

Düşünce deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri gelişimine etkisinin incelenmesi

Investigation of the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills

Ecehan DEMİR^{1*} , Hatice BELGE CAN² 

¹ Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Burdur, TÜRKİYE

² Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Burdur, TÜRKİYE

Bu çalışma, birinci yazarın ikinci yazar danışmanlığında yürüttüğü yüksek lisans tezinden üretilmiştir.

Özet: Bu araştırmanın amacı; düşünce deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme becerileri gelişimindeki etkisini incelemektir. Bu etki, hem toplam bilimsel muhakeme beceri gelişim puanları hem de bilimsel muhakeme becerileri alt boyutlarındaki gelişim puanları ele alınarak incelenmiştir. Nicel araştırma yöntemlerine göre yürütülen bu araştırmanın çalışma grubunda uygun örnekleme tekniği ile belirlenmiş 97 fen bilimleri öğretmen adayı bulunmaktadır. Duran (2014) tarafından geliştirilen Hipotetik- Yaratıcı Akıl Yürütme Becerileri Envanteri kullanılarak toplanan veriler, ilişkili örneklem t-testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir. Toplam bilimsel muhakeme beceri gelişim puanlarına göre fen bilimleri öğretmen adaylarının son test toplam puan ortalaması ($x = 84,53$), ön test toplam puan ortalamasından ($x = 79,77$) yüksektir ve bu fark istatistiksel olarak anlamlıdır [$t(96) = -4,33$, $p = .000 < 0.05$]. Düşünce deneylerinin fen bilimleri öğretmen adaylarının bilimsel muhakeme beceri gelişimindeki bu olumlu etkinin özellikle hipotetik-yaratıcı, oranlı, olasılıklı ve korelasyonel düşünme becerisi alt boyutlarından kaynaklandığı bulunmuştur. Değişkenleri belirleme ve kombinezonlu düşünme alt boyutunda ise istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır. Bu kapsamda, hizmet öncesi eğitim paydaşlarına ve ilgili alan yazınına önerilerde bulunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Bilimsel muhakeme becerileri, düşünce deneyleri, öğretmen adayları

Abstract: The purpose of this study is to investigate the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills. This effect was examined on the basis of both the total and the sub-dimension development scores of scientific reasoning skills. 97 pre-service science teachers exist in this quantitative research in which the study group was assigned by the convenient sampling technique. Data were collected by Hypothetic-Creative Reasoning Inventory that was developed by Duran (2014). These data were analyzed through paired sample t-test and Wilcoxon signed-rank test. According to the total scientific reasoning skill development scores, the total post-test mean scores are higher than the total pre-test mean scores of pre-service science teachers and this difference is statistically significant. This positive effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills results especially from hypothetical-creative, proportional, probabilistic, and correlational thinking skill sub-dimensions. For variables and combinatorial thinking skill sub-dimension, on the contrary, there is not a statistically significant difference. Based on the results, some recommendations were suggested for the pre-service education partners and for the related literature.

Keywords: Scientific reasoning skills, thought experiments, preservice science teachers

1. Giriş

21. yüzyılda bireyler, bilgi edinmenin yanı sıra farklı birtakım becerilere sahip olabildikleri ölçüde çağın gerektirdiği yeniliklere uyum sağlayabilmektedir. Millî Eğitim Bakanlığı (MEB) (2018) bu sebeple, fen bilimleri dersi öğretim programları ile ortaokul öğrencilerine fen alanları hakkında temel bilgiler kazandırmanın yanı sıra bilimsel süreç becerileri, yaşam becerileri, karar verme, muhakeme gibi beceriler kazandırmayı hedeflemektedir.

National Research Council [NRC] (2012) tarafından "bilişsel alan" temel beceri alanı içerisinde sınıflandırılan 21. yüzyıl becerilerinden birisi de bilimsel muhakeme becerisidir (BMB). BMB; bireylerin düşünme kapasitesini geliştirerek onların

çıkarmada bulunmasına ve kavram öğrenmesine yardımcı olan becerilerdir (Dökme, 2019; Han, 2013). Lawson (2004) BMB'ni bilgiyi işleme ve sonuç çıkarma süreçleri olarak tanımlamaktadır.

Bireylerin içerisinde buldukları bu gelişmelere ve bu gelişmelere paralel olarak deneyimledikleri değişimlere uyum sağlayabilmeleri için bilginin yanı sıra farklı birtakım becerilere de sahip olmaları gerekmektedir (Arslan, 2022). Bireylerin çağın gereksinimlerine yanıt verebilmeleri için gerekli bulunan beceriler olarak BMB'ni tanımlanmaktadır (Boyacı ve Özer, 2019).

Piaget (1968) öne sürdüğü soyut işlemler döneminde hızlı bir gelişim gösteren BMB şu şekildedir; hipotetik düşünme becerileri, orantısız düşünme becerileri, kombinasyonel düşünme becerileri, ilişkisel düşünme becerileri, değişkenleri belirleme ve kontrol etme becerileri ve olasılıklı düşünme becerileri (Lawson, 1978). Bu düşünme becerileri, BMB alan yazınında BMB alt boyutları olarak ele alınmaktadır.

Reformlara dayalı çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinden faydalandığı takdirde bireyler, hayatları boyunca BMB becerilerini geliştirebilmekte ve böylelikle üst düzey düşünme süreçleri yürütebilmektedirler (Bulduk, 2022). Demirel (2014) argümantasyona dayalı öğrenme yönteminin bilimsel muhakeme, akademik başarı ve bilimsel süreç becerileri gelişimi üzerinde etkili olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde, Yüksel (2015) fen eğitiminde tahmin-gözlem-açıklama (TGA) etkinlikleri kullanmanın BMB gelişimine olumlu etkisi olduğunu belirtmiştir. Öğrencilerin BMB gelişiminin arttığını rapor eden bir diğer çalışmada Gülmez-Güngörmez (2018) ise süreç odaklı öğrenme ortamı ve bilimin doğası etkinliklerini kullanmıştır. Özdeniz (2021) bütünleştirilmiş müfredat ve probleme dayalı öğrenme yönteminin BMB ve bilimsel süreç becerileri gelişimine olumlu katkısı olduğunu tespit etmiştir. Pasigon (2024) ise fizik dersindeki akademik performansın BMB, matematiksel yeterlilik ve üst bilişsel becerilerin dolaylı yoldan etkileşimine bağlı olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Bu çalışmada olduğu gibi BMB alan yazınında yer alan bazı çalışmalarda ise BMB, alt boyutlar temelinde incelenmiştir. Örneğin, aktif öğrenme yönteminin öğrencilerin manyetizma konusundaki başarılarına ve BMB'ne etkisini incelediği çalışmada Büyükbayraktar-Ersoy (2015), hipotetik düşünme becerileri dışındaki tüm alt boyutlarda öğrencilerin gelişim gösterdiğini belirtmiştir. Üstün yetenekli öğrencilere yönelik hazırlanan ders modüllerini kullanarak öğrencilerin BMB gelişimlerini inceleyen Ülger (2019) ise öğrencilerin, hipotetik ve korelasyonel düşünme becerilerinde zorlandığını tespit etmiştir. Diğer taraftan, Çalılık (2020) STEM temelli robotik etkinlikleri kullandığı çalışmada, öğrencilerin tüm BMB alt boyutlarında anlamlı bir gelişim gösterdiğini rapor etmiştir.

Bu çalışmada, BMB'ni geliştirmenin bir yolu olarak düşünce deneyleri kullanılmıştır. Düşünce deneyleri; "hayali senaryolarda açıklaması yapılan olay ve durumların gerçekleşmesi dahilinde çıkarımlarda bulunan zihinsel etkinliklerdir" (Gendler, 1998, akt. Çetinkaya, 2019, s. 7). Düşünce deneylerinde herhangi bir materyal yoktur ve zihinsel bir süreç içerir (Uyar ve Karamustafaoğlu, 2023). Bireylerin muhakeme yaparak kendi düşünme şekillerini fark etmelerini ve zihinsel şemalarını düzenlemelerini sağlayan düşünce deneyleri (Acar, 2013) bu sayede bireylerin problem çözme ve tahmin yapabilme yeteneğini geliştirir (Uyar, 2021). Düşünce deneyleri aynı zamanda, mantıksal düşünme (Karakuyu ve Tortop, 2009) ve eleştirel düşünme (Tüzün ve Köseoğlu, 2018) becerilerinin gelişiminde de etkilidir. Düşünce deneyleri aracılığıyla geçmiş bilgi ile daha kolay ilişki kurulabilir ya da yeni şemalar oluşturulabilir (Uyar ve Karamustafaoğlu, 2022).

Özetle, bireylerin ihtiyaç duydukları bilgileri elde etmesi ve çıkarımlarda bulunarak yeni bilgiye ulaşmasını sağlayan BMB'ne sahip olmaları ve bu becerileri günlük yaşamda kullanabilecek duruma gelmeleri 21. yüzyıl becerileri ve öğretim programlarında özellikle vurgulanmaktadır (MEB, 2018). Muhakeme becerisi yüksek bireylerin karşılaştıkları

problemlere çözüm bulma, bilinçli kararlar verme, üst düzey düşünerek bilgileri yapılandırma ve ihtiyacı olan bilgiye ulaşma potansiyellerinin de yüksek olduğu bilinmektedir (Romine, Sadler ve Kinslow, 2017). Bu potansiyellere sahip öğrenciler yetiştirecek olan fen bilimleri öğretmen adaylarının (FBÖA) BMB gelişimlerini incelemek de bu bakımdan önemlidir. Düşünce deneylerinin yukarıda bahsedilen çeşitli düşünme becerilerini geliştirmedeki potansiyelinin BMB gelişimi için de geçerli olabileceğinin öngörülmesi ve kimya disiplinine ilişkin sınırlı sayıda çalışmada (Eyceyurt-Türk, Tüysüz ve Tüzün, 2018; Tüzün, 2010; Tüzün, 2020; Tüzün ve Tüysüz, 2019) düşünce deneylerine yer verilmiş olması (Snooks, 2006) sebepleriyle bu çalışmada, düşünce deneylerinin BMB gelişimindeki etkisini incelemek amaçlanmıştır. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB gelişimine etkisi nedir? sorusuna cevap bulmak amacıyla yürütülen bu çalışma aşağıda yer alan alt problemler temelinde araştırılmıştır;

1. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB toplam puanına etkisi nedir?
2. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB alt boyutlarından hipotetik-yaratıcı düşünme becerisine etkisi nedir?
3. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB alt boyutlarından oranlı düşünme becerisine etkisi nedir?
4. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB alt boyutlarından değişkenleri belirleme ve kombinezonlu düşünme becerilerine etkisi nedir?
5. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB alt boyutlarından korelasyonel düşünme becerisine etkisi nedir?
6. Düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB alt boyutlarından olasılıklı düşünme becerisine etkisi nedir?

2. Yöntem

2.1. Araştırma Modeli

Bu çalışmada nicel araştırma yönteminin tek gruplu ön-test son-test deneysel araştırma deseni kullanılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişken(ler) arasında neden-sonuç ilişkisi kurmayı sağlayan deneysel araştırmanın (Burhan, 2008) bu deseninde bir gruba bağımsız değişken uygulanarak deney öncesi ve sonrası olmak üzere ölçüm yapılır (Cohen ve Manion, 1997; Fraenkel ve Wallen, 1996; Gay ve Airasian, 2000). Ölçüm sonucunda ortalamalar arasındaki olası fark bulunarak bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerindeki etkisini görmek amaçlanır (Yamak, Bulut ve Dündar, 2014). Bu çalışmada da tek grup kullanarak düşünce deneyi uygulamalarının öğretmen adaylarının BMB gelişimi üzerindeki etkisi hakkında güçlü çıkarımlar yapılabilmektedir (Karasar, 1999; Sözbilir, 2012).

En temelde karşılaştırma grubu olmaması sebebiyle zayıf desenlerinden birisi olarak kabul edilen bu deseninin kullanılmasından kaynaklanan sınırlılığı en aza indirmek için bu çalışmada kestirimsel istatistik kullanılmıştır. Bu sayede genellemelerin kabul edilebilirliği artırılmaya çalışılmıştır (Sözbilir, 2012).

2.2. Çalışma Grubu

Bu çalışmada seçkisiz olmayan örnekleme yöntemlerinden uygun örnekleme tekniği kullanılmıştır. Bu teknik ile araştırmaya uygun, ulaşılması kolay ve gönüllü bireylerin seçilmesi amaçlanmıştır (Gravetter ve Forzano, 2012). Bu kapsamda çalışma grubunu, 2022-2023 eğitim öğretim yılı bahar döneminde bir devlet üniversitesinin fen bilgisi öğretmenliği lisans programına kayıtlı olan 97 öğretmen adayı oluşturmaktadır. Çalışma grubunu oluşturan FBÖA'ndan 82'si kız, 15'i erkek öğrencidir. FBÖA'nın tamamı gönüllü olarak araştırmaya katılmış ve araştırma için gerekli izinler alınmıştır.

2.3. Veri Toplama Süreci

Veri toplama aracı (BMB envanteri ile ilgili detaylar aşağıda verilmektedir), beş haftalık veri toplama sürecinin ilk haftasında ön-test, son haftasında da son-test olarak aynı öğretmen adaylarına 01.12.2023/29.12.2023 tarihleri arasında uygulanmıştır. Envanterin uygulama süresi 20 dakikadır. İlk ve son hafta arasında kalan süreçte ise her biri için 2 ders saatini kapsayan üç farklı düşünce deneyi uygulaması yapılmıştır.

Araştırmada kullanılacak düşünce deneyleri için öncelikle bilim tarihinde kullanılan düşünce deneyleri araştırılmış ve ortaokul öğrencilerinin seviyesine uyarlanabilecek olanlar seçilmiştir (Bkz. Tablo 1). Daha sonra, bu deneylerin fen bilimleri dersi öğretim programındaki (2018) hangi kazanımlar ile ilişkilendirilebileceği incelenmiştir. Kazanımları seçerken; kazanımın deney yapma eylemine ve seçilen düşünce deneylerine uygunluğuna dikkat edilmiştir. Bu araştırmada kullanılan düşünce deneylerinin metinleri, seçilen düşünce deneylerinin belirlenen kazanımlara uyarlanması ile araştırmacılar tarafından oluşturulmuştur. BMB geliştirmeye yönelik açık uçlu soruların da eklendiği taslak düşünce deneyleri, BMB alanında uzman iki fen eğitimcisine gönderilmiş ve deneylerin fen bilimleri dersi öğretim programı ve BMB alanında geçerliliğine ilişkin görüşleri alınmıştır. Uzman görüşleri doğrultusunda gerekli düzeltmeleri yapılan düşünce deneylerinin (Ek) hangi tarihi düşünce deneyine dayandığı ve fen bilimleri dersi öğretim programının hangi düzey, konu ve kazanımına uyarlandığı Tablo 1’de gösterilmektedir.

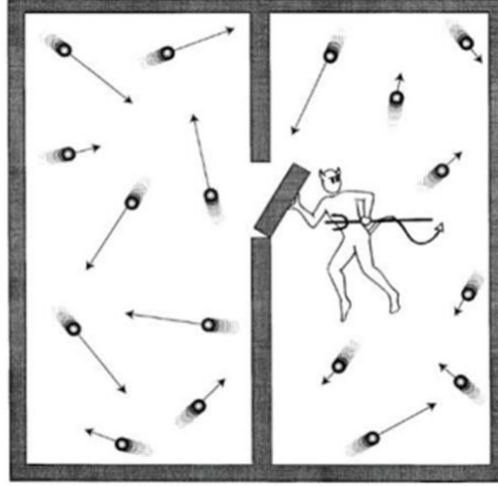
Tablo 1

Düşünce deneyi içerikleri

Düşünce Deneyi Uygulama Numarası	Tarihi Düşünce Deneyi	Düzyey	Konu	Kazanım
Düşünce Deneyi 1	Maxwell’in Cini	8.sınıf	Maddenin Isı ile Etkileşimi	F.8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, kütleğine ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder.
Düşünce Deneyi 2	Putnam’ın İkiz Dünyası	6.sınıf	Maddenin Tanecikli Yapısı	F.6.4.1.2. Hal değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır.
Düşünce Deneyi 3	Galileo’nun Pisa kulesi	6.sınıf	Yoğunluk	F.6.4.2.3. Birbiri içinde çözünmeyen sıvıların yoğunluklarını deney yaparak karşılaştırır.

Maxwell’in Cini isimli tarihi düşünce deneyi örneğın, bu çalışmada kullanılan birinci düşünce deneyi metninde “ısınmanın maddenin cinsine, kütleğine ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder” kazanımına, açık uçlu sorular ile de BMB bağlamına uyarlanmıştır. Şekil 1, Maxwell’in Cini isimli düşünce deneyini, Şekil 2 ise bu çalışmada kullanılan birinci düşünce deneyini göstermektedir.

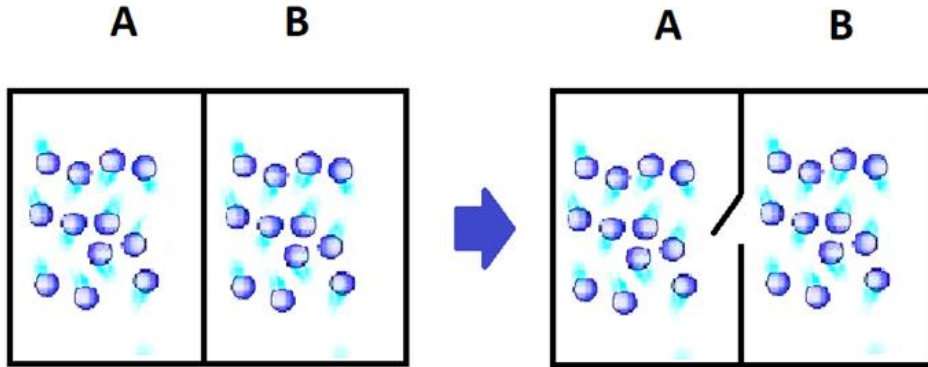
“Birbirlerine göre yalıtılmış olan ve aralarında bir kapıyla ayrılan iki odacık bulunmaktadır. Odaların ikisi de farklı çeşit gazlarla doldurulmuştur ve gazların sıcaklıkları aynıdır. Termodinamiğin 2. kanuna göre kapıyı istediğimiz kadar açalım, iki oda arasında ısı akışı gerçekleşmeyecektir. Odaların başında bekleyen cinin iki tarafında gaz moleküllerinin hareketlerini gözlemleyebilir olduğunu varsayarsak ve bir odadan diğerine yüksek hızla ya da düşük hızla geçen bir molekül gördüğünde geçmesini sağlarsa bir zaman sonra odalardaki moleküllerin ortalama hızları değişecektir” (Gilbert ve Reiner, 2000, s. 265- 283).



Şekil 1

Maxwell'in cini

İçinde karbondioksit gazı moleküllerinin bulunduğu izole (sistem ile çevre arasında madde ve enerji alışverişinin bulunmadığı) bir sistem hayal edelim ve bu sistemi şekildeki gibi bir duvarla A ve B olmak üzere iki odacığa ayırdığımızı düşünelim. Odacıkların ortasına bir anahtar yerleştirilip herhangi bir zamanda açılıp kapatılarak odacıklar arasındaki ısı değişimi ölçülmek istenmektedir.



Şekil 2

Birinci düşünce deneyi

Birinci düşünce deneyinde, FBÖA'nın düşünce deneyi metnindeki bilgileri kullanarak cevaplamaları istenen beş adet açık uçlu soru bulunmaktadır. Bu sorular, ilgili kazanıma ve veri toplama aracının kapsadığı beş BMB'ne göre oluşturulmuştur. Birinci düşünce deneyinde oranlı düşünme becerisini geliştirmeye yönelik soru örneğin şu şekildedir; "izole sistemdeki odacıklarda bulunan karbondioksit gazı oranı iki katına çıkartıldığında A ve B odacıkları arasında ısı değişimi olur mu? Karşılaştırınız".

Bu çalışmada (DB & KB) birlikte ele alındığı için bu BMB'ne ait sorular bazı düşünce deneylerinde aynı soru içerisinde farklı seçeneklerde sorulmuştur. Bir soru üzerinden farklı BMB buldurmaya yönelik sorular bulunduğu için araştırmada kullanılan düşünce deneylerinin soru sayısı farklılık göstermektedir. Örneğin birinci düşünce deneyinde yer alan 3. soruda bir şekil üzerinden oluşturulan soruların a seçeneğinde bağımlı-bağımsız-kontrol edilen değişkenler sorularak

değişkenleri belirleme düşünme becerisi, b seçeneğinde ise yine bu şekil üzerinden hareketle anahtarın aynı ya da farklı zamanlarda açılması sonucunda ne gibi değişiklikler gözlemleneceği sorulmuş ve kombinezonlarla düşünme becerisini anlamaya yöneliktir. Her bir düşünce deneyi iki ders saati boyunca tartışılmış ve toplamda üç haftalık bir süreçte tamamlanmıştır (altı ders saati).

2.4. Veri Toplama Aracı

Bu araştırmada, Duran (2014) tarafından geliştirilen Hipotetik-Yaratıcı Akıl Yürütme Becerileri (HYAYB) Envanteri kullanılarak veri toplanmıştır. Bu envanter, 23 madde ve beş boyuttan oluşmaktadır. Tablo 2, HYAYB envanterinde bulunan maddelerin boyutlara göre dağılımını göstermektedir. Bu tablodan, her bir boyut için soru dağılımının eşit sayıda olmadığı da görülebilmektedir. Diğer bir ifadeyle, hipotetik-yaratıcı düşünme becerisi (HYB) ve oranlı düşünme becerisi (OrB) boyutlarında beşer madde yer alırken, değişkenleri belirleme & kombinezonlarla düşünme becerisi (DB & KB) boyutunda altı, olasılıklı düşünme becerisi (OB) boyutunda üç, korelasyonel düşünme becerisi (KrB) boyutunda ise dört madde bulunmaktadır.

Tablo 2

HYAYBE envanterinde bulunan maddelerin boyutlara göre dağılımı

BMB	Maddeler
1. HYB	1-2-3-4-5
2. OrB	6-7-8-9-10
3. DB & KB	11-12-16-17-18-19
4. OB	13-14-15
5. KrB	20-21-22-23

5'li Likert tipinde bir envanter olan HYAYB envanterinde katılımcıların maddelere ne derece katıldıkları yüzdelik ifadelerle (%20, %40, %60, %80, %100) sorulmaktadır. Envanter boyutlarının Cronbach's Alpha güvenilirlik katsayılarını gösteren Tablo 3 incelendiğinde, bu değerlerin 0,65 ile 0,85 aralığında bulunduğu görülmektedir (Duran, 2014).

Tablo 3

HYAYB envanteri için Cronbach Alpha güvenilirlik katsayıları

Envanter Boyutları	Cronbach Alpha Güvenilirlik Katsayısı
HYB	0.85
OrB	0.71
DB & KB	0.67
OB	0.65
KrB	0.73

2.5. Veri Analizi

Ön-test ve son-test olarak kullanılan HYAYB envanterinden elde edilen veriler SPSS 22.0 programı ile nicel yöntemlerle analiz edilmiştir. Veri analizinde, ilişkili örneklem t-testi ve Wilcoxon işaretli sıralar testi kullanılmıştır.

İlişkili örneklem t-testi varsayımlarında; bağımlı değişkene ait puanların en az aralık ölçeğinde olması ve ilişkili iki ölçüm setine ait fark puanlarının normal bir dağılım göstermesi yer almaktadır (Büyüköztürk, 2020). Bu araştırmada bağımlı değişken olan BMB'ne ilişkin puanlar eşit aralık ölçeğindedir. Eşit aralıklı ölçme düzeyi; verilerin belirli ölçütlere göre sıralanıp sonrasında belirli bir aralığa göre değerlendirilmesi işlemidir (Ervan, 2000). Nicel verileri toplamak amacıyla kullanılan HYAYB envanteri de %20, %40, %60, %80 ve %100'lük dilimlerde dir.

Normal dağılım varsayımını kontrol etmek için hem toplam BMB gelişim puanı hem de her bir BMB boyutu gelişim puanı üzerinden elde edilen betimsel istatistik değerleri ve Kolmogorov-Smirnov normallik testi değerleri incelenmiştir. Tablo 4’de verilen ön-test ve son-test puanlarının mod, medyan ve aritmetik ortalama değerleri birbirine yakın ve basıklık ve çarpıklık değerleri +2 ve -2 değerleri arasındadır. Betimsel istatistik değerlerine göre normallik varsayımının karşılandığı düşünülebilir (Garson, 2012) ancak normallik testi değerlerini de incelemek gerekmektedir.

Tablo 4

Betimsel istatistik bulguları

BMB	Gruplar	N	\bar{x}	Ss	Mod	Medyan	Çarpıklık	Basıklık
Toplam Puan	Ön-test	97	79,77	11,20	72,0	80,0	-,294	-,516
	Son-test	97	84,53	14,34	78,0	86,0	-,582	-,573
HYB	Ön-test	97	15,67	3,90	18,0	16,0	-,635	,114
	Son-test	97	17,36	4,29	20,0	18,0	-,806	,618
OrB	Ön-test	97	16,79	3,38	17,0	17,0	-,065	-,195
	Son-test	97	18,17	3,88	19,0	18,0	-,418	-,357
DB & KB	Ön-test	97	19,02	2,72	17,0	19,0	-,305	,646
	Son-test	97	19,17	3,08	18,0	19,0	-,515	,534
OB	Ön-test	97	10,27	2,39	9,0	10,0	-,146	-,460
	Son-test	97	11,02	2,37	11,0	11,0	-,629	,551
KrB	Ön-test	97	14,23	2,56	13,0	14,0	,211	-,514
	Son-test	97	15,12	3,05	16,0	16,0	-,382	-,360

Tablo 5’den görüleceği üzere; toplam BMB ön-test ($p > .05$) ve son-test ($p > .05$), HYB alt boyutu ön-test ($p < .05$) ve son-test ($p < .05$), OrB alt boyutu ön-test ($p < .05$) ve son-test ($p > .05$), DB & KB alt boyutu ön-test ($p < .05$) ve son-test ($p < .05$), OB alt boyutu ön-test ($p < .05$) ve son-test ($p < .05$), KrB alt boyutu ön-test ($p < .05$) ve son-test ($p < .05$) olarak bulunmuştur. Buna göre, toplam BMB ve OrB son testine ait p değerinde normallik sağlanmıştır. OrB ön-testi dahil diğer boyutlarda normallik varsayımı sağlanmamıştır. Bu sebeple, düşünce deneylerinin FBÖA’nın BMB toplam puanına etkisi ilişkili örneklem t-testi ile analiz edilirken, düşünce deneylerinin FBÖA’nın BMB alt boyut puanlarına etkisi ilişkili örneklem t-testinin non-parametrik testlerden karşılığı olan Wilcoxon işaretli sıralar testi ile analiz edilmiştir.

Tablo 5

Normallik testi sonuçları

BMB	Gruplar	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
		İstatistik	df	p	İstatistik	df	p
Toplam Puan	Ön-test	,054	97	,200	,992	97	,846
	Son-test	,087	97	,066	,970	97	,026
HYB	Ön-test	,116	97	,003	,960	97	,005
	Son-test	,126	97	,001	,946	97	,001
OrB	Ön-test	,112	97	,004	,985	97	,366

	Son-test	,080	97	,138	,968	97	,017
DB & KB	Ön-test	,131	97	,000	,961	97	,005
	Son-test	,135	97	,000	,964	97	,009
OB	Ön-test	,094	97	,036	,973	97	,040
	Son-test	,117	97	,002	,955	97	,002
KrB	Ön-test	,108	97	,007	,964	97	,009
	Son-test	,128	97	,000	,960	97	,005

3. Bulgular

İlişkili örneklem t-testi ile ulaşılan bulgular, birinci araştırma sorusuna cevap oluşturmaktadır. Tablo 6 incelendiğinde FBÖA'nın HYAYB envanteri ön testten aldıkları toplam puan ortalamasının ($\bar{x}=79,77$) son testten aldıkları toplam puan ortalamasından ($\bar{x}=84,53$) farklı olduğu bulunmuştur. Bu farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığını anlamak için p değeri incelenmiş ve ön-test ve son-test toplam puanları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu bulunmuştur [$t(96) = -4,33, p<0.05$]. Bu fark son-test lehinedir.

Tablo 6

İlişkili örneklem t-Testi sonuçları

BMB	N	\bar{x}	Ss	sd	t	p
Ön-test	97	79,77	11,20	96	-4,33	,000
Son-test	97	84,53	14,34			

Çalışmaya ait veriler alt boyutlar temelinde de ayrıntılı olarak incelenmiştir. Tablo 7 incelendiğinde; BMB alt boyutlarından DB & KB için ($z=.692, p>0.05$) ön test ve son testten alınan puanlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. HYB ($z=.000, p<0.05$), OrB ($z=.000, p<0.05$), OB ($z=.005, p<0.05$) ve KrB ($z=.001, p<0.05$) alt boyutlarında ise istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır. Sıra ortalaması ve sıra toplamı göz önünde bulundurulduğunda farkın pozitif sıralar yani son test lehine olduğu görülmektedir.

Tablo 7

Wilcoxon işaretli sıralar testi sonuçları

BMB	Son test-ön test	N	Sıra Ortalaması	Sıra Toplamı	z	p
HYB	Negatif Sıra	24	37,04	889,0	-4,24	,000
	Pozitif Sıra	62	46,00	2852,0		
	Eşit	11				
OrB	Negatif Sıra	25	33,06	826,5	-4,06	,000
	Pozitif Sıra	57	45,20	2576,5		
	Eşit	15				

DB & KB	Negatif Sıra	41	41,39	1697,0	-396	,692
	Pozitif Sıra	43	43,56	1873,0		
	Eşit	13				
OB	Negatif Sıra	30	38,68	1160,5	-2,81	,005
	Pozitif Sıra	54	44,62	2409,5		
	Eşit	13				
KrB	Negatif Sıra	22	30,64	674,0	-3,35	,001
	Pozitif Sıra	48	37,73	1811,0		
	Eşit	27				

4. Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu araştırmadan elde edilen bulgular, düşünce deneylerinin FBÖA'nın BMB gelişimine anlamlı bir etkisinin olduğu sonucunu göstermektedir. Bulduk (2022) reformlara dayalı çeşitli öğretim yöntem ve tekniklerinden faydalandığı takdirde bireylerin BMB becerilerinin geliştirilebileceği iddiası bu araştırma ile ulaşılan sonuçlarla da desteklenmektedir. BMB alan yazınında; argümantasyon (Demirel, 2014), TGA etkinlikleri (Yüksel, 2015), bilimin doğası etkinlikleri (Gülmez-Güngörmez, 2018) gibi çeşitli uygulamalarla katılımcıların BMB gelişimleri incelenmiş ve bu çalışmada da olduğu gibi reform temelli uygulamaların BMB gelişimine katkı sağladığı bulunmuştur.

Düşünce deneyi uygulamalarının BMB gelişimine etkisini inceleyen yeterince çalışmaya rastlanılmamıştır. Bu sebeple, bu araştırmadan elde edilen bulgular düşünce deneylerine ilişkin alan yazında yer alan diğer üst düzey düşünme becerileri bulguları ile karşılaştırılmıştır. Diğer bir ifade ile, bu çalışma ile aynı bağımsız değişkeni (düşünce deneyleri) ele alan çalışmaların bulgularına burada yer verilmiştir. Genel olarak diğer araştırmacıların da düşünce deneylerinin üst düzey düşünme becerilerini geliştirdiği sonucuna ulaştığı söylenebilir. Bu araştırmaya benzer şekilde, Karakuyu ve Tortop (2009) örneğin, düşünce deneylerinin fizik derslerinde kullanılması ile 11. sınıf öğrencilerinin mantıksal düşünme becerilerinin artırılabilirliğini rapor etmiştir. Tüzün (2010), bilim tarihi, fen ve kimya eğitiminde kullanılan düşünce deneylerinin 11. sınıf öğrencilerinin akıl yürütme ve hipotezleri test etme becerilerini pekiştirdiğini bulmuştur. Bu araştırmada olduğu gibi kimya konuları ile ilgili düşünme becerilerini kullanan Tüzün ve Köseoğlu (2018), Eyceyurt-Türk, Tüysüz ve Tüzün (2018), Tüzün ve Tüysüz (2019) ve Tüysüz ve Tüzün (2020) de düşünce deneylerinin lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine anlamlı etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Uyar ve Karamustafaoğlu (2022) ışık emilimi konulu düşünce deneyi çalışması ile katılımcıların, özyeterlilik algılarının yüksek, müfredata hakim, problem karşısında tedirgin ruh haline sahip ve varsayımsal düşünme becerilerine sahip oldukları sonucuna ulaşmıştır. Uyar ve Karamustafaoğlu (2023) bir diğer çalışmada ise katılımcılar, daha çok bilimsel kavramları ve varsayımsal düşünme becerilerini ve algılarını etkileyen dikkat temelli uyarımları seçmişler ve böylece onları düşünme yoluyla motive etmişlerdir.

Bu araştırmadan elde edilen bulgulardan ulaşılan bir diğer temel sonuç, düşünce deneylerinin FBÖA'nın DB & KB alt boyutu hariç diğer tüm BMB alt boyutlarına (HYB, OrB, OB ve KrB) katkı sağladığını da göstermektedir. Bu sonuç, BMB'ni

alt boyutları temelinde inceleyen diğer araştırma sonuçlarından bazı farklılıklar göstermektedir. Örneğin, Çalılık (2020) STEM temelli robotik etkinliklerinin öğrencilerin tüm BMB alt boyutlarında anlamlı bir gelişime sebep olduğunu bulurken, Büyükbayraktar-Ersoy (2015) ise aktif öğrenme yönteminin öğrencilerin HYB'nde gelişim sağlamadığını tespit etmiştir. Diğer taraftan Ülger (2019), hazırlanan ders modüllerine rağmen öğrencilerin HYB ve KrB zorlandığını rapor etmiştir.

Bu çalışmada DB & KB alt boyutu için son-test ortalama puanı ön-test ortalama puanından daha yüksektir (Bkz. Tablo 4) ancak bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir. Bu bakımdan, fen bilimleri öğretmenlerine ve araştırmacılara düşünce deneylerini başka yöntemlerle de desteklemeleri önerilebilir. Bu çalışmada kullanılan veri toplama aracı (HYAYB envanteri) tek bir boyut olarak ele alınan DB & KB kendi içinde iki BMB içermektedir. Düşünce deneyi uygulamaları sırasında FBÖA'nın DB'den ziyade KB'de zorlandıkları gözlenmiştir. Bu açıdan, öğretmen eğitimcilerine BMB dersi ve diğer fen öğretimi ders içeriklerinde KB'ne daha çok vakit ayırmaları ve çeşitli yöntem ve tekniklerle FBÖA'nın bu BMB geliştirmelerine destek olmaları önerilebilir.

Son olarak, fizik ve astronomi alanlarının baskın olduğu düşünce deneyleri alan yazınına kimya disiplinine özgü "Maddenin tanecikli yapısı", "maddenin ısı ile etkileşimi" ve "yoğunluk" konularında düşünce deneyleri kazandırmanın önemine dayanarak araştırmacılara çeşitli kimya konularında düşünce deneyleri geliştirmeleri önerilebilir. Böylelikle fen bilimleri öğretmenleri için de çeşitli etkinlik örnekleri sunulmuş olacaktır.

Kaynakça

- Acar, H. (2013). *Fizik öğrencilerinin düşünce deneyleri ile düşünme süreçlerinin incelenmesi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Arslan, Ö. (2022). *Okul öncesi öğretmen adaylarının 21. yy beceri öz yeterlikleri ile öğrenme kavramı ve küçük çocukları yaşama hazırlamak hakkındaki görüşleri* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Boyacı, Ş. D. B., & Özer, M. G. (2019). Öğrenmenin geleceği: 21. yüzyıl becerileri perspektifiyle Türkçe dersi öğretim programları. *Anadolu Journal of Educational Sciences International*, 9(2), 708-738.
- Bulduk, Ö. (2022). *Sosyo-bilimsel konu öğretiminde modellemenin öğrencilerin çevre bilincine ve mantıksal düşünme becerilerine etkisi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Burhan, Y. (2008). *Asit ve baz kavramlarına yönelik karikatür destekli çalışma yapraklarının geliştirilmesi ve uygulanması* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Büyükbayraktar-Ersoy, F. N. (2015). *Aktif öğrenme uygulamalarıyla yapılan fizik öğretiminin lise öğrencilerinin bilimsel muhakeme becerilerine ve akademik başarılarına etkisi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Büyüköztürk, Ş. (2020). *Sosyal bilimler için veri analizi el kitabı* (28. baskı). Pegem Akademi Yayınları.
- Cohen, L. & Manion, L. (1997). *Research methods in education* (4th ed.). Routledge.
- Çalılık, H. (2020). *Fen bilgisi öğretmen adaylarının stem etkinlikleri ve stem temelli robotik etkinliklerinin hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerisi, yaşam boyu öğrenme ve yapılandırmacı öğrenme gelişimine etkisinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>

- Çetinkaya, İ. (2019). *Basit makineler ünitesi ile ilgili geliştirilen düşünce deneyi etkinliklerinin 8. sınıf öğrencilerinin kavramsal anlamalarına etkisi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Demirel, O. E. (2014). *Probleme dayalı öğrenme ve argümantasyona dayalı öğrenmenin öğrencilerin kimya dersi başarılarına, bilimsel süreç becerilerine ve bilimsel muhakeme yeteneklerine etkilerinin incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Dökme, İ. (2019). *Bilimsel muhakeme becerileri ile düşünme sanatı*. Anı Yayıncılık.
- Duran, V. (2014). *Öğretmen adaylarının hipotetik-yaratıcı akıl yürütme becerilerinin, bilimsel epistemolojik inançları, öğrenme stilleri ve demografik özellikleri açısından incelenmesi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Ervan, M. K. (2000). Yapılarda tasarım kriterlerinin belirlenmesine yönelik kavramsal bir değerlendirme modeli. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen ve Mühendislik Dergisi*, 2(1), 49-59.
- Eyceyurt-Türk, G., Tüysüz, M., & Tüzün, Ü. N. (2018). Organik kimya kavramlarının öğretiminde düşünce deneyleri temelli argümantasyonun lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerine etkisi. *Kastamonu Education Journal*, 26(6), 2021-2032.
- Fraenkel, J. R., & Wallen, N. E. (1996). *How to design and evaluate research in education* (3th ed). Mc Graw Hill Higher Education.
- Garson, D. (2012). *Testing statistical assumptions*. Statistical Associates Publishing.
- Gay, L. R. & Airasian, P. (2000). *Educational research competencies for analysis and application* (6th Edition). Merrill an imprint of Prentice Hall.
- Gilbert, J.K., & Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: Potential and current realization. *International Journal of Science Education*, 22(3), 265- 283.
- Gravetter, J. F. & Forzano, L. B. (2012). *Research methods for the behavioral sciences* (4. Ed.). Linda Schreiber-Ganster.
- Gülmez-Güngörmez, H. (2018). *Süreç odaklı rehberli sorgulayıcı öğrenme yöntemlerinin içerdiği bilimin işlemlerinin 7.sınıfların kapsamlı değişimlerine ve bilimsel muhakemenin etkisine etkisi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Han, J. (2013). Scientific reasoning: Research, development, and assessment (Doctoral dissertation). http://rave.ohiolink.edu/etdc/view?acc_num=osu1366204433
- Karakuyu, Y., & Tortop, H. S. (2009). Düşünce deneyleriyle ilgili problem çözme etkinliğinin öğrencilerin mantıksal düşünme becerileri ve kavramsal anlama düzeylerine etkisinin araştırılması. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 42-58.
- Karasar, N., 1999. *Bilimsel araştırma yöntemi*, Nobel Yayın Dağıtım.
- Lawson, A. E. (1978). The development and validation of a classroom test of formal reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*, 15(1), 11-24.
- Lawson, A. E. (2004). The nature and development of scientific reasoning: A synthetic view. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2(3), 307-338.
- Milli Eğitim Bakanlığı (MEB). (2018). *İlköğretim fen bilimleri dersi öğretim programı*. Milli Eğitim Bakanlığı.

- NRC. (2012). *Education for Life and Work: Developing 21st Transferable Knowledge and Skills in the Century*. The National Academies Press.
- Özdeniz, Y. (2021). *Harmanlanmış öğrenme ortamında bütünleştirilmiş müfredat modeline göre tasarlanan fen modülünün uygulamasının üstün yetenekli öğrencilerin bilimsel muhakeme ve bilimsel süreç becerilerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Piaget, J. (1968). *Genetik epistemoloji: Çocukta ruhsal ve zihinsel gelişim* (Çev. A.Cengizkan). Birey ve Toplum Yayıncılık.
- Romine, W. L., Sadler, T. D., & Kinslow, A. T. (2017). Assessment of scientific literacy: Development and validation of the quantitative assessment of socio-scientific reasoning (QuASSR). *Journal of Research in Science Teaching*, 54(2), 274-295.
- Snooks, R.J. (2006). Another scientific practice separating chemistry from physics: Thought experiments. *Foundations of Chemistry*, 8(1), 225-270.
- Sözbilir, M. (2012). Deneysel araştırma desenleri. <https://fenicay.wordpress.com/wp-content/uploads/2009/03/hafta-4-deneysel-arac59ftc4b1rma-desenleri.pdf>
- Tüysüz, M., & Tüzün, Ü. N. (2020). Astronomi-kimya düşünce deneyleri temelli argümantasyonun özel yetenekli öğrencilerin eleştirel düşünme becerileri üzerine etkisi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(3), 818-836.
- Tüzün, Ü. N. (2010). *Düşünce deneyleri kullanılarak yapılandırılan bilimsel tahmin argümanlarının öğrencilerin gazlar konusunu anlamalarına etkisi* (Yüksek Lisans Tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Tüzün, Ü. N., & Köseoğlu, F. (2018). Bilim eğitiminde düşünce deneyleri temelli online argümantasyonla lise öğrencilerinin eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Türkiye Kimya Derneği Dergisi Kısım C: Kimya Eğitimi*, 3(2), 77-98.
- Tüzün, Ü. N., & Tüysüz, M. (2019). Özel yetenekli bireylerin öğretim ortamlarının zenginleştirilmesi-farklılaştırılmasında kimya-biyoloji-astronomi-toksikoloji-teknoloji-sanat-bilim felsefesi entegrasi örneği. *Bilim Armonisi*, 2(1), 9-18.
- Tüzün, Ü. N. (2020). Kimya eğitiminde düşünce deneyleri kullanılarak lise öğrencilerinin argümantasyon becerilerinin ve eleştirel düşünme becerilerinin geliştirilmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 9(4), 1290-1314.
- Uyar, F. K. (2021). *Yüksek lisans öğrenimi gören fen bilimleri öğretmenlerinin düşünce deneylerine ilişkin düşünme süreçlerinin analizi* (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Uyar, F. K., & Karamustafaoğlu, O. (2022). Analysis of the thinking process of science teachers: the light absorption thought experiment. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 18(2), 96-106.
- Uyar, F. K., & Karamustafaoğlu, O. (2023). A thought experiment on gravity based on falling objects: Investigation of science teachers' thinking process. *MIER Journal of Educational Studies Trends and Practices*, 13(2), 404-423.
- Ülger, B. B. (2019). *Üstün yetenekli öğrencilere yönelik farklılaştırılmış sorgulama temelli fen bilgisi ders modüllerinin geliştirilmesi, uygulanması ve etkililiğinin değerlendirilmesi* (Doktora tezi). <https://tez.yok.gov.tr>
- Yamak, H., Bulut, N., & DüNDAR, S. (2014). 5. sınıf öğrencilerinin bilimsel süreç becerileri ile fene karşı tutumlarına FeTeMM etkinliklerinin etkisi. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(2), 249-265.

Yüksel, İ. (2015). *Tahmin gözlem açıklama ve bilişsel gelişimi hızlandırma temelli etkinliklerin fen bilimleri öğretmen adaylarının muhakeme becerilerinin gelişimine etkisinin incelenmesi*. (Doktora Tezi). <https://tez.yok.gov.tr>

Extended Abstract

Purpose

The importance of having scientific reasoning skills and using those skills in daily lives is especially highlighted in 21st skills and in teaching programs since individuals who have high reasoning skills have higher potentials as well in problem solving, decision making and in knowledge structuring. Correspondingly, investigating scientific reasoning skills of pre-service science teachers is crucial as those will raise students with these potentials. In this study, involving in thought experiment interventions is hypothesized to effect pre-service science teachers' scientific reasoning skills.

The purpose of this study is to investigate the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills. This effect was examined on the basis of both the total and the sub-dimension development scores of scientific reasoning skills. The main and sub-research questions were as follows.

“What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills?”

1. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' total scientific reasoning skill scores?
2. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' hypothetical-creative thinking skill scores?
3. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' proportional thinking skill scores?
4. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' probabilistic thinking skill scores?
6. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' correlational thinking skill scores?
7. What is the effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' variables and combinatorial thinking skill scores?

Method

97 pre-service science teachers exist in the study group which were assigned by the convenient sampling technique. Data were collected by Hypothetico-Creative Reasoning Inventory that was developed by Duran (2014). This five-dimension inventory involves 23 items. The names of the dimensions were as follows; hypothetical-creative, proportional, probabilistic, variables and combinatorial and correlational thinking skills.

The inventory was assigned to pre-service teachers during the first and the last week of five-week data collecting period. Three thought experiments were done in the remaining three weeks. First, historical thought experiments and the science teaching program (2018) were examined for developing the texts of thought experiments which were utilized

in this study. Then, some of the historical thought experiments were selected and adapted to the related objectives of the teaching program. Finally, open-ended questions were formed. The draft version of these thought experiments was sent to two science instructors who are expert in scientific reasoning skills. The final version of thought experiments was formed by correcting relevant points according to the experts' thoughts. The data were analyzed through paired sample t-test and by the corresponding non-parametric test of it, i.e. Wilcoxon signed-rank test.

Results

Paired sample t-test results give answer to the first research question. According to the total scientific reasoning skill development scores, the total post-test mean scores ($\bar{x}=84,53$) are higher than the total pre-test mean scores ($\bar{x}=79,77$) of pre-service science teachers and this difference is statistically significant [$t(96) = -4,33, p<0.05$].

Wilcoxon signed-rank test, the non-parametric equivalent of the paired sample t-test, was used to find answer to the remaining research questions. Those were related to the sub-dimensions of scientific reasoning skills. For variables and combinatorial thinking skill sub-dimension, there is not a statistically significant difference ($z=.692, p> 0.05$). On the contrary, there is statistically significant difference for hypothetical-creative ($z=.000, p<0.05$), proportional ($z=.000, p<0.05$), probabilistic ($z=.005, p<0.05$) and for correlational ($z=.001, p<0.05$) thinking skill sub-dimensions. Collectively, it can be reported that the positive effect of thought experiments on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills results especially from hypothetical-creative, proportional, probabilistic, and correlational thinking skill sub-dimensions.

Conclusion and Discussion

Results drawn from this research indicate that thought experiments have positive effects on the development of pre-service science teachers' scientific reasoning skills, especially for hypothetical-creative, proportional, probabilistic and for correlational thinking skill sub-dimensions. On the other hand, there is not a statistically significant difference for variables and combinatorial thinking skill sub-dimension. Actually, the post-test mean score is also higher than the pre-test mean score for that sub-dimension but this difference is not statistically significant. In this regard, it can be suggested for science teachers and researchers to support thought experiments with other methods.

The variables and combinatorial thinking skill sub-dimension involves two scientific reasoning skill inside whereas it was treated as unidimensional in the Hypothetico-Creative Reasoning inventory, the data collection tool in this study. Pre-service science teachers experienced challenges on the combinatorial thinking skill instead of the variable thinking skill during thought experiment interventions. In this respect, it can be recommended for teacher instructors to allocate more time to combinatorial thinking skill within the scientific reasoning skill course and in the other science teaching course syllabus.

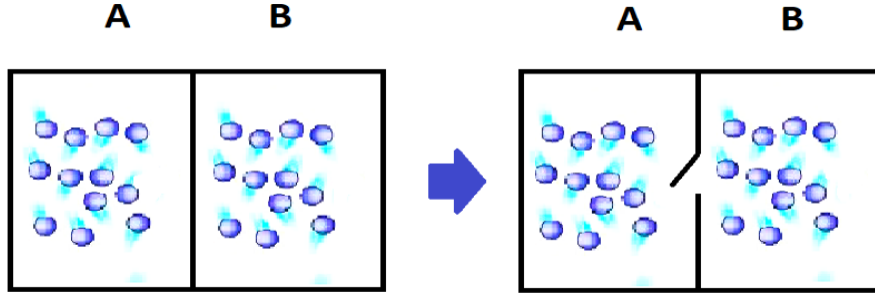
Ek. Düşünce Deneyleri

Düşünce Deneyi 1.

F.8.4.5. Maddenin Isı ile Etkileşimi

KAZANIM: F.8.4.5.1. Isınmanın maddenin cinsine, kütesine ve/veya sıcaklık değişimine bağlı olduğunu deney yaparak keşfeder.

ISI ODACIKLARI



Şekil 1

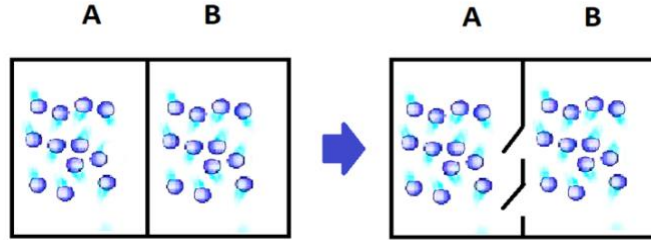
İçinde karbondioksit gazı moleküllerinin bulunduğu izole (sistem ile çevre arasında madde ve enerji alışverişinin bulunmadığı) bir sistem hayal edelim ve bu sistemi Şekil 1'deki gibi bir duvarla A ve B olmak üzere iki odacığa ayırdığımızı düşünelim. Odacıkların ortasına bir anahtar yerleştirilip herhangi bir zamanda açılıp kapatılarak odacıklar arasındaki ısı değişimi ölçülmek istenmektedir. Bu bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

SORULAR

1-) Termodinamiğin ikinci yasasına göre, izole sistemlerin entropisinin azalamayacağı belirtilmiştir. Buna göre Şekil 1'de anahtarı açıp kapattığımızda odacıklar arasında ısı değişimi gerçekleşir mi? Hayır ise nedenini, evet ise ne yönde bir değişim olacağı ile ilgili fikirlerinizi belirtiniz.

2-) Düşünce deneyindeki izole sistem düşünüldüğünde odacıklarda bulunan karbondioksit gazı oranı iki katına çıkartıldığında A ve B odacıkları arasındaki ısı değişimini karşılaştırınız.

3-)



Şekil 2

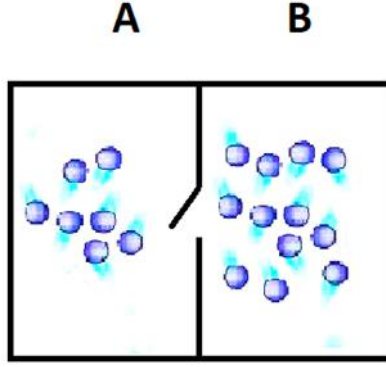
a-) Düşünce deneyindeki **izole sisteme** bir anahtar daha eklenerek oluşturulan Şekil 2'ye bakarak aşağıdaki tabloyu doldurunuz. (Bir ya da birden fazla değişken olabilir.)

KONTROL EDİLEN DEĞİŞKEN(LER)	BAĞIMLI DEĞİŞKEN(LER)	BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN(LER)

b-) Şekil 2'deki odacıklar arasında kalan anahtarların **aynı anda veya farklı zamanlarda açılması** ısı değişimini etkiler mi? Nasıl?

4-) Başlangıçta izole olarak kurulan sistem **izole olmasaydı**, aşağıdaki soruları bu bilgiye göre cevaplandırınız.

a-) A ve B odacıkları arasındaki ısı değişiminde farklılık olur mu? Nasıl?



Şekil 3.

b-) Karbondioksit gazı moleküllerinin miktarlarını Şekil 3'deki gibi değiştirdiğimizde odacıklar arasındaki ısı değişimi ilişkisi hakkında ne söylenebilir?

Düşünce Deneyi 2

F.6.4.1. Maddenin Tanecikli Yapısı

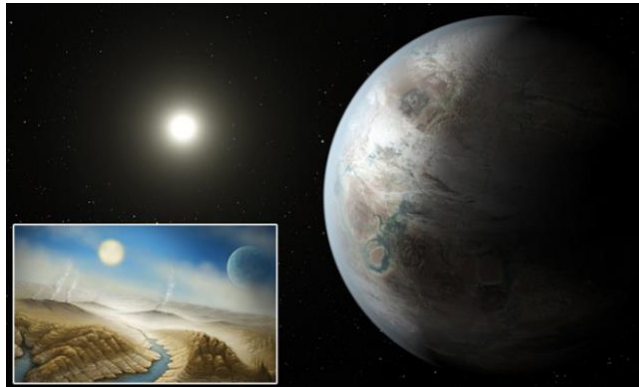
KAZANIM: F.6.4.1.2. Hal değişimine bağlı olarak maddenin tanecikleri arasındaki boşluk ve taneciklerin hareketliliğinin değiştiğini deney yaparak karşılaştırır.

İKİZ DÜNYA

NASA duyurdu: Dünyaya benzeyen 'tuhaf' bir gezegen bulduk! (Hürriyet Gazetesi/Dünya Haberleri, 11.06.2021)

(Kozan DEMİRCAN, 'Kepler Dünya'ya En Çok Benzeyen Gezegeni Buldu', Bilim Teknoloji Haberleri, 08.09.2018)

NASA'nın Kepler uzay teleskopu Dünya'ya en çok benzeyen gezegeni buldu. 6 milyar yaşındaki **Kepler- 452b**'nin dünyamızdan %60 daha büyük ve yerçekimi iki kat güçlü olduğu bulundu. 452b aynı zamanda Güneş benzeri bir sarı cüce yıldızın çevresinde dönüyor. Bu nedenle de Dünya'ya kırmızı cücelerin çevresinde devinen diğer öte gezegenlerden daha çok benziyor. Nitekim Güneş'e çok yakın bir gezegenin okyanusları Venüs gibi buharlaşıyor ve uzak bir gezegen de Mars gibi buz kesiyor. 452b bu açıdan çok şanslı ve yıldıza yüzeyinde sıvı su barındıracak uzaklıkta bulunuyor. Boyutları Neptün'e benzeyen gezegenin büyük bir hidrojen veya hidrojen-helyum atmosferine veya daha yoğun bir su buharı atmosferine sahip olabileceği tahmin ediliyor. Bilim insanları 'garip' olarak tanımladıkları gezegenin atmosferinde su ve bulutlar olabileceğini düşünüyor.



Dünyadaki yaşam kaynaklarımızın her geçen gün tükenmesi sonucunda bilim insanları ikiz gezegen 425b'nin özelliklerini daha ayrıntılı incelemeye başladılar ve 425b'nin dünyamız gibi farklı katmanlardan oluştuğunu tespit ettiler. Bu katmanlardan alınan numuneler ile yapılan araştırma sonuçları, ikiz gezegen 425b'de bulunan göl, nehir ve denizlerin H₂O moleküllerinden değil XYZ moleküllerinden oluştuğunu göstermektedir. Bu bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

SORULAR

1-) İkiz gezegen 425b'de bulunan suyun kimyasal yapısı **H₂O değil de XYZ olduğuna göre** bu maddenin boşluklu yapısı hakkında fikir üretiniz ve resmini çiziniz.

2-) Dünyanın çevresini sarmalayan bir gaz tabakası olan atmosfer; %78 azot, %21 oksijen ve %1 su buharından oluşmaktadır. İkiz gezegen 425b'de bulunan XYZ maddesinin suya göre daha kolay buharlaşan bir madde olduğu bilindiğine göre bu durum **havadaki gaz oranını** etkiler miydi? Nasıl?

3-) İkiz gezegen 425b'de meydana gelen sıcaklık değişimleri sonucunda XYZ maddesinin farklı kimyasal özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Bu bilgilere göre aşağıdaki tabloyu doldurunuz.

KONTROL EDİLEN DEĞİŞKEN	BAĞIMLI DEĞİŞKEN	BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN

4-) İkiz gezegen 425b'de bulunan maddelerin **farklı özelliklere sahip olmasını etkileyen** nedenleri açıklayınız.

5-) İkiz gezegenin oluştuğu maddelerin özellikleri değiştirilmek istenmektedir. **Yapay bir ısı kaynağından ısı verilmesi ihtimali** bu maddenin taneciklerinin hareketini etkiler miydi? Nasıl etkilerdi?

6-) İkiz gezegen 425b sarı cüce yıldızına yaklaştığında oluştuğu maddelerin hal değiştirerek farklı fiziksel özelliklere sahip olduğu görülmüştür. Buna göre maddelerdeki hal değişimi sonucu tanecik hareketi ve tanecikler arası boşlukta bir değişiklik meydana gelir mi? Ne yönde bir değişiklik meydana gelmesini beklersiniz? **(Artar-Azalar-Değişmez şeklinde aşağıdaki tablo üzerinde gösteriniz)**

Hal Değişimi	Tanecik Hareketi	Tanecikler Arası Boşluk
Katıdan sıvıya dönüşürken		
Sıvıdan katıya dönüşürken		
Sıvıdan gaza dönüşürken		

Düşünce Deneyi 3

F.6.4.2. Yoğunluk

KAZANIM: F.6.4.2.3. Birbiri içinde çözünmeyen sıvıların yoğunluklarını deney yaparak karşılaştırır.

YOĞUNLUK KULESİ



Şekil 1.

Maddeleri tanımamızı ve birbirinden ayırmamızı sağlayan özelliklere maddenin ayırt edici özellikleri denir. Her maddenin kendine özgü farklı özellikleri vardır ve farklı maddelerin tanecik yapıları ve taneciklerinin arasındaki boşluklar da birbirinden farklıdır. Bu sebeple yoğunluk maddeler için ayırt edici özelliktir. Buradan yola çıkarak birbiri içinde çözünmeyen 3 sıvıyı tek bir kapta toplayarak bir yoğunluk kulesi oluşturduğumuzu düşünelim. Şekil 1’de verilen bu yoğunluk kulesindeki sıvıların sıcaklığı ise 25°C’dir. Bu bilgileri kullanarak aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

SORULAR

- 1-) Düşünce deneyinde verilenin aksine sıvıların **birbiri içinde çözündüğünü** varsayalım. Buna göre oluşacak olan yoğunluk kulesinin şeklini çizin. (Çizimde sıvılara ait olan renkleri kullanınız.)
- 2-) Sıcaklık 25°C ‘de yoğunluk kulesindeki yeşil renkli sıvının oranı **iki katına çıkarılırsa** sıvının bulunduğu konum değişir mi? Evet ise ne yönde olduğunu, hayır ise nedenini açıklayınız.
- 3-) a-) **Sıcaklık 50°C’ye çıkartıldığında** sıvıların konumları anlamaya yönelik bir deney yapılmak istenmektedir. Bu deneyin bağımlı, bağımsız ve kontrol edilen değişkenlerini aşağıdaki tabloya yazınız.

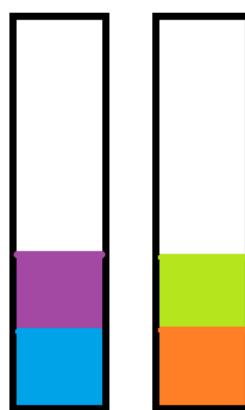
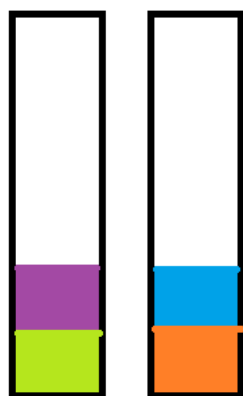
KONTROL EDİLEN DEĞİŞKEN	BAĞIMLI DEĞİŞKEN	BAĞIMSIZ DEĞİŞKEN

b-) **Sıcaklık 50°C ‘ye çıkartıldığında** yoğunluk kulesindeki sıvıların konumu değişir mi? Nedenini açıklayınız.

4-) a-) Birbiri içinde çözünmeyen sıvıların yer aldığı yoğunluk kulesine dışardan **D maddesi** eklenmek isteniyor. D maddesi eklendikten sonra kulede B-C sıvılarının arasında konumlandığı görüldüğüne göre **D sıvısının olası yoğunluk değeri** hangi aralıkta yer alır?

$$A: (d=1,2 \text{ g/cm}^3) , B: (d= 2,6 \text{ g/cm}^3) , C: (d=3,2 \text{ g/cm}^3)$$

b-) Aşağıdaki kaplarda bulunan sıvıların **yoğunlukları arasındaki ilişkiyi** yazınız. (Şekiller birbirinden bağımsız olmakla birlikte sıvıların renkleri 4.sorunun başında verilen bilgilerle harflendirme yapılarak cevaplandırılmalıdır.)



.....>.....>.....

..... <

..... <