; Yıldırım, 2012), fen derslerine yönelik tutum (Cin, 2018; Çeliksöz, 2012; Çıtak, 2016; Kaplan-Parsa, 2016; Keçeci, 2014; Saylan-Kırmızıgül, 2019; Tekin, 2019) bilimsel süreç becerileri (Çeliksöz, 2012; Keçeci, 2014; Koyunlu-Ünlü, 2015; Özkarabacak, 2019; Sağdıç, 2018; Şahintepe, 2018; Tekin, 2019; Yıldırım, 2012) kavramsal anlama (Cin, 2018; Gül-Kırıcı, 2019; Sağdıç, 2018), kavramsal değişim (Yıldırım, 2012), bilgi kalıcılığı (Çeliksöz, 2012), öz düzenleme (Varlı, 2018), öz yeterlilik (Dal, 2019; Ebre-Ozan, 2018), bilimsel yaratıcılık (Gül-Kırıcı, 2019), epistemolojik inanç (Cin, 2018), mantıksal düşünme (Özkanbaş, 2018); üst bilişsel farkındalık (Şahintepe, 2018), sorgulayıcı öğrenme (Çıtak, 2016; Kaplan-Parsa, 2016) ve yaratıcı düşünceleri (Kaplan-Parsa, 2016) üzerine olumlu etkileri olduğu gözlenmektedir.

Ortaöğretim fen bilimleri öğretiminde ADÖS'ün kullanımına yönelik 2010-2020 yılları arasında yapılmış çalışmalar Ulusal Tez Merkezi üzerinden incelendiğinde ise araştırmaya dayalı fizik ve biyoloji öğretiminin öğrencilerin başarılarını olumlu etkilediği gözlenmiştir (Can-Şen, 2010; Çakıcı, 2019; Göreci-Keskin, 2019). Ayrıca ADÖS ile fen bilimleri öğretimi, öğrencilerin epistemolojik inançlarını olumlu etkilemektedir (Göreci-Keskin, 2019).

Alan yazın incelendiğinde ayrıca araştırmaya dayalı öğretim ile ilgili meta-analiz (Akkaya, 2019; Aktamış, Hiçde ve Özden, 2016), literatür taraması (Boğar, 2019) ve değerlendirme çalışmaları (Sarı ve Şaşmaz-Ören, 2020) yapıldığı belirlenmiş ve bu çalışmalar arasında literatür çalışmasının niceliksel olarak az olduğu gözlenmiştir.

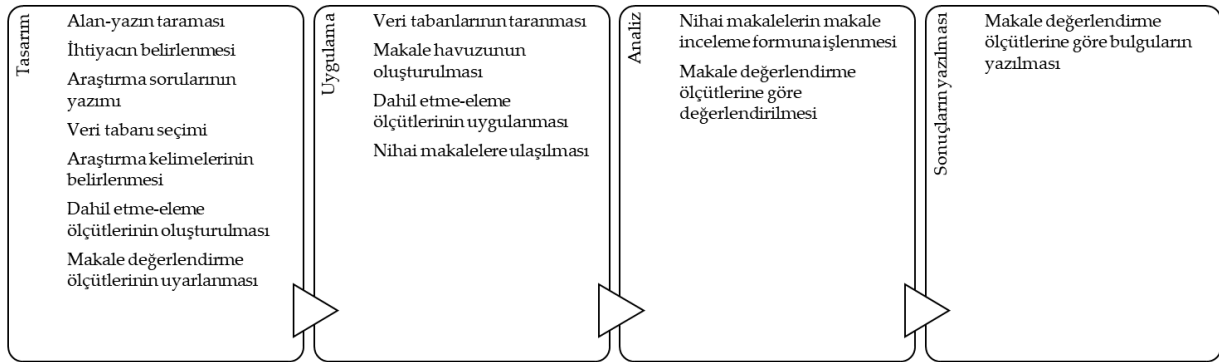
Bu konuda daha fazla literatür çalışması yapılmasına şu nedenlerden dolayı ihtiyaç vardır: Daha önce yapılan çalışmaların (1) ilköğretim öğrencileri, lisans öğrencileri, öğretmenler veya öğretmen adayları ile yürütülen çalışmaları içermesi ve ortaöğretim biyoloji öğrencileri üzerine yapılmış bir literatür inceleme çalışmasının sınırlı sayıda bulunması, (2) yöntem açısından değerlendirilmemesi, (3) eleme ve dahil etme ölçütlerinin detaylı verilmemesidir. Bu bağlamda araştırmanın amacı, biyoloji eğitiminde ADÖS'ün ortaöğretim öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerine etkilerini inceleyen çalışmaları sistematik bir literatür taraması yaparak incelemek ve çalışmaların yöntem niteliklerini bu çalışma kapsamında uyarlanan makale değerlendirme ölçütüne göre değerlendirmek olarak belirlenmiştir. Bu amaçla yapılan literatür çalışmasının araştırma soruları "Ortaöğretim biyoloji eğitiminde ADÖS'ün öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerine etkileri nelerdir?" ve "İncelenen makalelerin değerlendirme ölçütüne göre yöntem nitelikleri nasıldır?" şeklinde belirlenmiştir.

Yöntem

Bir literatür tarama çalışması olarak tasarlanan bu çalışmanın deseni, Snyder 'ın (2019) belirttiği gibi araştırma sorusu ve amacı doğrultusunda sistematik literatür incelemesi olarak belirlenmiştir.

Literatür inceleme çalışmaları; “geleneksel-yarı sistematik (semi-systematic, narrative)”, “sistematik (systematic review)”, “eleştirel (critical, integrative)” ve “meta-analiz” şeklinde sınıflandırılmaktadır (Davis, Mengersen, Bennett ve Mazerolle, 2014; Karaçam, 2013; Snyder, 2019). *Geleneksel inceleme*, bir konuda yayınlanmış çalışmaların üzerinde inceleme yaparak sonuçlarını sentezleyen çalışmalar olup genellikle yazarın tecrübesine dayanır ve inceleme yapılırken kullanılan yöntemlerden bahsedilmez (Cipriani ve Geddes, 2003). *Sistematik inceleme*, bir probleme çözüm oluşturmak için, o alanda yayınlanmış tüm çalışmaların taranarak, önceden belirlenen ölçütler yoluyla hangi araştırmaların literatür incelemesine dahil edileceğinin tespit edilmesi ve bu çalışmalardan elde edilen bulguların sentezlenmesidir (Davis ve diğerleri, 2014; Snyder, 2019). *Eleştirel inceleme* ise çalışmanın amacını değerlendirmek, eleştirmek ve araştırma konusunda literatürü sentezleyerek yeni teorik çerçeveler ve bakış açıları oluşturmaktır (Torraco, 2005). *Meta-analiz*, sistematik incelemeye dâhil edilen çalışmaların bulgularını birleştirerek etkisini belirlemek için kullanılan bir istatistiksel tekniktir (Davis ve diğerleri, 2014). Uygun sistematik inceleme çalışmaları meta-analizin istatistiksel yöntemlerini içermektedir (Whittemore ve Knafl, 2005).

Bu çalışma, araştırma sorusu ve amacı dikkate alındığında yukarıda verilen literatür incelemesi çalışmalarından sistematik literatür inceleme çalışmasının Snyder (2019) tarafından tanımlanan basamakları dikkate alınarak “literatür taramasının tasarımı”, “literatür taramasının uygulanması”, “seçilen makalelerin analizi” ve “sonuçların yazılması” sırası takip edilerek yürütülmüştür. Şekil 1’de bu çalışma kapsamında izlenen sistematik literatür tarama uygulama basamakları verilmiştir.



Şekil 1. Bu Çalışmada Uygulanan Sistematik Literatür Taraması İşlem Basamakları

Veri Seti ve Veri Tabanı Seçimi

Bu çalışmanın nihai veri seti, dört veri tabanında yer alan 2010-2020 yılları arasında yayımlanmış toplam 14 araştırma makalesinden oluşmaktadır. Araştırmacıların görev yaptığı kurumların erişim izni bulunan EBSCOhost, Australian Education Index, Wiley Online Library, TR Dizin veri tabanlarında taranan uluslararası ve ulusal dergilerde yayımlanan makaleler kullanılmıştır. Bu dört veri tabanı, kurumsal erişim izni olması ve eğitim ile ilgili çok sayıda kaynak sunması nedeniyle seçilmiştir.

Literatür Tarama Süreci

Veri tabanları Haziran-Temmuz 2020 tarihlerinde ayrı ayrı araştırılmıştır. Her veri tabanı için farklı filtreleme seçenekleri kullanılmıştır (EK- 1). Hakemli dergilerde yayınlanan makaleler birincil veri seti olarak araştırmaya dahil edilmiş olup, ikincil veri seti olarak değerlendirilen kitaplar, raporlar, tezler, web sitelerinde yayımlanan yayınlar, konferans materyalleri ve hakemli olmayan dergi makaleleri çalışmaya dahil edilmemiştir.

Literatür taraması esnasında "ADÖS", "lise öğrencileri" ve "biyoloji eğitimi" kavramları bu çalışmanın anahtar kelimeleri olarak belirlenmiştir. İngilizce yayımlanan makalelere ulaşabilmek için İngilizce kelimelerle de tarama yapılmıştır. Birbiri yerine geçen pek çok farklı terim kullanılarak kapsam genişletilmiştir. Örneğin alan yazında "inquiry-based learning", "inquiry based teaching", "inquiry guided learning", "inquiry guided teaching", "inquiry learning", "inquiry teaching", "open inquiry", "guided inquiry", "inquiry approach" veya "inquiry strategy" kavramları araştırmaya dayalı öğretime karşılık gelmesi sebebiyle araştırma sırasında arama kelimeleri olarak kullanılmıştır. Her anahtar kavram için kullanılan arama terimleri veya / ve bağlaçları kullanılarak (Boolean operator- OR/ AND) bağlanmış ve çıkan sonuçlar araştırmanın amacı çerçevesinde daraltılmıştır.

Snyder (2019) literatür taraması yaparken süreç ve izlenecek protokol için pilot uygulama yapılmasının uygun olduğunu belirtmiştir. Arama terimlerinin ve dahil etme ölçütlerinin küçük bir örneklem üzerinde denendikten sonra esas literatür taramasına geçilmesini önermiştir. Örneklem seçerken sürecin birkaç defa tekrar edilerek son örneklemin belirlenmesinin yaygın bir uygulama olduğunu belirtmiştir. Bu bilgiler ışığında bu çalışmada, her bir veri tabanında arama kelimelerine son halini verene kadar denemeler yapılmıştır. Makale havuzu oluşturulduktan sonra eleme ölçütlerine göre aynı makalelere ulaşılan kadar makale havuzundan birkaç defa eleme yapılarak çalışma örneklemine son hali verilmiştir.

Dahil Etme / Dışlama (Eleme) Kriterleri

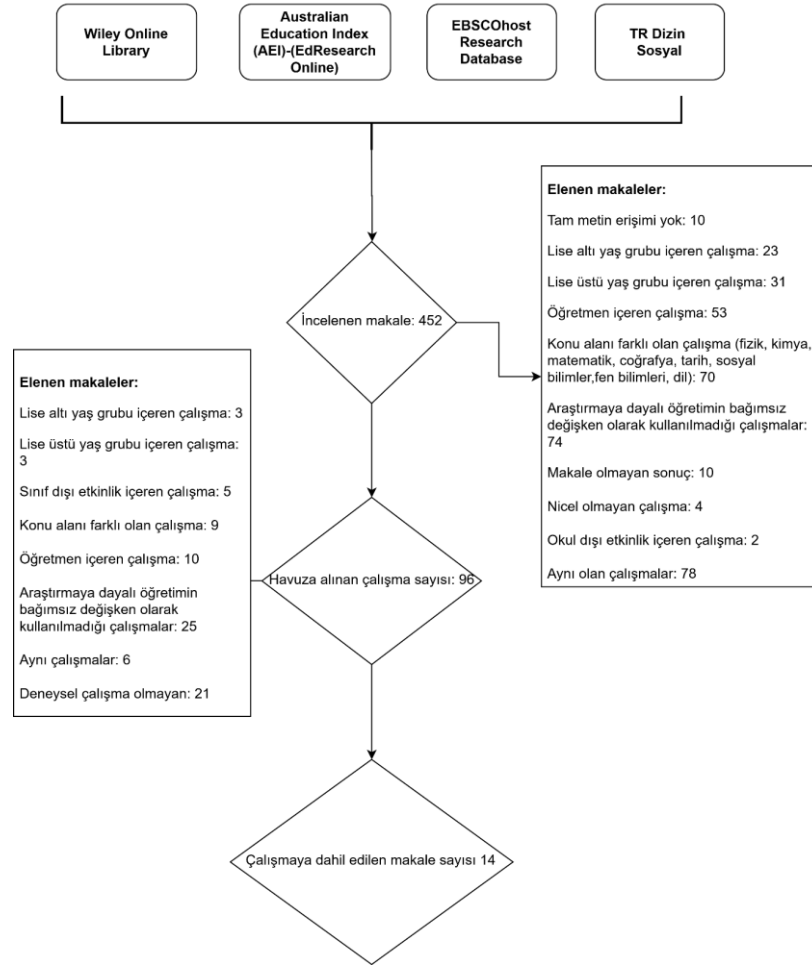
Ulusal ve uluslararası alan yazına hâkim olmak amacıyla İngilizce ve Türkçe yazılmış ve hakemli dergilerde yayınlanmış orijinal araştırma makaleleri çalışmaya dahil edilmiştir. Güncel

çalışmaların incelenmek istenmesi sebebiyle 2010-2020 yılları arasında konu ile ilgili yayınlanan makaleler veri tabanlarında taranmıştır. Bağımsız değişkeni “ADÖS” olan makaleler bu çalışmaya dahil edilmiştir. Bağımsız değişkeni ADÖS olan çalışmalardan sınıf dışı etkinlik içeren çalışmalar elenmiştir. Veri toplama ve analizinde nicel yöntemleri kullanan makaleler dahil edilmiş, nitel veri içeren çalışmalar elenmiştir. Karma yöntemli çalışmaların nicel veri kısmı bu çalışmanın amacı doğrultusunda seçilmiş, nitel veriler bu çalışmaya dahil edilmemiştir. Lise düzeyinde 9, 10, 11, 12. sınıfta öğrenim gören öğrenciler ile yürütülen araştırmalar bu çalışmanın amacı doğrultusunda seçilmiş olup üniversite öğrencileri, öğretmen adayları, öğretmenler ve ilköğretim öğrencileri ile yürütülen çalışmalar elenmiştir. Bağımsız değişkeni ADÖS olan araştırmalardan biyoloji konularının öğretimini içeren çalışmalar dahil edilmiş, fen, matematik, fizik, kimya, coğrafya, tarih, dil öğretimi içeren çalışmalar ve STEM, STEAM çalışmaları elenmiştir. Tablo 1’de bu çalışma kapsamında izlenen sistematik literatür taraması uygulama sürecinin “Tasarım” basamağında oluşturulup “Uygulama” basamağında kullanılan makale dahil etme ve eleme ölçütleri gösterilmiştir.

Tablo 1. Çalışmaya Makale Dahil Etme ve Eleme Ölçütleri

	Dahil Etme Ölçütleri	Eleme Ölçütleri
Çalışma türü	Nicel veri içeren araştırma makaleleri (Karma desenli çalışmalarda sadece nicel veriler dahil edilmiştir.)	Nicel veri içermeyen çalışmalar
Konu	Biyoloji, biyolojik bilimler	Çoklu alanlar, Fen bilimleri veya STEM, STEAM
Çalışma grubu	9-12. sınıf öğrencileri (Çalışmaya lise öğrencileri yanında ilköğretim ya da üniversite öğrencileri dahil edilmişse, sadece lise öğrencilerinin verileri alınmıştır.)	Öğretmenler, öğretmen adayları, üniversite öğrencileri, ilköğretim öğrencileri
Eğitsel uygulama	Sınıf içi araştırmaya dayalı öğretim uygulamaları	Sınıf dışı araştırmaya dayalı öğretim uygulamaları (müze, üniversite gezileri, arazi çalışmaları)
Yayın türü	Akademik hakemli dergi makaleleri	Akademik dergilerde yayınlanmayan ön incelemeden geçmeyen çalışmalar
Yayın dili	İngilizce ve Türkçe	İngilizce ve Türkçe dışındaki diller
Yayın tarihi	2010-2020	2010 öncesi

ADÖS’ü kullanarak lise öğrencilerine biyoloji öğretimini ve bunun etkilerini ölçen çalışmalar dahil edilmiştir. Makalelerin başlıkları ve özet kısımları okunmuş ve uygunluk ölçütlerine göre değerlendirilmiştir. Başlık ve özet kısmı uygunluk ölçütlerine göre değerlendirmeye yetecek bilgi içermeyen makalelerin tam metinleri incelenmiştir. Araştırma süreci akış şeması Şekil 2’de verilmiştir. Her bir makaleden yazar/yazarlar, yayın yılı, ülke, çalışma amaçları, çalışma deseni, örneklem özellikleri ve araştırmanın bulguları ile ilgili bilgiler hazırlanan makale inceleme formuna işlenmiştir (Bkz. Tablo 3).



Şekil 2. Araştırma Süreci Akış Şeması

Makale Değerlendirme Ölçütleri

Nicel çalışmalar için nitelik değerlendirme araçları sağlık bilimleri alanında sıklıkla kullanılmaktadır (The Critical Appraisals Skills Programme [CASP], 2004; Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions, 2020; Effective Public Health Practice Project, 1998; Newcastle-Ottawa Scale [NOS], 2015). Eğitim alanında yapılan çalışmaları değerlendirmek için sıklıkla sağlık bilimleri ve sosyal bilimlerde kullanılan değerlendirme araçları kullanılmaktadır. Kai, Qun, Mingxia ve Mui (2014) eğitim araştırmalarını eleştirel değerlendirmede kullanılan araçları analiz etmiş ve incelediği 12 araçta yer alan ortak değerlendirme kategorilerini belirlemiştir. Bu kategoriler: *örneklem ve seçimi, veri toplama, uygulama, veri analizi, bulgular ve sonuç ve genel nitelik* şeklindedir. Bu çalışma kapsamında belirlenen ölçütler Kai ve diğerleri (2014) tarafından belirlenen ortak değerlendirme kategorileri dikkate alınarak iki farklı çalışmadan uyarlanmıştır. Bu çalışmalardan birincisi Kmet, Lee, Cook (2004) tarafından geliştirilen “Farklı Alanlardaki Birincil Araştırma Makalelerini Değerlendirmede Kullanılan Standart Kalite Değerlendirme Ölçütleri” çalışmasıdır. İkincisi ise Morrison, Sullivan, Murray ve Jolly (1999) tarafından yürütülen “Kanıtla dayalı eğitim: Eğitim

uygulamalarının raporlarını eleştirel olarak değerlendirmek için bir aracın geliştirilmesi” başlıklı çalışmadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan makale nitelik değerlendirme ölçütü Tablo 2’de sunulmuştur.

Tablo 2. Makale Değerlendirme Ölçütleri

Temel Ölçütler	Alt Ölçütler	Açıklama
Amaç ve Bağlam	Amaç tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Amaç tanımlanmıştır. <i>Hayır-</i> Amaç tanımlanmamıştır.
	Uygulamanın hedeflediği açık bir öğrenme ihtiyacı var mı? (Bilgi, beceri, tutum belirtilmiş mi?)	<i>Evet-</i> Uygulamanın hedeflediği açık bir öğrenme ihtiyacı bilgi, beceri ya da tutum şeklinde belirtilmiştir. <i>Hayır-</i> Uygulamanın hedeflediği açık bir öğrenme ihtiyacı verilmemiştir.
	Uygulama için gereken eğitsel bağlam açık bir şekilde tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Araştırmaya dayalı öğretim ve bağımlı değişken hakkında bilgi verilmiştir. <i>Kısmen-</i> Araştırmaya dayalı öğretim ya da bağımlı değişken hakkında bilgi verilmiştir. <i>Hayır-</i> Araştırmaya dayalı öğretim ya da bağımlı değişken hakkında bilgi verilmemiştir.
Çalışma deseni, örnekleme ve seçimi	Çalışma deseni belirgin mi?	<i>Evet-</i> Çalışmanın deseni açıkça yazılmıştır. <i>Kısmen-</i> Çalışmanın deseni açıkça yazılmamış ancak metin içerisinden anlaşılabilir. <i>Hayır-</i> Çalışmanın deseni belirgin değildir.
	Çalışma grubu seçimi tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Çalışma grubunun nasıl ve neden seçildiği belirtilmiştir. <i>Hayır-</i> Çalışma grubu seçimi ve nedeni belirtilmemiştir.
	Çalışma grubu özellikleri tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Çalışma grubu ile ilgili demografik, sınıf düzeyi ve sınıf mevcudu bilgilerine yer verilmiştir. <i>Kısmen-</i> Çalışma grubu ile ilgili sadece sınıf mevcudu ve sınıf düzeyi verilmiştir. <i>Hayır-</i> Çalışma grubu tanımlanmamıştır.
Veri toplama	Uygulama yapılacak grup rasgele belirlenmiş ve tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Uygulama yapılacak grup rasgele belirlenmiştir. <i>Hayır-</i> Uygulama yapılacak grup rasgele belirlenmemiştir.
	Veri toplama araçları rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Veri toplama araçları başka araştırmacıların yararlanabileceği düzeyde detaylandırılmıştır. <i>Kısmen-</i> Veri toplama araçlarının sadece isimleri verilmiştir. <i>Hayır-</i> Veri toplama araçları rapor edilmemiştir.
	Güvenirlilik rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Güvenirlilik sayısal olarak rapor edilmiştir. <i>Kısmen-</i> Güvenirlilik rapor edilmiş ancak sayı bilgisi verilmemiştir. <i>Hayır-</i> Güvenirlilik rapor edilmemiştir.
Uygulama	Geçerlilik rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Geçerlilik sayısal olarak rapor edilmiştir. <i>Kısmen-</i> Geçerlilik rapor edilmiş ancak sayı bilgisi verilmemiştir. <i>Hayır-</i> Geçerlilik rapor edilmemiştir.
	Uygulama süresi belirtilmiş mi?	<i>Evet-</i> Uygulama süresi belirtilmiştir. <i>Hayır-</i> Uygulama süresi belirtilmemiştir.
	Anlatılan konu hakkında bilgi verilmiş mi?	<i>Evet-</i> Anlatılan konu verilmiştir. <i>Hayır-</i> Anlatılan konu verilmemiştir.

	Uygulama basamakları detaylandırılmış mı?	<i>Evet-</i> Uygulama basamakları başka bir araştırmacının yararlanabileceği düzeyde detaylandırılmıştır. <i>Kısmen-</i> Uygulama basamakları verilmiş ancak başka bir araştırmacının yararlanabileceği kadar detaylı değildir. <i>Hayır-</i> Uygulama basamakları verilmemiştir.
	Uygulamada kullanılan ders materyalleri detaylandırılmış mı?	<i>Evet-</i> Ders materyalleri başka bir araştırmacının yararlanabileceği düzeyde detaylıdır. <i>Kısmen-</i> Ders materyallerinden bahsedilmiş ancak başka bir araştırmacının yararlanabileceği düzeyde detaylı değildir. <i>Hayır-</i> Ders materyallerinden bahsedilmemiştir.
	Araştırmacının rolü rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Araştırmacının rolü ayrıca rapor edilmiştir. <i>Hayır-</i> Araştırmacının rolü ayrıca rapor edilmemiştir.
	Uygulama gerçek hayatı temsil ediyor mu?	<i>Evet-</i> Uygulama gerçek hayatta da uygulanabilir. <i>Hayır-</i> Uygulama gerçek hayatta uygulanamaz.
Veri analizi	Veri analiz yöntemleri tanımlanmış mı?	<i>Evet-</i> Veri analiz yöntemleri tanımlanmıştır. <i>Hayır-</i> Veri analiz yöntemleri tanımlanmamıştır.
	Sonuçlar için varyans analizi rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Varyans analizi rapor edilmiştir. <i>Hayır-</i> Varyans analizi rapor edilmemiştir.
	Etki büyüklüğü rapor edilmiş mi?	<i>Evet-</i> Etki büyüklüğü sayısal olarak ifade edilmiştir. <i>Hayır-</i> Etki büyüklüğü verilmemiştir.
Bulgular ve Sonuç	Sonuçlar detaylı verilmiş ve veriler ile desteklenmiş mi?	<i>Evet-</i> Sonuçlar veriler ile desteklenerek detaylandırılmıştır. <i>Hayır-</i> Sonuçlar veriler ile desteklenmemiş ya da detaylandırılmamıştır.
	Beklenmeyen sonuçlar açıklanmış mı?	<i>Evet-</i> Beklenmeyen sonuçlar açıklanmıştır. <i>Hayır-</i> Çalışmanın beklenmeyen sonuçları yoktur.

Makalelerin değerlendirme ölçütleri hakkında bilimsel araştırma ve yöntemleri dersi veren üç öğretim üyesinden uzman görüşü alınmıştır. Uzman görüşlerinin uyuma oranları Miles ve Huberman'ın (1994, p.64) önerdiği; "P (Uzlaşma Yüzdesi %)= $\frac{Na (Görüş Birliği)}{Na(Görüş Birliği)+Nd (Görüş ayrılığı)} \times 100$ " güvenilirlik formülüyle hesaplanmış ve güvenilirlik değeri % 91.66 olarak bulunmuştur. Alan uzmanlarıyla ölçütler konusunda uyum sağlanan ölçütlerin kullanılması konusunda uzlaşma sağlandıktan sonra Tablo 2' de verilen ölçütlerin kullanılmasına karar verilmiştir. Tablo 2'de yer alan ölçütleri sağlayan makaleler belirlendikten sonra veriler analiz edilmiştir.

Bulgular

Tanımlanan Çalışmaların Özellikleri

Bu araştırmaya Tablo 2'de verilen ölçütleri sağlayan 14 çalışma dahil edilmiştir. Sistematik incelemeye dahil edilen çalışmaların özellikleri ve bulguları Tablo 3 'de sunulmuştur.

Tablo 3. Çalışmaların Özellikleri ve Bulgular

Yazar / Yıl / Ülke	Amaç	Desen	Çalışma grubu	Bulgular
1. Rahmat ve Chanunan (2018) / Tayland	Açık araştırmanın (open inquiry) düşük ve yüksek akademik yeterlikteki öğrencilerin üst bilişsel becerilerine etkisini incelemek	Yarı deneysel	60 11. Sınıf öğrencisi	Açık araştırma grubunda yer alan düşük ve yüksek akademik becerileri olan öğrencilerin üst bilişsel becerileri anlamlı düzeyde yüksek bulunmuştur.
2. Kowasupat, Jittam, Sriwattanaro thai, Ruenwongsa ve Panijpan (2012) / Tayland	Öğrencilerinin hayvan sosyal davranışlarının bazı yönlerini daha iyi anlamaları için 5E öğrenme döngüsüne göre bir öğrenme ünitesi geliştirmek	Deneysel	37 11. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin kavramsal anlama düzeyleri anlamlı derecede yüksek olup bilimsel süreç becerileri ve öz denetim becerileri gelişmiştir.
3. Schramm, Jin, Keeling, Johnson ve Shin (2017) / ABD	Araştırmaya dayalı öğretim aktiviteleri içeren programın öğrencilerinin karbon dönüşüm süreçleri (fotosentez, solunum, biosentez) hakkındaki akıl yürütmelerine etkisini ölçmek	Deneysel	347 9., 10., 11. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerinin tüm karbon dönüşüm süreçlerindeki öğrenme kazanımları istatistiksel olarak anlamlıdır.
4. Rosadi, Maridi, Sunarno (2018) / Endonezya	Süreç odaklı rehberli araştırma öğretiminin boşaltım sistemi ünitesinde öğrencilerin analitik düşünme becerilerine etkisini belirlemek	Deneysel	60 11. Sınıf öğrencisi	Deneysel grubundaki öğrencilerin analitik düşünme becerileri uygulama sonrasında anlamlı derecede artmıştır.
5. Blanchard, Southerland, Osborne, Sampson, Annetta ve Granger (2010) / ABD	Rehberli araştırmaya dayalı öğretim ile doğrulama laboratuvarının öğrencilerin içerik, prosedür ve bilimin doğası bilgilerini desteklemedeki etkisini karşılaştırmak	Yarı deneysel	1063 Lise öğrencisi (Sınıf düzeyi belirtilmemiştir.)	Öğrencilerin son test sonuçları, puan, ilerleme ve kalıcılık açısından anlamlı derecede fazla olup kavramsal ve süreç bilgileri, bilimin doğası ve bilimsel araştırma anlamlı düzeyde gelişmiştir.
6. Mashur, Amin, Lestari (2018) / Endonezya	Hücre metabolizması üzerine multimedya destekli rehberli araştırma modülünün geçerlilik, etkililik, uygulanabilirliğini belirlemek	Yarı deneysel	30 12. Sınıf öğrencisi	Geliştirilen modül geçerli, etkili ve uygulanabilir olup, öğrencilerin hücre metabolizması üzerine öğrenme çıktılarını önemli derecede geliştirmiştir.
7. Sahnaz, Harlita ve Ramli (2018) / Endonezya	Rehberli araştırma ile öğrencilerin gözlem becerilerini geliştirmek	Karma (Eylem araştırması)	30 11. Sınıf öğrencisi	Rehberli araştırmalar ile öğrencilerin gözlem becerileri anlamlı derecede artmıştır.
8. Chan, Yang, Maliska ve Grünbaum (2012) / ABD	Bilgisayar modeli kullanarak deniz bilimleri konusunu uygulamalı, araştırmaya dayalı ve işbirlikli şekilde öğrencilere öğretecek modül geliştirmek ve test etmek	Deneysel	107 9. ve 11. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin deniz bilimleri konusundaki öğrenmeleri anlamlı düzeyde artmıştır.

9.	Anifatussholihah, Utami ve Subekti (2018) / Endonezya	Flash intervertebramedia ile desteklenmiş rehberli araştırmaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin öğrenme çıktıları üzerine etkisini belirlemek	Yarı-deneysel	Lise öğrencisi (Sınıf düzeyi belirtilmemiştir.)	Öğrencilerin bilişsel, duyuşsal (tutum) ve psikomotor(bilimsel süreç becerileri) öğrenme çıktıları anlamlı düzeyde gelişmiştir.
10.	Nunaki, Damopolii, Kandowang ko ve Nusantari (2019) / Endonezya	Araştırmaya dayalı öğretimin öğrencilerin üst bilişsel becerilerini geliştirmedeki etkisi ve cinsiyetin üst bilişsel beceriler üzerine etkisini belirlemek	Deneysel	70. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin üst bilişsel becerileri anlamlı düzeyde artmış olup kız ve erkek öğrencilerin becerileri arasında anlamlı bir farklılık bulunmamaktadır.
11.	Suwono, Susanti ve Lestari (2016) / Endonezya	Araştırmaya dayalı öğrenmeyle desteklenmiş harmanlanmış öğrenme ile araştırmaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin üst bilişsel becerilerine etkisini karşılaştırmak	Deneysel	70. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin üst bilişsel becerileri ve öğrenme çıktıları anlamlı düzeyde gelişmiştir.
12.	Nash, Cox ve Prain (2018) / Avustralya	Solunum konusunda yapılandırılmış araştırmaya dayalı öğretim ile öğrencilerin problem çözme ve yaratıcı akıl yürütme yeteneklerini geliştirmek	Durum çalışması / deneysel	41. ve 12. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerinin solunum konusundaki test sonuçları anlamlı düzeyde artmış olup kavramsal anlamaları gelişmiştir.
13.	Thoron ve Myers (2012) / ABD	Araştırmaya dayalı tarım eğitiminin öğrencilerin bilimsel akıl yürütme becerilerine etkisini belirlemek	Yarı-deneysel	437. 9., 10. ve 11. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin bilimsel akıl yürütme puanları anlamlı düzeyde yüksektir.
14.	Moebius-Clune, Elsevier, Crawford, Trautmann, Schindelbeck ve van Es (2011) / ABD	Araştırmaya dayalı öğretim temelli hazırlanmış toprak bilimlerini ünitesini test etmek; öğrencilerin kavramları öğrenmeleri ve araştırma becerilerini belirlemek	Durum çalışması / deneysel	48. Sınıf öğrencisi	Öğrencilerin öğrenmelerini belirleyen son test sonuçları anlamlı derecede yüksektir. Öğrencilerin kritik düşünme, takım çalışması yapabilme ve öğrenmelerinde öz denetim kazanma becerileri gelişmiştir.

Çalışmaların altısı (ÇN: 4, 6, 7, 9, 10 ve 11) Endonezya’da, beşi (ÇN: 3, 5, 8, 13 ve 14) ABD’de ikisi (ÇN: 1 ve 2) Tayland’da ve biri (ÇN: 12) Avustralya’da yürütülmüştür. Taranan veri tabanlarında Türkiye’de belirlenen ölçütlere uygun çalışma bulunamadığından ulusal bir çalışma araştırmaya dahil edilememiştir.

Çalışmaların altısında (ÇN: 2, 3, 4, 8, 10, 11) deneysel, beşinde (ÇN: 1, 5, 6, 9 ve 13) yarı deneysel, ikisinde (ÇN: 12 ve 14) durum çalışması ve birinde (ÇN: 7) karma araştırma (nicel verileri ile ilgili boyut dahil edilmiştir) desenlerine sahip oldukları belirtilmiştir.

Tablo 3’de verilen çalışmaların ikisi (ÇN: 10 ve 14) 10. Sınıf; beşi (ÇN: 1, 2, 4, 7 ve 11) 11. Sınıf; biri (ÇN: 6) 12. Sınıf, biri (ÇN: 8) 9 ve 11. Sınıflar; biri (ÇN: 12) 11 ve 12. Sınıflar; ikisi (ÇN: 3 ve 13) 9, 10, 11. Sınıflar ile yürütülmüştür. Ayrıca iki çalışmanın ise (ÇN: 5 ve 9) sınıf düzeyi tanımı yapılmadan lise öğrencileri ile yürütüldüğü ifade edilmektedir.

Çalışmaların ülke, çalışma deseni ve sınıf seviye bilgileri Tablo 4’de sunulmuştur.

Tablo 4. Çalışmaların Ülke, Çalışma Deseni ve Sınıf Seviyesine Yönelik Bulgular

Özellik		Çalışma No	Frekans
Ülke	Endonezya	4, 6, 7, 9, 10, 11	6
	ABD	3, 5, 8, 13, 14	5
	Tayland	1, 2	2
	Avustralya	12	1
Çalışma deseni	Deneysel	2, 3, 4, 8, 10, 11	6
	Yarı-deneysel	1,5, 6, 9, 13	5
	Durum çalışması	12, 14	2
	Karma	7	1
Sınıf seviyesi	10	10, 14	2
	11	1, 2, 4, 7, 11	5
	12	6	1
	9 ve 11	8	1
	11 ve 12	12	1
	9, 10 ve 11	3, 13	2
	Seviye bilgisi yok	5, 9	2

Tablo 4 incelendiğinde ADÖS ile biyoloji eğitiminin en çok Endonezya’da uygulandığı, deneysel desenin tercih edildiği ve 11. Sınıf öğrencileri ile çalışıldığı gözlenmektedir.

Araştırmaya Dayalı Öğretim Stratejisi ile Biyoloji Eğitiminin Etkilediği Öğrenme Çıktıları

ADÖS’ün lise biyoloji dersi öğrencilerinin öğrenme çıktılarına etkilerinin araştırıldığı çalışmaların (Bkz. Tablo 3) altısında (ÇN: 3, 5, 6, 8, 11, 14) öğrencilerin konu ile ilgili öğrenmeleri, üçünde (ÇN: 1, 10,11) öğrencilerin üst bilişsel becerileri, ikisinde (ÇN: 2 ve 12) öğrencilerin kavramsal anlamaları anlamlı düzeyde gelişmiştir. Birer çalışmada öğrencilerin analitik düşünme becerileri (ÇN: 4), bilimsel akıl yürütme becerileri (ÇN: 13), gözlem becerileri (ÇN: 7), bilimsel süreç becerilerinin ve duyuşsal becerilerinin (ÇN: 9) geliştiği bildirilmiştir. Bir çalışmada (ÇN: 14) öğrencilerin eleştirel düşünme, takım çalışması yapabilme ve öğrenmeleri üzerinde denetim geliştirme becerilerini kazandıkları gözlenmektedir. Ayrıca başka bir çalışmada ise (ÇN: 5) ADÖS ile öğretimin bilginin kalıcılığına olumlu etkisi olduğu belirtilmiştir. ADÖS ile biyoloji eğitiminin etkilediği öğrenme çıktıları Tablo 5’de sunulmuştur.

Tablo 5. ADÖS İle Biyoloji Eğitiminin Etkilediği Öğrenme Çıktıları

Öğrenme Çıktıları	Çalışma No	Frekans
Konu ile ilgili öğrenme	3, 5, 6, 8, 11, 14	6
Üst bilişsel beceri	1, 10, 11	3
Kavramsal anlama	2, 12	2
Analitik düşünme becerisi	4	1
Bilimsel akıl yürütme becerisi	13	1
Gözlem becerisi	7	1
Bilimsel süreç becerileri	9	1
Duyuşsal beceri	9	1
Eleştirel düşünme	14	1
Takım çalışması yapabilme	14	1
Öğrenme üzerine denetim geliştirme	14	1
Bilgi kalıcılığı	5	1

Tablo 5 incelendiğinde ADÖS ile biyoloji eğitiminin lise öğrencilerinin çoğunlukla konu öğrenmelerini, üst bilişsel becerilerini ve kavramsal anlamalarını olumlu etkilediği gözlenmektedir.

Çalışmaların Yöntem Nitelikleri

Bu çalışma kapsamında makale inceleme ölçütüne göre değerlendirilen makalelerin değerlendirme sonuçları tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Makale İnceleme Ölçütüne Göre Değerlendirme Sonuçları

T. Ö.	Alt Ölçütler	Çalışma													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Amaç ve Bağlam	Amaç yeterince tanımlanmış mı?	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Uygulamanın hedeflediği açık bir öğrenme ihtiyacı var mı? (Bilgi, beceri, tutum belirtilmiş mi?)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Uygulama için gereken eğitsel bağlam açık bir şekilde tanımlanmış mı?	E	E	E	E	E	E	E	K	E	K	E	K	E	E
Çalışma Deseni ve Örneklem Seçimi	Çalışma deseni belirgin ve uygun mu?	E	K	K	E	E	E	E	K	E	E	E	E	E	E
	Çalışma grubu seçimi ya da veri seti tanımlanmış ve uygun mu?	H	H	E	H	E	H	H	H	H	E	H	H	E	H
	Çalışma grubu özellikleri yeterince tanımlanmış mı?	E	E	E	K	E	K	E	K	H	E	K	E	E	E

	Uygulama yapılacak grup rasgele belirlenmiş ve tanımlanmış mı?	E	H	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	E	H
Veri Toplama	Veri toplama araçları rapor edilmiş mi?	E	E	E	K	K	K	E	E	H	E	K	K	E	E
	Güvenirlilik rapor edilmiş mi?	H	H	K	H	E	H	H	U D	K	E	K	H	E	H
	Geçerlilik rapor edilmiş mi?	K	K	H	K	K	E	H	K	K	E	E	H	K	H
Uygulama	Uygulama basamakları detaylandırılmış mı?	H	E	H	H	E	K	K	E	H	H	K	E	H	E
	Uygulamada kullanılan ders materyalleri detaylandırılmış mı?	H	E	K	H	K	E	K	E	H	H	K	E	H	E
	Araştırmacının rolü rapor edilmiş mi?	E	H	E	E	H	H	E	E	H	H	E	H	E	E
	Uygulama gerçek hayatı temsil ediyor mu?	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
Veri Analizi	Analitik yöntemler tanımlanmış ve uygun mu?	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Sonuçlar için varyans analizi rapor edilmiş mi?	E	H	H	H	E	E	H	H	H	H	E	H	E	H
Bulgular ve Sonuç	Etki büyüklüğü rapor edilmiş mi?	H	H	E	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	E
	Sonuçlar yerince detaylı verilmiş ve veriler ile desteklenmiş mi?	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
	Beklenmeyen sonuçlar açıklanmış mı?	H	H	E	H	E	H	H	H	H	H	H	H	H	E

T.Ö: Temel Ölçütler, E: Evet, H: Hayır, K: kısmen, UD: Uygulanabilir değil*, *8 No'lu çalışmada, kontrol grubu yer almadığı için güvenirlilik rapor edilmediği belirtilmektedir.

Tablo 6'da sunulan bilgiler temel ölçütler olan "Amaç ve Bağlam", "Çalışma Deseni ve Örneklem Seçimi", "Veri Toplama", "Uygulama", "Veri Analizi" ve "Bulgular ve Sonuç" başlıkları kapsamında aşağıda açıklanmıştır.

Amaç ve Bağlam

Değerlendirilen 14 makalenin hepsinde çalışmaların geliştirmeyi amaçladığı bilgi, beceri veya tutum gibi öğrenme ihtiyaçları açıklanmıştır. Çalışmaların tamamında araştırmanın amacı açık bir şekilde ifade edilmiştir. 11 çalışmada ise eğitsel bağlam detaylı bir şekilde açıklanarak, araştırmaya

dayalı öğretim ve ölçülen bağımlı değişken hakkında bilgi verilmiştir. Üç (ÇN: 8, 10 ve 12) çalışmada ise sadece bağımsız değişken olan ADÖS ya da çalışmanın bağımlı değişkeni hakkında bilgi sunulmuştur.

Çalışma Deseni ve Örneklem Seçimi

Çalışmaların 11'inde çalışmanın deseni açık bir şekilde verilirken üç çalışmada (ÇN: 2, 3 ve 8) desen açıkça yazılmamıştır; fakat metin içerisinde yer alan bilgilerden çalışmanın deseni anlaşılabilir. 10 çalışmada (ÇN: 1, 2, 4, 6, 7, 8, 9, 11, 12 ve 14) çalışma grubunun belirlenme yöntemi (neden ve nasıl belirlendiği) açıklanmazken, dört çalışmada (ÇN: 3, 5, 10 ve 13) açıklanmıştır. Dokuz çalışmada (ÇN: 1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 13 ve 14) çalışma grubu ile ilgili demografik bilgiler, sınıf düzeyi ve sınıf mevcudu hakkında bilgiye yer verilmiştir. Demografik bilgi olarak öğrencilerin akademik düzeyleri (ÇN: 1, 2, 3 ve 7), sosyoekonomik düzeyleri (ÇN: 3 ve 5), cinsiyetleri (ÇN: 7, 10 ve 13), etnik kökenleri (ÇN: 13) ve okulları (ÇN: 12 ve 14) hakkında açıklama bulunmaktadır. Dört çalışmada (ÇN: 4, 6, 8 ve 11) çalışma grubu ile ilgili sadece sınıf mevcudu ve sınıf düzeyi bilgisi verilmiştir. Bir çalışmada (ÇN: 9) çalışma grubu tanımlanmamış, sınıf mevcudu ve sınıf düzeyi bilgisi verilmeden lise öğrencilerinden oluştuğu bilgisi verilmiştir. Sadece üç çalışmada (ÇN: 1,4 ve 13) çalışma grubu rasgele örnekleme (random sampling) ile belirlenmiştir.

Veri Toplama

Sekiz çalışmada (ÇN: 1, 2, 3, 7, 8, 10, 13 ve 14) veri toplama araçları başka bir araştırmacının yararlanacağı düzeyde detaylandırılmışken, beş çalışmada (ÇN: 4, 5, 6, 11 ve 12) veri toplama araçlarının sadece isimleri verilmiştir. Ayrıca, bir çalışmada (ÇN: 9) veri toplama araçlarından hiç bahsedilmemiştir. Üç çalışmada (ÇN: 5, 10 ve 13) güvenilirlik sayısal olarak verilmiş ve yine üç çalışmada (ÇN: 3, 9 ve 11) güvenilirlikten bahsedilmiş ancak sayısal değer verilmemiştir. Bir çalışmanın güvenilirlik çalışmasına uygun olmadığı belirtilmişken, çalışmaların yedisinde güvenilirlik ile ilgili bir bilgiye yer verilmemiştir. Üç çalışmada (ÇN: 6, 10 ve 11) geçerlilik sayısal olarak rapor edilmiş olup, yedi çalışmada (ÇN: 1, 2, 4, 5, 8, 9 ve 13) geçerlilik bilgisi verilmiş ancak sayısal bir değer rapor edilmemiştir. Ayrıca dört çalışmada (ÇN: 3, 7, 12 ve 14) geçerlilik ile ilgili herhangi bir bilgiye yer verilmemiştir.

Uygulama

Dört çalışmada (ÇN: 6, 9, 10 ve 14) uygulama süresi hakkında bilgi verilmezken, diğer çalışmalarda uygulama süreleri belirtilmiştir. En kısa uygulama, süresi iki ders uzunluğu olan 160 dakika sürmüştür (ÇN: 8), en uzun uygulama 12 hafta sürmüştür (ÇN: 13).

İki çalışmada (ÇN: 1 ve 10) uygulamada çalışılan biyoloji dersi konusu hakkında bilgi paylaşılmamıştır. Diğer çalışmalarda uygulamalarda çalışılan biyoloji dersi konusu hakkında bilgi

verilmiştir. Sosyal hayvan davranışları (ÇN: 2), fotosentez, solunum ve biyosentez (ÇN: 3), boşaltım sistemi (ÇN: 4), adli bilimler (ÇN: 5), hücre metabolizması (ÇN: 6), iskelet-kas ve dolaşım sistemleri (ÇN: 7), deniz bilimleri (ÇN: 8), omurgasız hayvanlar (ÇN: 9), dolaşım sistemi (ÇN: 11), hücre solunumu (ÇN: 12), tarım bilimleri (ÇN: 13) ve toprak bilimleri (ÇN: 14) ADÖS kullanılarak öğretilen konulardır.

Altı çalışmada (ÇN: 1, 3, 4, 9, 10 ve 13) işlem-uygulama basamakları detaylı bir şekilde verilmemiştir. Üç çalışmada (ÇN: 6, 7 ve 11) ise çalışmanın işlem-uygulama basamakları diğer araştırmacıların bu çalışmalardan yararlanarak tekrar uygulama yapabilmeleri için yeterli bilgiyi içermemektedir. Beş çalışmada (ÇN: 2, 5, 8, 12 ve 14) ise işlem-uygulama basamakları, uygulamayı başka araştırmacıların yararlanabileceği düzeyde detaylı şekilde verilmektedir.

Beş çalışmada (ÇN: 1, 4, 9, 10 ve 13) uygulamada kullanılan ders materyali bilgisi verilmezken, dört çalışmada (ÇN: 3, 5, 7 ve 11) kullanılan ders materyallerinden bahsedilmiş ancak başka araştırmacılar tarafından yapılacak bir araştırmada bakış açısı sağlayacak düzeyde detaylandırılmamıştır. Beş çalışmada (ÇN: 2, 6, 8, 12 ve 14) ise ders materyalleri başka araştırmacıların faydalanabileceği düzeyde detaylı verilmiştir.

Sekiz çalışmada (ÇN: 1, 3, 4, 7, 8, 11, 13 ve 14) araştırmacının rolü ayrıca rapor edilirken, altı çalışmada araştırmacının rolü ile ilgili bilgi rapor edilmemiştir. Bu çalışmaya dahil edilen tüm makalelerdeki ADÖS ile biyoloji eğitimi gerçek hayatta sınıf ortamında uygulanabilecek örnekler sunmaktadır.

Veri Analizi

Tüm çalışmalarda verilerin analizi için kullanılan analiz yöntemleri tanımlanmıştır. Beş çalışma (ÇN: 1, 5, 6, 11 ve 13) için veri analizinde varyans analizi rapor edilmiştir. Diğer çalışmalarda varyans analizi hesaplanmamıştır.

Bulgular ve Sonuç

Üç çalışmada (ÇN: 3, 5 ve 14) veri analiz sonuçları için etki büyüklüğü hesaplanmış ve rapor edilmiştir. Tüm çalışmalarda araştırma sonuçları veriler ile desteklenerek tartışılmıştır. İki çalışma da (ÇN: 5 ve 14) beklenmeyen sonuçlar elde edilmiş ve gerekçeleri tartışılmıştır. Diğer çalışmalar için beklenmeyen sonuç bulunmamaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Biyoloji eğitiminde ADÖS'ün ortaöğretim öğrencilerinin öğrenme çıktıları üzerine etkilerini inceleyen çalışmaların sistematik bir literatür taraması yapılarak incelendiği bu çalışma sonucunda öğrencilerin konu ile ilgili öğrenmeleri, üst bilişsel becerileri, kavramsal anlamaları, analitik düşünme becerileri, bilimsel akıl yürütme becerileri, gözlem becerileri, bilimsel süreç becerileri, duyuşsal

becerileri, eleştirel düşünme, takım çalışması yapabilme ve öğrenmeleri üzerinde denetim geliştirme becerilerini kazandıkları bildirilmiştir. Ayrıca ADÖS ile biyoloji öğretiminin bilginin kalıcılığına olumlu etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu bulgular ilköğretim öğrencileri ile yapılan çalışmaların sonuçları ile paralellik göstermektedir (Cin, 2018; Çeliksöz, 2012; Furtak, Seidel, Iverson ve Briggs, 2012; Gül-Kırıcı, 2019; Keçeci, 2014; Koyunlu-Ünlü, 2015; Minner, Levy ve Century, 2010; Özkanbaş, 2018; Özkarabacak, 2019; Sağdıç, 2018; Şahintepe, 2018; Tekin, 2019; Varlı, 2018; Yıldırım, 2012). Ayrıca ADÖS ile biyoloji eğitimi 2018 ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programının topluma kazandırmayı amaçladığı bireylerde bulunması gereken becerileri ve eğitim alanında kazanılması gereken 21. Yüzyılın gerektirdiği becerileri olumlu yönde geliştirdiği gözlenmektedir.

Bu sistematik literatür taraması kapsamında incelenen makalelerin çoğunun Endonezya'da gerçekleştiği sonucuna ulaşılmıştır. Bu araştırmanın sınırlılıkları kapsamında ülkemizde yapılan bir çalışmaya ulaşılamamıştır. Ulusal Tez Merkezi incelendiğinde biyoloji eğitiminde ADÖS kullanımını içeren son tez çalışmasının 2008 yılında gerçekleştirildiği gözlenmiştir (Altunsoy, 2008). Llewellyn (2014) "araştırmaya dayalı öğretim ilköğretim seviyesi için uygun olup lise seviyesinde fen dersleri öğretmenlerinin araştırmaya dayalı öğretim için ekstra vakitleri olmadığı" ifadesinin ADÖS ile ilgili yanlış bir inanış olduğunu belirtmiştir. Bu ifade, ülkemizde de ADÖS kullanımının lise seviyesi için uygun olmadığı inanışının yaygın olduğunu düşündürmektedir. Biyoloji dersi öğretim programı amaçlarına ulaşılması ve ihtiyaç duyulan 21. Yüzyıl becerilerinin geliştirilmesi kapsamında da ülkemizde ADÖS ile biyoloji eğitimi çalışmalarının sayısı arttırılmalıdır. Ayrıca 2019 yılının aralık ayında, Çin'in Wuhan ilinde ortaya çıkarak pandemiye yol açan COVID-19 salgını ile Dünya genelinde tüm seviyelerde uzaktan eğitim uygulamaları hızlanmıştır. Bilgisayar destekli ve WEB-tabanlı ADÖS ile biyoloji eğitimi uygulama örnekleri sunan makalelerin (ÇN:6, 8, 9) alan araştırmacıları ve öğretmenlere uzaktan eğitim sürecinde de yararlı olacağı düşünülmektedir.

Makaleler değerlendirme ölçütüne göre incelendiğinde güçlü yöntem niteliklerinin işaretleri olduğu gibi eksik yönlerinin de olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Tüm çalışmaların net bir amaç bildirmesi, çalışmada hedeflenen öğrenme ihtiyacının bilgi, beceri veya tutum şeklinde açıkça ortaya konması, tüm çalışmalarda gerçekleştirilen uygulamaların gerçek hayatta sınıf ortamında uygulanabilecek özellikte olması, kullanılan veri analiz yöntemlerinin açıklanması ve sonuçların bulgular ile desteklenmesi değerlendirme ölçütüne göre bir makalede olması gereken, iyi niteliklerin ölçütleridir.

Öte yandan sadece üç çalışmada veri toplama araçlarının geçerlik, güvenirlik değerleri sayısal olarak bildirilmiştir. Güvenirlik (Cronbach alpha, coefficient alpha) bir araştırma çalışmasının önemli bir yönü olmakla birlikte istatistik programları ile kolayca hesaplanabilmektedir. Güvenirlik hesabı ile bir test içerisindeki maddelerin birbiri ile uyumu ve performansı ne kadar iyi ölçtüğünü tahmin eder.

Bu analizin yapıp uyumsuz maddelerin çıkarılması çalışmaların gücünü arttırmaktadır (Gersten, Fuchs, Compton, Coyne, Greenwood ve Innocenti, 2005; Sung, Lee, Yang ve Chang, 2019). İncelenen çalışmaların yedisinde kolayca hesaplanabilecek ve çalışmanın gücünü arttıracak güvenilirlik değerinin paylaşılması önemli bir eksiklik olarak değerlendirilebilir.

Aynı şekilde araştırmacılar verilerinin ve veri toplama araçlarının geçerliğini göz önünde bulundurmalıdır (Gersten ve diğerleri, 2005; Sung ve diğerleri, 2019; Zohrabi, 2013). İncelenen çalışmaların yedisinde geçerlik ile ilgili bilgi paylaşılması incelenen makalelerdeki bir diğer önemli eksikliklerdir.

Sadece üç çalışmada uygulama yapılacak grup rasgele örnekleme ile belirlenmiştir. Çalışma grubunun rasgele belirlenmesi deneysel desene sahip eğitim alanında yapılan çalışmalar için de en iyi yöntem (Sung ve diğerleri, 2019) olmakla beraber bazı durumlarda uygulanması mümkün olamamaktadır. Bu durumda araştırmacının sorumluluğu katılımcıların çalışma koşullarına nasıl atandığını açıklamaktır (Gersten ve diğerleri, 2005). Sosyal bilimlerin birçok alanında rasgele olmayan uygulamalar kullanılmaktadır (Davis ve diğerleri, 2014). Bu çalışma kapsamında incelenen çalışmalarda da rasgele örnekleme yapılması mümkün olmadığı için tercih edilmediği düşünülmektedir.

Sadece beş çalışmada uygulama basamakları ve kullanılan materyaller başka bir araştırmacının veya öğretmenin aynı süreci uygulayabilmesine yetecek düzeyde detaylı bir şekilde verilmiştir. Howe (2002) eğitimin her kademesinde fen öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kullanılmasının son derece önerildiğini belirtmiştir (aktaran Boğar, 2019). Uygulama basamaklarının detaylı açıklanması ile öğretmenlere ve araştırmacılara, öğrencilerin pek çok beceri geliştirmesini sağlayan ADÖS ile biyoloji eğitimi hakkında önemli bilgiler sunulacaktır. 2020 yılı itibarıyla hız kazanan uzaktan öğretim sürecinin devam ettiği şu günlerde uzaktan öğretimde uygulanacak iyi ADÖS ile biyoloji eğitimi uygulama örneklerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bağlamda, uygulama basamaklarının ve kullanılan materyalin detaylandırılması alana katkı sağlaması açısından önem kazanmaktadır.

İncelenen makalelerden altısında araştırmacının rolü belirtilmemiştir. Araştırmacının rolünün belirtilmesi ve sahip olduğu tarafsızlığın açıklanmasının, çalışmanın nesnelliği açısından çok önemli olduğu unutulmamalıdır.

Çalışmalarda kullanılan araştırma deseni ve buna bağlı olarak çalışma grubu sayısına uygun olarak ikiden fazla ortalamayı karşılaştırmak için yapılan varyans analizi ve sonuçlarının yorumlanması en kullanışlı istatistiksel tekniktir. Bu literatür taramasına dahil edilen çalışmaların dokuzunda çalışma grupları sayısı ile ilgili olarak varyans analizi yapılmadığı düşünülmüş ve eksik yön olarak kabul edilmemiştir.

Sadece üç çalışmada sonuçlar için etki büyüklüğü rapor edilmiş olup diğer çalışmalarda bulguların istatistiksel anlamı test edilmiştir. Etki büyüklüğünün ölçülmesi gerek deneysel gerekse korelasyonel araştırmalar olsun tüm eğitim araştırmacıları için önemli bir konudur (Richardson, 2011). Bulguların istatistiksel anlamını test etmek ve etki büyüklüğünün hesaplanması madalyonun iki yüzü olarak birbirlerini tamamlamakta olup, ancak birbirlerinin yerine geçememektedir (Fan, 2001). Eğitim alanında iyi bir araştırma çalışması hem etki büyüklüğünün hesaplanması hem de istatistiksel anlamın test edilmesi uygulamalarını yerine getirmelidir (Fan, 2001; Sung ve diğerleri, 2019; Taber, 2019). Ayrıca eğitim araştırmaları için önemli bir kavram olan etki büyüklüğünün araştırmacılar tarafından raporlanması o çalışmanın meta-analiz çalışmalarına dahil edilmesine imkân tanıyacak ve daha nitelikli istatistiksel sonuçlar sunulması ile alana katkı sağlayacaktır. İncelenen makalelerde etki büyüklüğünün raporlanma sıklığının düşük olması ve bulguların tek başına istatistiksel anlam üzerinden değerlendirilmesi çalışmaların niteliğini düşüren bir diğer etmendir.

Sonuç olarak, bu çalışma ile ADÖS ile biyoloji öğretiminin bilginin kalıcılığına olumlu etkisi olduğu ve öğrencilerin konu ile ilgili öğrenmelerini arttırdığı gözlenmiştir. Ayrıca, ADÖS ile biyoloji öğretimi ile öğrencilerin üst bilişsel, kavramsal anlama, analitik düşünme, bilimsel akıl yürütme, gözlem, bilimsel süreç, duyuşsal, eleştirel düşünme, takım çalışması yapabilme ve öğrenmeleri üzerinde denetim geliştirme becerilerinin geliştiği sonucuna ulaşılmıştır.

Makalelerin yöntem nitelikleri incelendiğinde eğitsel bir uygulamayı içeren makalelerde net bir amaç bildirilmesinin, çalışmada hedeflenen öğrenme ihtiyacının bilgi, beceri veya tutum şeklinde açıkça ortaya konulmasının güçlü yöntem nitelikleri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Aynı şekilde, makalenin yöntem niteliğinin güçlenmesi için çalışma deseninin, çalışma grubunun belirtilmesi, veri toplama araçlarının geçerlik ve güvenilirlik değerlerinin sayısal olarak verilmesi gerekmektedir. Eğitsel uygulamanın gerçekleştirildiği konu bilgisinin, uygulama süresinin, kullanılan materyal bilgisinin verilmesi, gerçekleştirilen uygulamaların gerçek hayatta sınıf ortamında uygulanabilecek özellikte olması, araştırmacının rolünün belirtilmesi, kullanılan veri analiz yöntemlerinin açıklanması, sonuçların bulgular ile desteklenmesi, istatistiksel önem ile birlikte etki büyüklüğünün rapor edilmesi çalışmaların yöntem niteliğini arttıracaktır.

Sınırlılıklar ve Öneriler

Bu inceleme çalışması eğitim alanında çok sayıda kaynak sunan dört veri tabanını kapsamaktadır. İleride yapılacak çalışmalarda daha fazla veri tabanı seçimi yapılarak ortaöğretim öğrencilerine araştırmaya dayalı öğretim ile biyoloji öğretimi yapılan daha çok sayıda makaleye ulaşmak mümkün olabilir.

Bu çalışmanın amacı çerçevesinde ADÖS'ün sınıf içi kullanım örnekleri dahil edilmiştir. Üniversite gezileri, müze ziyaretleri, arazi çalışması içeren çalışmalar elenmiştir, ileride yapılacak çalışmalarda sınıf dışı biyoloji öğretimini içeren etkinlikler de inceleme çalışmalarına dahil edilebilir.

Bu çalışmada literatür inceleme türlerinden olan sistematik inceleme temel alınmıştır. İnceleme ölçütlerini açıklamayan geleneksel literatür inceleme çalışmasından farklı olarak dahil etme ve dışlama ölçütlerini belirten sistematik inceleme sonuçlarının güvenilirlik ve doğruluğunu arttırmaktadır (Cipriani ve Geddes, 2003). Sistematik literatür incelemeleri genellikle meta-analizin istatistiksel yöntemlerini kullanmaktadır ancak bu çalışmaya dahil edilen makalelerdeki çalışma gruplarının heterojen olması dolayısıyla meta-analiz yapılmamıştır (Deliktaş, Kabukcuoğlu ve Kış, 2016). Ortaöğretim öğrencilerine biyoloji öğretimini içeren çalışmaları içeren sistematik literatür incelemelerinde meta-analiz gerçekleştirilebilir.

Nitelik değerlendirme ölçütü bu çalışmanın amacı çerçevesinde adapte edilerek kullanılmıştır. Makalelerin incelemelerini tek bir araştırmacı yapmış olması sebebiyle değerlendiriciler arası güvenilirlik oluşturulamamıştır. Makale değerlendirme ölçütü nicel çalışmalar için seçilerek adapte edilmiştir, nitel çalışmalar için de inceleme çalışmaları yapılabilir.

DeneySEL desen içeren çalışmaları değerlendirirken deneySEL deseni türlerine ayırarak inceleyen ve kontrol grubu varlığını değerlendiren çalışmalar mevcuttur (Sung ve diğerleri, 2019). Bu çalışmaya dahil edilen makaleler içerisinde karma yöntem kullanan çalışmaların olması dolayısıyla deneySEL desen kategorize edilmemiş ve kontrol grubu varlığı sorgulanmamıştır.

Bu inceleme çalışmasının bulgularına göre, araştırmacılar çalışmaları için geçerlik, güvenilirlik değerleri ve istatistiksel önem ile birlikte etki büyüklüğünü rapor etmelidirler. Öğretmenlere ve araştırmacılara alandan iyi örnekler sunabilmek ve pek çok beceri geliştiren ADÖS ile biyoloji eğitimini yaygınlaştırmak için uygulama süreçleri ve materyal kullanımını çalışmalar içerisinde daha detaylı açıklanmalıdır.

Kaynaklar

- Akkaya, M. (2019). *Araştırma sorgulamaya dayalı öğretimin bilimsel süreç becerilerine etkisi: Ulusal düzeyde bir meta analiz çalışması* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ağrı İbrahim Çeçen Üniversitesi, Ağrı.
- Aktamış, H., Hiğde, E. ve Özden, B. (2016). Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: A meta analysis science. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 13(4), 248-261.
- Altunsoy, S. (2008). *Ortaöğretim biyoloji öğretiminde araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine, akademik başarılarına ve tutumlarına etkisi*. (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Selçuk Üniversitesi, Konya.

- Anifatussholihah, A., Utami, N. R., & Subekti, N. (2018). The influence of guided inquiry learning using flash based invertebramedia on the senior high school students' learning achievement. *Journal of Biology Education*, 7(2), 137-143.
- Bilir, U. (2015). *Fen bilimleri öğretiminde araştırma ve sorgulamaya dayalı öğrenme sürecinin öğrencilerin akademik başarısına etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Uludağ Üniversitesi, Bursa.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in the light of accountability?: A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Boğar, Y. (2019). Literature review on inquiry-based learning in science education. *International Journal of Science and Education*, 1(2), 91-118.
- Can-Şen, H. (2010). *An aptitude treatment interaction study: the effect of inquiry-based instruction and lecture instruction on high school students' physics achievement* (Yayımlanmamış doktora tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Chan, K. Y. K., Yang, S., Maliska, M. E., & Grünbaum, D. (2012). An interdisciplinary guided inquiry on estuarine transport using a computer model in high school classrooms. *The American Biology Teacher*, 7(1), 26-33.
- Cin, M. (2018). *Yenilikçi fen deneyleriyle sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğrencilerin kavramsal anlama düzeylerine, epistemolojik inançlarına ve fen bilimleri dersine yönelik tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Cipriani, A. & Geddes, J. (2003). Comparison of systematic and narrative reviews: the example of the atypical antipsychotics. *Epidemiologia e Psichiatria Sociale*, 12, 146-154.
- Cochrane Handbook for Systematic Reviews of Interventions (2020). Temmuz 2020 tarihinde <https://training.cochrane.org/cochrane-handbook-systematic-reviews-interventions> adresinden erişildi.
- Çakıcı, Ş. (2019). *İnsanda dolaşım sistemi kavramlarının öğretiminde sorgulama temelli öğrenme yönteminin öğrencilerin öğrenme ürünlerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Çamlıbel, D. (2018). *Fen bilimleri öğretiminde etkileşimli tahta destekli araştırma sorgulamaya dayalı öğretim uygulamalarının etkililiği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Kırıkkale Üniversitesi, Kırıkkale.
- Çeliksöz, M. (2012). *Farklı düzeylerdeki sorgulayıcı-araştırmaya dayalı öğretim yöntemlerinin ilköğretim öğrencilerinin başarı, tutum, bilimsel süreç becerisi ve bilgi kalıcılıklarına etkileri* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Trakya Üniversitesi, Edirne.

- Çıtak, H. (2016). *Rehberli araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretiminin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- Dal, Ö. (2019). *The effect of inquiry based instruction on the self-efficacy and achievement of sixth grade science students* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yeditepe Üniversitesi, İstanbul.
- Davis, J., Mengersen, K., Bennett, S., & Mazerolle, L. (2014). Viewing systematic reviews and meta-analysis in social research through different lenses. *Springer Plus*, 3(511). Erişim adresi: <https://springerplus.springeropen.com/articles/10.1186/2193-1801-3-511>
- Deliktaş, A., Kabukcuoğlu, K. ve Kış, A. (2016). Hemşirelikte meta-analiz uygulama süreci: Metodolojiye yönelik bir rehber. *International Journal of Human Sciences*, 13(1), 1906-1925.
- Demirel, Ö. (2015). *Öğretim ilke ve yöntemleri: Öğretme sanatı* (25. Baskı) Ankara: Pegem Akademi.
- Duran, M. (2015). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımına dayalı etkinliklerin öğrencilerin sorgulayıcı öğrenme becerileri üzerine etkisi, *The Journal of Academic Social Science Studies*, 32, 399-420.
- Duran, M. ve Dökme, İ. (2018). Araştırmaya dayalı öğrenme yaklaşımının kavramsal anlama düzeyi ve bazı öğrenme çıktıları üzerine etkisi. *Trakya Eğitim Dergisi*, 8(3), 545-563.
- Ebren-Ozan, C. (2018). *Fen eğitiminde rehberli sorgulamaya dayalı öğrenmenin etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya.
- Effective Public Health Practice Project. (1998). Quality assessment tool for quantitative Studies. Temmuz 2020 tarihinde <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK378949/> adresinden erişildi.
- Fan, X. (2001). Statistical significance and effect size in education research: Two sides of a coin. *The journal of educational research*, 94(5), 275-282.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and quasi-experimental studies of inquiry-based science teaching: A meta-analysis. *Review of Journal Research*, 82(3), 300-329.
- Gersten, R., Fuchs, L. S., Compton, D., Coyne, M., Greenwood, C., & Innocenti, M. S. (2005). Quality indicators for group experimental and quasi-experimental research in special education. *Exceptional Children*, 71(2), 149-164.
- Göreci-Keskin, Ö. (2019). *Araştırma sorgulama yoluyla öğrenmenin öğrencinin fizik dersindeki akademik başarısı ve epistemolojik inançları üzerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Gül-Kırıcı, M. (2019). *Fetemm destekli araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının 7. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlama ve bilimsel yaratıcılıkları üzerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.

- Kai, L. S., Qun, X., Mingxia, J., & Mui, S. W. W. Analysis of tools for the critical appraisal of educational research. Haziran 2020 tarihinde <https://www.srhe.ac.uk/conference2014/abstracts/0082.pdf> adresinden erişildi.
- Kaplan-Parsa, M. (2016). *İşbirlikli sorgulamaya dayalı öğrenme ortamının yaratıcı düşünmeye, sorgulayıcı öğrenme becerilerine, fen ve teknoloji dersine yönelik tutuma etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Marmara Üniversitesi, İstanbul.
- Karaçam, Z. (2013). Sistematik derleme metodolojisi: Sistematik derleme hazırlamak için bir rehber. *Dokuz Eylül Üniversitesi Hemşirelik Yüksekokulu Elektronik Dergisi*, 6(1), 26-33.
- Keçeci, G. (2014). *Araştırma ve sorgulamaya dayalı fen öğretiminin öğrencilerin bilimsel süreç becerilerine ve tutumlarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). Fırat Üniversitesi, Elazığ.
- Kmet, L. M., Lee, R. C., & Cook, L. S. (2004). Standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields. Temmuz 2020 tarihinde <https://www.ihe.ca/advanced-search/standard-quality-assessment-criteria-for-evaluating-primary-research-papers-from-a-variety-of-fields> adresinden erişildi.
- Korkman, N. (2018). *Sorgulama temelli farklı öğretim yöntemlerinin öğrencilerin akademik başarısına etkisinin kıyaslanması: "kimyasal bağlar örneği"* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Bozok Üniversitesi, Yozgat.
- Korkmaz, H. (2004). *Fen ve teknoloji eğitiminde alternatif değerlendirme yaklaşımları*. Ankara Yeryüzü yayınevi.
- Kowasupat, C., Jittam, P., Sriwattanarothai, N., Ruenwongsa, P., & Panijpan, B. (2012). Development of an inquiry-based learning unit for enhancing high-school students' understanding of animal social behavior. *The International Journal of Learning*, 18(10), 167-190.
- Koyunlu-Ünlü, Z. (2015). *Fen ve teknoloji dersinde araştırma-sorgulamaya dayalı öğrenmenin öğretim teknolojileri ile desteklenmesine yönelik bir eylem araştırması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Llewellyn, D. (2014). *Inquire within: implementing inquiry-based science standards in grades 3-8*. Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Mashur, M. A., Amin, M., & Lestari, U. (2018). Guided inquiry learning module with multimedia assisted on cell metabolism for XII grade of senior high school. *Jurnal Pendidikan Sains*, 6(39), 72-79.
- Milli Eğitim Bakanlığı [MEB], (2018). Ortaöğretim biyoloji dersi öğretim programı. Haziran 2020 tarihinde <http://mufredat.meb.gov.tr/ProgramDetay.aspx?PID=361> adresinden erişildi.
- Miles, M. B. & Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis : An expanded sourcebook*. Calif: SAGE Publications.

- Minner, D. D., Levy, A. J., & Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction-what is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496.
- Moebius-Clune, B. N., Elsevier, I. H., Crawford, B. A., Trautmann, N. M., Schindelbeck, R. R., & van Es, H. M. (2011). Moving authentic soil research into high school classrooms: Student engagement and learning. *Journal of Natural Resources and Life Sciences Education*, 40, 102-113.
- Morrison, j. M., Sullivan, F., Murray, E., & Jolly, B. (1999). Evidence-based education: development of an instrument to critically appraise reports of educational interventions. *Medical Education*, 33, 890-893.
- Nash, M., Cox, P., & Prain, V. (2018). Learning biology through creative representation. *Teaching Science*, 64(4), 32-39.
- National Research Center (2000). *Inquiry and the national science education standards: A guide for teaching and learning*. Washington, D.C.: National Academies Publications.
- Nunaki, J. H., Damopolii, I., Kandowangko, N. Y., & Nusantari, E. (2019). The effectiveness of inquiry-based learning to train the students' metacognitive skills based on gender differences. *International Journal of Instruction*, 12(2), 505-516.
- Özkanbaş, M. (2018). 6. Sınıf maddenin tanecikli yapısı ünitesinin öğretiminde süreç odaklı rehberli sorgulamayla öğrenme yönteminin öğrencilerin akademik başarıları, sorgulayıcı öğrenme becerisi algıları ve mantıksa düşünme becerileri üzerine etkisi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Özkarabacak, N. F. (2019). Farklı katılımcı grupların bilimsel düşünme niteliklerinden ve bilimsel süreç becerilerinden elektromanyetik dalgalar bağlamında ardışık sorgulama temelli etkinlikler yoluyla incelenmesi (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Muğla Sıtkı Kocaman Üniversitesi, Muğla.
- Rahmat, I. & Chanunan, S. (2018). Open inquiry in facilitating metacognitive skills on high school biology learning: An inquiry on low and high academic ability. *International Journal of Instruction*, 11(4), 593-606.
- Reiss, M. J., Millar, R., & Osborne, J. (1999). Beyond 2000: Science/biology education for the future. *Journal of Biological Education*, 33(2), 68-70.
- Richardson, J. T. E. (2011). Eta squared and partial eta squared as measures of effect size in educational research. *Educational Research Review*, 6(2),135-147.
- Rosadi, I., Maridi, M., & Sunarno, W. (2018). The effectiveness od process-oriented guided inquiry learning to improve students' analytical thinking skilss on excretory system topic. *Biosaintifika*, 10(3), 684-690.

- Sağdıç, M. (2018). *Rehberli sorgulama öğretim modeline göre fen öğretiminin ortaokul öğrencileri üzerindeki etkisinin incelenmesi: kuvvet ve enerji ünitesi örneği* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Sahnaz, S., Harlita, H., & Ramli, M. (2018). Improving observing skills of high school students through guided inquiry model. *International Journal of Pedagogy and Teacher Education*, 2(1), 53-66.
- Sarı, K. ve Şaşmaz-Ören, F. (2020). Araştırmaya dayalı öğrenme stratejisinin öğrencilerin akademik başarılarına etkisi: Bir meta analiz çalışması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 35(3), 540-555.
- Saunders-Stewart K. S., Gyles, P. D. T., & Shore, B. M. (2012). Student outcomes in inquiry instruction: A literature-derived inventory. *Journal of Advanced Academics*, 23(1), 5-31.
- Saylan-Kırmızıgül, A. (2019). *Fen eğitiminde bilgisayar destekli, etkinlik temelli ve sorgulamaya dayalı öğretim yaklaşımlarının karşılaştırılması* (Yayımlanmamış doktora tezi). Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Schramm, J. W., Jin, H., Keeling, E. G., Johnson, M., & Shin, H. J. (2018). Improved student reasoning about carbon-transforming processes through inquiry-based learning activities derived from an empirically validated learning progression. *Research in Science Education*, 48, 887-911.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Sung, Y. T., Lee, H. Y., Yang, J. M., & Chang, K. E. (2019). The quality of experimental designs in mobile learning research: A systemic review and self-improvement tool. *Educational Research Review*, 28. Erişim adresi: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1747938X18300757>
- Suwono, H., Susanti, S., & Lestari, U. (2017). Guided inquiry facilitated blended learning to improve metacognitive and learning outcome of high school students. *Journal of Physics: Conference Series*, 824. doi: 10.1088/1742-6596/824/1/012068 scieicne
- Şahintepe, S. (2018). *Sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının öğrencilerin üst biliş farkındalıklarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyonkarahisar.
- Taber, K. (2019). Experimental research into teaching innovations: responding to methodological and ethical challenges. *Studies in Science Education*, 55(1), 69-119.
- Tekin, G. (2019). 7. *Sınıf fen bilimleri dersinde araştırma sorgulama temelli etkinliklerin öğrencilerin akademik başarılarına, tutumlarına ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Aksaray Üniversitesi, Aksaray.
- The Critical Appraisals Skills Programme [CASP] (2004). CASP appraisal checklists. Temmuz 2020 tarihinde <https://casp-uk.net/casp-tools-checklists/> adresinden erişildi.

- Thoron, A. C. & Myers, B. E. (2012). Effects of inquiry-based agriscience instruction on student scientific reasoning. *Journal of Agricultural Education*, 53(4), 156-170.
- Torraco, R. J. (2005). Writing integrative literature reviews: Guidelines and examples. *Human Resource Development Review*, 4(3), 356-367.
- Varlı, B. (2018). *Araştırma sorgulamaya dayalı öğrenme yaklaşımının fen başarısı, sorgulama, üst biliş ve öz düzenleme becerilerine etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Amasya Üniversitesi, Amasya.
- Wells, G. A., Shea, B., O'connel, D., Peterson, J., Welch, V., Losos, M., & Tugwell, P. (2015). Newcastle-Ottawa Scale (t.y) The Newcastle-Ottawa Scale (NOS) for assessing the quality of nonrandomised studies in meta-analyses. Temmuz 2020 tarihinde http://www.ohri.ca/programs/clinical_epidemiology/oxford.asp adresinden erişildi.
- Whittemore, R. & Knaf, K. (2005). The integrative review: updated methodology. *Methodological Issues in Nursing Research*, 52(5), 546-553.
- Yerlikaya, A. (2019). *7. sınıf vücudumuzdaki sistemler ünitesinin araştırma sorgulama temelli öğreniminin programdaki öğrenme alanlarına etkisi* (Yayımlanmamış doktora tezi). On Dokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Yıldırım, A. (2012). *Rehberli sorgulama deneylerinin bilimsel süreç becerilerinin kazandırılmasına, başarıya ve kavramsal değişime etkisi* (Yayımlanmamış yüksek lisans tezi). Ortadoğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Zohrabi, M. (2013). Mixed method research: Instruments, validity, reliability and reporting findings. *Theory and Practice in Language Studies*, 3(2), 254-262.

Extended Summary

A Systematic Literature Review About the Effect of Inquiry-Based Biology Teaching on the Students' Learning Outcomes

Today's societies need well-educated people with high communication skills, adaptation, and life-long learning abilities (Reiss, Millar, & Osborne, 1999). Education is the best way to raise qualified people and citizens. Curricula should be updated with parallel to developments in science and technology. From the Republic of Turkey's foundation to 2000, six biology curricula were developed, and after 2000, two more biology curricula were developed. The 2018 High School Biology Curriculum aims to raise individuals that are determined, innovative, problem-solver, critical thinkers, empathetic, and good communicators (MEB, 2018). The curriculum implementation part of the biology curriculum suggests that teachers conduct experiments, observations, and investigations since "learning by doing" provides permanent learning (MEB, 2018). The success of any curricula depends on used teaching and learning models (Demirel, 2015). Inquiry-based teaching is a student-centered strategy that students

actively engage in learning through researches and investigations (Demirel, 2015). Inquiry-based teaching improves students' scientific process, creative, critical, and inquisitive skills (Duran, 2015; Duran & Dökme, 2018).

According to thesis studies that are conducted between 2010 and 2020 and found in the Turkish National Thesis Center, inquiry-based science teaching positively affects students' academic success, attitude toward science, scientific process skills, conceptual understanding, conceptual change, self-efficacy, scientific-creative skills, metacognitive skills, and creative thinking skills. At the same time, it positively affects the retention of knowledge. Moreover, inquiry-based physics and biology teaching is useful in the academic success and epistemological beliefs of students.

In literature, there are a meta-analysis study (Aktamış, Hiğde, & Özden, 2016; Akkaya, 2019), a literature review (Boğar, 2019), and an evaluation study (Sarı & Şaşmaz-Ören, 2020) related to inquiry-based teaching.

This literature review is essential for three reasons. Firstly, previous literature review studies were related to science teaching and included undergraduate students, teachers, and student-teachers. There is not any review study that includes inquiry-based biology teaching on high school students. Secondly, the methodological quality of the included articles was not assessed. Thirdly, exclusion and inclusion criteria of articles were not given in detail. About concerning these reasons, the research questions of this review study were determined as "What is the effect of inquiry-based biology teaching on the learning outcomes of high school students?" and "What is the methodological quality of articles reviewed?"

This literature review's research design is determined as a systematic literature review concerning this study's aim and research questions (Snyder, 2019). This literature review follows the order of "design," "application," "analysis," and "conclusion" steps. This study's sample group consists of 14 articles published between 2010-2020 and found on four databases: EBSCOhost, Australian Education Index, Wiley Online Library, and TR Dizin. The databases were chosen since they offer many sources in the field of education. The databases were separately searched between June-July, 2020 to identify published English-Turkish language journal articles. Articles were included if they were published in peer-reviewed journals. Review studies, the book chapters, dissertations, websites, and conference materials were considered secondary sources and excluded. "Inquiry-based learning strategy," "high school students," and "biology" were keywords of this study. The researches were conducted in English to find more articles. The research was extended by using other terms as "inquiry-based learning," "inquiry-based teaching, "...and the Boolean operator OR/AND were used. The articles published between 2010-2020 were included. The studies that have "inquiry-based biology/biological sciences teaching" as an independent variable were included. The outdoor activities such as

museum visiting, fieldwork were excluded. The studies that include high school students were included, and the studies with teachers, undergraduate students, primary school students were excluded.

Two articles, "The standard quality assessment criteria for evaluating primary research papers from a variety of fields" (Kmet, Lee, & Cook, 2004) and "Evidence-based education: development of an instrument to critically appraise reports of educational interventions" (Morrisson, Sullivan, Murray, & Jolly, 1999) were modified and used to assess the quality of the selected articles.

No study conducted in Turkey was found within the limits of this systematic literature review. It can be deduced from this study that more research studies about inquiry-based biology teaching are required since inquiry-based teaching is an effective way to reach the aims of the national biology curriculum and develop twenty-first-century skills.

The purpose of all articles was clearly given, and learning needs were identified as knowledge, skill, and ability. Three studies (8, 10, and 12) have some missing points regarding educational context. The research design of three studies (2, 3, and 8) was not given in detail, but it can be deduced from the text. The reason for determining the sample group was explained only in four studies (3, 5, 10, and 13). In nine studies (1, 2, 3, 5, 7, 10, 12, 13, and 14), the students' demographic information, number, and level were explained. A random sampling strategy was applied only in three studies (1, 4, and 13). The duration of interventions was given in four studies (6, 9, 10, and 14). The biology topics were not identified in two studies (1 and 10). Only in five studies (2, 5, 8, 12, and 14), the intervention process was given in detail to re-conduct the study by another researcher. Similarly, in only five studies (2, 6, 8, 12, and 14), lesson materials were given in detail to re-conduct the study. The author's role in studies was explained in eight studies (1, 3, 4, 7, 8, 11, 13, and 14). All articles represent real-life interventions. Data collection tools were described in eight studies (1, 2, 3, 7, 8, 10, 13, and 14). In three studies (5, 10, and 13), the reliability results and again in three studies (6, 10, and 11), the validity results were represented in numbers. Data analysis methods were explained in all studies. The variance analysis was reported in five studies (1, 5, 6, 11, and 13). The effect size was reported in three studies (3, 5, and 14). All studies discussed results with findings.

According to the quality assessment tool, both good quality indicators (purpose, learning needs, real-life interventions, analytical methods, finding supported results) and missing points (less information about validity, reliability, effect-size, lesson materials, and teaching procedures) of articles were identified.

This study concluded that inquiry-based biology teaching improves high school students' metacognitive skills, critical thinking skills, analytical thinking skills, conceptual understanding, scientific reasoning skills, observation skills, scientific-process skills, affective skills, collaborative

working skills, and self-control skills. Moreover, inquiry-based biology teaching improves the long-term retention of knowledge. This result is parallel to the results of previous studies (Cin, 2018; Çeliksöz, 2012; Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012; Gül-Kırıcı, 2019; Keçeci, 2014; Koyunlu-Ünlü, 2015; Minner, Levy, & Century, 2010; Özkanbaş, 2018; Özkarabacak, 2019; Sağdıç, 2018; Şahintepe, 2018; Tekin, 2019; Varlı, 2018; Yıldırım, 2012).

This study only includes four databases, and more than four databases can be researched to reach more articles related to inquiry-based biology teaching. Inquiry-based biology teaching practices coupled with outdoor activities, museum visiting, university visiting, and fieldwork studies, can be reviewed in future reviews. The author of this study assessed the methodological quality of articles; therefore, the study's inter-rater reliability could not be established. The selected articles' quantitative results were included concerning the quality assessment tool; also, the qualitative studies can be included.

According to the methodological limitations identified in this study, in future research studies that involve inquiry-based biology teaching, statistical significance, effect size, and step by step explanation of educational intervention should be given.

EK-1

Araştırma Filtreleme Seçenekleri

Wiley		
1	"inquiry-based learning" OR "Inquiry based teaching" OR "Inquiry guided learning" OR "inquiry guided teaching" OR "inquiry learning" OR "inquiry teaching" OR "Open inquiry" OR "Guided inquiry" OR "inquiry approach" OR "inquiry strategy" anywhere	2,194
2	"high school" OR "high school students" OR "secondary school" OR "secondary school students" anywhere	88,897
3	"biology" OR "biology education" OR "biological concepts" OR "biology teaching" OR "biology topics" anywhere	1,084,192
4	1 and 2 and 3	305
5	Filter by journals	276
6	Filter by subject education	211
7	<i>Journal of Research in Science Teaching</i> (52) <i>Science Education</i> (20) <i>School Science and Mathematics</i> (31) <i>Biochemistry and Molecular Biology Education</i> (31) <i>The journal of Natural Resources and Life sciences Education</i> (4) <i>Anatomical Science Education</i> (3) <i>The Curriculum Journal</i> (3) <i>British Educational Research</i> (3) <i>New Directions for Teaching and Learning</i> (2) <i>European Journal of Education</i> (3) <i>Review of Education</i> (1)	153
Australian Education Index (ACI)		
1	"inquiry-based learning" OR "Inquiry based teaching" OR "Inquiry guided learning" OR "inquiry guided teaching" OR "inquiry learning" OR "inquiry teaching" OR "Open inquiry" OR "Guided inquiry" OR "inquiry approach" OR "inquiry strategy" anywhere	132

	teaching"	
2	OR "Open inquiry" OR "Guided inquiry" OR "inquiry approach" OR "inquiry strategy" OR "inquiry-oriented teaching" OR "inquiry method"	36
3	1 and 2	164
4	Filter by year	98

Veri tabanında ayrı ayrı aranmıştır. 4 tanesi aynı sonuç olduğu için elenmiştir.

EBSCOhost		
*Academic Search Complete; Academic Search Ultimate; APA PsycArticles; APA PsycBooks; Applied Science & Business Periodicals Retrospective: 1913-1983 (H.W. Wilson);Applied Science & Technology Index Retrospective: 1913-1983 (H.W. Wilson);Art Index Retrospective (H.W. Wilson);Business Periodicals Index Retrospective: 1913-1982 (H.W. Wilson);Business Source Complete; Business Source Ultimate; Central & Eastern European Academic Source; eBook Academic Collection (EBSCOhost);eBook Collection (EBSCOhost);eBook University Press Collection Trial; Education Index Retrospective: 1929-1983 (H.W. Wilson);Education Source; Engineering Source; ERIC; European Views of the Americas: 1493 to 1750;GreenFILE;Humanities & Social Sciences Index Retrospective: 1907-1984 (H.W. Wilson);Library, Information Science & Technology Abstracts; MasterFILE Complete; MasterFILE Reference eBook Collection; MEDLINE; Newspaper Source Plus; Newswires; OpenDissertations; Political Science Complete; Regional Business News; Social Sciences Index Retrospective: 1907-1983 (H.W. Wilson);Teacher Reference Center; The Belt and Road Initiative Reference Source; TR Dizin; Web News		
Searches		
1	SU "inquiry based learning" or SU "inquiry based teaching" or SU "inquiry guided learning" or SU "inquiry guided teaching" or SU "inquiry learning" or SU "inquiry teaching" or SU "open inquiry" or SU "guided inquiry" or SU "inquiry approach" or SU "inquiry strategy" or SU "inquiry instruction" or SU "inquiry method"	7,922
2	TI "inquiry based learning" or TI "inquiry based teaching" or TI "inquiry guided learning" or TI "inquiry guided teaching" or TI "inquiry learning" or TI "inquiry teaching" or TI "open inquiry" or TI "guided inquiry" or TI "inquiry approach" or TI "inquiry strategy" or TI "inquiry instruction" or TI "inquiry method"	6,960
3	1 or 2	13,246
4	SU "high school" OR SU "high school students" OR SU "secondary school" OR SU "secondary school students"	161,321
5	TI "high school" OR TI "high school students" OR TI "secondary school" OR TI "secondary school students"	170,713
6	4 or 5	249,126
7	TX "biology" OR TX "biology education" OR TX "biological concepts" OR TX "biology teaching" OR TX "biology topics"	3,710,824
9	3 and 6 and 7	179
10	Academic journals	169

TR-Dizin		
1	Araştırmaya dayalı öğretim	132
2	Araştırma temelli öğretim	236
3	Sorgulamaya dayalı öğretim	28
4	Sorgulama temelli öğretim	18
5	1 veya 2 veya 3 veya 4	385
6	Konu filtresi "eğitim, eğitim araştırmaları" ve "eğitim, özel"	33