



Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi
Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education

2023, 24(1), 117-136

ARAŞTIRMA | RESEARCH

Gönderim Tarihi | Received Date: 24.06.21

Kabul Tarihi | Accepted Date: 15.11.22

Erken Görünüm | Online First: 28.11.22

Probleme Dayalı Farklılaştırılmış Fen Öğretim Programının Özel Yetenekli Öğrencilerin İşbirlikli Çalışma Becerilerine ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi

[Türkçe okumak için tıklayınız](#)

The Effect of a Differentiated Problem-Based Science Program on Gifted Students' Cooperative Working Skills and Problem-solving Skills

[Click here to read in English](#)

Özge Ceylan



Ünsal Umdu-Topsakal





Probleme Dayalı Farklılaştırılmış Fen Öğretim Programının Özel Yetenekli Öğrencilerin İşbirlikli Çalışma Becerilerine ve Problem Çözme Becerilerine Etkisi*

Özge Ceylan¹

Ünsal Umdu-Topsakal²

Öz

Giriş: Modern yaşamın her alanında karmaşık ve zorlayıcı problemleri etkili şekilde çözmek ve bu süreçte işbirliği yapmak son yıllarda ön plana çıkmıştır. Bu çalışmanın amacı problem çözmeye dayalı farklılaştırılmış fen programı aracılığıyla özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin problem çözme ve işbirlikli çalışma becerilerini geliştirmektir.

Yöntem: Çalışmanın deseni eylem araştırmasıdır. Çalışmanın katılımcıları 12 özel yetenekli yedinci sınıf (11-12 yaş) öğrencileri ve araştırmacı öğretmendir. Probleme dayalı farklılaştırılmış fen öğretim modülü araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır ve 14 hafta boyunca katılımcılara uygulanmıştır. Çalışmada nitel ve nicel veri toplama araçları kullanılmıştır. Problem çözme becerisindeki gelişimi ortaya koymak amacıyla Problem Çözme Becerisi Soru Formu ve öğrenci günlükleri kullanılmıştır. İşbirlikli çalışma becerisindeki gelişimi ortaya koymak amacıyla İşbirliği Süreci Ölçeği ve öğrenci günlüklerinden veri toplanmıştır. Nicel verilerin analizinde betimsel istatistik ve Wilcoxon İşaretili Sıralar Testi, nitel verilerin analizinde tematik analiz kullanılmıştır.

Bulgular: Araştırmanın nitel ve nicel bulguları, probleme dayalı farklılaştırılmış fen öğretim modülünün özel yetenekli öğrencilerin işbirlikli çalışma ve problem çözme becerilerini geliştirdiğini göstermiştir.

Tartışma: Yapılan bu araştırma ile farklılaştırılmış programların katılımcı öğrencilerin işbirlikli çalışma ve problem çözme becerilerinin gelişiminde etkili olduğu söylenebilir. Alanyazında bu sonucu destekleyen çalışmalar mevcuttur. Sonraki çalışmalarda farklı konu içeriklerinde farklılaştırılmış programlar hazırlanması ve etkililiğinin araştırılması önerilmektedir.

Anahtar sözcükler: Özel yetenekli öğrenciler, işbirlikli çalışma becerisi, problem çözme becerisi, fen eğitimi, program farklılaştırma.

Atf için: Ceylan, Ö., & Umdu-Topsakal, Ü. (2023). Probleme dayalı farklılaştırılmış fen öğretim programının özel yetenekli öğrencilerin işbirlikli çalışma becerilerine ve problem çözme becerilerine etkisi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Özel Eğitim Dergisi*, 24(1), 117-136. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.956943>

*Bu çalışma, ilk yazar Özge Ceylan'ın "Özel yetenekli öğrencilerin erişilerinin, eleştirel düşünme becerilerinin ve değerlerinin farklılaştırılmış fen bilimleri programı aracılığıyla geliştirilmesi: Bir eylem araştırması" başlıklı doktora tezinden uyarlanmıştır.

¹**Sorumlu Yazar:** Dr., Milli Eğitim Bakanlığı, E-posta: ozgeceylan86@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3737-8579>

²Prof. Dr., Yıldız Teknik Üniversitesi, topsakal@yildiz.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0565-7891>

Giriş

Öğrencilerin hızla değişen bir toplumda artan karmaşık sorunlarla başa çıkabilmeleri için, onları bilim insanı gibi düşünme ve davranma, sorular sorma, hipotezler oluşturma ve araştırmalar yürütme becerileriyle donatma eğitimciler için önemli hale gelmiştir (Kelley & Knowles, 2016). Politika yapıcılar, program geliştirme uzmanları ve öğretmenler, öğrencilere bu becerileri kazandırmak için çalışmalar yürütmüşler ve hazırlanan standart eğitim programlarına özellikle 21. yüzyıl becerilerini entegre etmişlerdir. Bu beceriler, farklı yaş ve özelliklere sahip tüm öğrencilere kazandırılmalıdır. Özel yetenekli öğrenciler de akranlarına kıyasla farklı özelliklere sahiptir. Bu sebeple bu öğrenciler entelektüel, yaratıcı, sanatsal, liderlik veya belirli akademik alanlarda, yüksek başarı kapasitesine sahip oldukları ve bu kapasiteyi geliştirebilmeleri için okul tarafından normalde sağlanmayan hizmetlere veya faaliyetlere ihtiyaç duyarlar (National Association for Gifted Children, 2013). Standart öğretim programları onların ihtiyaçları karşılamadığından (Renzulli & Reis, 1985) hızlandırma, zenginleştirme ve farklılaştırma gibi eğitimsel müdahaleler uygulanır (Neihart, 2007; VanTassel-Baska & Brown, 2009; VanTassel-Baska vd., 2002).

Farklılaştırılmış öğretim programları, yeteneklerin gelişimindeki değişkenliği de göz önünde bulundurarak, en üst potansiyele sahip olduğu belirlenen az sayıda öğrenci popülasyonlarında bile çeşitli gelişim aşamalarını ve bireysel özellikleri desteklemeye yeterli olmalıdır (Housand, 2016). Günümüze kadar başarıyla uygulanmış öğretim programı farklılaştırma modelleri mevcuttur. Örneğin Renzulli'nin Okul Çaplı Zenginleştirme Modeli (Renzulli & Reis, 1997) tüm öğrenciler için akademik ve yaratıcı üretkenlik yeteneklerine odaklanan, zenginleştirilmiş öğrenme deneyimi sunan bir modeldir (Reis & Renzulli, 2009). Modelde Renzulli'nin üçlü halka teorisi ön plandadır. Renzulli, özel yetenekli bireyden ziyade özel yetenekli davranışı tanımlamıştır ve bu davranışlar yaratıcılık, göreve adanmışlık ve ortalamanın üstünde yetenek kavramlarına dayanır (Renzulli & Reis, 1997). Kaplan'ın Izgara Modeli tema, büyük fikir, içerik, süreç, ürün ve öğrenme deneyimleri unsurlarından oluşur (Kaplan, 2009). Bu elementlerin tabloya yerleştirilme şekli ızgaraya benzediğinden ızgara modeli adını almıştır. Paralel Müfredat Modeli (Tomlinson vd., 2009), özel yetenekli öğrenciler de dahil olmak üzere tüm öğrencilere uygun bir şekilde zorlayıcı bir öğretim programı oluşturmak için geliştirilmiştir (Hockett, 2009). Paralel müfredatın çerçevesi paraleller/müfredatlar adı verilen, birlikte ya da bağımsız kullanılabilen dört düşünme boyutuna bağlıdır (Tomlinson vd., 2002). Bu araştırmada kullanılan Entegre Müfredat Modeli'nde (EMM) ise özel yetenekli öğrencilerin belirgin özellikleri göz önünde bulundurularak karmaşıklık, derinlik ve yoğunluk temelinde farklılaştırma yapılmıştır (VanTassel-Baska & Wood, 2009). EMM öğretim programında öğrencilerin hem bilişsel hem de duyuşsal özelliklerinin geliştirilmesi ele alınmıştır (VanTassel-Baska & Wood, 2010). Bu modellerin özel yeteneklilerdeki etkililiği üzerinde uzun yıllar araştırmalar yapılmıştır. Tüm modellerin genel özellikleri incelendiğinde;

1. Yetenek alanlarında veya sınıf düzeyinde hızlandırma,
2. Esnek gruplama olmak üzere öğrencileri yetenek alanlarına veya ileri düzey uygulamalar için gruplama,
3. Açık uçlu problem durumlarına veya sorulara cevap aramaya dayanan sorgulamaya dayalı stratejiler uygulama,
4. Üst düzey düşünme becerilerini ve problem çözmeyi temel konu alanlarına yerleştirme,
5. Öğrencilerin ilgi alanlarına dayalı, eğitim ortamları dışında uygulamaları olan veya öğrenciler için kişisel anlamı olan öğretim programı içeriği ve süreçlerine odaklanmaya dayalı uygulamalar yer almıştır (Ackerman, 2014; Assouline vd., 2015; Renzulli & Reis, 2014; Rogers, 2004).

VanTassel-Baska ve Brown (2007) ise inceledikleri 11 müfredat/öğretim programı modelinin altında araştırma sorgulamaya dayalı yaklaşımın kullanıldığını ve yaklaşımın merkezinde ise karmaşık problemleri çözenin yer aldığını belirtmişlerdir. Yine Maker, Matrix Model'de beş çeşit problem tipi kullanılarak öğretim programı tasarlamıştır (Maker vd., 1994). Örneklerde görüldüğü üzere araştırmacılar, üst düzey becerileri geliştirmek ve özel yetenekli çocukların çağımızın problemlerini kapasitelerini kullanarak çözmelerini sağlamak amacıyla problem çözme yaklaşımını merkez almışlardır. VanTassel-Baska'nın EMM'sinde ise fen bilimleri ünitelerine probleme dayalı öğrenmenin (PDÖ) entegre edilmesi araştırmalarda etkili sonuçlar ortaya koymuştur (VanTassel-Baska vd., 1998). Bu sonuçlara göre özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme becerilerinin, problem çözme becerilerinin (PÇB) ve akademik bilgilerinin geliştiği görülmüştür (Kim vd., 2012; VanTassel-Baska vd., 2009; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006; VanTassel-Baska & Wood, 2009).

PDÖ, ağırlıklı olarak Bruner'in (1962) yapılandırmacılık ve problem çözme yoluyla keşif felsefelerini içeren çalışmasına dayanmaktadır. Araştırmacılar PDÖ'nün dört temel özelliği olduğunu belirtmektedir; (1) birçok çözümü olan karmaşık ve gerçek yaşam problemlerine odaklanma, (2) grup çalışması, (3) yeni bilgileri kendi kendine öğrenme ve (4) öğretmenin rehber rolü (Hmelo-Silver, 2004, 2015; Savery, 2015). Maker ve Wearne'ye (2021) göre PDÖ, içerik farklılaştırma ilkelerinin (soyutluk, karmaşıklık, çeşitlilik, öğrenme değeri organizasyonu, insanların incelenmesi, yöntemlerin incelenmesi) uygulanması için önemli bir modeldir. Yaklaşımın karmaşık gerçek yaşam problemlerini ele alması, özel yetenekli öğrencilerin eğitimi için önemli bir noktadır. Çünkü bu öğrencileri, kapasitelerini kullanmalarına fırsat sunan zorlayıcı etkinliklerle karşı karşıya bırakmak gerekir. Özellikle yaratıcı düşünme becerileri ile ön plana çıkan özel yetenekli öğrenciler, birçok problemi farklı yollardan çözebilirler (Çetinkaya, 2021). PDÖ sayesinde öğrencilerin üst düzey düşünme becerileri gelişir (Argaw vd., 2017; Gholami vd., 2016; Ismoyo, 2017). Bu becerilerden biri PÇB'dir. PÇB fen eğitiminin (Greiff vd., 2013; Scherer & Tiemann, 2012) ve özel yetenekliler eğitimin önemli amaçlarından biridir (Diezmann & Watters, 2001). Mayer ve Wittrock'a göre (2006) problem çözme, problem çözen birey için hiçbir çözüm yöntemi açık olmadığına, bir hedefe ulaşmaya yönelik gerçekleştirdiği bilişsel işlemidir. Bahsedilen bu işlemler, mutlak bir sıralamaya sahip olmasa da birbirine paralel olmalıdır. Örneğin; PISA (2017) problem çözme sürecinin aşamalarını şu şekilde sıralar; problemi keşfetme ve anlama, temsil ve formüle etme, planlama ve yürütme, izleme ve yansıtma. Griffin'in (2014) problem çözme prosedürü ise tümevarımdan tümdengelimci düşünceye doğru ilerler. Birey önce problemi inceler ardından öğeler arası ilişkileri tanımlar ve bunları kurallara dönüştürürler. Son olarak da bu kuralları ve genellemeleri test ederler.

Buraya kadar bahsedilenler, problem çözenin bilişsel boyutuyla ilgilidir. Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (Organisation for Economic Co-operation and Development [OECD], 2018), geleceğin yetkinliklerinden olan karmaşık problemleri çözme becerisine, duyuşsal bir beceri olan işbirliği yapmayı da eklemiştir. Özel yetenekli öğrencilerin eğitiminde de grup halinde çalışma ve zorlayıcı öğretim sunma iki önemli zenginleştirme unsurudur (Neber vd., 2001; Rankin, 2016). Bilişsel becerilerin yanında özel yetenekli öğrencilerin sosyal ve duyuşsal becerilerini de en üst seviyelere çıkarmak önemlidir. Özel yetenekli öğrencilerin doğasında var olan yetenekleri, onlar için bireysel güç olarak görülse de takım çalışmasının ve işbirliğinin önemi çağın gereğidir (Tennant vd., 2009; Trilling & Fadel, 2009). Bu sebeple onların eğitiminde özellikle fen bilimleri dersinde program zenginleştirme çalışmaları yapılırken bu hususlar dikkate alınmalıdır.

Bu araştırmanın birinci yazarı, özel yetenekli öğrencilerin fen bilimleri öğretmeni olarak, öğrencilerinin PÇB ve işbirlikli çalışma becerisi (İÇB) özelliklerini geliştirmek istemiş ve eyleme geçmiştir. Bu sebeple araştırmacılar, öğrencilerin özelliklerini dikkate alarak esnek ve ihtiyaçlarını karşılayan farklılaştırılmış bir öğretim programı tasarlamaya karar vermişlerdir. Program farklılaştırma modeli olarak, zihinsel ve duyuşsal becerileri dikkate alması bakımından (VanTassel-Baska & Wood, 2009), EMM'yi seçmişlerdir. EMM'nin hızlandırılmış ve ileri düzey içeriği, içeriğin derin ve karmaşık olması, üst düzey düşünme becerilerini içermesi, öğrenci ürünlerinin gerçek yaşamla ilgili olması gibi özellikleri vardır (Sak, 2017). Bu özellikler göz önünde bulundurularak farklılaştırılmış bir fen bilimleri dersi ünitesi tasarlanmıştır. Hazırlanan programın temeli, bir probleme dayalı öğrenme senaryosu üzerine kurulmuştur ve konusu "bağışıklık sistemi"yle ilgilidir. Programın süreç boyutunu probleme dayalı öğrenme, içerik boyutunu bağışıklık sistemi oluşturmaktadır. Ayrıca probleme dayalı öğrenmenin yanında büyük-küçük grup tartışması, SCAMPER, beyin fırtınası gibi teknikler kullanılmıştır. Programın uygulama süreci boyunca öğrenciler küçük gruplar halinde problemi çözmeye çalışmışlardır. Bu sebeple araştırmanın amacı, özel yetenekli ortaokul öğrencileri için hazırlanan probleme dayalı farklılaştırılmış program aracılığıyla öğrencilerin PÇB ve İÇB özelliklerini geliştirmektir. Literatürde özel yetenekli öğrencilerin işbirliği yaparak problem çözdükleri çalışmalar yer almaktadır (ör. Barron, 2000; Gu vd., 2015; Lee & Kim, 2013; Mioduser & Betzer, 2008). Bununlabirlikte, özel yeteneklilerde fen eğitimi alanında PÇB konusunda sınırlı çalışma görülmüş olup (ör. Jo & Ku, 2011; Kim & Choi, 2012); İÇB konusunda da herhangi bir çalışma ile karşılaşılmamıştır. Ayrıca bir farklılaştırma seçeneği olan EMM'nin kullanıldığı fen bilimleri programlarının ulusal ve uluslararası araştırmalarda sınırlı sayıda olduğu söylenebilir (ör. Bland vd., 2010; Kanlı, 2008; VanTassel-Baska vd., 1998). Tüm bu noktalara dayanarak, yapılan araştırmanın metodu, oluşturulan öğretim programı, programın içeriği ve araştırma konusu bakımından özgün olduğu düşünülmektedir. Ayrıca özel yeteneklilerde işbirlikli çalışma, fen eğitimi, probleme dayalı öğrenme, program farklılaştırma konusunda ortaya koyduğu sonuçlarla gelecekteki çalışmalara ve alana katkı sunması beklenmektedir. Araştırmada şu sorulara cevap aranmıştır;

1. Problem çözmeye dayalı farklılaştırılmış fen öğretim programının özel yetenekli öğrencilerin PÇB'leri üzerindeki etkisi nasıldır?

2. Problem çözmeye dayalı farklılaştırılmış fen öğretim programının özel yetenekli öğrencilerin İÇB'leri üzerindeki etkisi nasıldır?

Yöntem

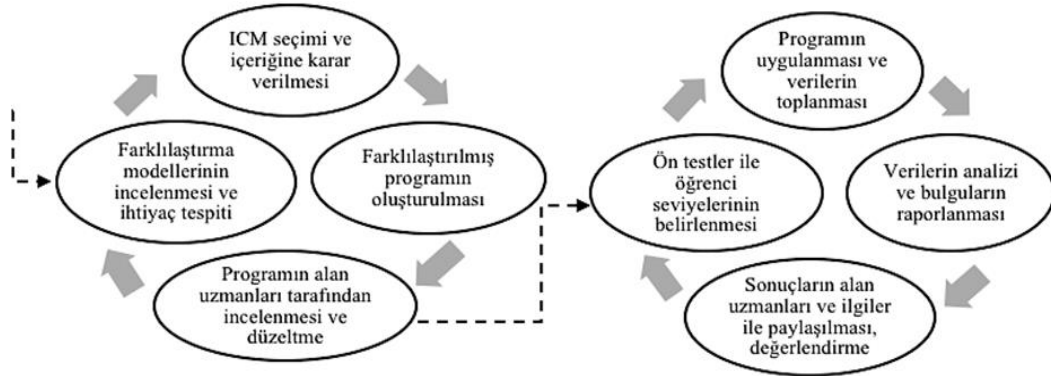
Araştırma Deseni

Bu çalışmanın deseni eylem araştırmasıdır. McMillan (2004) eylem araştırmasını bir sınıf ya da okul sorununu çözmeye yardımcı olmak ve bir uygulama geliştirmeye karar vermek olarak tanımlamaktadır. Bu çalışmanın katılımcı öğrencileri özel yetenekli olmalarına karşın problem çözme becerileri ve işbirliği yapma becerilerinin istenen düzeyde olmadığı fen bilimleri öğretmeni, aynı zamanda araştırmanın birinci yazarı tarafından gözlem ve ön testlere dayanarak tespit edilmiştir. Bu durumun iyileştirilmesi için bir öğretim programı geliştirilmesine karar verilmiştir. Araştırmacının kendi öğrencilerinde gözlemlediği bir problemi çözmeye çalıştığı ve tüm bu işlem basamaklarının sistematik olması istendiği için eylem araştırması seçilmiştir.

Araştırmada farklı eylem döngülerinden (ör. Fraenkel & Wallen, 2003; Johnson, 2008; Mertler & Charles, 2011) faydalanılarak genel dört basamaklı eylem araştırması modeli kullanılmıştır ve araştırma iki eylem döngüsünden oluşmaktadır. İlk eylem döngüsü 12 ay, ikinci eylem döngüsü ise 14 hafta sürmüştür. Eylem araştırmasına ait döngüler Şekil 1'de görülebilir.

Şekil 1

Araştırmada Uygulanan Eylem Araştırmasına Ait Şema



Not: ICM = entegre müfredat modeli.

Çalışma Grubu

Öğrenciler

Bu araştırma, İstanbul'da bir bilim ve sanat merkezine (BİLSEM) kayıtlı olan 12 ortaokul yedinci sınıf (11-12 yaşlar) öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Araştırma, 2020-2021 eğitim öğretim döneminde yapılmıştır. Türkiye'de özel yetenekli öğrenciler, Milli Eğitim Bakanlığı tarafından yapılan üç aşamalı taramadan geçerek bu tanyı alırlar. Tanılanan öğrenciler standart eğitim gördükleri okullara ek olarak, BİLSEM'lerde okul sonrası destekleyici eğitim alır. Araştırmacı kendi öğrencileri ile çalışmayı gerçekleştirdiğinden kolay ulaşılabilir örnekleme ile katılımcılar seçilmiştir. Katılımcıların beşi erkek, yedisi kızdır. Çalışmaya katılan öğrencilerin gizliliğini sağlamak amacıyla bulgular bölümünde öğrenciler Ö1, Ö2, Ö3, ... Ö12 şeklinde kodlanmıştır.

Araştırmacı Öğretmen

Araştırmanın birinci yazarı aynı zamanda programı uygulayan ve verileri toplayan araştırmacı öğretmen konumundadır. Halen İstanbul'da bir BİLSEM'de fen bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktadır. Eylem araştırmalarında, uygulamayı araştırmacının kendisi gerçekleştiriyor ve yaptığı uygulamaya yönelik verileri topluyor ise bu araştırmacı "etkin katılımcı gözlemci" olarak ifade edilir (Mills, 2014). Bu çalışmada da birinci araştırmacı, etkin katılımcı gözlemci konumundadır.

Veri Toplama Araçları

Eylem araştırmalarının karma yöntemlerle birlikte kullanılması daha güvenilir ve geçerli veriler elde edilmesine ve araştırmanın daha sistematik gerçekleştirilmesine yardımcı olur (Ivankowa & Wingo, 2018). Bu

sebeple nitel verileri desteklemek ve veri çeşitlemesi yapmak amacıyla nicel verilerden de faydalanılmıştır. Tablo 1'de araştırmada kullanılan veri toplama araçları ve kullanılma zamanına ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 1

Araştırmada Kullanılan Ölçme Araçları

Değişken	Araç türü	Uygulama başında	Uygulama sırasında	Uygulama sonunda
PÇB	Nitel araçlar	Öğrenci günlükleri	Öğrenci günlükleri	Öğrenci günlükleri
	Nicel araçlar	Açık uçlu soru formu	Öğretmen günlükleri	Açık uçlu soru formu
İÇB	Nitel araçlar	Öğrenci günlükleri	Öğrenci günlükleri	Öğrenci günlükleri
	Nicel araçlar	İşbirliği süreci ölçeği	Öğretmen günlükleri	İşbirliği süreci ölçeği

Not: İÇB = işbirlikli çalışma becerisi; PÇB = problem çözme becerisi.

Öğrenci Günlükleri

Araştırmanın her iki sorusunu cevaplamak amacıyla kullanılan nitel veri toplama aracıdır. Araştırmacılar çalışmaya yönelik sağlıklı veri toplamak amacıyla günlüklere açık uçlu sorular eklemiştir. Sorular öğretim programının içeriği göz önünde bulundurularak hazırlanmıştır, bir fen eğitimi ve bir özel eğitim alanından iki alan uzmanı tarafından değerlendirilmiştir. Günlük soruları, çalışmanın başladığı ilk haftadan itibaren 14 hafta boyunca öğrencilere verilmiştir. Günlüklerde yer alan soru örnekleri şöyledir;

1. Ela'nın problemini problem cümlesi ile ifade ediniz.
2. Ela'nın problemine yönelik iki hipotez yazınız.
3. Niçin ana problemin bu durum olduğunu düşünüyorsun? Hangi kanıtları kullanarak bu sonuca vardın?
4. Ela'nın probleminde grup olarak ortaya koyduğunuz çözümünüzü değerlendirin.
5. Ben grup çalışmasında.....sırasında kendimi yeterli buldum fakat.....sırasında yeterli değildim. Eksikliğimi.....ile/yaparak giderebilirim.
6. Grup arkadaşlarım grup çalışmasında.....sırasında yeterli iken.....sırasında yetersizdi. Onlara önerim.....olabilir.
7. Grup üyelerinin tümü sorumluluklarını yerine getirdi
8. Bazı arkadaşlarım sorumluluklarını yerine getirmedi, bunun nedeni şu olabilir:
9. Bu ders işbirlikli çalışma özelliğimi, • etkiledi • etkilemedi. Çünkü;

Öğretmen Günlüğü

Araştırmanın her iki sorusunu cevaplamak amacıyla araştırmacı öğretmenden toplanan nitel verilerin kaynağıdır. Öğretmen her dersten sonra öğrencilerin PÇB ve İÇB özelliklerine ait gözlemlerini bu günlüğe yazmıştır. Öğretmen günlükleri yazarken ders planlarını ve öğrencilere verilen günlük sorularına yönelik gözlemlerini dikkate almıştır.

Problem Çözme Becerisi Soru Formu (PÇBSF)

Öğrencilerin PÇB'lerinin bir problem durumu üzerinden açık uçlu sorular ile ölçüldüğü araçtır. Problem metni ve soruları, W&M College No Quick Fix- Exploring Human Body Systems (Center for Gifted Education, 2007) öğretmen kılavuz kitabında yer alan ölçme etkinliklerinden yola çıkılarak araştırmacılar tarafından hazırlanmıştır. Soruların uygunluğuna ilişkin bir özel eğitim alanından ve bir fen eğitimi alanından iki öğretim üyesinin görüşleri alınmıştır. PÇBSF, öğrencilerin problem çözme basamaklarını kullanma becerilerini ölçer. Formda yapılandırılmamış bir problem durumuyla bağlantılı yedi açık uçlu soru yer almaktadır. Formda yer alan soru örnekleri şunlardır;

1. Metindeki problemi soru cümlesi biçiminde ifade ediniz.
2. Metindeki problemi çözecek bir deney tasarlayınız.
3. Deneyinize yönelik en az iki hipotez yazınız.

İşbirliği Süreci Ölçeği (İSÖ)

Öğrenme sürecinin işbirlikli bir biçimde gerçekleşip gerçekleşmediğini ölçmek amacıyla kullanılan İSÖ, Bay ve Çetin (2012) tarafından lisans öğrencileri düzeyinde geliştirilmiştir. Bu sebeple ölçeğin ortaokul öğrencileri düzeyinde uyarlama çalışması yapılmıştır. Ölçeğin orijinal hali 40 madde ve beş boyuttan oluşmaktadır. Bay ve Çetin (2012) ölçeğin tek boyutlu olarak da kullanılabileceğini ifade etmişlerdir.

Ölçeğin uyarlama çalışması eylem araştırmasının ikinci basamağına başlamadan önce, çalışmadan bağımsız bir grup olan 220 altıncı sınıf, 238 yedinci sınıf ($n = 458$) ortaokul öğrencisi ile gerçekleştirilmiştir. Açıklayıcı faktör analizi sonucunda ölçeğin tek boyuttan oluştuğu ve KMO değerinin .988 ve Barlett anlamlılık değerinin $p = .000$ olduğu görülmüştür. Verilerin doğrulayıcı faktör analizine uygunluğu için KMO .60'dan yüksek ve Barlett Testi'nin anlamlı çıkması gerekmektedir (Büyüköztürk, 2012). Bu noktada ölçeğin tek faktörlü halinin kullanılmasına karar verilmiştir. Doğrulayıcı faktör analizi de (DFA) tek faktör üzerinden yürütülmüştür. Bunun sonucunda CMIN/DFI (χ^2/sd) = 2.433; RMSEA = .056; CFI = .952; NFI = .922; IFI = .953 değerleri bulunmuştur. Bu değerlerin kabul edilebilir aralıkta olduğu görülmüştür (Bentler & Bonnet, 1980; Hu & Bentler, 1999; McQuitty, 2004). Ölçeğin DFA sonucunda orijinal faktör yapısının korunduğu gözlemlenmiştir. Ölçeğin güvenilirliği, ölçeğin tamamı için iç tutarlılık katsayısı ile kontrol edilmiştir. Elde edilen Cronbach Alpha katsayısı .99 olarak bulunmuştur. Ölçeğin uyarlama çalışması sonucunda ortaokul öğrencilerine uygun olduğu görülmüş ve değişiklik yapılmadan öğrencilere uygulanmıştır.

Verilerin Toplaması ve Analizi

Araştırmada kullanılan nitel veri toplama aracı olan günlükleri, programın hazırlık aşamasında özel eğitim alanından bir öğretmen üyesi ve bir doktoralı fen bilgisi öğretmeni incelemişlerdir ve gerekli düzenlemeleri yapmışlardır. Uzmanlar, soruları incelerken öğrenci seviyesine uygunluğunu, programın kazanımlarını ve araştırmanın amaçlarını göz önünde bulundurmışlardır. Nitel veri toplama araçları, eylem araştırmasının ikinci döngüsü süresince yani 14 hafta boyunca toplanmıştır. Günlüklerin analizinde tematik analiz kullanılmıştır. Tematik analiz, bir araştırma sorusu ile ilgili bir veri setindeki temaları ve anlam kalıplarını belirlemek için kullanılan nitel bir veri analiz yöntemidir (Braun & Clarke, 2006). Tümevarımsal ve tümdengelimsel olmak üzere tematik analizin iki türü de bu araştırmada kullanılmıştır. Tümdengelimsel analizde bir teori etrafında önceden tema ve kodlar oluşturulur ve analiz buna göre yapılır; tümevarımsal analizde ise veriler aşağıdan yukarıya doğru bir analiz oluşturmayı amaçlar ve analiz mevcut teori tarafından şekillendirilmez (Braun & Clarke, 2013). Öğretmen günlükleri, analizinde tümevarımsal analiz kullanılmıştır. PÇB için öğrenci günlüklerinin analizinde tümdengelimsel tematik analiz kullanılmıştır. Analizde problemi anlama/tanımlama, hipotez kurma, kaynak tarama, hipotezleri test etme, verileri analiz etme ve değerlendirme basamaklarından oluşan klasik problem çözme sürecine göre temalar oluşturulmuştur. İşbirlikli çalışma becerisine yönelik olarak öğrenci günlüklerinin analizinde ise tümevarımsal tematik analiz kullanılmıştır.

PÇBSF ise bir problem senaryosu aracılığıyla yedi açık uçlu soruya cevap aramaktadır. Form için puanlama rubriği hazırlanmış ve 20 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Örneğin; problemi belirleyen fakat problem cümlesi yazamayan öğrencilere puan verilmemiştir. Hipotezleri problem konusunda bağımsız olan cevaplar da doğru kabul edilmemiştir. PÇBSF için iki puanlayıcı arası korelasyon katsayısı .84 olarak hesaplanmıştır. İSÖ'den alınabilecek en yüksek puan 200, en düşük puan 40'tır. İSÖ ve PÇBSF puanlarının ön ve son analizinde betimsel istatistik, ön ve son puanlarının karşılaştırılmasında ise Wilcoxon İşaretili Sıralar Toplamı Testi uygulanmıştır. Ravid (2019) grup büyüklüğü 30'dan az ise parametrik olmayan testlerin kullanılmasını önermiştir. Bu çalışmanın da katılımcı sayısı 12 olduğundan, nicel verilerin analizinde parametrik olmayan Wilcoxon İşaretili Sıralar Toplamı Testi kullanılmıştır.

Uygulama Süreci

İki döngüden oluşan eylem araştırmasının birinci döngüsünde probleme dayalı farklılaştırılmış fen bilimleri ünitesi hazırlanmıştır. Farklılaştırma modeli olarak seçilen EMM ileri içerik, tema ve süreç boyutlarına sahiptir. Bu sebeple bu araştırmada hazırlanan ünite her üç boyutta farklılaştırılmıştır. İçerik boyutunda, ortaokul fen bilimleri dersi öğretim programında olmayan "bağışıklık sistemi" konusu ele alınarak farklılaştırma yapılmıştır. İçerik üst sınıflardan "bağışıklık sistemi" konusunu içerdiğinden, aynı zamanda hızlandırma yoluyla da öğrencilerin ihtiyaçlarını karşılamak hedeflenmiştir. Tema boyutunda, tüm ünite sistem teması (büyük fikir/tema) üzerine kurulmuştur. Buradaki amaç, ünitenin bağımsız parçalarla öğretilmesi yerine bütün bir sistem olarak öğretilmesidir. Üniteye ait kavramlar, büyük temalar etrafında organize edilir. Süreç boyutu ise işbirlikli problem çözme sürecini ifade eder. Problem çözme sürecinde öğrenciler, özel bir konu etrafında bir uzman gibi

takım halinde çalışırlar. Hazırlanan farklılaştırılmış programda da, uygulama süreci boyunca öğrencilerin işbirliği yaparak takım halinde çalışmaları ve problemi çözmeleri hedeflenmiştir. Bu sebeple süreç boyutu, bilişsel ve duyuşsal olmak üzere iki beceriye odaklanır. Problem çözme araştırmanın bilişsel beceri boyutunu, işbirlikli çalışma ise duyuşsal beceri boyutunu temsil etmektedir.

Farklılaştırılmış “bağışıklık sistemi” ünitesi, Ela karakterinin sahip olduğu “Lupus Eritematozus” hastalığı ve ona bağlı sorunları ele alan senaryo üzerine kurulmuştur. Öğrencilere Ela’nın problem durumu verilmiş ve öğrenme süreci içerisinde tema-içerik-süreç boyutlarıyla ilişkilendirerek problemi çözmeleri istenmiştir. Ela’nın problemi/hastalığı bağışıklık sistemine bağlı olduğu için, kurgu bu şekilde yapılmıştır. “Bağışıklık sistemi” de insan vücudu sisteminde bir alt sistem olduğundan, programda sistem teması vurgusu yer alır. Öğrencilerin sistemlerin element, girdi, çıktı, sınır, bağlantı ve etkileşimleri arasındaki ilişkiyi kurmaları ve problem çözme sürecine farklı açılardan bakmaları hedeflenmiştir. Öğrencilere verilen yapılandırılmamış problemin tek çözümü ya da çözüme giden belirli yolları yoktur. Problem durumunu anlatan senaryo bölümlere ayrılmış ve belirli aralıklarla öğrencilere verilmiştir. Programda probleme dayalı öğrenmenin yanında SCAMPER, grup tartışması, beyin fırtınası, soru-cevap gibi yöntem tekniklere yer verilmiştir.

Eylem araştırmasının ikinci döngüsü olan programı uygulama aşaması, 2020-2021 öğretim yılında gerçekleştirilmiştir. Türkiye’de COVID-19 salgını sebebiyle uzaktan yüz yüze eğitim ortamı kullanılmıştır. Bu araştırma da uzaktan çevrimiçi öğretim ortamında yapılmıştır. Program uzaktan eğitime adapte edilmiştir ve kullanılan çevrimiçi iletişim aracının çevrimiçi grup çalışması özelliği olması dikkate alınmıştır. Uygulamanın birinci haftasında öğrencilerin İÇB ve PÇB mevcut durumları tespit edilmiştir. Elde edilen verilere göre program tekrar düzenlenmiştir. Üç kişilik toplam dört grup oluşturulmuştur ve problem çözme süreci on iki hafta boyunca sürdürülmüştür. On dördüncü haftada ise son testler uygulanmıştır.

Araştırmanın Geçerlik, Güvenirlik ve Etik Boyutu

Eylem araştırmasının geçerliğini, güvenirlğini ve etik ilkelere uygunlunu sağlamak amacıyla bazı çalışmalar yapılmıştır. Araştırmanın veri toplama araçlarında çeşitlemeye gidilmiştir. Nitel veriler, nicel veriler ile desteklenmiştir. Fen eğitimi ve özel eğitim alanından iki öğretim üyesi, farklılaştırılmış programın hazırlanması ve eylem araştırması planlaması konusunda belirli aralıklarla dönütler vermiştir. Uygulama süreci boyunca veri kaybını önlemek amacıyla dersin video kayıtları alınmıştır. Nitel veri setleri kodlanırken iki kodlayıcı analiz yapmıştır. Miles ve Huberman’ın (1994) görüş birliği/görüş ayrılığı formülüne göre kodlayıcı güvenirlğini .91 olarak hesaplanmıştır. Araştırmaya başlamadan önce Yıldız Teknik Üniversitesi 2020/9 numaralı Etik Kurul kararı ile onay, İstanbul Valiliğinden resmi izin (Sayı: E-59090411-44-15767435) ve öğrenci ailelerinden izin alınmıştır. Çalışmaya yalnızca gönüllü öğrenciler dahil olmuştur.

Bulgular

Problem Çözme Becerisine (PÇB) Ait Bulgular

Öğrencilerin PÇB’lerine yönelik mevcut durumlarının belirlenmesi amacıyla birinci öğrenci günlüklerinde yer alan “Bir problemi çözerken hangi basamakları uygularsınız?” sorusuna verdikleri cevaplar analiz edilmiştir. Problemi anlama/tanımlama, hipotez kurma, kaynak tarama, hipotezleri test etme, verileri analiz etme ve değerlendirme basamaklarından temalar oluşturulmuştur. Tümdengelimsel tematik analize göre tüm öğrenciler problem çözme sürecine problemi tanımlama/anlama teması ile başlamıştır. Hipotez kurma temasında herhangi bir öğrencinin ifadesine rastlanmamıştır. Kaynak tarama temasına ait yedi öğrencinin (Ö3, Ö4, Ö5, Ö7, Ö8, Ö10, Ö12) ifadesi görülmüştür. Hipotezi test etme temasında öğrencilerden elde edilen bir bilgi yoktur. Bunun ile birlikte tüm öğrenciler ikinci basamağı çözüm bulma ve çözümü uygulama olarak ifade etmişlerdir. Çözümü analiz eden ya da farklı çözüm yolu deneyen yalnızca iki öğrenci vardır (Ö1, Ö4). Değerlendirme temasında ise bir öğrencinin (Ö8) ifadesi görülmüştür. Diğer öğrenciler PÇB üst basamaklarına çıkamamıştır. Öğrenci günlüklerinden yapılan doğrudan alıntı örnekleri şöyledir;

Ö1: “a. problemi tespit et, b. çözüm yollarını bul, c. en uyumlu olanını seç ve uygula.”

Ö8: “1. Problemin ne olduğunu anlarım 2. Verilenleri ve çözmem gerekeni bulurum 3. Plan yaparım 4. Planı uygulayım 5. Kontrol ederim.”

Öğrencilerin mevcut durumlarını belirlemek amacıyla kullanılan ikinci veri toplama aracı olan PÇBSF 20 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Öğrencilerin PÇBSF ön testinden aldıkları puanlara ait betimsel istatistik bulguları Tablo 2’de görülmektedir.

Tablo 2

PÇBSF Ön Test Betimsel İstatistik Bulguları

PÇBSF	<i>n</i>	<i>Mdn</i>	\bar{X}	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	12.00	6.0833	0.00	12.00	1.64436	5.69622

Not: PÇBSF = problem çözme becerisi soru formu; SD = standart sapma; SE = standart hata.

Tablo 2’de görüldüğü üzere öğrencilerin ön testten aldıkları maksimum puan = 12 ve medyan = 12 olarak hesaplanmıştır. PÇBSF’den alınabilecek puan değeri 0-20 arasındadır. Medyan değerine göre öğrencilerin aldıkları puanlar sıralandığında öğrencilerin %50’si 12 puan ve üzerinde, %50’si 12 puan altında kalmıştır. 12 puanın altında kalan öğrenciler en düşük sıfır puan almışlardır. Diğer yarısı ise en yüksek 12 puan almıştır. Buna göre katılımcı öğrencilerin yarısının problem çözme sürecine dair bilgisi yoktur, diğer yarısının ise ortalama düzey bilgisi vardır.

Öğrencilerin PÇBSF’ye verdikleri cevaplar incelendiğinde, soruda yer alan problemi problem cümlesi olarak ifade eden yedi öğrenci (Ö₁, Ö₂, Ö₃, Ö₄, Ö₅, Ö₇, Ö₁₁) vardır. Problem cümlesi kuramayan beş öğrenci (Ö₆, Ö₈, Ö₉, Ö₁₀, Ö₁₂) vardır. Problem cümlesi yazabilen Ö₃ kodlu öğrencinin cevabı şudur; “Astım hastasıyım, öksürüyorum ve bronkodilatör birkaç saniye içinde etki ediyor ama geceleri uyutmuyor, doktorun önerdiği hap ise 20 dakika sonra etki ediyor, hangi ilacı kullanmalıyım?” Problem cümlesi yazamayan Ö₁₂ kodlu öğrenci ise şu ifadeyi yazmıştır; “Astım hastasıysın ve gece 2 de öksürüğün başlıyor etkisi çabuk olan ilaç işine yarıyor ama sonra uyuyamıyorsun fakat uykusuzluk yapmayan ilacın da 20 dk. da etki ettiği için daha önceden kullanmalısın bu yüzden hangi ilacı seçmen gerektiğine karar vermelisin.” Ö₁₂ kodlu öğrenci problemi anlamış fakat problem cümlesi haline getirememiştir. *Hipotez kurma temasında* ise öğrencilerin altısı (Ö₁, Ö₃, Ö₄, Ö₅, Ö₆, Ö₁₁) başlangıçta hipotezlerini yazmışlardır. Diğer altısı ise (Ö₂, Ö₇, Ö₈, Ö₉, Ö₁₀, Ö₁₂) ya yanlış yazmışlar ya da hiç yazmamışlardır. Ö₄ kodlu öğrencinin kurduğu hipotezler şunlardır; “1.hipotez: Hap daha yararlı olacaktır, çünkü yatmadan önce içildiğinden 20 dakika sonra etkisini gösterecektir. Bu sayede uyuduğunuzda bronşlarınız kapanmayacaktır. 2. hipotez: Bronkodilatör daha yararlı olacaktır, çünkü anında etki ediyor ve daha etkili”. Yanlış hipotez yazan Ö₁₀ kodlu öğrencinin hipotezi ise şudur; “Etkili ilaçla beraber hafif uyku ilacı alınca sorun ortadan kalkar”. Burada öğrenci farklı değişkenleri de deneyine kattığı için cevabı yanlış kabul edilmiştir. *Deney tasarlama temasında* ise tüm öğrenciler deney tasarlayamamıştır. Örneğin Ö₁ kodlu öğrencinin deneyi şudur; “Önce bronkodilatör kullanılır, ardından hap kullanılır. Hangi yöntem daha rahat ve etkili olursa o yöntem üzerinden devam edilir”. Öğrenci her iki bağımlı değişkeni aynı anda test etmeye çalışmıştır. Ö₇ kodlu öğrenci ise yanlış deney düzeneği kurmuştur; “Sabahları her 20 dakikada doktorun verdiği hapi kullanıp, geceleri bronkodilatörümü kullanacağım”. Tüm öğrenciler deney tasarlama aşaması ve sonraki aşamalarda doğru cevaplar verememişlerdir.

Öğrencilerin mevcut durumlarının belirlenmesinin ardından 12 hafta süresince uygulama yapılmıştır ve günlükler aracılığıyla veri toplanmıştır. Günlüklerin tümdengelimsel tematik analizi sonucunda öğrencilerin PÇB gelişimleri şöyle açıklanabilir:

Problemi anlama/tanımlama temasında Ö₉ kodlu öğrencinin farklı haftalardaki ifadeleri şunlardır; “Elanın bilinmeyen bir hastalığı vardır.” (29.09.2020), “Ela’nın hastalığı nedir?” (06.10.2020), “Ela’nın hastalığı Lupus (SLE) dur. Bunun yanında böbrek nakli de olması gerekiyor. Ela’ya nasıl böbrek bulacağız?” (17.11.2020). Öğrenci ikinci günlükte problem durumunu genel ve basit bir ifade ile tanımlamıştır. Fakat öğrenci zamanla ayrıntılı bilgi vermiş, özel kavramlar kullanarak açıkça problemi tanımlamıştır. *Hipotez kurma* temasına ait Ö₂ kodlu öğrencinin ifadeleri şunlardır; “Hipotez ne demek bilmiyorum” (29.09.2020), “Mide kanseri olabilir.” (06.10.2020), “Elanın hastalığı Lupus ve böbrek yetmezliğidir.” (17.11.2020). Öğrenci süreç başında hipotez kurmayı bilmediğini söylemiştir. Fakat zamanla doğru hipotez kurmuştur. Hipotezi test etmek için *kaynak tarama* temasında Ö₅ kodlu öğrencinin ifadeleri şunlardır; “Ailesinin ve çevresinin söyledikleri önemlidir” (29.09.2020), “Bence problem çözümüne yönelik en doğru ve en bilimsel bilgiler akademik makalelerden edinilebilir. Bence lupus hastaları bakımından en kullanışlı kaynaklar bilimsel pdf’lerdir.” (15.12.2020). *Hipotezi test etme* temasına ait Ö₈ kodlu öğrencinin cevapları şöyledir; “Hastalığımı ortaya çıkarmak için kan testi yapmalıyız. Ailesine doktoruna sormalıyız.” (06.10.2020), “Çevresinden ve kendinden daha çok bilgi almak gerekli. Ama benim tercihim için rutin kan ve idrar incelemesi gereklidir. SLE’nin, benzer diğer durumlardan ayırt edilmesi için American Rheumatology Association (ARA) tarafından 1982 yılında tanımlanan SLE sınıflandırma kriterleri kullanılır. Hastalarda aşağıdaki 11 kriterden 4’ünün varlığı halinde SLE kriterlerine uygun olduğu kabul edilmiştir...” (03.11.2020). *Değerlendirme* temasına ait Ö₄ kodlu öğrencinin ifadeleri şöyledir: “Çözüm önerim, böbrek nakli yapıldıktan sonra Ela’nın lupusu yatıştırmaya yönelik tedavisine devam etmesidir. Ayrıca vücudunda

oluşan döküntülerden dolayı çevresinin onu yargılayacağı gibi korkuları olabilir. Bunları atlatması için bir psikolog ile görüşmesi gerekebilir. Genel bilgiler ve makalelerden yararlandım...” (15.12.2020).

Öğrenci ve öğretmen günlüklerinden yola çıkarak öğrencilerin süreç boyunca PÇB’lerinde gelişim olduğu söylenebilir. Bir öğrenci hariç tüm öğrenciler problem çözmenin son basamağına kadar ilerlemişlerdir. Araştırmacı öğretmenin günlüğünde uygulama sürecinde aşağıdaki ifadeler görülmüştür;

Öğrencilere bugün problem durumuna ait ilk ipucunu verdim. Problemin ne olduğunu anladılar fakat hipotez kuramayan ve problem olarak ifade edemeyen çok öğrenci vardı. (06.10.2020).

Öğrencilere bugün problem durumu ile ilgili son bilgiyi verdim. Öğrencilerin tümü problem cümlelerini, hipotezlerini, çözüm yollarını değerlendirdiler. Bazıları süreçteki performansının daha iyi olabileceğini ifade ederken, bazıları çözüm yolundan memnundu. Başlangıç seviyelerine göre araştırma yapma, problem çözme gibi becerilerinin gelişim gösterdiğini düşünüyorum... (08.12.2020)

Uygulamanın son haftasında PÇB’ye yönelik genel fikirlerin alındığı son öğrenci günlüklerinde, Ö11 kodlu öğrencinin şu ifadesine rastlanmıştır; “Öncelikle problemleri tanımlarız ve soru cümlesi olarak yazarız. Sonra çözerken araştıracağımız hipotezimizi yazarız. Bilimsel kaynaklardan araştırma yaparız ve deneyimizi yaparız. Bu deneyin sonucuna göre hipotezimizi ya kabul ederiz ya da en baştan hipotez kurup yeniden deney yaparız”. Öğrenci, günlüğünde ayrıntılarıyla problem çözme sürecinden söz etmiştir. Süreç sonunda öğrencilerin çoğunluğunun hipotez kurmayı öğrendiği görülmüştür. Ön bilgi analizlerinde bu basamağın eksik olduğu görülmesine rağmen, son bilgilerin analizinde ise eksikliklerini tamamladıkları ortaya çıkmıştır. Ayrıca öğrenciler üst düzey PÇB basamaklarından olan öz değerlendirme, kişiler arası değerlendirme gibi beceriler sergilemişlerdir.

Araştırmanın 15. haftasında PÇBSF son testi uygulanmıştır. Tablo 3’de son test puanlarının betimsel istatistik bulguları yer almaktadır. Genel olarak öğrencilerin son test puanlarının ön teste göre arttığı görülmektedir.

Tablo 3

PÇBSF Son Test Betimsel İstatistik Bulguları

PÇBSF	<i>n</i>	<i>Mdn</i>	\bar{X}	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	12.50	12.750	10.00	16.00	.56575	1.95982

Not: PÇBSF = problem çözme becerisi soru formu; SD = standart sapma; SE = standart hata.

Tablo 3’de görüldüğü üzere öğrencilerin son testten aldıkları maksimum puan = 16 ve medyan = 12.5 olarak hesaplanmıştır. Medyan değerine göre öğrencilerin aldıkları puanlar sıralandığında %50’si 12.5 puan ve üzerinde, %50’si 12.5 puan altında kalmıştır. 12.5 puanın altında kalan öğrenciler en az 10 puan almışlardır. Diğer yarısı ise en fazla 16 puan almıştır. Buna göre katılımcı öğrenciler en az ortalama düzey problem çözme süreci bilgisine sahiptir. Tablo 2 ile Tablo 3 karşılaştırıldığında öğrencilerin aldıkları minimum puanlarda sıfırdan 10’a bir artış görülmektedir.

Tablo 4

PÇBSF Ön Test-Son Test Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi Sonuçları

	Ön test-Son test	<i>n</i>	<i>SO</i>	<i>ST</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
PÇBSF	Negatif sıra	1	2.00	2.00	-2.093*	.004
	Pozitif sıra	11	6.91	76.00		
	Eşit	0				

Not: PÇBSF = problem çözme becerisi soru formu; SO = sıra ortalaması; ST = sıralar toplamı.

*Negatif sıralar temeline dayalı.

Tablo 4’te ise ön test son test puanlarının karşılaştırmasına ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi analiz sonuçları görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre öğrencilerin PÇBSF ön test puanları ile son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($Z = -2.093, p < .05$). Elde edilen fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen farkın pozitif sıralar lehine yani son test puanlarının lehine olduğu görülmüştür. Negatif sıra değerine göre ise bir öğrenci son testte ön testten daha düşük puan almıştır. Yapılan uygulama sonunda bir öğrenci dışında tüm öğrencilerin PÇBSF testinden aldıkları puanlar artmıştır.

İşbirlikli Çalışma Becerisine (İÇB) Ait Bulgular

Öğrencilerin süreç başında İÇB durumlarını belirlemek amacıyla öğrenci günlüklerinin birincisine tematik analiz yapılmıştır. Öğrencilerin ifadelerinden olumlu ve olumsuz temaları elde edilmiştir (Tablo 5).

Tablo 5

Öğrencilerin Birinci Günlüklerinden Elde Edilen İÇB Durumlarına Ait Bulgular

Tema	Kod
Olumlu	Severim (Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂), Kolaydır (Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂), Çalışmayı kolaylaştırır (Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂), Herkesle çalışabilirim (Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀), Ekibe güvenirim (Ö ₁ , Ö ₃ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂), Yalnızca yakın arkadaşlarımla çalışabilirim (Ö ₅ , Ö ₁₂), Farklı bakış açısı sağlar (Ö ₁)
Olumsuz	Tercih etmem (Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₁₁), Zorlanırım (Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₁₁), Çalışmayı zorlaştırır (Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₁₁), Çalışmayı karmaşılaştırır (Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₁₁), Süreci uzatır (Ö ₂ , Ö ₄ , Ö ₇ , Ö ₁₁), Sorumsuz kişiler vardır (Ö ₄)

Tablo 5 incelendiğinde öğrencilerin işbirlikli çalışmaya yönelik görüşlerinden *olumlu* teması altında yedi kod elde edildiği görülmektedir. Öğrenciler çoğunlukla işbirlikli çalışmaya dair olumlu yorumlar yapmışlardır. 22.09.2020 tarihli günlüklerinde Ö₁ kodlu öğrenci "...Farklı insanlar ile birlikte çalışırsak, farklı bakış açılarından görülebilen sorunları/eklemeleri de görebiliriz..." diyerek işbirlikli çalışmanın farklı bakış açısı kazandıracığından; Ö₁₀ kodlu öğrenci "...Birbirimize güvenmeden işbirlikli çalışamayız çünkü işbirlikli çalışmak için herkesin birbirine güvenmesi gerekir..." işbirlikli çalışmanın güven boyutundan; Ö₅ kodlu öğrenci "...Grupla çalışmayı severim çünkü yakın arkadaşlarımla çalışmak bana güven verir işleri bölüşerek yapınca daha kolay biter bazen zor olsa da çoğunlukla kolaydır..." ifadesi ile işbirlikli çalışmanın daha kolay olduğundan söz etmiştir. *Olumsuz* temasında ise altı kod yer almaktadır. Örneğin Ö₄ kodlu öğrenci "Grup çalışmasını tercih etmem çünkü zorlanıyorum. Gruplarda herkes sorumluluklarının bilincinde değildir ve bu da çalışmalarda aksaklıklara yol açar. Ancak herhangi bir projeyi kişisel olarak yaparsanız her şey olabildiğince planlandığı gibi ve sorunsuz ilerler, kimse yüzünden plan değişikliği yapmak zorunda kalmazsınız." diyerek işbirlikli çalışmayı zorlandığı için tercih etmediğini ve çeşitli olumsuz yanları olduğunu ifade etmiştir. Olumsuz ifadelerle rağmen genel olarak öğrencilerin işbirlikli çalışmaya olumlu yaklaştıkları görülmektedir.

Öğrenci günlüklerini desteklemek amacıyla ön test olarak İSÖ uygulanmıştır. İSÖ'den alınabilecek puan 40-200 değerleri arasındadır. İSÖ ön testi betimsel istatistik bulguları Tablo 6'da yer almaktadır.

Tablo 6

İSÖ Ön Test Betimsel İstatistik Bulguları

İşbirliği Süreci Ölçeği	<i>n</i>	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
	12	158.8333	155.50	142.00	174.00	11.16678	3.22357

Not: SD = standart sapma; SE = standart hata.

Tablo 6'da görüldüğü üzere öğrencilerin İSÖ ön testten aldıkları maksimum puan = 174 ve medyan = 155.5 olarak hesaplanmıştır. Medyan değerine göre öğrencilerin aldıkları puanlar sıralandığında %50'si 155.5 puan ve üzerinde, %50'si 155.5 puan altında kalmıştır. Bu puanın altında kalan öğrenciler en düşük 142 puan almışlardır. Diğer yarısında yer alan öğrenciler ise en yüksek 174 puan almıştır. Bu değerlere göre katılımcı öğrencilerin İSÖ ön test puanları iyi düzeydedir.

Programın uygulanmaya başladığı 2-13. Haftalar arasında İÇB'ye ait nitel veriler toplanmıştır. Öğrenci günlüklerinin tümevarımsal tematik analizinden dört ana tema ve ona bağlı kodlar elde edilmiştir. Tema ve kodlar Tablo 7'de görülebilir.

Tablo 7

İÇB'ye Ait Öğrenci Günlüklerinden Elde Edilen Tema ve Kodlar

Tema	Kod
Duygu	Diğer fikirleri önemsemek (Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁), Eğlenmek (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂), Arkadaşlarını sevmek (Ö ₂ , Ö ₅ , Ö ₈ , Ö ₉), Birlikte çalışmaktan keyif almak (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂), Sorumluluk (Ö ₄ , Ö ₁₁), Yeni insanlar tanımaktan mutlu olmak (Ö ₅ , Ö ₉), Sabır (Ö ₁ , Ö ₄)
Süreç	Daha hızlı çalışma (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₈), Verimlilik (Ö ₄ , Ö ₁₂), Fazla sayıda fikir üretme (Ö ₆ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀), Ayrıntıları yakalama (Ö ₄), Problem çözmede kolaylık (Ö ₁ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂), Yeni bilgiler öğrenme (Ö ₅ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₂)
Yardımlaşma	Çalışmaya eşit katkı sunma (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂), Yardıma ihtiyaç duyma (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂), Paylaşım (Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₁₁)
Sorun	Teknik sorunlar (Ö ₂), Katılım azlığı (Ö ₅ , Ö ₉), Zayıf iletişim (Ö ₅)

Tablo 7 incelendiğinde öğrencilerin süreç boyunca İÇB'ye yönelik *duygu, süreç, yardımlaşma ve sorun* olmak üzere dört temada fikirlerini ifade ettikleri görülmektedir. *Duygu teması*, öğrencilerin işbirlikli çalışmaya dair duygularını belirtir. *Süreç teması*, öğrencilerin işbirliği yapmanın çalışma sürecine katkılarında dair düşüncelerini belirtir. *Yardımlaşma teması*, öğrencilerin işbirliği ve yardımlaşma arasında kurduğu ilişkiyi açıklar. *Sorun teması* ise uygulama sırasında yapılan işbirlikli çalışmalarda öğrencilerin yaşadığı sorunları ifade eder. Öğrenciler en çok işbirlikli çalışmaya yönelik duygularından söz etmişlerdir. Ö₁ kodlu öğrenci 27.10.2020 tarihli günlüğünde "bence işbirliği yapmak demek diğerlerinin fikirlerini önemsemek demektir çünkü herkesin fikri önemlidir..." diyerek ekipteki herkesin fikirlerini önemseyemediğini belirtmiştir. Ö₅ kodlu öğrenci ise 22.12.2020 tarihli günlüğünde "birlikte çalışarak yeni arkadaşlar tanıdım, onlardan yeni bilgiler öğrendim. Onlarla bir şeyler paylaşmak beni mutlu etti gerçekten..." demiştir ve işbirliği yaparken yardımlaşma, paylaşma gibi duyuşsal faktörlere değinmiştir. Aynı öğrenci 03.11.2020 tarihli günlüğünde "...ama bazı arkadaşlarım başlarda iletişim kurmuyordu ve zorlanıyordum. Çalışmalara katılım göstermiyorlardı..." diyerek yaşadığı sorunlara değinmiştir. Ö₄ kodlu öğrenci 20.10.2020 tarihli günlüğünde "...işbirlikli çalışırken sabretme özelliğim de gelişti. Çünkü bazı arkadaşlarımın bilgisayarından sesi gelmiyor, bazıları sürekli kopuyor. Çalışmalar bazen yarıda kaldı..." demiştir. Ayrıca süreçte yaşanan zorluklara değinerek, bu durumun sabır duygusunu geliştirdiğini ifade etmiştir. Öğrencilerin tümünün işbirlikli çalışırken keyif almaları ve eğlenmeleri dikkat çeken bir sonuçtur. Çünkü ön test bulgularında işbirliği yapmaktan hoşlanmadığını söyleyen öğrenciler görülmektedir fakat sürecin sonunda bu şekilde bir ifadeye rastlanmamıştır.

İÇB ile ilgili araştırmacı öğretmen günlüklerinin tümevarımsal tematik analizinden *olumlu ve olumsuz* temaları elde edilmiştir. Olumlu temasında *motivasyon, etkin katılım, paylaşım, beyin fırtınası, yardımlaşma, iş bölümü, ortak fikir, bağlılık, akran öğrenmesi* kodları yer alır. Olumsuz temasında ise *çekimser kalan grup üyeleri, yazma çalışmalarında isteksizlik, bazı grupların yavaş çalışması* kodları yer alır. Örneğin öğretmenin 06.10.2020 tarihli günlüğünde "Başlangıca göre birlikte çalışma konusunda iyi gidiyor çocuklar. Birbirlerini tanıdıkça alıştılar. Bugün yazma çalışmasında tüm grup üyeleri isteksizdi genelde, görevleri birbirlerine atmaya çalıştılar..." diyerek hem olumlu hem olumsuz durumlardan söz etmiştir. 01.12.2020 tarihli günlüğünde ise "...öğrenciler bugün grup çalışmalarını daha motivasyonlu yapmaya başladılar. Başlarda etkin katılan öğrenciler çok az sayıdaydı. Şimdi tümü katılım göstererek iş bölümü yaptı ve sık sık yardımlaştılar. Birbirlerinden çok şey öğrendiklerini düşünüyorum." ifadesi ile öğrencilerin tümünün birlikte çalıştığını öne sürmüştür.

Tablo 8

Öğrencilerin Son Günlüklerinden Elde Edilen İÇB Bulguları

Tema	Kod
Olumlu	İşbirliği yapma özelliğim gelişti. (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂)
	İşbirlikli çalışmayı önemsiyorum. (Ö ₁ , Ö ₂ , Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₅ , Ö ₆ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₉ , Ö ₁₀ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂)
	Paylaşmanın önemli olduğunu düşünüyorum. (Ö ₃ , Ö ₄ , Ö ₁₁)
	Birlikte çalışmak işi kolaylaştırır. (Ö ₁ , Ö ₇ , Ö ₈ , Ö ₁₁ , Ö ₁₂)
	Birlikte daha çok fikir üretiriz. (Ö ₂ , Ö ₆ , Ö ₈)
Olumsuz	Birlikte çalışınca görevler kısa sürede tamamlanıyor. (Ö ₅ , Ö ₉ , Ö ₁₀)
	Bazen arkadaşlarım sorumluluklarını yerine getirmediler. (Ö ₂ , Ö ₈)
	Bazı görevlere daha aktif katılabilirdim. (Ö ₄)
	Sunumlarımızı daha iyi yapabiliydik. (Ö ₁₁)

Uygulamanın 15. haftasında İÇB'ye yönelik genel fikirlerin alındığı son öğrenci günlüklerinin tematik analizinden elde edilen bulgular Tablo 8'de yer almaktadır. Tablo 8'de İÇB'ye ait *olumlu ve olumsuz* temaları altında kodlar görülmektedir. Buna göre öğrenciler genel olarak İÇB'lerinin geliştiğini ifade etmişlerdir. Örneğin Ö₁₁ kodlu öğrenci "Bu süreçte işbirlikli çalışma özelliğimin geliştiğini düşünüyorum. İşbirlikli çalışmayı önemsiyorum çünkü iş bölümü yapmak paylaşmak görevlerimi kolaylaştırır. Ama yine de sunumlarımızı yaparken daha iyi çalışabiliydik." diyerek işbirlikli çalışmanın olumlu ve olumsuz yönlerini ifade etmiştir.

Öğrenci günlüklerini desteklemek amacıyla son test olarak İSÖ uygulanmıştır. İSÖ son testi betimsel istatistik bulguları Tablo 9'da yer almaktadır. İSÖ'den alınabilecek puan 40-200 değerleri arasındadır.

Tablo 9

İSÖ Son Test Betimsel İstatistik Bulguları

İşbirliği Süreci Ölçeği	<i>n</i>	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>Min.</i>	<i>Max.</i>	<i>SD</i>	<i>SE</i>
	12	182.25	180.50	173.00	194.00	6.45439	1.86322

Not: SD = standart sapma; SE = standart hata.

Tablo 9’da görüldüğü üzere öğrencilerin son testten aldıkları maksimum puan = 194 ve medyan = 180.5 olarak hesaplanmıştır. Medyan değerine göre öğrencilerin aldıkları puanlar sıralandığında %50’si 180.5 puan ve üzerinde, %50’si 180.5 puan altında kalmıştır. 180.5 puanın altında kalan öğrenciler en az 173 puan almışlardır. Diğer yarısı ise en fazla 194 puan almıştır. Buna göre katılımcı öğrenciler İSÖ son testinden yüksek puanlar almışlardır. Tablo 6 ile Tablo 9 karşılaştırıldığında öğrencilerin aldıkları minimum puanlarda 142’den 173’e 31 puanlık bir artış görülmektedir.

Öğrencilerdeki değişimi ortaya koymak amacıyla İSÖ ön test ve son test puanlarının karşılaştırması yapılmıştır. Bu sebeple testlerin analizinde Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi kullanılmıştır. Tablo 10’da ön test son test puanlarının karşılaştırmasına ait Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi analiz sonuçları yer almaktadır.

Tablo 10

İSÖ Ön Test-Son Test Wilcoxon İşaretli Sıralar Toplamı Testi Sonuçları

	Ön test-son test	<i>n</i>	<i>SO</i>	<i>ST</i>	<i>Z</i>	<i>p</i>
İşbirliği Süreci Ölçeği	Negatif sıra	0	.00	.00	-3.065*	.002
	Pozitif sıra	12	6.50	78.00		
	Eşit	0				

Not: *SO* = sıra ortalaması; *ST* = sıralar toplamı.

*Negatif sıralar temeline dayalı.

Tablo 10’da yer alan analiz sonuçlarına göre, İSÖ ön test son test puanları arasında anlamlı bir farklılık olduğu görülmektedir ($Z = -3.065, p < .05$). Elde edilen fark puanlarının sıra ortalaması ve toplamları dikkate alındığında, gözlenen farkın pozitif sıralar lehine yani son test puanlarının lehine olduğu görülmüştür. Yapılan uygulama sonunda tüm öğrencilerin İSÖ testinden aldıkları puanlar artmıştır.

Tartışma

Bu çalışmanın amacı, problem çözmeye dayalı farklılaştırılmış fen programı aracılığıyla özel yetenekli ortaokul öğrencilerinin PÇB ve İÇB özelliklerini geliştirmektir. Çalışmanın sonuçları, özel yetenekli öğrencilerin bilişsel becerilerden olan PÇB ve duyuşsal becerilerden olan İÇB’nin farklılaştırılmış fen bilimleri programı aracılığıyla geliştiğini ortaya koymuştur.

Araştırmanın ilk sorusu öğrencilerin PÇB’leri ile ilgilidir. Nitel veri toplama aracı olan öğrenci günlükleri problemi anlama/tanımlama, hipotez kurma, kaynak tarama, hipotezleri test etme, verileri analiz etme ve değerlendirme temalarına göre yapılan ön değerlendirmeleri sonucunda öğrencilerin uygulama başında problem durumunu tanımlamada iyi, fakat sonraki basamaklarda yetersiz olduğu görülmüştür. Akdeniz ve Bangir Alpan (2020) çalışmalarında özel yetenekli öğrencilerin problem çözmeye stili olarak problemi tanımlamayı, tanımladıkları problemlerin çözümüne yönelik fikir üretmeyi ve problem çözüm sürecini sonlandırmak yerine yalnızca fikirlerle uğraşmayı tercih ettiklerini söylemiştir. Bu çalışmanın sonucu da bir bakıma bu araştırma sonucunu destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Öğrenciler uygulama başında mevcut bilgileri ile problemi tanımlamışlar fakat hipotez kurmaktan söz etmemişlerdir. Dolayısıyla hipotezleri test etme basamağını da ifade etmemişlerdir. Kısacası öğrenciler, problem çözmeye üst bilişsel basamaklarına çıkamamışlardır. Nicel verilere dayalı sonuçlarda da, öğrencilerin yarısı PÇBSF ön testinden düşük puanlar almışlardır. Genel olarak çalışmanın katılımcıları olan özel yetenekli öğrencilerin problem çözmeye becerisi düzeylerinin düşük olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yapılan ön değerlendirmeyi destekler biçimde Uçar ve diğerleri (2017), özel yetenekli öğrencilerin PÇB’leri beklenen seviyede olmadığını ve geliştirmek için uygulamalar yapılması gerektiğini ifade etmişlerdir. Bu sebeple katılımcı öğrencilerin problem çözmeye becerisinin geliştirilmesi gerektiği düşünülmüş ve bir farklılaştırılmış fen öğretim programı hazırlanmıştır. Alan uzmanı eğitimciler de özel yetenekli çocuklara özel eğitim programlarının hazırlanması gerektiğini (Colangelo vd., 2004; Renzulli & Reis, 1991; Robinson & Moon, 2003), mevcut öğretim programlarının onların öğrenme ihtiyaçlarını karşılamadığını (Renzulli & Reis, 1997) savunmaktadırlar. Farklılaştırılmış öğretim programı veya beceri geliştirmeye dayalı öğretim, özel yeteneklilerde eğitimin temel amacıdır (Roberts & Inman, 2009; VanTassel-Baska, 2013). Bu çalışmada katılımcı öğrencilerin ihtiyaçlarına yönelik hazırlanan farklılaştırılmış programda üst düzey düşünme becerilerinden olan problem çözmeye becerisini geliştirmek amaçlanmıştır. Hazırlanan öğretim programının uygulanması sonucunda, nitel ve nicel araçlardan toplanan verilerin sonuçları öğrencilerin PÇB’leri bir öğrenci hariç değerlendirme basamağına kadar çıktığını göstermiştir. Bir öğrenci de analiz etme basamağında kalmıştır. Genel olarak başlangıçta öğrencilerin yarısı hipotez kuramazken süreç sonunda kurdukları hipotezler ile ilgili deney kurup, çözümlerini değerlendirmişlerdir. Burada öğrencilerin PÇB gelişiminde öğretim programı farklılaştırması yapılmasının önemli

bir etkisi olduğu söylenebilir. Alanyazında (Gallagher vd., 1992; Jo & Ku, 2011; Kuo vd., 2010; Maker vd., 1996) bu çalışma sonuçlarını destekler biçimde PDÖ temelli müdahalelerin, özel yetenekli öğrencilerin PÇB'lerini geliştirdiği görülmüştür. Ayrıca normal gelişim gösteren öğrencilerle yapılan çalışmalarda da (Aka, 2012; Argaw vd., 2017; Mutlu & Ayar-Kayalı, 2015) yine PDÖ yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamları, öğrencilerin PÇB'lerini geliştirmiştir. Bunun ile birlikte PDÖ yaklaşımının temel özellikleri düşünüldüğünde, PÇB özelliklerinin gelişmesi yönünde olumlu bir etkinin ortaya çıkması beklenen bir sonuçtur. Ancak bu durum öğrencilerin hazırbulunmuşluk düzeyleri ve problem çözme potansiyelleri gibi bireysel özelliklere göre değişebilir. Çalışmaya katılan özel yetenekli öğrencilerin sahip olduğu potansiyeller düşünüldüğünde, PDÖ'nün onlar için kullanışlı bir yaklaşım olduğu ifade edilebilir. Bu bağlamda, PDÖ'ye dayalı farklılaştırma yapılmış programların ya da öğretim modüllerinin özel yetenekli öğrencilerin PÇB gelişimine katkı sağladığı söylenebilir.

Araştırmanın ikinci sorusu öğrencilerin işbirliği yapma becerilerinin gelişimi ile ilgilidir. Çalışmanın duyuşsal boyutu olan İÇB'ye dair süreç başında öğrencilerden elde edilen nitel verilere dayalı sonuçlar, onların olumlu ve olumsuz düşüncelere sahip olduğunu göstermiştir. Öğrencilerin üçte biri işbirlikli çalışmayı tercih etmeyeceğini ifade etmiştir. Bu sonucu destekler biçimde hem özel yetenekli öğrenciler (Chan, 2001; Sak, 2004), hem de normal gelişim gösteren öğrencilerin (Michaels, 1977; Wagner III, 1995) tek başına çalışmayı tercih ettiğini gösteren çalışmalar vardır. Öğrencilerin olumsuz ifadelerinden yola çıkarak, bu tercihin nedeninin grup içerisinde karışıklık çıkması ve çalışmayı zorlaştırması yorumu yapılabilir. Özel yetenekli öğrencilerin liderlik özelliklerinin akranlarına kıyasla gelişmiş ya da gelişme potansiyeli daha fazla olduğu bilinmektedir (Emir & Acar, 2012; Renzulli, 2012; Tannenbaum, 1983). Grup çalışmalarında da liderlik özelliği gösteren özel yetenekli öğrencilerin bir araya geldiklerinde çatışma yaşamaları muhtemel sorunlardan biri olabilir. Ayrıca yine bu çatışma durumu özel yetenekli öğrencilerin mükemmeliyetçi olmalarından kaynaklanabilir. Mükemmeliyetçilik özel yetenekli öğrencilerin kişilik özelliklerinden biri olarak ifade edilir (Leana-Taşcılar vd., 2014; Robinson & Clinkenbeard, 1998). Grupta mükemmel iş çıkarması onları rahatsız edebilir ve birlikte çalışmaktan kaçınabilirler. Nitel verilerden elde edilen olumsuz ifadelerle rağmen, öğrenciler nicel veri toplama aracı olan İSÖ ön testinden yüksek puan almışlardır. Tirri (2011), özel yetenekli öğrencilerin yapılan testlere doğru cevaplar verebileceklerini fakat bu test sonuçlarına bakarak onların gerçek etik davranışlarının tahmin edilemeyeceğini belirtmiştir. Bu çalışmada da öğrencilerin olumsuz ifadelerine rağmen İSÖ ön testinden yüksek puanlar almaları sonucu, onların işbirlikli çalışmayı sevmeseler dahi karşı tarafın istediği cevapları verebilme olasılığıyla ilişkilendirilebilir. Elde edilen ön değerlendirme sonuçlarının aksine normal gelişim gösteren öğrencilerin (Layman, 2006; Mo, 2017; Roseth vd., 2008; Slavin, 2014) ve özel yetenekli öğrencilerin grupla çalışmayı tercih ettiğini ifade eden çalışmalar da mevcuttur (Burns vd., 1998; Nacaroglu & Arslan, 2019; Özarslan & Çetin, 2018; Rayneri vd., 2006). Farklılaştırılmış programın uygulama süreci sırasında elde edilen bulgular sonucunda, öğrencilerin tümü işbirliği yapmaktan zevk aldıklarını ifade etmişlerdir. Adams-Byers ve diğerleri (2004), özel yetenekli öğrencilerin kendilerine benzer öğrencilerle bir arada olmaya ve çalışmaya daha çok değer verdiklerini ifade etmiştir. Öğrencilerin bu çalışmada işbirliği yapmaktan zevk almaları, benzer özelliklere sahip akranlarıyla birlikte çalışmış olmaları durumu ile ilişkili olabilir. Ayrıca öğrenciler diğer öğrencilerin fikirlerini önemseydiğini, daha kolay öğrendiklerini belirtmişlerdir. Mulrey'in (2017) çalışması bu sonucu desteklemektedir, çünkü o da çalışmasında işbirlikli problem çözme sürecinde öğrencilerin birbirlerinin öğrenimine desteklediğini ve diğerlerinin önerilerini değerlendirdiğini öne sürmektedir. Lipponen (2002) ise bir öğrenme grubunda işbirliği ve beyin fırtınası aracılığıyla, öğrencilerin fikir üretirken kullanacakları bilgiyi verimli bir şekilde alabildiğini söylemiştir. Çalışmanın diğer bir sonucu öğrencilerin işbirliği sayesinde daha verimli olduğunu ve daha fazla fikir ürettiklerini ortaya koymuştur. Öğrencilerin işbirliği halinde çalıştıklarında daha üretken oldukları ve daha üst düzey becerilere eriştikleri bilinmektedir (Roseth vd., 2008; Slavin, 2014). Ayrıca Sun ve diğerleri (2017) problem çözme aktivitelerinden önce küçük gruplar halinde çalışan öğrencilerin daha etkili sonuçlar elde ettiklerini belirtmektedir. Günlüklerde öğrenciler arasında olumlu bir bağ kurulduğu, grupla çalışma becerilerinin arttığı ortaya çıkmıştır. Uygulama sonunda nicel veri toplama aracı olan İSÖ son test puanlarının ön test puanlarına göre artış gösterdiği görülmüştür. İSÖ ön test son test puanlarının karşılaştırmasına ait analiz sonucunda, son test lehine anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur. Uygulanan program aracılığı ile öğrencilerin işbirlikli çalışma özellikleri gelişim göstermiştir. Graesser ve diğerlerinin (2018) çalışmalarında bahsettiği gibi işbirlikli problem çözmenin olumsuz sonuçları da ortaya çıkabilir. Bu çalışmada da birtakım olumsuz sonuçlar çıkmıştır. Bu sorunların bir kısmı öğretim programının uygulama ortamından kaynaklanmıştır. Uygulamanın uzaktan çevrimiçi eğitim ortamında yapılması, teknik sorunlar ile iletişim sorunlarını doğurmuştur ve alan yazında da benzer sonuçlar ile karşılaşmıştır (ör. Arora & Srinivasan, 2020; Hebeci vd., 2020; Lall & Singh, 2020). Bazı sorunlar da grup üyelerinin zaman zaman sorumluluklarını yerine getirmemesinden kaynaklanmıştır. Bu sonuç da yine öğrencilerin mükemmeliyetçi olmaları ile açıklanabilir.

Bu araştırmanın sonucunda özel yetenekli öğrencilerin özellikleri dikkate alınarak hazırlanmış probleme dayalı fen programının, öğrencilerin PÇB ve İÇB gelişimlerinde etkisi olduğu söylenebilir. Özel yetenekli öğrencilerden bilişsel, duyuşsal ve sosyal alanlarda üst düzey performans sergilemeleri beklenir. Onları her açıdan donanımlı bireyler olarak yetiştirmek için, ihtiyaç duydukları eğitim fırsatlarını sunmanın önemi bilinmektedir.

Araştırmanın örneklem grubundan, çalışma ortamından, uygulanan programdan kaynaklanan bazı sınırlılıkları vardır. Birinci sınırlılık, çalışmaya 12 özel yetenekli öğrencinin katılmasıdır. Grupta az sayıda öğrenci olması nicel veri toplama araçlarının istatistikî yorumlaması bakımından sınırlılık olarak görülebilir. İkinci sınırlılık COVID-19 salgını sebebiyle çalışmanın uzaktan eğitim ortamında gerçekleştirilmesidir. Bu durum işbirlikli çalışmada koordinasyonu etkilemiş olabilir. Üçüncü sınırlılık, uygulamada kullanılan WEB 2 öğretim araçlarının sayısı ve özelliği ile ilgilidir. Öğrenciler kullanılan uygulamaların özellikleri dahilinde çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Son sınırlılık ise yalnızca bir ünite üzerinden çalışmanın yapılmasıdır. Bu da konu kapsamı bakımından sınırlılık oluşturabilir.

Bu çalışmanın sonucunda gelecek araştırmalara yapılabilecek öneriler şöyledir;

1. Aynı çalışma, deneysel desenler kullanılarak tekrarlanabilir ve araştırma sonuçları genellenebilir hale getirilebilir.
2. Farklılaştırılmış program, normal gelişim gösteren öğrencilere uygulanabilir ve özel yetenekli öğrencilerin araştırma sonuçları karşılaştırılabilir.
3. Araştırma daha fazla sayıda özel yetenekli öğrenci ile yapılabilir.
4. Araştırma yüz yüze eğitim ortamında ve uzaktan eğitim ortamında olacak biçimde tekrarlanabilir.
5. Farklı içeriklerde ve farklı sınıf seviyelerinde üniteler geliştirilip, özel yetenekli öğrencilerin diğer üst düzey bilişsel becerilerine olan etkisine bakılabilir.

Yazarların Katkı Düzeyleri

Birinci yazar Özge Ceylan literatür taraması, rapor yazma, modül oluşturma, veri toplama, veri analizi, metodoloji, geçerlik ve güvenilirlik çalışmalarını yapmıştır. İkinci yazar Ünsal Umdu-Topsakal, literatür taraması, modül oluşturma, veri analizi, metodoloji, geçerlik ve güvenilirlik çalışması, son inceleme ve düzenleme çalışmalarını yapmıştır.

Kaynaklar

- Ackerman, P. L. (2014). Adolescent and adult intellectual development. *Current Directions in Psychological Science*, 23(4), 246-251. <https://doi.org/10.1177/0963721414534960>
- Adams-Byers, J., Whitsell, S. S., & Moon, S. M. (2004). Gifted students' perceptions of the academic and social/emotional effects of homogeneous and heterogeneous grouping. *Gifted Child Quarterly*, 48(1), 7-20. <https://doi.org/10.1177/001698620404800102>
- Aka, E. G. (2012). *Asitler ve bazlar konusunun öğretiminde kullanılan probleme dayalı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yöntemle ilişkin öğrenci görüşleri* (Tez Numarası: 328875) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akdeniz, H., & Bangir-Alpan, G. (2020). Analysis of gifted and talented students' creative problem solving styles. *Talent*, 10(1), 79-94. <https://doi.org/10.46893/talent.758416>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857-871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Arora, A. K., & Srinivasan, R. (2020). Impact of pandemic COVID-19 on the teaching-learning process: A study of higher education teachers. *Prabandhan: Indian Journal of Management*, 13(4), 43-56.
- Assouline, S. G., Colangelo, N., VanTassel-Baska, J., & Lupkowski-Shoplik, A. (2015). *A nation empowered: Evidence trumps the excuses holding back America's brightest students* (Vol. 1). The Belin-Blank Center.
- Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403-436. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0904_2
- Bay, E., & Çetin, B. (2012). İşbirliği Süreci Ölçeği (İSÖ) geliştirilmesi. *International Journal of Human Sciences*, 9(1), 534-545.
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588-606. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>
- Bland, L. C., Coxon, S., Chandler, K., & VanTassel-Baska, J. (2010). Science in the city: Meeting the needs of urban gifted students with Project Clarion. *Gifted Child Today*, 33(4), 48-57. <https://doi.org/10.1177/107621751003300412>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Braun, V., & Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Sage.
- Bruner, J. (1962). The act of discovery. In J. S. Bruner (Ed.), *On knowing: Essays for the left hand* (pp. 81-96). Harvard University Press.
- Burns, D. E., Johnson, S. E., & Gable, R. K. (1998). Can we generalize about the learning style characteristics of high academic achievers? *Roeper Review*, 20(4), 276-281. <http://doi.org/10.1080/02783199809553907>
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum* (17. baskı). Pegem Akademik Yayıncılık.
- Center for Gifted Education. (2007). *No quick fix: Exploring human body systems (Grades 6-8)* (2nd ed.). Kendal/Hunt Publishing.
- Chan, D. W. (2001). Learning styles of gifted and nongifted secondary students in Hong Kong. *Gifted Child Quarterly*, 45(1), 35-44. <http://doi.org/10.1177/001698620104500106>
- Colangelo, N., Assouline, S. G., & Gross, M. U. (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students* (Vol. 1). The Belin-Blank Center.

- Çetinkaya, Ç. (2021). Project-based curriculum differentiation example of gifted students. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 22(2), 419-438. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.718625>
- Diezmann, C. M., & Watters, J. J. (2001). The collaboration of mathematically gifted students on challenging tasks. *Journal for the Education of the Gifted*, 25(1), 7-31. <https://doi.org/10.1177/016235320102500102>
- Emir, S. & Acar, S. (2012). Zekâ-liderlik ilişkisi: Üstün zekâlı olan ve olmayan öğrencilerin liderlik becerilerinin karşılaştırılması. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 189-201.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). *How to design and evaluate research in education* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., & Rosenthal, H. (1992). The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36(4), 195-200. <https://doi.org/10.1177/001698629203600405>
- Gholami, M., Moghadam, P. K., Mohammadipoor, F., Tarahi, M. J., Sak, M., Toulabi, T., & Pour, A. H. H. (2016). Comparing the effects of problem-based learning and the traditional lecture method on critical thinking skills and metacognitive awareness in nursing students in a critical care nursing course. *Nurse Education Today*, 45, 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.06.007>
- Graesser, A. C., Fiore, S. M., Greiff, S., Andrews-Todd, J., Foltz, P. W., & Hesse, F. W. (2018). Advancing the science of collaborative problem solving. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(2), 59-92. <https://doi.org/10.1177/1529100618808244>
- Greif, S., Holt, D., & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *The Journal of Problem Solving*, 5(2), 71-91. <http://dx.doi.org/10.7771/1932-6246.1153>
- Griffin, P. (2014). Performance assessment of higher order thinking. *Journal of Applied Measurement*, 15(1), 1-16.
- Gu, X., Chen, S., Zhu, W., & Lin, L. (2015). An intervention framework designed to develop the collaborative problem-solving skills of primary school students. *Educational Technology Research and Development*, 63(1), 143-159. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9365-2>
- Hebebcı, M. T., Bertiz, Y., & Alan, S. (2020). Investigation of views of students and teachers on distance education practices during the coronavirus (COVID-19) pandemic. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(4), 267-282. <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i4.113>
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. (2015). The process and structure of problem-based learning. In A. Walker, H. Leary, C. Hmelo-Silver, & P. Ertmer (Eds.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* (pp. 1-3). Purdue University Press.
- Hockett, J. A. (2009). Curriculum for highly able learners that conforms to general education and gifted education quality indicators. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(3), 394-440. <https://doi.org/10.4219/jeg-2009-857>
- Housand, A. M. (2016). In context: Gifted characteristics and the implications for curriculum. In K. R. Stephens & F. A. Karnes (Eds.), *Curriculum desing in gifted education* (pp. 1-19). Prufrock Press Inc.
- Hu, T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Ismoyo, H. (2017). Effect of problem-based learning on improvement physics achievement and critical thinking of senior high school student. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5), 761-779. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.761>
- Ivankova, N., & Wingo, N. (2018). Applying mixed methods in action research: Methodological potentials and advantages. *American Behavioral Scientist*, 62(7), 978-997. <https://doi.org/10.1177/0002764218772673>

- Jo, S., & Ku, J. O. (2011). Problem based learning using real-time data in science education for the gifted. *Gifted Education International*, 27(3), 263-273. <https://doi.org/10.1177/026142941102700304>
- Johnson, A. P. (2008). *A short guide to action research* (3rd ed.). Allyn and Bacon.
- Kanlı, E. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin üstün ve normal zihin düzeyindeki öğrencilerin erişimi, yaratıcı düşünme ve motivasyon düzeylerine etkisi* (Tez Numarası: 261852) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaplan, S. (2009). The grid: A model to construct differentiated curriculum for the gifted. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 655-691). Creative Learning Press.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kim, G. S., & Choi, S. Y. (2012). The effect of creative problem solving ability and scientific attitude through the science based STEAM program in the elementary gifted students. *Elementary Science Education*, 31(2), 216-226. <https://doi.org/10.15267/keses.2012.31.2.216>
- Kim, K. H., VanTassel-Baska, J., Bracken, B. A., Feng, A., Stambaugh, T., & Bland, L. (2012). Project Clarion: Three years of science instruction in Title I schools among K-third grade students. *Research in Science Education*, 42(5), 813-829. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9218-5>
- Kuo, C.-C., Maker, J., Su, F.-L., & Hu, C. (2010). Identifying young gifted children and cultivating problem solving abilities and multiple intelligences. *Learning and Individual Differences*, 20(4), 365-379. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.005>
- Lall, S., & Singh, N. (2020). COVID-19: Unmasking the new face of education. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11, 48-53.
- Layman, L. (2006). *Changing students' perceptions: An analysis of the supplementary benefits of collaborative software development* [Paper presentation]. Nineteenth Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'06), Turtle Bay, HI, USA. <https://doi.org/10.1109/CSEET.2006.10>
- Leana-Taşçılar, M. Z., Özyaprak, M., Güçyeter, Ş., Kanlı, E., & Erdoğan, S. C. (2014). Üstün zekâlı ve yetenekli çocuklarda mükemmeliyetçiliğin değerlendirilmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 31-45.
- Lee, J. W., & Kim, J. B. (2013). What is shared in collaborative problem solving process of scientific gifted students? *Journal of Gifted/Talented Education*, 23(6), 1099-1115. <http://dx.doi.org/10.9722/JGTE.2013.23.6.1099>
- Lipponen, L. (2002). *Exploring foundations for computer-supported collaborative learning* [Paper presentation]. Conference on Computer Supported Collaborative Learning, Boulder, CO, USA <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1658616.1658627>
- Maker, C. J., & Wearne, M. (2021). Engaging gifted students in solving real problems creatively: Implementing the real engagement in active problem-solving (REAPS) teaching/learning model in Australasian and Pacific Rim contexts. In S. R. Smith (Ed.), *Handbook of giftedness and talent development in the Asia-Pacific* (pp. 885-916). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3041-4_40
- Maker, C. J., Nielson, A. B., & Rogers, J. A. (1994). Multiple intelligences: Giftedness, diversity, and problem solving. *Teaching Exceptional Children*, 27(1), 4-19. <https://doi.org/10.1177/016235329601900404>
- Maker, C. J., Rogers, J. A., Nielson, A. B., & Bauerle, P. R. (1996). Multiple intelligences, problem solving, and diversity in the general classroom. *Journal for the Education of the Gifted*, 19(4), 437-460. <https://doi.org/10.1177/016235329601900404>
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 287-303). Lawrence Erlbaum.
- McMillan, J. H. (2004). *Educational research: Fundamentals for the consumer* (4th ed.). Allyn & Bacon.

- McQuitty, S. (2004). Statistical power and structural equation models in business research. *Journal of Business Research*, 57(2), 175-183. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00301-0](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00301-0)
- Mertler, C. A., & Charles, C. M. (2011). *Introduction to educational research* (7th ed.). Allyn and Bacon.
- Michaels, J. W. (1977). Classroom reward structures and academic performance. *Review of Education Research*, 47(1), 87-98. <https://doi.org/10.3102/00346543047001087>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Mills, G. E. (2014). *Action research: A guide for the teacher researcher* (5th ed.). Pearson.
- Mioduser, D., & Betzer, N. (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(1), 59-77. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9010-4>
- Mulrey, B. C. (2017). *Increasing social problem-solving skills in early childhood* (Publication No. 10289373) [Doctoral dissertation, New England College: New Hampshire]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Mutlu, A., & Ayar-Kayalı, H. (2018). Effect of problem based learning activities about coenzymes on undergraduates' achievement and attitude toward biochemistry lesson. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 19(1), 49-65. <https://doi.org/10.17679/inuefd.286772>
- Nacaroğlu, O., & Arslan, M. (2019). Bilim ve sanat merkezlerinde yürütülen proje çalışmalarına ilişkin öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi. *Journal of Theory and Practice in Education*, 15(3), 220-236. <https://doi.org/10.17244/eku.581804>
- National Association for Gifted Children. (2013). *Ensuring gifted children with disabilities receive appropriate services: Call for comprehensive assessment*. <https://www.nagc.org/sites/default/files/Position%20Statement/Ensuring%20Gifted%20Children%20with%20Disabilities%20Receive%20Appropriate%20Services.pdf>
- Neber, H., Finsterwald, M., & Urban, N. (2001) Cooperative learning with gifted and high-achieving students: A review and meta-analyses of 12 studies. *High Ability Studies*, 12(2), 199-214. <https://doi.org/10.1080/13598130120084339>
- Neihart, M. (2007). The socioaffective impact of acceleration and ability grouping: Recommendations for best practice. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 330-341. <https://doi.org/10.1177/0016986207306319>
- Organisation for Economic Cooperation and Development (2018). *PISA 2018: Insights and interpretations*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>
- Özaraslan, M., & Çetin, G. (2018). Effects of biology project studies on gifted and talented students' motivation toward learning biology. *Gifted Education International*, 34(3), 1-17. <https://doi.org/10.1177/0261429417754203>
- PISA (2017). *PISA 2015 collaborative problem-solving framework*. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>
- Rankin, J. G. (2016). *Engaging and challenging gifted students: Tips for supporting extraordinary minds in your classroom* (ASCD Arias). ASCD.
- Ravid, R. (2019). *Practical statistics for educators* (6th ed.). Rowman & Littlefield Publishers.
- Rayneri, L. J., Gerber, B. L., & Wiley, L. P. (2006). The relationship between classroom environment and the learning style preferences of gifted middle school students and the impact on levels of performance. *Gifted Child Quarterly*, 50(2), 104-118. <https://doi.org/10.1177/001698620605000203>
- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2009). The schoolwide enrichment model: A focus on student strengths and interests. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 323-352). Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1991). The reform movement and the quiet crisis in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 35(1), 26-35. <https://doi.org/10.1177/001698629103500104>

- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the role of gifted education and talent development for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted Child Quarterly*, 56(3), 150-159. <https://doi.org/10.1177/0016986212444901>
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence*. Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence* (2nd ed). Prufrock Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. (2014). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for talent development*. Sourcebooks, Inc.
- Roberts, J. L., & Inman, T. F. (2009). *Strategies for differentiating instruction: Best practices for the classroom* (2nd ed.). Prufrock Press.
- Robinson, A., & Moon, S. M. (2003). A national study of local and state advocacy in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 47(1), 8-25. <https://doi.org/10.1177/001698620304700103>
- Robinson, A., & Clinkenbeard, P. R. (1998). Giftedness: An exceptionality examined. *Annual Review of Psychology*, 49(1), 117-139. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.117>
- Rogers, K. B. (2004). The academic effects of acceleration. In N. Colangelo, S. G. Assouline, & M. U. M. Gross (Eds.), *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students* (Vol. 2). The Belin-Blank Center.
- Roseth, C. J., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2008). Promoting early adolescents' achievement and peer relationships: The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures. *Psychological Bulletin*, 134(2), 223-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.2.223>
- Sak, U. (2004). A synthesis of research on psychological types of gifted adolescents. *Journal of Secondary Gifted Education*, 15(2), 70-79. <http://doi.org/10.4219/jsge-2004-449>
- Sak, U. (2017). *Üstün zekalılar özellikleri tanınmaları eğitimleri*. Vize Yayıncılık.
- Savery, J. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. In A. Walker, H. Leary, C. Hmelo-Silver, & P. Ertmer (Eds.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* (pp. 5-15). Purdue University Press.
- Scherer, R., & Tiemann, R. (2012). Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies. *Computers & Education*, 59(4), 1199-1214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.020>
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement: Why does groupwork work? *Anales De Psicologia*, 30(3), 785-791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Sun, J., Anderson, R. C., Perry, M., & Lin, T. J. (2017). Emergent leadership in children's cooperative problem solving groups. *Cognition and Instruction*, 35(3), 212-235. <https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1313615>
- Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychological and educational perspectives*. Macmillan.
- Tennant, M., McMullen, C., & Kaczynski, D. (2009). *Teaching, learning and research in higher education: A critical approach*. Routledge.
- Tirri, K. (2011). Combining excellence and ethics: Implications for moral education for the gifted. *Roepers Review*, 33(1), 59-64. <https://doi.org/10.1080/02783193.2011.530207>
- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Leppien, J., Burns, D., & Purcell, J. (2002). *The parallel curriculum: A design to develop high potential and challenge high ability learners*. Corwin Press, Inc.
- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Purcell, J. H., Leppien, J. H., Burns, D. E., Strickland, C. A., & Imbeau, M. B. (2009). *The parallel curriculum: A design to develop learner potential and challenge advanced learners*. Corwin Press Inc.

- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Wiley & Sons Inc.
- Uçar, F. M., Uçar, M. B., & Çalışkan, M. (2017). Investigation of gifted students' problem-solving skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 5(3), 15-28. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jegys/issue/37365/432137>
- VanTassel-Baska, J. (Ed.). (2013). *Using the common core state standards for English language arts with gifted and advanced learners*. Prufrock Press
- VanTassel-Baska, J., Bass, G. M., Reis, R. R., Poland, D. L., & Avery, L. D. (1998). A national study of science curriculum effectiveness with high ability students. *Gifted Child Quarterly*, 42(4), 200-211. <https://doi.org/10.1177/001698629804200404>
- VanTassel-Baska, J., Bracken, B., Feng, A., & Brown, E. (2009). A longitudinal study of enhancing critical thinking and reading comprehension in Title I classrooms. *Journal for the Education of the Gifted*, 33(1), 7-37. <https://doi.org/10.1177/016235320903300102>
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 342-358. <https://doi.org/10.1177/0016986207306323>
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2009). An analysis of gifted education curriculum models. In F. A. Karnes & S. M. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted* (3rd ed., pp. 75-106). Prufrock Press.
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners* (3rd ed.). Pearson Education Inc.
- VanTassel-Baska, J., & Wood, S. (2010). The integrated curriculum model (ICM). *Learning and Individual Differences*, 20(4), 345-357. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.12.006>
- VanTassel-Baska, J., & Wood, S. M. (2009). The integrated curriculum model. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.) *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 655-691). Creative Learning Press.
- VanTassel-Baska, J., Zuo, L., Avery, L. D., & Little, C. A. (2002). A curriculum study of gifted student learning in the language arts. *Gifted Child Quarterly*, 46, 30-44. <https://doi.org/10.1177/001698620204600104>
- Wagner III, J. A. (1995). Studies of individualism-collectivism: Effects on cooperation in groups. *Academy of Management Journal*, 38(1), 152-173. <https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/256731>



The Effect of a Differentiated Problem-Based Science Program on Gifted Students' Cooperative Working Skills and Problem-solving Skills*

Özge Ceylan ¹

Ünsal Umdu-Topsakal ²

Abstract

Introduction: Effectively solving complex and challenging problems in all areas of modern life and cooperating in this process have come to the fore in recent years. This study aimed to develop gifted middle-school students' problem-solving and cooperative working skills through a differentiated science program based on problem-solving.

Method: The study was designed as an action research study. The participants were 12 seventh-grade (11-12 years old) gifted students and a researcher who was also a teacher. The researchers prepared the problem-based differentiated science teaching module and applied it to the participants for 14 weeks. Qualitative and quantitative data collection tools were used in the study. The Problem-solving Skills Questionnaire and student diaries were used to reveal the development of problem-solving. The Cooperative Process Scale and student diaries were used to reveal development of cooperative working skills. Descriptive statistics and Wilcoxon Signed Rank Test were used to analyze quantitative data, and thematic analysis was used to analyze qualitative data.

Findings: The qualitative and quantitative findings of the study showed that the problem-based differentiated science teaching module improved the gifted students' cooperative working and problem-solving skills.

Discussion: This study suggests that the differentiated science program was effective in the development of the gifted students' cooperative working and problem-solving skills. Studies in the literature support this result. In future studies, it is recommended that differentiated programs be prepared with different subject contents and that their effectiveness be investigated.

Keywords: Gifted students, cooperative working skills, problem-solving skills, science education, program differentiation.

To cite: Ceylan, Ö., & Umdu-Topsakal, Ü. (2023). The effect of a differentiated problem-based science program on gifted students' cooperative working skills and problem-solving skills. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 24(1), 117-136. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.956943>

*This study was adapted from the first author Özge Ceylan's doctoral thesis titled "Improving the achievement, critical thinking skills and values of gifted students through a differentiated science program: An action research".

¹**Corresponding Author:** Dr., Ministry of National Education, E-mail: ozgeceylan86@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3737-8579>

²Prof. Yıldız Technical University, E-mail: topsakal@yildiz.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-0565-7891>

Introduction

It has become essential for educators to equip students with the skills to be able to think and act like scientists, ask questions, form hypotheses, and conduct research so that they can cope with increasingly complex problems in a rapidly changing society (Kelley & Knowles, 2016). Policymakers, curriculum development experts, and teachers have worked to equip students with these skills, and have integrated 21st-century skills into standard education programs. These skills should be acquired by students of all different ages and characteristics. Gifted students also have different characteristics compared to their peers. For this reason, these students have the capacity for high achievement in intellectual, creative, artistic, leadership, or other specific academic fields, and they need services or activities not generally provided by the school in order to develop these capacities (National Association for Gifted Children, 2013). Since standard curriculums do not meet their needs (Renzulli & Reis, 1985), educational interventions such as acceleration, enrichment, and differentiation can be applied (Neihart, 2007; VanTassel-Baska & Brown, 2009; VanTassel-Baska et al., 2002).

Differentiated curricula should be sufficient to support various developmental stages and individual characteristics, even in the small number of student populations identified as having the highest potential, taking into account the variability in the development of abilities (Housand, 2016). There are a number of curriculum differentiation models that have been successfully applied to date. For example, Renzulli's School-Wide Enrichment Model (Renzulli & Reis, 1997) is a model that provides an enriched learning experience for all students, focusing on academic and creative abilities (Reis & Renzulli, 2009). Renzulli's triple ring theory is at the forefront of this model. Renzulli focused on "gifted behaviors" rather than the "gifted individual", and these behaviors were based on the concepts of creativity, commitment, and above-average ability (Renzulli & Reis, 1997). Kaplan's Grid Model consists of themes, big ideas, content, processes, products, and learning experiences (Kaplan, 2009). It is named the grid model because the way these elements are placed in the table resembles a grid. The Parallel Curriculum Model (Tomlinson et al., 2009) was developed to create a compelling curriculum suitable for all students, including gifted students (Hockett, 2009). The framework of a parallel curriculum depends on four thinking dimensions, called parallels/curricula, that can be used together or independently (Tomlinson et al., 2002). In the Integrated Curriculum Model (ICM) used in the current study, differentiations were made based on complexity, depth, and density, taking into account the distinctive features of gifted students (VanTassel-Baska & Wood, 2009). The development of both cognitive and affective characteristics of students was also discussed in the ICM curriculum (VanTassel-Baska & Wood, 2010). There have been many years of research on the effectiveness of these models in gifted children. When the general features of all models are examined, all of them include:

1. Acceleration in skill areas or grade level,
2. Grouping students into skill areas or for advanced applications, including flexible grouping,
3. Applying inquiry-based strategies based on open-ended problems or seeking answers to questions,
4. Placing higher-order thinking skills and problem-solving in core subject areas,
5. Practices based on the students' own interests, practices outside the educational environment, or practices focusing on curriculum content and processes that have personal meaning for the students (Ackerman, 2014; Assouline et al., 2015; Renzulli & Reis, 2014; Rogers, 2004).

VanTassel-Baska and Brown (2007) stated that six of the 11 curriculum/curriculum models they examined used an inquiry-based approach and that solving complex problems was at the center of the approach. Furthermore, Maker designed a curriculum using five types of problems in the Matrix Model (Maker et al., 1994). As seen in the examples, researchers have centered on the problem-solving approach in order to develop high-level skills and enable gifted children to solve contemporary problems by using their own abilities. In Van-Tassel Baska's ICM, integrating problem-based learning (PBL) into science units produced effective results in research (Van-Tassel Baska et al., 1998). These results showed that gifted students' critical thinking skills, problem-solving skills (PSSs), and academic knowledge improved (Kim et al., 2012; VanTassel-Baska et al., 2009; VanTassel-Baska & Stambaugh, 2006; VanTassel-Baska & Wood, 2009).

PBL is heavily based on Bruner's (1962) work, which includes constructivism and educational philosophies had a foundation in discovery through problem-solving. Researchers state that PBL has four main features; (1) focusing on complex and real-life problems with many solutions, (2) group work, (3) self-learning of new information, and (4) the teacher's guiding role (Hmelo-Silver, 2004, 2015; Savery, 2015). According to Maker

and Wearne (2021), PBL is an essential model for applying content differentiation principles (abstractness, complexity, diversity, organization of learning value, investigation of people and methods). The approach's handling of complex real-life problems is an important point for the education of gifted students, because it is necessary to expose these students to challenging activities that offer them the opportunity to use their capacities. In particular, gifted students, who stand out because of their creative thinking skills, can solve many problems in many different ways (Çetinkaya, 2021). Thanks to PBL, students are able to develop higher-order thinking skills (Argaw et al., 2017; Gholami et al., 2016; Ismoyo, 2017). Among these skills is PSS. PSS is among the critical goals of science education (Greiff et al., 2013; Scherer & Tiemann, 2012) and gifted education (Diezmann & Watters, 2001). According to Mayer and Wittrock (2006), problem-solving is the cognitive process a problem-solver performs to reach a goal when no solution is immediately obvious. Although the stages of this process do not have a clearly defined order, they should function in a roughly parallel way. For example, PISA (2017) lists the stages of the problem-solving process as follows: discovering and understanding the problem, representing and formulating, planning and executing, monitoring and reflecting. Griffin's (2014) problem-solving procedure progresses from inductive to deductive thinking. The individual first examines the problem, then defines the relations between the elements and transforms them into rules. Finally, they test these rules and generalizations.

So far what has been mentioned is the cognitive dimension of problem-solving. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD, 2018) added cooperation, an affective skill, to the ability to solve complex problems, which is one of the future competencies expected of students. In the education of gifted students, working in groups and providing challenging teaching are two essential enrichment elements (Neber et al., 2001; Rankin, 2016). In addition to cognitive skills, they are crucial to maximizing gifted students' social and affective skills. Although the inherent abilities of gifted students are seen as individual strengths for them, teamwork and cooperation are necessary in the contemporary world (Tennant et al., 2009; Trilling & Fadel, 2009). For this reason, these issues should be considered when program enrichment studies are carried out in educational settings, especially in science courses.

As a science teacher of gifted students, the first author of this study wanted to take action to improve her students' PSS and cooperative working skill (CWS). For this reason, the researchers decided to design a differentiated program that was flexible and meets the students' needs, taking into account the students' individual characteristics. As the curriculum differentiation model, they chose the ICM in order to work on both mental and affective skills (VanTassel-Baska & Wood, 2009). The ICM has accelerated and advanced topics, deep and complex content, high-level thinking skills, and tasks related to real life (Sak, 2017). A differentiated science course unit was designed using these features. The basis of the prepared program was a PBL scenario, and its subject was the "immune system". The process dimension of the program was PBL, and the content dimension was the immune system. In addition to PBL, techniques such as large-small group discussion, SCAMPER, and brainstorming were used. During the program's implementation, the students tried to solve the problem they were given in small groups. The research thus aimed to develop students' PSSs and CWSs characteristics through the problem-based differentiated program prepared for gifted secondary school students. There are studies in the literature in which gifted students solve problems collaboratively (e.g., Barron, 2000; Gu et al., 2015; Lee & Kim, 2013; Mioduser & Betzer, 2008). However, there are limited studies on PSSs in science education in gifted students (e.g., Jo & Ku, 2011; Kim & Choi, 2012), and no studies have been encountered on CWSs. In addition, it can be said that science programs using the ICM, which provides an option for differentiation, are limited in national and international research (e.g., Bland et al., 2010; Kanlı, 2008; Van Tassel-Baska et al., 1998). On the basis of the points mentioned above, the research is thought to be original in terms of the method, the program created, the program's content, and the research topic. In addition, it is expected to contribute to future studies in the field with its results regarding cooperative work, science education, PBL, and program differentiation in gifted students.

The research sought answers to the following questions:

1. What is the effect of the differentiated science program based on problem-solving on the PSSs of gifted students?
2. What is the effect of the differentiated science program based on problem-solving on the CWSs of gifted students?

Method

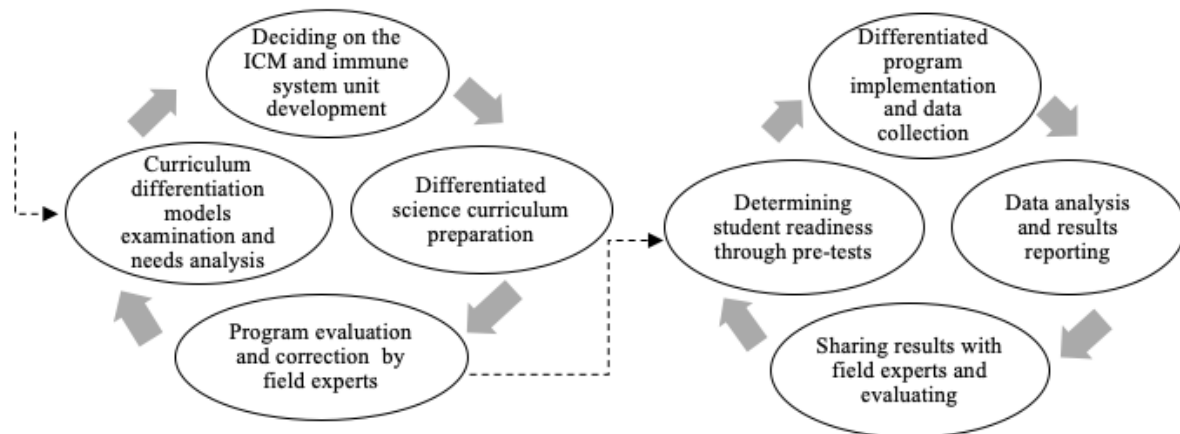
Design of the Study

This study had an “action research” design. McMillan (2004) defines action research as helping solve a classroom or school problem and deciding to engage in a specific practice to do so. Although the participants in this study were gifted, it was determined that their problem-solving and cooperation skills were not at the desired level, based on observation and pre-tests by the science teacher and the study's first author. It was decided to develop a program to improve this situation. Action research was chosen because the researcher was trying to solve a problem that she observed in her students, and wanted all these steps to be systematic.

A general four-step action research model was employed in the research by using different action cycles (e.g., Fraenkel & Wallen, 2003; Johnson, 2008; Mertler & Charles, 2011). The research consisted of two action cycles. The first action cycle lasted 12 months, and the second action cycle lasted 14 weeks. The action research cycles can be seen in Figure 1.

Figure 1

Action Research Diagram Applied in the Research



Note: ICM = integrated curriculum model.

Study Group

Gifted Students

The research was conducted with 12 secondary-school seventh-grade students (aged 11-12) in a science and arts center (SAC) in Istanbul in the 2020-2021 academic year. In Turkey, students are considered to display “giftedness” after passing a three-stage intellectual ability screening conducted by the Ministry of National Education. Gifted students receive supportive education at SACs in addition to their formal education. The researcher carried out the study with her students, so the participants were selected from an easily accessible sample. Five of the participants were boys, and seven were girls. In order to ensure the students’ confidentiality, they were coded as S1 to S12 in the Results section.

The Researcher Teacher

The study’s first author is also the researcher teacher who implemented the program and collected the data. She still works as a science teacher at an SAC in Istanbul. In action research, if the researcher carries out the application themselves and collects the data for the application, this researcher is called an “active participant-observer” (Mills, 2014). In this study, the first researcher was an active participant-observer.

Data Collection Tools

The use of action research with mixed methods helps obtain more reliable and valid data and allows the research to be carried out more systematically (Ivankova & Wingo, 2018). For this reason, quantitative data were also used to support the qualitative data and make the data diverse. Table 1 shows the data collection tools used in the study and information about the time of use.

Table 1

Measurement Tools Used in the Research

Variable	Tool type	At the beginning of the application	During the application	At the end of the application
PSS	Qualitative tools	Student diaries	Student diaries	Student diaries
	Quantitative tools	PSSQ	Teacher diaries	PSSQ
CWS	Qualitative tools	Student diaries	Student diaries	Student diaries
	Quantitative tools	CPS	Teacher diaries	CPS

Note: CWS = cooperative working skill; PSS = problem solving skill.

Student Diaries

These were qualitative data collection tools used to find answers to both research questions. The researchers added open-ended questions to the diaries in order to collect healthy data for the study. The questions were prepared with regard to the content of the program and were evaluated by two field experts, one from science education and one from special education. Diary questions were given to the students for 14 weeks from the first week of the study. Some examples of questions in the diaries were:

1. Express Ela’s problem using a “problem sentence”.
2. Write two hypotheses for Ela’s problem.
3. Why do you think this is the main problem? What evidence did you use to reach this conclusion?
4. Evaluate your solution to Ela’s problem as a group.
5. In group work, I found myself adequate during.....,but not during.....I can make up for my deficiency with/by doing.....
6. My group mates were adequate in group work during....., but they were insufficient during..... My suggestion to them might be to.....
7. All group members fulfilled their responsibilities
8. Some of my friends did not fulfill their responsibilities, this may be because.....
9. This course • affected / • did not affect my cooperative working ability, because.....

Researcher Teacher’s Diary

This diary, which was used to find answers to both research questions, was a qualitative data collection tool belonging to the researcher teacher. After each lesson, the teacher wrote down her observations of the students’ PSSs and CWSs in this diary. While writing the diaries, the teacher took into account the lesson plans and observations about the daily questions given to the students.

Problem-solving Skill Questionnaire (PSSQ)

This is a tool in which students’ PSSs are measured with open-ended questions regarding a problem. The researchers prepared the problem text and questions based on the W&M College No Quick Fix Assessment Activities: Exploring Human Body Systems (Center for Gifted Education, 2007) teacher’s guidebook. Opinions of two faculty members from the fields of special education and science education were taken regarding the relevance of the questions. The PSSQ measures students’ ability to use problem-solving steps. The form includes seven open-ended questions related to an unstructured problem situation. Examples of questions in the form are as follows;

1. Express the problem in the text in the form of a question sentence.
2. Design an experiment to solve the problem in the text.
3. Write at least two hypotheses for your experiment.

Cooperative Process Scale (CPS)

The CPS, which is used to measure whether the learning process cooperatively takes place, was developed by Bay and Çetin (2012) for use at the undergraduate level. For this reason, an adaptation study of the scale was carried out for secondary-school students. The original version of the scale consists of 40 items and five dimensions. Bay and Çetin (2012) stated that the scale could also be used as a one-dimensional scale.

The adaptation study of the scale was carried out with 220 sixth-grade and 238 seventh-grade ($n = 458$) secondary school students, a group independent from the study, before starting the second step of the action research. As a result of the explanatory factor analysis (EFA), it was seen that the scale consisted of one dimension and the KMO value was .988, and that the Bartlett significance value was $p = .000$. In order for the data to be suitable for confirmatory factor analysis (CFA), the KMO should be higher than .60, and the Bartlett test should be significant (Büyüköztürk, 2012). At this point, it was decided to use the single factor version of the scale. CFA was also carried out on a single factor. As a result, the following values were found: CMIN/DFI (χ^2/sd) = 2.433; RMSEA = .056; CFI = .952; NFI = .922; IFI = .953. These values were in the acceptable range (Bentler & Bonnet, 1980; Hu & Bentler, 1999; McQuitty, 2004). As a result of the CFA of the scale, it was observed that the original factor structure was preserved. The scale's reliability was checked with the internal consistency coefficient for the entire scale. The Cronbach Alpha coefficient obtained was found to be .99. As a result of the adaptation study of the scale, it was found that it was suitable for secondary school students and was applied to the students without making any changes.

Data Collection and Analysis

The diaries, the qualitative data collection tool used in the research, were examined by a faculty member from the special education field and a science teacher with a doctorate while the program was being prepared, and they made the necessary amendments. In examining the questions, the experts considered their suitability for the students' level, the program's goals, and the research aims. The qualitative data collection tools were used during the second action research cycle, that is, for 14 weeks. Thematic analysis was used in the analysis of the diaries. Thematic analysis is a method of qualitative data analysis used to identify themes and patterns of meaning in a data set related to a research question (Braun & Clarke, 2006). Both types of thematic analysis, inductive and deductive, were used in this research. In deductive analysis, themes and codes are created around a theory in advance, and the analysis is done accordingly; in inductive analysis, on the other hand, the data aims to create a bottom-up analysis, and the analysis is not shaped by the existing theory (Braun & Clarke, 2013). Inductive analysis was used in the analysis of the teacher's diary. Deductive thematic analysis was used in the analysis of student diaries for PSS. In this analysis, themes were created according to the classical problem-solving process: understanding/defining the problem, hypothesizing, literature review, testing the hypotheses, analyzing and evaluating the data. Inductive thematic analysis was used to analyze the student diaries for CWSs.

The PSSQ seeks answers to seven open-ended questions through a problem scenario. A scoring rubric was prepared for the form and it was evaluated out of 20 points. For example, students who identified the problem but could not write a problem sentence were not given any points. Answers whose hypotheses were independent of the problem topic were also not accepted as correct. The correlation coefficient between two independent raters for the PSSQ was calculated as .84.

The highest score obtainable from the CPS is 200, and the lowest score is 40. Descriptive statistics were used in the preliminary analysis of the CPS and PSSQ. The Wilcoxon Signed Rank Test was used in the final analysis due to the small number of participants. Ravid (2019) suggested using non-parametric tests if the group size is less than 30. For this reason, the non-parametric Wilcoxon Signed Rank Test was used to analyze the quantitative data.

Implementation Process

A problem-based differentiated science unit was prepared in the first cycle of the action research, which consisted of two cycles in cycle. The ICM, which was chosen as the differentiation model, has dimensions of advanced content, theme, and process. For this reason, the unit prepared was differentiated into these three dimensions. In the content dimension, a differentiation was made by using the topic of the "immune system", which is not in the secondary-school science program. Since the content included the topic of the "immune system" from higher-level classes, it aimed to meet the needs of the gifted students through acceleration. The whole unit was built on a "system theme" (a big idea/theme) in the theme dimension. The aim was to teach the unit as a whole system rather than as individual parts. The concepts covered in the unit were organized around major themes. The

process dimension referred to the collaborative problem-solving process. Students work as a team on a specific topic as experts in the problem-solving process. In the differentiated program prepared, the aim was that the students would work as a team and solve problems by collaborating throughout the implementation. For this reason, the process dimension focuses on two skills, cognitive and affective. Problem-solving represents the cognitive skill dimension of research, and cooperative work represents the affective skill dimension.

The differentiated “immune system” unit was based on a scenario that dealt with the disease Lupus Erythematosus suffered by the Ela character and its related problems. Ela's problem was given to the students, and they were asked to solve it by associating it with the dimensions of theme, content, and process. Ela's problem/disease was related to her immune system, so the scenario used in the course was designed to reflect this. Since the immune system is a subsystem of the human body system, the emphasis in the program was on the “system theme”. The aim was that students would establish the relationship between elements, inputs, outputs, boundaries, connections, and system interactions, and look at the problem-solving process from different perspectives. The unstructured problem given to the students did not have a single solution or specific paths to a solution. The scenario describing the problem situation was divided into sections and given to the students at regular intervals. In addition to PBL, techniques such as SCAMPER, group discussion, brainstorming, and question-answer were included in the program.

The program implementation phase, which was the second cycle of action research, was carried out in the 2020-2021 academic year. A distance learning environment was used due to the COVID-19 outbreak in Turkey. This research was also conducted in a distance online learning environment. The program was adapted to distance education, and it was ensured that the online communication tool used could offer online group work. In the first week of the application, the current status of the students' CWSs and PSSs were determined. The program was adjusted according to the data obtained. A total of four groups of three people were formed, and the problem-solving process continued for twelve weeks. In the fourteenth week, post-tests were applied.

Validity, Reliability and Ethical Dimensions of the Research

Studies have been conducted to ensure action research's validity, reliability, and compliance with ethical principles. The data collection tools of the research were diversified. Qualitative data were supported by quantitative data. One faculty member in science education and one in special education gave regular feedback on preparing the differentiated program and the action research planning. Video recordings of the course were taken to prevent data loss during the implementation process. In coding the qualitative data sets, two coders conducted the analysis. According to Miles and Huberman's (1994) consensus/disagreement formula, the coder reliability was .91. Before starting the research, approval was obtained from the Ethics Committee of Yıldız Technical University, numbered 2020/9, official permission was received from the Governorship of Istanbul (Number: E-59090411-44-15767435), and permission was also granted by the students' families. Only students who volunteered were included in the study.

Results

Results Regarding Problem-solving Skills (PSSs)

The students were asked to determine their current situation regarding their PSSs. For this reason, the answers to the question, “Which steps do you apply when solving a problem?”, in the first diaries were analyzed. Themes were formed from the steps of understanding/defining the problem, hypothesizing, literature review, testing the hypotheses, and analyzing and evaluating the data. According to the deductive thematic analysis, all students started problem-solving process by defining/understanding the problem. No student's statement was found with regard to the hypothesizing theme. The statements of seven students (S3, S4, S5, S7, S8, S10 and S12) were seen to belong to the literature review theme. Again, there was no information from the students in terms of the testing the hypothesis theme. In addition, all students stated that the second step was finding a solution and applying the solution. Only two students analyzed the solution or tried different solutions (S1,S4). One student's statement (S8) was seen to belong to the evaluation theme. Other students were not able to reach the upper levels of PSS. Examples of direct quotations from student's diaries are:

S1: “a. identify the problem, b. find solutions, c. choose the most compatible one and apply [it].”

S8: “1. I understand what the problem is 2. I find what is given and what I need to solve 3. I make a plan. 4. I implement the plan 5. I check it.”

The second data collection tool used to determine the current situation of the students, the PSSQ, was evaluated out of a total of 20 points. The descriptive statistical findings of the scores of the students for the PSSQ pre-test are shown in Table 2.

Table 2

PSSQ Pre-test Descriptive Statistics Findings

PSSQ	<i>n</i>	<i>Mdn</i>	\bar{X}	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	12.00	6.0833	.00	12.00	1.64436	5.69622

Note: SD = standard deviation; SE = standard error; PSSQ = problem solving skill questionnaire.

As seen in Table 2, the maximum score the students obtained from the pre-test was calculated as 12 and the median was also 12. The score for the PSSQ is between 0-20. When the students' scores were ranked according to the median value, 50% of the students scored 12 points and above, and 50% had below 12 points. Students who scored less than 12 points also received at least 0 points. The other half got the highest 12 points. Accordingly, half of the participant students do not know about problem-solving process, while the other half had an average level of knowledge.

When the students' PSSQ answers were examined, seven students (S1, S2, S3, S4, S5, S7, S11) expressed the problem in the question as a problem sentence. Five students (S6, S8, S9, S10, S12) could not form a problem sentence. Student S3, who was able to write a problem sentence, expressed it as follows: "I have asthma, I cough, and the bronchodilator works in a few seconds, but it does not help me get to sleep at night. The pill recommended by the doctor works after 20 minutes. Which drug should I use?" Student S12, who was not able to write a problem sentence, wrote the following: "You have asthma, and your cough starts at 2 am. The quick-acting medicine works, but then you cannot sleep. However, since the anti-drowsiness medicine works in 20 minutes, you should use it beforehand, so you have to decide which medicine you should choose." Student S12 understood the problem but could not turn it into a problem sentence. In the *hypothesizing theme*, six of the students (S1, S3, S4, S5, S6, S11) wrote their hypotheses at the beginning. The other six (S2, S7, S8, S9, S10, S12) wrote incorrect sentences or did not write anything. S4's hypotheses were as follows: "Hypothesis 1: The pill will be more useful if taken before going to bed because it will take effect 20 minutes after it is taken. In this way, your bronchi will not close when you sleep. Hypothesis 2: A bronchodilator would be more beneficial because it acts instantly and effectively". S10, who wrote the wrong hypothesis, answered as follows: "The problem goes away when you take a light sleeping pill together with the effective medicine." This answer was wrong because the student included different variables in his experiment. In the *experiment design theme*, not all students were able to design an experiment. For example, S1's experiment was as follows: "First the bronchodilator is used, then the pill is used. Whichever method is more comfortable and effective continues to be used". This student tried to test both dependent variables at the same time. Student S7 set up the wrong experiment: "I will take the pill the doctor gave me every 20 minutes in the morning and use my bronchodilator at night". Not all students were able to give correct answers in the experimental setting and subsequent stages.

After the students' current situation was determined, the application was conducted for 12 weeks and the data were collected through the diaries. As a result of the diaries' deductive thematic analysis, the PSS development of the students can be explained as follows:

In the *understanding/defining the problem theme*, S9's statements in consecutive weeks were as follows: "Ela has an unknown disease" (29.09.2020), "What is Ela's disease?" (06.10.2020), "Ela's disease is Lupus (SLE). In addition, a kidney transplant is required. How are we going to find a kidney for Ela?" (17.11.2020). In the second diary, the student described the problem situation with a general and straightforward statement. However, they gave detailed information over time and defined the problem using unique concepts. Student S2-coded's statements regarding the *hypothesizing theme* were as follows: "I do not know what the hypothesis means." (29.09.2020), "It may be stomach cancer." (06.10.2020), "Ela's disease is Lupus and kidney failure." (17.11.2020). The student said that they did not know how to form a hypothesis at the beginning of the process. However, over time, they established the correct hypothesis. Student S5's statements in the *literature review theme*, i.e., testing the hypothesis, were as follows: "Her family and other people's statements are important." (29.09.2020), "I think the most accurate and scientific information about problem-solving can be obtained from academic articles. I think the most useful resources for Lupus patients are scientific PDFs." (15.12.2020). Student S8's answers for the *testing the hypothesis theme* were as follows: "We have to do a blood test to reveal her disease. We should ask her family and his doctor." (06.10.2020), "It is necessary to get more information from her and her social environment. Nevertheless, I prefer that routine blood and urine examination be conducted. The SLE classification criteria

defined by the American Rheumatology Association (ARA) in 1982 are used to distinguish SLE from other similar conditions. If four of the following 11 criteria are present in the patients, they are considered to meet the SLE criteria.” (03.11.2020). Student S4’s statements regarding the *evaluation theme* were as follows: “My suggestion for a solution is to continue Ela’s treatment for Lupus after the kidney transplant. In addition, she may have fears that her social circle will judge her because of the rash on her body. It may be necessary for her to meet with a psychologist to overcome this. I benefited from general information and articles.” (15.12.2020).

On the basis of the students’ and the researcher teacher’s diaries, it can be said that there was an improvement in the students’ PSSs throughout the process. Except for one student, all students progressed to the last problem-solving step. In the researcher-teacher diary, the following statements were made:

I gave the students the first description of the problem situation today. They understood what the problem was, but many students could not make hypotheses and express it as a problem. (06.10.2020).

Today, I gave the students the final information about the problem situation. All of the students evaluated the problem statements, hypotheses, and solutions. While some stated that their performance in the process could have been better, others were satisfied with the solution. I think that skills such as researching and problem-solving have improved from when they were at the beginner level. (08.12.2020).

In the diaries where the students’ general ideas about PSS were written in the last week, student S1 wrote: “First of all, we define the problem and write it as a question sentence. Then we write down the hypothesis that we will investigate as we solve it. We do research using scientific sources and use our experience. According to the experiment’s result, we either accept our hypothesis or reject the hypothesize and go back to the beginning and experiment again”. The student talked about the problem-solving process in detail in his diary. At the end of the process, most students had learned to form hypotheses. Although this step was missing in the preliminary information analysis, it was revealed that they had overcome the deficiencies in their analyses by the time the final information had been provided. In addition, they exhibited skills such as self-assessment and interpersonal assessment, which are among the upper-level PSS steps.

The PSSQ post-test was applied in the 15th week. Table 3 shows the descriptive statistical findings of the post-test scores. It can be seen that the post-test scores of the students increased compared to the pre-test.

Table 3
PSSQ Post-test Descriptive Statistics Findings

PSSQ	<i>n</i>	<i>Man</i>	\bar{X}	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	12.50	12.750	10.00	16.00	.6575	1.95982

Note: SD = standard deviation; SE = standard error; PSSQ = problem solving skill questionnaire.

As seen in Table 3, the maximum score the students as from the post-test was calculated as 16 and the median as 12.5. When the scores of the students were ranked according to the median value, 50% of them scored 12.5 points and above, and 50% scored below 12.5 points. The students who scored less than 12.5 points also received at least 10 points. The other half received a maximum of 16 points. According to the post-test scores, the participants had at least an average level of knowledge about the problem-solving process. When Table 2 and Table 3 are compared, an increase from 0 to 10 can be seen in the minimum scores obtained by the students.

Table 4
PSSQ Pre-test Post-test Wilcoxon Signed Rank Test Results

	Pre-test	Post-test	<i>n</i>	Mean rank	Sum of ranks	<i>Z</i>	<i>p</i>
PSSQ	Negative ranks		1	2.00	2.00	-2.093*	.004
	Positive ranks		11	6.91	76.00		
	Ties		0				

Note: PSSQ = problem solving skill questionnaire.

*Based on negative ranks.

Table 4 shows the Wilcoxon Signed Rank Test analysis results to compare pre-test and post-test scores. The results of the analysis show that there was a significant difference between the students’ PSSQ pre-test and post-test scores ($Z = -2.093, p < .05$). When the mean rank and total rank of the scores obtained were examined, it was seen that the observed difference was in favor of the positive ranks, that is, the post-test scores. According to the negative rank value, one student received a lower score in the post-test than in the pretest. At the end of the application, the scores of all students for the PSSQ test had increased, except for one student.

Results Regarding Cooperative Working Skills (CWSs)

In order to determine the students' CWSs status at the beginning of the process, thematic analysis was conducted on the students' first diaries. *Positive* and *negative themes* were obtained from the students' statements (Table 5).

Table 5

CWS Status Obtained from Students' First Diaries

Theme	Code
Positive	I like it (S1, S3, S5, S6, S8, S9, S10, S12), it is easy (S1, S3, S5, S6, S8, S9, S10, S12), It makes work easier (S1, S3, S5, S6, S8, S9, S10, S12), I can work with anyone (S1, S3, S6, S8, S9, S10), I trust the team (S1, S3, S5, S6, S8, S9, S10, S12), I can only work with my close friends (S5, S12), It provides a different perspective (S1)
Negative	I do not enjoy it (S2, S4, S7, S11), I am forced (to do it) (S2, S4, S7, S11), It makes working difficult (S2, S4, S7, S11), It complicates the work (S2, S4, S7, S11), It prolongs the process (S2, S4, S7, S11), Some people are irresponsible (S4)

Students mostly made positive comments about cooperative working. When Table 5 is examined, seven codes were obtained under the *positive theme* of the students' views on cooperative working. In the diary entry dated 22.09.2020, Student S1 said that cooperative working would bring a different perspective: "If we work together with different people, we can see the problems from different perspectives." The statement of student, who mentioned the trust required cooperative working, was as follows: "We cannot work cooperatively without trusting each other, because, in order to work cooperatively, everyone must trust each other." Student S5 stated that it is easier to work cooperatively, and produced following sentence: "I like working in groups because working with my close friends gives me confidence." There were six codes in the *negative theme*. For example, student S4 said: "I do not prefer group work because I have difficulties. Not everyone is aware of their responsibilities in the groups, which causes disruptions in the work. However, if you do any project by yourself, everything will go as planned and smoothly as possible, you will not have to change plans because of anyone." They stated that they did not prefer cooperative working because it was difficult and had various negative aspects. However, despite the negative statements, the students generally had a positive approach toward cooperative working.

The CPS was applied as a pre-test to support the student diaries. The score obtainable from the CPS is between 40-200. The descriptive statistical findings of the CPS pre-test are shown in Table 6.

Table 6

CPS Pre-test Descriptive Statistics Findings

Cooperative Process Scale	<i>n</i>	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	158.8333	155.50	142.00	174.00	11.16678	3.22357

Note: SD = standard deviation; SE = standard error.

As seen in Table 6, the maximum score the students obtained from the CPS pre-test was 174 and the median was 155.5. When the scores of the students were ranked according to the median value, 50% of them scored 155.5 points and above, while 50% scored below 155.5 points. The lowest score of the students who fell below this score was 142. The other half received a maximum of 174 points. According to these findings, the participant students' CPS pre-test scores were at a good level.

Qualitative data regarding CWSs were collected between the 2nd and 13th weeks of the program. Four main themes and related codes were obtained from the inductive thematic analysis of student diaries. The themes and codes can be seen in Table 7.

Table 7
CWS Themes and Codes Obtained from Student Diaries

Theme	Code
Emotions	Caring about other ideas (S1, S4, S5, S10, S11), Having fun (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12), Liking your friends (S2, S5, S8, S9), Enjoying working together (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12), Responsibility (S4, S11), Being happy to meet new people (S5, S9), Patience (S1, S4)
Processes	Working faster (S1, S2, S8), Efficiency (S4, S12), Generating a large number of ideas (S6, S8, S9, S10), Capturing the details (S4), Ease in problem-solving (S1, S4, S5, S11, S12), Learning new information (S5, S9, S10, S12)
Cooperation	Making an equal contribution to the study (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12), Needing help (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12), Sharing (S5, S6, S11)
Difficulties	Technical problems (S2), Low participation (S5, S9), Poor communication (S5)

When Table 7 is examined, the students expressed their opinions about CWSs in four themes: *emotions*, *processes*, *cooperation*, and *difficulties*. The *emotions theme* indicates the students' feelings about cooperative working. The *processes theme* indicates students' thoughts about the contribution of cooperation to the work process. The *cooperation theme* explains the relationship students established between cooperation and helping each other. The *difficulties theme* refers to the problems experienced by the students in the cooperative work carried out during the application. The students made the most statements about their feelings towards cooperative working. Student S1 stated in their diary entry dated 27.10.2020, "I think collaborating means caring about the ideas of others because everyone's opinion is important" and also stated that everyone in the team cared about each other's ideas. Student S5 student said in their diary entry dated 22.12.2020, "I met new friends by working together, I learned new information from them. Sharing something with them made me happy" and mentioned affective factors such as helping and sharing while collaborating. The same student noted the problems they had experienced in their diary entry dated 03.11.2020, "Some of my friends were not communicating at first and I was having difficulties. They did not participate in the studies." Student S4 mentioned the difficulties experienced in the process in their diary entry dated 20.10.2020 and said that this situation led to the development of patience. They stated: "My patience has also improved while working collaboratively, because some of my friends' computers do not have sound, some of them are constantly getting disconnected. Sometimes the work is interrupted." It is a noteworthy result that all the students enjoyed working cooperatively and experience pleasure, because in the pre-test findings some students said that they did not like to cooperate. No such statements were found at the end of the process.

The *positive and negative themes* related to CWS were obtained from the inductive thematic analysis of the researcher teacher's diaries. The positive theme included the codes of *motivation, active participation, sharing, brainstorming, cooperation, division of labor, a common idea, commitment, and peer learning*. The negative theme had the codes of *group members who abstain, reluctance to write, and slow work of some groups*. For example, the researcher teacher mentioned positive and negative situations in her diary entry dated 06.10.2020: "Since the start, the children have been working well together. As they got to know each other, they became more used to it. Today, all the group members were reluctant to write; they tried to make each other do the tasks." She claimed that all of the students were working together in her diary entry dated 01.12.2020: "The students started to do group work with more motivation today. At first, some of the actively participating students were very reluctant today. Now they are all participating and sharing the work and helping out often. I think they have learned a lot from each other."

The findings obtained from the thematic analysis of the students' final diary entries, in which general ideas about CWSs were found, are shown in Table 8.

Table 8

CWS Findings from Students' Final Diary Entries

Theme	Code
Positive	My ability to collaborate has improved (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12)
	I care about cooperative working (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12)
	I think sharing is important (S3, S4, S11)
	Working together makes the job easier (S1, S7, S8, S11, S12)
	Together we generate more ideas (S2, S6, S8)
Negative	When you work together, the tasks are completed in a short period time (S5, S9, S10)
	Sometimes my friends did not fulfill their responsibilities (S2, S8)
	I could have participated more actively in some tasks (S4)
	We could have done our presentations better (S11)

Table 8 shows the codes regarding CWSs under both the *positive* and *negative* themes. Accordingly, students generally stated that their CWSs had improved. For example, student S11 expressed the positive and negative aspects of cooperative work in the following statement: “I think that my collaborative working has improved in this process. I care about working collaboratively because sharing the work makes my tasks easier. However, we could still have worked better while making our presentations.”

CPS was applied as a post-test to support the student diaries. The score obtainable from the CPS is between 40-200. The descriptive statistical findings of the CPS post-test are shown in Table 9.

Table 9

CPS Post-test Descriptive Statistics Findings

Cooperative Process Scale	<i>n</i>	\bar{X}	<i>Mdn</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>SE</i>	<i>SD</i>
	12	182.25	180.50	173.00	194.00	6.45439	1.86322

Note: CPS= cooperative process scale; SE = standard error; SD = standard deviation.

As seen in Table 9, the maximum score the students obtained from the CPS pre-test was 194 and the median was 180.5. When the scores of the students were ranked according to the median value, 50% of them scored 180.5 points and above, and 50% scored below 180.5 points. The lowest score of the students who fell below this score was 173. The other half received a maximum of 194 points. Accordingly, the participants obtained high scores from the CPS post-test. When Table 6 and Table 9 are compared, an increase of 31 points was seen in the minimum scores obtained, from 142 to 173.

In order to reveal the changes in the students, the CWSs pre-test and post-test scores were compared. For this reason, the Wilcoxon Signed Sum of Ranks Test was used to analyze the tests. Table 10 shows the Wilcoxon Signed Rank Sum Test analysis comparing the pre-test and post-test scores.

Table 10

CPS Pre-test Post-test Wilcoxon Signed Rank Test Results

	Pre-Test Post-Test	<i>n</i>	Mean rank	Sum of ranks	<i>Z</i>	<i>p</i>
CPS	Negative ranks	0	.00	.00	-3.065*	.002
	Positive ranks	12	6.50	78.00		
	Ties	0				

Note: CPS = cooperative process scale.

*Based on negative ranks.

In Table 10, the results of the analysis show a significant difference between the students' CPS pre-test and post-test scores ($Z = -3.065, p < .05$). When the mean rank and total rank of the scores obtained were examined, it was seen that the observed difference was in favor of the positive ranks, that is, the post-test scores. At the end of the application, all the students' scores for the CPS test increased.

Discussion

This study aimed to develop gifted middle school students' PSSs and CWSs through a differentiated science program based on problem-solving. The results revealed that the gifted students' cognitive skills -the PSSs- and the affective skills -the CWSs-, developed during the differentiated science program.

The first research question was about the students' PSSs. Deductive thematic analysis was performed on the student diaries with regard to understanding/defining the problem, hypothesizing, literature review, testing the

hypotheses, and analyzing and evaluating the data themes. As a result of the analysis, it was seen that the students were good at defining the problem situation but insufficient in the following steps. Akdeniz and Alpan (2020) stated in their studies that gifted students prefer to define the problem, to generate ideas for the solution of the problems they define, and to deal with only ideas instead of following the entire problem-solving process. Their result supports the result of the current research to a certain extent. The students defined the problem but did not make hypotheses. They therefore also did not engage in the testing the hypotheses step. In short, the students were not able to enter into the metacognitive steps of problem-solving. In the results based on quantitative data, half of the students got low scores on the PSSQ pre-test. In general, it was concluded that the PSS levels of the participating gifted students were low. Supporting the preliminary assessment, Uçar et al. (2017) stated that the PSSs of gifted students were not at the expected level, and that measures should be taken to improve them. For this reason, it was thought that the PSSs of the students participating in the current research should be developed, and a differentiated science program was prepared. Educators in the field of special education have argue that tailored educational programs should be prepared for gifted children (Colangelo et al., 2004; Renzulli & Reis, 1991; Robinson & Moon, 2003), and that current educational programs do not meet their learning needs (Renzulli & Reis, 1997). Teaching based on differentiated curricula or skill development is the primary purpose of education for gifted students (Roberts & Inman, 2009; VanTassel Baska, 2013). This study aimed to develop PSSs, which are among the higher-order thinking skills, in a differentiated program prepared to meet the participating students' needs. As a result of the program's implementation, the data collected from the qualitative and quantitative tools showed that the students' PSSs reached an acceptable level, with the exception for one student. One student had progressed to the analysis step. In general, while half of the students were not able to hypothesize initially, by the end of the process they were trying out hypotheses and evaluating their solutions. Here, it can be said that the program differentiation had a significant effect on the students' development of PSSs. In the literature, it has been found that PBL-based interventions improve the PSSs of gifted students, supporting the results of this study (Gallagher et al., 1992; Jo & Ku, 2011; Kuo et al., 2010; Maker et al., 1996). In addition, in studies conducted with students of typical development learning environments designed according to the PBL approach improved students' PSSs (Aka, 2012; Argaw et al., 2017; Mutlu & Ayar-Kayalı, 2015). Given the basic features of the PBL approach, it was expected that a positive effect would emerge in terms of the students' capacity to solve problems. However, this situation may also vary according to individual characteristics such as students' levels of readiness and innate problem-solving potentials. When we consider the potential of the gifted students who participated, it can be said that PBL was a beneficial approach for them. In this context, it can be concluded that differentiated programs or teaching modules based on PBL contribute to the development of PSSs in gifted students.

The second research question was about the development of the students' cooperative skills. The results based on the qualitative data obtained from the students at the beginning of the process regarding the affective dimension of the study, the CWSs, showed that they had both positive and negative thoughts. One-third of the students stated that they would not choose to engage in collaborative work. In support of this result, studies show that both gifted students (Chan, 2001; Sak, 2004), and students with typical development (Michaels, 1977; Wagner III, 1995) prefer to work alone. The negative statements of the students suggest that this preference caused confusion in the group and initially made the study difficult. Gifted students tend to have greater leadership characteristics or potential compared to their peers (Emir & Acar, 2012; Renzulli, 2012; Tannenbaum, 1983). In group work, one possible problem is that students thus experience conflict as they all tend to want to lead. In addition, conflicts may arise from the fact that gifted students are perfectionists. Perfectionism is one of the personality traits of gifted students (Leana- Taşçılar et al., 2014; Robinson & Clinkenbeard, 1998). Not doing a perfect job in the group can make them uncomfortable, and they may thus avoid working together. Despite the negative statements in the qualitative data, the students obtained high scores in the CWS pre-test, which is a quantitative data collection tool. Tirri (2011) stated that gifted students could give correct answers to the tests, but how they would actually behave could not be predicted by looking at the results of these tests. In this study, the fact that all of the students obtain high scores on the scale suggests that they were able to give the answers that the other party wanted, even if they did not like collaborative work. Contrary to the results of this study, there are also studies showing that both students with typical development (Layman, 2006; Mo, 2017; Roseth et al., 2008; Slavin, 2014) and gifted students prefer to work in groups (Burns et al., 1998; Nacaroğlu & Arslan, 2019; Özarslan & Çetin, 2018; Rayneri et al., 2006). In to the results obtained during the differentiated program, all the students stated that they enjoyed cooperating. Adams-Byers et al. (2004) stated that gifted students value being together and working with students who are similar to them. The students' enjoyment of cooperating in this study may be related to their working with peers with similar characteristics. In addition, the students stated that they cared about their friends' ideas, and they learned more quickly. Mulrey's (2017) study supports this result because it suggests

that students support each other's learning and evaluate others' suggestions in the collaborative problem-solving process. Lipponen (2002) stated that, through cooperation and brainstorming in a learning group, students could obtain information they could then use to efficiently generate ideas. Another result of the current study was that the students were more productive and generated more ideas thanks to cooperation. It is known that students are more productive and gain higher-level skills when they work collaboratively (Roseth et al., 2008; Slavin, 2014). In addition, Sun et al. (2017) stated that students who work in small groups before problem-solving activities achieve effective results. The diaries revealed that there was a positive commitment among the students, and their group working skills increased. At the end of the application, the CPS post-test scores, which are quantitative data measurements, increased compared to the pre-test scores. The comparison between CPS pre-test and post-test scores found that there was a significant difference in favor of the post-test. Through the program implemented, the students' CWSs improved. As Graesser et al. (2018) mentioned in their study, collaborative problem-solving can also have negative consequences. There were also some negative results in the current study. Some of these problems were caused by how the program was applied. The program's implementation in a distance education environment caused technical and communication problems. Similar results were encountered in the literature (e.g., Arora & Srinivasan, 2020; Hebebcı et al. 2020; Lall & Singh, 2020). Some problems also arose from time to time from the failure of group members to fulfill their responsibilities. This situation may also have arisen due to the students being perfectionists.

It can be concluded that the problem-based science program prepared by considering the characteristics of gifted students was effective in the development of students' PSSs and CWSs. Gifted students are expected to demonstrate high-level performance in cognitive, affective, and social fields. The importance of providing the educational opportunities they need in order to ensure their development into talented, rounded adults is well-known.

The study has some limitations in terms of the sample group, the working environment, and the program applied. The first limitation is the participation of 12 gifted students in the study. The small number of students in the group can be seen as a limitation in the statistical interpretation of the quantitative data collection tools. The second limitation is that the study was carried out in a distance education environment due to the COVID-19 outbreak. This situation may have affected the coordination of the collaborative work. The third limitation is the number and characteristics of WEB 2 teaching tools used in practice. The students carried out their studies within the applications used. The last limitation is that the study was conducted on only one unit. This situation may have limited the scope of the subject.

As a result of this study, recommendations for future research are as follows:

1. The same study should be repeated using experimental designs, and the research results should be generalized.
2. The differentiated program should be applied to students with typical development, and the results compared with those of gifted students.
3. Research should be conducted with the participation of a larger number of gifted students.
4. The research should be repeated in a face-to-face education environment and a distance education environment.
5. Units with different contents and at different grade levels should be developed, and the effects of gifted students on high-level cognitive skills should be examined.

Authors' Contributions

First author Özge Ceylan conducted the literature review, report writing, module creation, data collection, data analysis, methodology, and the study's validity and reliability. The second author, Ünsal Umdu-Topsakal, conducted the literature review, module creation, data analysis, methodology, the study's validity and reliability, final review, and editing.

References

- Ackerman, P. L. (2014). Adolescent and adult intellectual development. *Current Directions in Psychological Science*, 23(4), 246-251. <https://doi.org/10.1177/0963721414534960>
- Adams-Byers, J., Whitsell, S. S., & Moon, S. M. (2004). Gifted students' perceptions of the academic and social/emotional effects of homogeneous and heterogeneous grouping. *Gifted Child Quarterly*, 48(1), 7-20. <https://doi.org/10.1177/001698620404800102>
- Aka, E. G. (2012). *Asitler ve bazlar konusunun öğretiminde kullanılan probleme dayalı öğrenme yönteminin farklı değişkenler üzerine etkisi ve yonteme ilişkin öğrenci görüşleri [The effect of problem-based learning method used for teaching acids and bases on different variables and students' views on the method]* (Tez Numarası: 328875) [Doktora tezi, Gazi Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Akdeniz, H., & Bangir-Alpan, G. (2020). Analysis of gifted and talented students' creative problem solving styles. *Talent*, 10(1), 79-94. <https://doi.org/10.46893/talent.758416>
- Argaw, A. S., Haile, B. B., Ayalew, B. T., & Kuma, S. G. (2017). The effect of problem based learning (PBL) instruction on students' motivation and problem solving skills of physics. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(3), 857-871. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00647a>
- Arora, A. K., & Srinivasan, R. (2020). Impact of pandemic COVID-19 on the teaching-learning process: A study of higher education teachers. *Prabandhan: Indian Journal of Management*, 13(4), 43-56.
- Assouline, S. G., Colangelo, N., VanTassel-Baska, J., & Lupkowski-Shoplik, A. (2015). *A nation empowered: Evidence trumps the excuses holding back America's brightest students* (Vol. 1). The Belin-Blank Center.
- Barron, B. (2000). Achieving coordination in collaborative problem-solving groups. *Journal of the Learning Sciences*, 9(4), 403-436. https://doi.org/10.1207/S15327809JLS0904_2
- Bay, E., & Çetin, B. (2012). İşbirliği Süreci Ölçeği (İSÖ) geliştirilmesi [Development of cooperative learning process scale (CLPS)]. *International Journal of Human Sciences*, 9(1), 534-545.
- Bentler, P. M., & Bonett, D. G. (1980). Significance tests and goodness of fit in the analysis of covariance structures. *Psychological Bulletin*, 88(3), 588-606. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.88.3.588>
- Bland, L. C., Coxon, S., Chandler, K., & VanTassel-Baska, J. (2010). Science in the city: Meeting the needs of urban gifted students with Project Clarion. *Gifted Child Today*, 33(4), 48-57. <https://doi.org/10.1177/107621751003300412>
- Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Braun, V., & Clarke, V. (2013). *Successful qualitative research: A practical guide for beginners*. Sage.
- Bruner, J. (1962). The act of discovery. In J. S. Bruner (Ed.), *On knowing: Essays for the left hand* (pp. 81-96). Harvard University Press.
- Burns, D. E., Johnson, S. E., & Gable, R. K. (1998). Can we generalize about the learning style characteristics of high academic achievers? *Roeper Review*, 20(4), 276-281. <http://doi.org/10.1080/02783199809553907>
- Büyüköztürk, Ş. (2012). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı istatistik, araştırma deseni SPSS uygulamaları ve yorum [Data analysis handbook for social sciences: statistics, research design, SPSS applications and interpretation]* (17. baskı). Pegem Akademik Yayıncılık.
- Center for Gifted Education. (2007). *No quick fix: Exploring human body systems* (2nd ed.). Kendal/Hunt Publishing.
- Chan, D. W. (2001). Learning styles of gifted and nongifted secondary students in Hong Kong. *Gifted Child Quarterly*, 45(1), 35-44. <http://doi.org/10.1177/001698620104500106>
- Colangelo, N., Assouline, S. G., & Gross, M. U. (2004). *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students* (Vol. 1). The Belin-Blank Center.

- Çetinkaya, Ç. (2021). Project-based curriculum differentiation example of gifted students. *Ankara University Faculty of Educational Sciences Journal of Special Education*, 22(2), 419-438. <https://doi.org/10.21565/ozelegitimdergisi.718625>
- Diezmann, C. M., & Watters, J. J. (2001). The collaboration of mathematically gifted students on challenging tasks. *Journal for the Education of the Gifted*, 25(1), 7-31. <https://doi.org/10.1177/016235320102500102>
- Emir, S. & Acar, S. (2012). Zekâ-liderlik ilişkisi: Üstün zekâlı olan ve olmayan öğrencilerin liderlik becerilerinin karşılaştırılması. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(2), 189-201.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (2003). *How to design and evaluate research in education* (5th ed.). McGraw-Hill.
- Gallagher, S. A., Stepien, W. J., & Rosenthal, H. (1992). The effects of problem-based learning on problem solving. *Gifted Child Quarterly*, 36(4), 195-200. <https://doi.org/10.1177/001698629203600405>
- Gholami, M., Moghadam, P. K., Mohammadipoor, F., Tarahi, M. J., Sak, M., Toulabi, T., & Pour, A. H. H. (2016). Comparing the effects of problem-based learning and the traditional lecture method on critical thinking skills and metacognitive awareness in nursing students in a critical care nursing course. *Nurse Education Today*, 45(2016), 16-21. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2016.06.007>
- Graesser, A. C., Fiore, S. M., Greiff, S., Andrews-Todd, J., Foltz, P. W., & Hesse, F. W. (2018). Advancing the science of collaborative problem solving. *Psychological Science in the Public Interest*, 19(2), 59-92. <https://doi.org/10.1177/1529100618808244>
- Greif, S., Holt, D., & Funke, J. (2013). Perspectives on problem solving in educational assessment: Analytical, interactive, and collaborative problem solving. *The Journal of Problem Solving*, 5(2), 71-91. <http://dx.doi.org/10.7771/1932-6246.1153>
- Griffin, P. (2014). Performance assessment of higher order thinking. *Journal of Applied Measurement*, 15(1), 1-16.
- Gu, X., Chen, S., Zhu, W., & Lin, L. (2015). An intervention framework designed to develop the collaborative problem-solving skills of primary school students. *Educational Technology Research and Development*, 63(1), 143-159. <https://doi.org/10.1007/s11423-014-9365-2>
- Hebebcı, M. T., Bertiz, Y., & Alan, S. (2020). Investigation of views of students and teachers on distance education practices during the coronavirus (COVID-19) pandemic. *International Journal of Technology in Education and Science*, 4(4), 267-282. <https://doi.org/10.46328/ijtes.v4i4.113>
- Hmelo-Silver, C. (2004). Problem-based learning: What and how do students learn? *Educational Psychology Review*, 16(3), 235-266. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>
- Hmelo-Silver, C. (2015). The process and structure of problem-based learning. In A. Walker, H. Leary, C. Hmelo-Silver, & P. Ertmer (Eds.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* (pp. 1-3). Purdue University Press.
- Hockett, J. A. (2009). Curriculum for highly able learners that conforms to general education and gifted education quality indicators. *Journal for the Education of the Gifted*, 32(3), 394-440. <https://doi.org/10.4219/jeg-2009-857>
- Housand, A. M. (2016). In context: Gifted characteristics and the implications for curriculum. In K. R. Stephens & F. A. Karnes (Eds.), *Curriculum desing in gifted education* (pp. 1-19). Prufrock Press Inc.
- Hu, T., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1-55. <https://doi.org/10.1080/10705519909540118>
- Ismoyo, H. (2017). Effect of problem-based learning on improvement physics achievement and critical thinking of senior high school student. *Journal of Baltic Science Education*, 16(5), 761-779. <https://doi.org/10.33225/jbse/17.16.761>
- Ivankova, N., & Wingo, N. (2018). Applying mixed methods in action research: Methodological potentials and advantages. *American Behavioral Scientist*, 62(7), 978-997. <https://doi.org/10.1177/0002764218772673>

- Jo, S., & Ku, J. O. (2011). Problem based learning using real-time data in science education for the gifted. *Gifted Education International*, 27(3), 263-273. <https://doi.org/10.1177/026142941102700304>
- Johnson, A. P. (2008). *A short guide to action research* (3rd ed.). Allyn and Bacon.
- Kanlı, E. (2008). *Fen ve teknoloji öğretiminde probleme dayalı öğrenmenin üstün ve normal zihin düzeyindeki öğrencilerin erişi, yaratıcı düşünme ve motivasyon düzeylerine etkisi. [The effect of problem based learning in science & technology instruction on gifted and normal students' achievement, creative thinking and motivation levels]* (Tez Numarası: 261852) [Yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi]. Yükseköğretim Kurulu Ulusal Tez Merkezi.
- Kaplan, S. (2009). The grid: A model to construct differentiated curriculum for the gifted. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.), *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 655-691). Creative Learning Press.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 1-11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Kim, G. S., & Choi, S. Y. (2012). The effect of creative problem solving ability and scientific attitude through the science based STEAM program in the elementary gifted students. *Elementary Science Education*, 31(2), 216-226. <https://doi.org/10.15267/keses.2012.31.2.216>
- Kim, K. H., VanTassel-Baska, J., Bracken, B. A., Feng, A., Stambaugh, T., & Bland, L. (2012). Project Clarion: Three years of science instruction in Title I schools among K-third grade students. *Research in Science Education*, 42(5), 813-829. <https://doi.org/10.1007/s11165-011-9218-5>
- Kuo, C.-C., Maker, J., Su, F.-L., & Hu, C. (2010). Identifying young gifted children and cultivating problem solving abilities and multiple intelligences. *Learning and Individual Differences*, 20(4), 365-379. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.05.005>
- Lall, S., & Singh, N. (2020). COVID-19: Unmasking the new face of education. *International Journal of Research in Pharmaceutical Sciences*, 11, 48-53.
- Layman, L. (2006). *Changing students' perceptions: An analysis of the supplementary benefits of collaborative software development* [Paper presentation]. Nineteenth Conference on Software Engineering Education & Training (CSEET'06), Turtle Bay, HI, USA. <https://doi.org/10.1109/CSEET.2006.10>
- Leana-Taşçılar, M. Z., Özyaprak, M., Gücyeter, Ş., Kanlı, E., & Erdoğan, S. C. (2014). Üstün zekâlı ve yetenekli çocuklarda mükemmeliyetçiliğin değerlendirilmesi. *Hasan Ali Yücel Eğitim Fakültesi Dergisi*, 11(1), 31-45.
- Lee, J. W., & Kim, J. B. (2013). What is shared in collaborative problem solving process of scientific gifted students?. *Journal of Gifted/Talented Education*, 23(6), 1099-1115. <http://dx.doi.org/10.9722/JGTE.2013.23.6.1099>
- Lipponen, L. (2002). *Exploring foundations for computer-supported collaborative learning* [Paper presentation]. Conference on Computer Supported Collaborative Learning, Boulder, CO, USA <https://dl.acm.org/doi/10.5555/1658616.1658627>
- Maker, C. J., & Wearne, M. (2021). Engaging gifted students in solving real problems creatively: Implementing the real engagement in active problem-solving (REAPS) teaching/learning model in Australasian and Pacific Rim contexts. In S. R. Smith (Ed.), *Handbook of giftedness and talent development in the Asia-Pacific* (pp. 885-916). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3041-4_40
- Maker, C. J., Nielson, A. B., & Rogers, J. A. (1994). Multiple intelligences: Giftedness, diversity, and problem solving. *Teaching Exceptional Children*, 27(1), 4-19. <https://doi.org/10.1177/016235329601900404>
- Maker, C. J., Rogers, J. A., Nielson, A. B., & Bauerle, P. R. (1996). Multiple intelligences, problem solving, and diversity in the general classroom. *Journal for the Education of the Gifted*, 19(4), 437-460. <https://doi.org/10.1177/016235329601900404>
- Mayer, R. E., & Wittrock, M. C. (2006). Problem solving. In P. A. Alexander & P. H. Winne (Eds.), *Handbook of educational psychology* (pp. 287-303). Lawrence Erlbaum.

- McMillan, J. H. (2004). *Educational research: Fundamentals for the consumer* (4th ed.). Allyn & Bacon.
- McQuitty, S. (2004). Statistical power and structural equation models in business research. *Journal of Business Research*, 57(2), 175-183. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00301-0](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00301-0)
- Mertler, C. A., & Charles, C. M. (2011). *Introduction to educational research* (7th ed.). Allyn and Bacon.
- Michaels, J. W. (1977). Classroom reward structures and academic performance. *Review of Education Research*, 47(1), 87-98. <https://doi.org/10.3102/00346543047001087>
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. Sage.
- Mills, G. E. (2014). *Action research: A guide for the teacher researcher* (5th ed.). Pearson.
- Mioduser, D., & Betzer, N. (2008). The contribution of Project-based-learning to high-achievers' acquisition of technological knowledge and skills. *International Journal of Technology and Design Education*, 18(1), 59-77. <https://doi.org/10.1007/s10798-006-9010-4>
- Mulrey, B. C. (2017). *Increasing social problem-solving skills in early childhood* (Publication No. 10289373) [Doctoral dissertation, New England College: New Hampshire]. ProQuest Dissertations and Theses Global.
- Mutlu, A., & Ayar-Kayalı, H. (2018). Effect of problem based learning activities about coenzymes on undergraduates' achievement and attitude toward biochemistry lesson. *Inonu University Journal of the Faculty of Education*, 19(1), 49-65. <https://doi.org/10.17679/inuefd.286772>
- Nacaroğlu, O., & Arslan, M. (2019). Bilim ve sanat merkezlerinde yürütülen proje çalışmalarına ilişkin öğrenci görüşlerinin değerlendirilmesi [Evaluation of students' opinions on the project studies in science and art centers]. *Journal of Theory and Practice in Education*, 15(3), 220-236. <https://doi.org/10.17244/eku.581804>
- National Association for Gifted Children. (2013). *Ensuring gifted children with disabilities receive appropriate services: Call for comprehensive assessment*. <https://www.nagc.org/sites/default/files/Position%20Statement/Ensuring%20Gifted%20Children%20with%20Disabilities%20Receive%20Appropriate%20Services.pdf>
- Neber, H., Finsterwald, M., & Urban, N. (2001). Cooperative learning with gifted and high-achieving students: A review and meta-analyses of 12 studies. *High Ability Studies*, 12(2), 199-214. <https://doi.org/10.1080/13598130120084339>
- Neihart, M. (2007). The socioaffective impact of acceleration and ability grouping: Recommendations for best practice. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 330-341. <https://doi.org/10.1177/0016986207306319>
- Organisation for Economic Cooperation and Development. (2018). *PISA 2018: Insights and interpretations*. <https://www.oecd.org/pisa/PISA%202018%20Insights%20and%20Interpretations%20FINAL%20PDF.pdf>
- Özaraslan, M., & Çetin, G. (2018). Effects of biology project studies on gifted and talented students' motivation toward learning biology. *Gifted Education International*, 34(3), 1-17. <https://doi.org/10.1177/0261429417754203>
- Programme for International Student Assessment. (2017). *PISA 2015 collaborative problem-solving framework*. <https://doi.org/10.1787/9789264281820-8-en>
- Rankin, J. G. (2016). *Engaging and challenging gifted students: Tips for supporting extraordinary minds in your classroom* (ASCD Arias). ASCD.
- Ravid, R. (2019). *Practical statistics for educators* (6th ed.). Rowman & Littlefield Publishers.
- Rayneri, L. J., Gerber, B. L., & Wiley, L. P. (2006). The relationship between classroom environment and the learning style preferences of gifted middle school students and the impact on levels of performance. *Gifted Child Quarterly*, 50(2), 104-118. <https://doi.org/10.1177/001698620605000203>

- Reis, S. M., & Renzulli, J. S. (2009). The schoolwide enrichment model: A focus on student strengths and interests. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.) *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 323-352). Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1991). The reform movement and the quiet crisis in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 35(1), 26-35. <https://doi.org/10.1177/001698629103500104>
- Renzulli, J. S. (2012). Reexamining the role of gifted education and talent development for the 21st century: A four-part theoretical approach. *Gifted Child Quarterly*, 56(3), 150-159. <https://doi.org/10.1177/0016986212444901>
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1985). *The schoolwide enrichment model: A comprehensive plan for educational excellence*. Creative Learning Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (1997). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for educational excellence* (2nd ed). Prufrock Press.
- Renzulli, J. S., & Reis, S. M. (2014). *The schoolwide enrichment model: A how-to guide for talent development*. Sourcebooks, Inc.
- Roberts, J. L., & Inman, T. F. (2009). *Strategies for differentiating instruction: Best practices for the classroom* (2nd ed.). Prufrock Press.
- Robinson, A., & Moon, S. M. (2003). A national study of local and state advocacy in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 47(1), 8-25. <https://doi.org/10.1177/001698620304700103>
- Robinson, A., & Clinkenbeard, P. R. (1998). Giftedness: An exceptionality examined. *Annual Review of Psychology*, 49(1), 117-139. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.49.1.117>
- Rogers, K. B. (2004). The academic effects of acceleration. In N. Colangelo, S. G. Assouline, & M. U. M. Gross (Eds.), *A nation deceived: How schools hold back America's brightest students* (Vol. 2). The Belin-Blank Center.
- Roseth, C. J., Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (2008). Promoting early adolescents' achievement and peer relationships: The effects of cooperative, competitive, and individualistic goal structures. *Psychological Bulletin*, 134(2), 223-246. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.134.2.223>
- Sak, U. (2004). A synthesis of research on psychological types of gifted adolescents. *Journal of Secondary Gifted Education*, 15(2), 70-79. <http://doi.org/10.4219/jsgge-2004-449>
- Sak, U. (2017). *Üstün zekalılar özellikleri tanılanmaları eğitimleri [Gifted characteristics diagnosis education]* Vize Yayıncılık.
- Savery, J. (2015). Overview of problem-based learning: Definitions and distinctions. In A. Walker, H. Leary, C. Hmelo-Silver, & P. Ertmer (Eds.), *Essential readings in problem-based learning: Exploring and extending the legacy of Howard S. Barrows* (pp. 5-15). Purdue University Press.
- Scherer, R., & Tiemann, R. (2012). Factors of problem-solving competency in a virtual chemistry environment: The role of metacognitive knowledge about strategies. *Computers & Education*, 59(4), 1199-1214. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.020>
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative learning and academic achievement: Why does groupwork work? *Anales De Psicologia*, 30(3), 785-791. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.201201>
- Sun, J., Anderson, R. C., Perry, M., & Lin, T. J. (2017). Emergent leadership in children's cooperative problem solving groups. *Cognition and Instruction*, 35(3), 212-235. <https://doi.org/10.1080/07370008.2017.1313615>
- Tannenbaum, A. J. (1983). *Gifted children: Psychological and educational perspectives*. Macmillan.
- Tennant, M., McMullen, C., & Kaczynski, D. (2009). *Teaching, learning and research in higher education: A critical approach*. Routledge.
- Tirri, K. (2011). Combining excellence and ethics: Implications for moral education for the gifted. *Roepers Review*, 33(1), 59-64. <https://doi.org/10.1080/02783193.2011.530207>

- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Leppien, J., Burns, D., & Purcell, J. (2002). *The parallel curriculum: A design to develop high potential and challenge high ability learners*. Corwin Pres, Inc.
- Tomlinson, C. A., Kaplan, S. N., Renzulli, J. S., Purcell, J. H., Leppien, J. H., Burns, D. E., Strickland, C. A., & Imbeau, M. B. (2009). *The parallel curriculum: A design to develop learner potential and challenge advanced learners*. Corwin Press Inc.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. Wiley & Sons Inc.
- Uçar, F. M., Uçar, M. B., & Çalışkan, M. (2017). Investigation of gifted students' problem-solving skills. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 5(3), 15-28. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jegys/issue/37365/432137>
- VanTassel-Baska, J. (Ed.). (2013). *Using the common core state standards for English language arts with gifted and advanced learners*. Prufrock Press.
- VanTassel-Baska, J., Bass, G. M., Reis, R. R., Poland, D. L., & Avery, L. D. (1998). A national study of science curriculum effectiveness with high ability students. *Gifted Child Quarterly*, 42(4), 200-211. <https://doi.org/10.1177/001698629804200404>
- VanTassel-Baska, J., Bracken, B., Feng, A., & Brown, E. (2009). A longitudinal study of enhancing critical thinking and reading comprehension in Title I classrooms. *Journal for the Education of the Gifted*, 33(1), 7-37. <https://doi.org/10.1177/016235320903300102>
- VanTassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2007). Toward best practice: An analysis of the efficacy of curriculum models in gifted education. *Gifted Child Quarterly*, 51(4), 342-358. <https://doi.org/10.1177/0016986207306323>
- Van Tassel-Baska, J., & Brown, E. F. (2009). An analysis of gifted education curriculum models. In F. A. Karnes & S. M. Bean (Eds.), *Methods and materials for teaching the gifted* (3rd ed., pp. 75-106). Prufrock Press.
- VanTassel-Baska, J., & Stambaugh, T. (2006). *Comprehensive curriculum for gifted learners* (3rd ed.). Pearson Education Inc.
- VanTassel-Baska, J., & Wood, S. (2010). The integrated curriculum model (ICM). *Learning and Individual Differences*, 20(4), 345-357. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2009.12.006>
- VanTassel-Baska, J., & Wood, S. M. (2009). The integrated curriculum model. In J. S. Renzulli, E. J. Gubbins, K. S. McMillen, R. D. Eckert, & C. A. Little (Eds.) *Systems and models for developing programs for the gifted and talented* (pp. 655-691). Creative Learning Press.
- Van Tassel-Baska, J., Zuo, L., Avery, L. D., & Little, C. A. (2002). A curriculum study of gifted student learning in the language arts. *Gifted Child Quarterly*, 46, 30-44. <https://doi.org/10.1177/001698620204600104>
- Wagner III, J. A. (1995). Studies of individualism-collectivism: Effects on cooperation in groups. *Academy of Management Journal*, 38(1), 152-173. <https://journals.aom.org/doi/abs/10.5465/256731>