



## Farklı Sınıf Düzeylerindeki Öğrencilerin Erime ve Çözünmeye Yönelik Bilgi Yapıları Gelişim Sürecinin Kavramsal Değişim Teorilerine Göre İncelenmesi

### Examination of the Development Process of Knowledge Structures of Students at Different Grade Levels for Melting and Dissolution According to Conceptual Change Theories

Mehmet Ali KANDEMİR<sup>1</sup>, Zeki APAYDIN<sup>2</sup>

**Makale Türü<sup>3</sup>:** Araştırma Makalesi

**Başvuru Tarihi:** 27.05.2023

**Kabul Tarihi:** 17.07.2024

**Atf İçin:** Kandemir, M. A. ve Apaydın, Z. (2024). Farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin erime ve çözünmeye yönelik bilgi yapıları gelişim sürecinin kavramsal değişim teorilerine göre incelenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 8(3), 929-952.

**ÖZ:** Araştırmada farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin erime ve çözünmeye yönelik bilgi yapılarının incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırma 2022-2023 eğitim ve öğretim yılında Marmara Bölgesindeki bir şehrin bir ilçesinden 100 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Araştırmaya katılan öğrenciler amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir durum örnekleme yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Araştırmada nedensel karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Araştırmada verilerin elde edilmesinde erime ve çözünme kavramlarına yönelik geliştirilen açık uçlu sorular kullanılmıştır. Verilerin analizinde Kruskal Wallis H Testi ( $\chi^2$ ), Jonckheere-Terpstra Testi (J) ve Mann Whitney U Testi (U) kullanılmıştır. Sağlanan test sonuçları parça nitelikli kavramsal değişim teorisi ve teori nitelikli kavramsal değişim teorisine göre incelenmiştir. Araştırma sonucunda öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça erime ve çözünme kavramlarına ilişkin bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarında yavaş ve kademeli bir artış olduğu belirlenmiştir. Ayrıca araştırmada öğrencilerin ilgili kavramlara ilişkin bilgi yapıları gelişim süreci özelliklerinin çoğunlukla parça nitelikli kavramsal değişim teorisi olmak üzere her iki kavramsal değişim teorisiyle açıklanabileceği belirlenmiştir. Ulaşılan sonuçlardan hareketle; özellikle ilkökul düzeyinde, farklı fen bilimleri kavramlarına ilişkin bilimsel bilgi yapılarının gelişiminin incelenmesine yönelik benzer araştırmaların yapılması önerilebilir. Ayrıca farklı fen bilimleri kavramlarına ilişkin bilimsel bilgi yapılarının gelişiminin boylamsal olarak da incelenebileceği ileri sürülebilir.

**Anahtar sözcükler:** Bilgi yapıları, parça nitelikli kavramsal değişim teorisi, teori benzeri kavramsal değişim teorisi

<sup>1</sup> Dr., Balıkesir İl Milli Eğitim Müdürlüğü, [megikaragozlum@gmail.com](mailto:megikaragozlum@gmail.com), 0000-0001-9340-2559

<sup>2</sup> Prof. Dr., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Temel Eğitim Bölümü, [zapaydin@omu.edu.tr](mailto:zapaydin@omu.edu.tr), 0000-0002-6581-4828

<sup>3</sup> Bu araştırmada yapılan tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulununun 26.11.2021 tarihli 2021/876 sayılı etik kurul kararına istinaden yapılmıştır.

**ABSTRACT:** In the study, it was aimed to examine the knowledge structures of students at different grade levels regarding melting and dissolution. The research was carried out with the participation of 100 students from a district of a city in the Marmara Region in the 2022-2023 academic year. The students who will participate in the research were determined by using the appropriate sampling method, which is one of the purposeful sampling methods. In the study, the open-ended questions developed for the concepts of melting and dissolution is used to collect the data. The causal comparison method was used in the study. Kruskal Wallis H Test ( $\chi^2$ ) and Jonckheere-Terpstra Test (J) and Mann Whitney U Test (U) were used in the analysis of the data. The test results provided were analyzed according to the knowledge in pieces structure conceptual change theory and the theory-like conceptual change theory. As a result of the research, it was determined that there was a slow and gradual increase in scientific and consistent knowledge structures regarding the concepts of melting and dissolution as the grade level of the students increased. In addition, it was determined in the research that the characteristics of the students' knowledge structure development process related to the related concepts can be explained by both conceptual change theories, mostly the knowledge in pieces conceptual change theory. Based on the obtained results; It can be suggested that similar studies be conducted to examine the development of scientific knowledge structures related to different science concepts, especially at primary school level. In addition, it can be argued that the development of scientific knowledge structures related to different science concepts can also be examined longitudinally.

**Keywords:** Knowledge structures, knowledge in pieces conceptual change theory, theory-like conceptual change theory.

## 1. GİRİŞ

Öğrencilerin, bilişsel öğrenme kuramlarının öğretilerinden hareketle, eğitim kurumlarına adeta boş bir bilişsel yapıyla gelmedikleri günümüzde genel kabul gören bir gerçekliktir. Öğrenciler okul ortamına genellikle kişisel deneyimlerinden hareketle yapılandıkları naif kavramsallaştırmalarla gelirler (Chi ve Roscoe, 2002; diSsesa, 2014; Duit ve Treagust, 2003; Özdemir ve Clark, 2007; Posner, Strike, Hewson ve Gertzog, 1982; Vosniadou, 2012).

Alan yazında öğrencilerin bilgi yapılarına ilişkin farklı teoriler bulunmaktadır. Bunlardan biri "teori benzeri kavramsal değişim teorisidir" (Vosniadou, 2012; Kandemir, 2024). Bu teoriye göre, öğrenciler günlük deneyimleri sonucunda başlangıç düzeyinde naif kavramlar oluştururlar ve bu kavramlarla eğitim kurumlarına gelirler. Bireylerin günlük deneyimleri sonucu oluşturduğu bu bilgi yapıları, tıpkı bilim insanlarının bir olguyu açıklamak için geliştirdikleri teorilere benzer bir nitelik gösterip; bir iç tutarlılık sergilerler (Parnafes, 2012; Vosniadou, 1999, 2012, 2019). İlgili teoriye göre bu bilgi yapıları bir bütünlük, homojenlik ve monolitik bir yapı sergilerler (Hannust ve Kikas, 2007). Öğrencilerin bilgi yapılarındaki bu tutarlılık, bilim insanlarının bilgi yapıları gibi bilimsel bir tutarlılığa karşılık gelmez, yalnızca açıklamalarındaki bilişsel kararlılık bakımından biçimsel bir benzerlik mevcuttur (Vosniadou, 2003). İlgili teoriye göre bireylere bir kavrama ilişkin benzer sorular sorulduğunda bireyin sorulara tutarlı cevaplar vermesi beklenir. Bireyin, kendisine yöneltilen soruları aynı bilgi yapılarına (şema, zihinsel model) dayanarak açıklaması bu tutarlılığın dayanağı olarak gösterilmektedir (Ioannides ve Vosniadou, 2002; Özdemir, 2007). Buna göre öğrenciler eğitim kurumlarında bilimsel bilgiyle karşılaştıklarında öğrencide zihinsel bir dengesizlik meydana gelir. Öğrenci bu zihinsel dengesizliği gidermek adına okulda karşılaşmış olduğu bilimsel bilgiyi kendi günlük deneyimlerine dayanan naif bilgileriyle birleştirir ve sentetik yapılar ortaya çıkar. Örneğin, bir öğrencinin, eğitim kurumlarına Dünya'nın şeklinin düz olduğu bilgi yapıyla geldiği ve okulda Dünya'nın şeklinin küre olduğu bilgisiyle karşılaştığı varsayalım. Bu durum öğrencide bilişsel bir dengesizlik oluşmasına neden olacaktır. Böylece bir sonraki aşamada öğrenci oluşan bilişsel dengesizliğini gidermeye yönelik naif bilgileri ile bilimsel bilgiyi birleştirecektir. Öğrenciye Dünya'nın şekli sorulduğunda, "Dünya'nın şeklinin küre olduğu yanıtı alınırken; insanların gezegenin üst/yukarı kısmında yaşaması gerektiği; zıttı durumda insanların Dünya'dan düşebileceği açıklaması da bu yanıtla eşlik edebilir." İlgili teoriye göre öğrencilerin kavramlara ilişkin bilgi yapıları, bilimsel olmayan tutarlı bir yapıdan tutarlı bilimsel yapıya doğru adım adım ve yavaş bir gelişim süreci gösterir (Vosniadou, 1999, 2012, 2019). Teori benzeri kavramsal değişim teorisi araştırmacıları, öğrencilerinin bilimsel veya bilimsel olmayan yanıtları arası tutarlılığa dikkat çekmişlerdir. İlgili teoride öğrencilere bir kavrama ilişkin yöneltilen soruların, bilimsel yanıtlarının yanında; bilimsel olmayan yanıtları da değerlendirilmiş ve bu yanıtlar arasında da tutarlılık aranmıştır (Kandemir, 2024).

Alan yazında yer alan bir diğer teori ise parçalı nitelikli kavramsal değişim teorisidir (Kandemir ve Apaydın, 2023, 2024). Bu teoriye göre de, öğrenciler günlük deneyimleri sonucu birtakım bilgi yapıları oluştururlar ve bu öncü bilgi yapılarıyla eğitim kurumlarına gelirler. Bireylerin günlük deneyimleri sonucunda oluşturdukları bu öncü bilgi yapılarını diSsesa (1993, 2008, 2014), phenomenological primitives/p-prims (görüngü bilimsel ilkseller/g-ilkseller) olarak adlandırmıştır. Teoriye göre, öğrencilerin bilgi yapıları eğitim kurumuna gelmeden önce parçalı, bütünlükten uzak, yarı bağımsız, tutarsız olma gibi nitelikler taşımaktadırlar. Bu bilgi yapıları birbirlerine gevşek ağlarla bağlıdırlar. Bu teoriye göre; öğrencilerin bilgi yapılarının birbirini tamamlama özelliğinden uzak olması ve yapısal olarak düzensiz parçalar biçiminde oluşları, bir konu ile ilgili farklı sorular ve/veya bağlamlarla karşılaşıldığında, tutarsız yanıtların verilmesine neden olacaktır. Yine teoriye göre

öğrencilerin öğrenilen olgulara ilişkin bilgi yapılarının parçalı bir yapıdan tutarlı bir bilimsel yapıya doğru gelişim göstermesi beklenen durumdur (Apaydın, 2020; diSessa, 2014, 2015; Kandemir ve Apaydın, 2024). Örneğin, öğrenci sirke-su karışımında sirkenin çözüldüğünü belirtirken şeker-su karışımında şekerin eridiğini ileri sürebilir. Oysaki her iki karışım da çözünme olayı meydana gelmiştir. Bu durum planlı ve uygun bir öğretim öğrenme sürecinde, zamanla bilimsel ve tutarlı bir bilgi yapısına evrilme eğilimi gösterir. Bu tutarlılığı sağlayan, öğretim sonrası edinilen veya edinilmesi beklenen uygun gerekçelendirme, temellendirme ve açıklama süreçleridir (Kandemir, 2024). İlgili teoriye göre öğrencilerin bilgi yapılarında yer alan görüngü bilimsel ilkseller kaldırılamaz. Bununla beraber öğrencinin bilgi yapılarında yer alan görüngü bilimsel ilksellerin yeniden düzenlenmesi yoluyla kademeli olarak uzman bilgisine ulaşılır. Öğrencilerin bilgi yapıları başlangıçta tutarsızdır ancak öğrencinin bilgi birikimi arttıkça bazı kavramlar eklenir, bazı kavramlar diğerlerine göre daha önemli hâle gelir. Sonuç olarak öğrencinin bilgi yapısı bütünleşerek tutarlı hâle gelir (diSessa, 2008; Özdemir, 2007). Dolayısıyla öğrencilerin bilgi yapılarında yer alan önemli kavramlar aktifleştirilir, önemsiz olanlar pasif durumu getirilir. Bu durum, öğrenci bilgi yapılarında bir kaldırma işleminden ziyade aktifleştirme veya pasifleştirme durumunun söz konusu olduğunu ortaya koymaktadır. Öğrenciler önceki kavramlar ile yeni kavramları birlikte koruyabilir. Ayrıca kavramlar farklı yer, zaman ve koşullara göre aktifleştirilebilir veya pasifleştirilebilir (Kandemir, 2024).

Bireylerin kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmesi eğitim ve öğretim süreci sonunda beklenen durumdur. Anlamlı öğrenme kuramsal olarak öncü bilgi yapılarıyla yeni kavramların ilişkilendirilmesini gerektirir. Hatalı, eksik veya yanlış öğrenilmiş bir kavramın, daha sonra öğrenilecek olan ilişkili kavramların anlamlı bir şekilde öğrenilmesini etkilemesi hatta engellemesi kaçınılmazdır. Bundan dolayı kavramlara ilişkin öğrenci bilgi yapılarının bilinmesi ve öğrencilerin kavramları anlamlı bir şekilde öğrenmesi bağlamında, ilgili kavramların bilimsel doğruluklarına uygun yapılandırılmasını garantilemek oldukça önemlidir (Çepni, 2016; Kandemir ve Apaydın, 2022; Kostianen ve diğerleri, 2018; Şimşek-Laçın, 2019). Alan yazında öğrencilerin kavramlara yönelik bilimsel bilgi yapılarının gelişim sürecinin kavramsal değişim teorilerine göre farklı sınıf düzeylerinde, incelendiği az sayıda araştırmaya rastlanmıştır (Clark, 2006; Özdemir, 2018; Øyehaug ve Holt, 2013). Araştırma, alan yazına bu yönde katkı sağlaması bakımından önemlidir. Fen bilimleri öğretim programında yer alan erime ve çözünme kavramlarının öğretim süreci; ilkokuldan başlayarak üniversiteye kadar devam eden uzun bir eğitim ve öğretim süreci olmasına rağmen; erime ve çözünme kavramlarına yönelik öğrenci bilgi yapıları bilimsel bilgilerle çelişebilmektedir (Bilgin, Nas ve Akbulut, 2014; Kandemir ve Apaydın, 2020). Bu nedenle araştırmada erime ve çözünme kavramları tercih edilmiştir. Araştırmada ortaokul ve lise kademelerinin seçilmesinde, bu kademelerin erime ve çözünme kavramlarına ilkokuldan sonra temel oluşturması ve ilgili kavramların bu kademelerde derinlemesine ve ayrıntılı olarak öğrenilmeye başlanması etkili olmuştur. Alan yazında, üniversite öğrencilerinde (Akgün ve Aydın 2009; Şen ve Yılmaz 2012); ortaokul ve lise öğrencilerinde (Çalık ve Ayas, 2005) ve ilkokul öğrencilerinde (Kandemir ve Apaydın, 2020) erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgiyle çelişen bilgi yapılarının varlığına yönelik bulgular içermektedir (Ramesh, Victor ve Nagaraju, 2020). Araştırma öğrencilerin farklı sınıf seviyelerinde ilgili kavramlara ilişkin bilgi yapıları gelişim sürecini ortaya koymasına bakımından önemlidir. Ayrıca öğrencilerin sağduyu bilgileri şeklindeki, bir kavrama ilişkin bilgi yapıları (şema, zihinsel model); öğretmenlere öğrencilerin ilgili kavramı nasıl oluşturdukları, bu kavrama ilişkin bilgi düzeyleriyle kavramın öğrenciler için ne ifade ettiği ve ilgili kavrama ilişkin sahip olduğu kavram yanılgıları hakkında ipuçları sunar (Özgül, Akman ve Saçkes, 2018). Öğretmenlerin bu ipuçlarını dikkate alarak hazırlamış olduğu eğitim ve öğretim sürecinin, kavramlarının anlamlı bir şekilde öğrenilmesi üzerinde etkisi son derece önemlidir (Ambrose, Bridges

ve Dipietro, 2010; Jusniar, Effendy, Budiasih ve Sutrisno, 2020; Kayhan, 2010; Shing ve Brod, 2016; Sözcü, Kıldan, Aydınöz ve İbret, 2016; Taber, 2009). Araştırma anlamlı öğrenmeye katkı sunması bakımından önemlidir. Araştırma ayrıca öğretim süreci planlanmasında kavramsal değişim teorilerinin kullanımına yönelik öğretmenlerde farkındalık oluşturması adına önemlidir. Bu çalışmada, farklı sınıf düzeylerindeki öğrencilerin erime ve çözünmeye yönelik bilgi yapılarının kavramsal değişim teorileri bağlamında incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda aşağıdaki araştırma soruları belirlenmiştir.

1. Öğrencilerin erime ve çözünme kavramına yönelik bilimsel bilgi yapılarının gelişim süreci farklı sınıf kademelerinde nasıldır?

2. Öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel bilgi yapısı puanlarında sınıf kademesine göre anlamlı bir fark var mıdır?

## 2. YÖNTEM

### 2.1. Araştırma Modeli

Araştırmada öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına yönelik mevcut bilgi yapılarının farklı sınıf seviyelerine göre incelenmesinden dolayı, nedensel karşılaştırma yöntemi kullanılmıştır. Nedensel karşılaştırma deseni; ortaya çıkmış olan bir sonucun, olayın, durumun nedenlerini ve bu nedenleri hangi değişkenlerin nasıl etkilediği belirlemeye yöneliktir. Bundan dolayı olaydan sonra araştırma anlamına da gelir. İlgili yöntemde neden-sonuç ilişkisi belirlenmeye çalışılır. Araştırmacının elinde kurgulanmış bir desen veya manipülasyon yoktur, doğal olarak ortaya çıkmış olay ya da durum vardır ve araştırmacı bu olayın veya durumun nedenlerini, ilgili durumun oluşmasında nelerin etkili olduğunu belirlemeye çalışır (Büyüköztürk, Çakmak, Akgün, Demirel ve Karadeniz, 2016; Özmen ve Karamustafaoğlu, 2019). Bu çalışmada yapılan tüm işlemler Ondokuz Mayıs Üniversitesi Üniversitesi Sosyal ve Beşerî Bilimler Etik Kurulunun 26.11.2021 tarihli 2021/876 sayılı etik kurul kararına istinaden yapılmıştır.

### 2.2. Çalışma Grubu

Araştırma, Marmara Bölgesi'ndeki orta ölçekli bir şehrin bir ilçesinde, sınıf düzeyleri ortaokul 5, 6, 7 ve 8. sınıfta öğrenim gören ve lise birinci (dâhil) sınıfa kadar değişen 100 öğrencinin katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Bütün eğitim kademeleri 20 öğrenciden oluşmaktadır. Araştırmaya katılan öğrenciler, amaçlı örnekleme yöntemlerinden biri olan kolay ulaşılabilir durum (uygun) örnekleme yöntemi kullanılarak örnekleme dâhil edilmişlerdir. İlgili örnekleme yönteminde, araştırmacı kendisine yakın olan ve kolayca erişebileceği bir durumu seçer (Yıldırım ve Şimşek, 2018). Yöntem; zaman, para ve iş gücü açısından oldukça ekonomiktir. Bunun yanında araştırmaya hız kazandırır (Büyüköztürk ve diğerleri, 2016).

### 2.3. Veri Toplama Araçları

Araştırmada verilerin sağlanmasında, araştırmacılar tarafından geliştirilen ortaokul 5. sınıftan lise 1. sınıfa kadar sınıf seviyesine uygun erime ve çözünme kavramlarına yönelik açık uçlu sorular kullanılmıştır. Açık uçlu sorular, öğrencilerin bilgi yapılarının gelişimini teori nitelikli kavramsal

değişim teorisi ve parça nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirmektedir. Açık uçlu soruları geliştirme süreci aşağıda verilmiştir: Açık uçlu soruları geliştirme sürecinde, önce alan yazın taranmıştır (diSessa, 2008; Kandemir ve Apaydın, 2022; Özdemir, 2018). Sonra her sınıf seviyesine uygun 10 tane açık uçlu madde yazılmıştır. Daha sonra kapsam geçerliliği ve güvenilirliği arttırmaya yönelik 3 fen bilimleri alan uzmanı, 1 ölçme ve değerlendirme uzmanı ve 5 fen bilimleri dersi öğretmeninden görüşü alınmıştır. Bu doğrultuda, kapsam geçerliliği yeterli görülmüş, yazım yanlışlarını gidermeye ve anlam açıklığını sağlamaya yönelik düzeltmeler yapılmıştır. Açık uçlu soruların anlaşılabilirliğini belirlemeye yönelik araştırmaya katılmayacak olan 20 öğrenciye pilot uygulama yapılmıştır. Uygulama sonunda öğrencilerden testin anlaşılır olduğu yönünde dönütler alınmıştır. Bu aşamadan sonra hazırlanmış olan açık uçlu sorular (Ek-1) öğrenimine devam ortaokul 5, 6, 7 ve 8. öğrenciler ile lise 1. sınıf düzeylerindeki 100 öğrenciye tek oturum olarak uygulanmış ve araştırma verileri toplanmıştır.

## 2.4. Veri Analizi

Araştırmada sağlanan verilerin analizine, yanıt formlarının Ö1, Ö2... Ö100'e kadar numaralandırılmasıyla başlanmıştır. Öğrencilerin benzer sorulara vermiş oldukları tutarsız yanıtlar parça nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilirken öğrencilerin benzer sorulara vermiş oldukları tutarlı yanıtlar teori nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Örneğin, öğrenci tuz-su karışımını çözünme kavramı kapsamında yanıtlayıp, şeker-su karışımını da erime kavramı kapsamında yanıtlarsa öğrenci yanıtları arasında tutarsızlık olacağından öğrenci bilgi yapısı gelişimi parça nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir (Aslında iki örnek de çözünme kavramı kapsamındadır.). Eğer öğrenci tuz-su karışımını ve şeker-su karışımını çözünme kavramı kapsamında yanıtlarsa öğrencinin yanıtları arasında tutarlılık olacağından dolayı öğrencilerin bilgi yapısı gelişimi teori nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Parça nitelikli kavramsal değişim teorisine göre öğrencilerin bir kavrama ilişkin bilgi yapısı başlangıçta tutarsız yani parçalı bir yapıya sahiptir. Oysa teori nitelikli kavramsal değişim teorisine göre öğrencilerin kavramlara ilişkin bilgi yapıları tutarlı bir yapıya sahiptir. Öğrencilerin ilgili kavramlara ilişkin bilgi yapıları, bilimsel olmayan tutarlı bir yapıdan bilimsel tutarlı bir yapıya doğru gelişim gösterirse; bu durum, teori nitelikli kavramsal değişim teorisine uyumlu bir bulgu olarak değerlendirilmiştir. Öğrencilerin ilgili kavramlara ilişkin bilgi yapıları, parçalı bir yapıdan bilimsel tutarlı bir yapıya doğru gelişim gösterirse; bu durum da, parça nitelikli kavramsal değişim teorisine uyumlu bir veri olarak analiz edilmiştir.

**Tablo 1: Öğrencilerin Yanıtlarını İlişkin Dereceli Puanlama Anahtarı**

Puan	Ölçütler
1	Öğrencilerin aynı kavrama ilişkin benzer açık uçlu soru maddelerine vermiş oldukları bilimsel tutarlı yanıtlara 1 puan verilmiştir.
0	Bilimsel olmayan tutarlı ve tutarsız yanıtlara 0 puan verilmiştir. Öğrencilere ait yanıt örnekleri aşağıda verilmiştir.

Öğrencilerin aynı kavrama ilişkin benzer açık uçlu soru maddelerine vermiş oldukları bilimsel tutarlı yanıtlara 1 puan verilmiştir. Bilimsel olmayan tutarlı ve tutarsız yanıtlara 0 puan verilmiştir (Tablo 1).

Öğrencilere ait yanıt örnekleri aşağıda verilmiştir.

Öğretmen: Su ile mürekkep karıştırılırsa mürekkebe ne olur?

Ö3: Mürekkep su içinde çözünür.

Öğretmen: Su ile tuz karıştırılırsa tuza ne olur?

Ö3: Tuz su içinde çözünür ve küçük parçalara ayrılır.

Birinci soruda öğrenciye mürekkep-su karışımındaki mürekkebe ne olduğu sorulmuştur. İkinci soruda öğrenciye tuzlu su karışımındaki tuza ne olduğu sorulmuştur. Bu sorulara yanıt olarak öğrenci çözünme kavramını ifade etmiştir. Böylece öğrenci cevaplarının, bilimsel olduğu ve cevapları arasında tutarlılık olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel tutarlı yanıtta 1 puan verilmiştir. Ayrıca teori nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir.

Öğretmen: Su ile mürekkep karıştırılırsa mürekkebe ne olur?

Ö12: Mürekkep su içinde erir.

Öğretmen: Su ile tuz karıştırılırsa tuza ne olur?

Ö12: Tuz su içinde erir ve yok olur.

Öğrenciye birinci soruda mürekkep-su karışımında mürekkebe ne olduğu sorulmuştur. Öğrenciye ikinci soruda tuz-su karışımında tuza ne olduğu sorulmuştur. Öğrenci sorulara yanıt olarak erime kavramını vermiştir. Böylece öğrenci yanıtlarının bilimsel olmadığı ve yanıtları arasında tutarlılık olduğu tespit edilmiştir. Bilimsel olmayan tutarlı yanıtta 0 puan verilmiştir. Ayrıca teori nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir.

Öğretmen: Su ile mürekkep karıştırılırsa mürekkebe ne olur?

Ö36: Mürekkep su içinde erir ve yok olur.

Öğretmen: Su ile tuz karıştırılırsa tuza ne olur?

Ö36: Tuz su içinde çözünür.

Birinci soruda öğrenciye mürekkep-su karışımındaki mürekkebe ne olduğu sorulmuştur. İkinci soruda öğrenciye tuz-su karışımındaki tuza ne olduğu sorulmuştur. Öğrenci birinci soruya cevap olarak erime kavramını, ikinci soruya cevap olarak ise çözünme kavramını vermiştir. Böylece öğrencinin cevapları arasında tutarsızlık olduğu tespit edilmiştir. Tutarsız yanıtta 0 puan verilmiş ve parça nitelikli kavramsal değişim teorisine uyumlu bir veri olarak değerlendirilmiştir.

Sonra bu veriler SPSS 22.00 veri analiz programına girilerek verilerin normallik varsayımını karşılayıp karşılamadıkları incelenmiştir. Kolmogorov Smirnov ve Shapiro-Wilk test analizleri sonucunda, verilerin normallik varsayımını karşılamadığı tespit edilmiştir ( $p=0.00<0.05$ ). Birbiriyle ilişkisi olmayan ikiden fazla gruba ait ölçümlerin olması ve verilerin normallik varsayımını karşılamamasından dolayı verilerin analizinde parametrik olmayan testlerden Kruskal Wallis H Testi ( $\chi^2$ ) ve Jonckheere-Terpstra Testi (J) kullanılmıştır. İlgili testlerin uygulanması sonucu düzeyler arasında anlamlı farklılık çıkması durumunda; farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu bulmak amacıyla, ikili gruplar arasındaki farklılıkların tespitinde Mann Whitney U Testi (U) kullanılmıştır. Sağlanan test sonuçları parça nitelikli ve teori nitelikli kavramsal değişim teorilerine göre

değerlendirilmiştir. Etki büyüklüğü ( $r$ ), 0.1 ise düşük düzeyde; 0.3 ise orta düzeyde; 0.5 ise yüksek düzeydedir (Cohen, 1988; Field, 2009; Kilmen, 2015; Pallant, 2020).

### 3. BULGULAR

Araştırma bulguları, öğrencilerin sınıf kademesine göre sorulara vermiş oldukları yanıtlar bilimsel olmayan tutarlı bir yapıdan bilimsel tutarlı bir yapıya doğru bir süreç izlerse teori nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir. Öğrencilerin sınıf kademesine göre sorulara vermiş oldukları yanıtlar tutarsız, parçalı bir yapıdan bilimsel tutarlı bir yapıya doğru bir süreç izlerse parça nitelikli kavramsal değişim teorisi kapsamında değerlendirilmiştir.

**3.1.** Birinci araştırma sorusu kapsamında, öğrencilerin erime ve çözünme kavramına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarının farklı sınıf düzeylerindeki gelişimleri incelenmiştir. Bu bağlamda elde edilen bulgular Tablo 2’de verilmiştir.

**Tablo 2:** Öğrencilerin Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanlarının Jonckheere-Terpstra Test Bulguları

	Puanlar
Sınıf Kademe Sayısı	5
N	100
J	2580.000
Z	4,081
p	.000

$p < .05$

Tablo 2’deki analiz bulguları, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanlarının artıp artmadığını göstermektedir. Bu testin Std. J-t Statistic değerinin pozitif çıkması, bağımsız değişken düzeyi arttıkça, bağımlı değişkenin de nicel olarak artış göstereceğine işaret etmektedir. Analiz sonucunda Std. J-t Statistic değeri 4.081 olarak hesaplanmıştır. Bu bulgu, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarına ilişkin puanlarının da arttığını ifade etmektedir. Analiz bulgusu .05 düzeyinde anlamlıdır ( $J=2580.000$ ,  $z=4.081$ ,  $p < .05$ ,  $r=0.41$ ).

**3.2.** İkinci araştırma sorusu doğrultusunda, öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanlarının, sınıf düzeyine göre anlamlı fark gösterip göstermediği incelenmiştir. Bu kapsamda elde edilen bulgular Tablo 3’te verilmiştir.

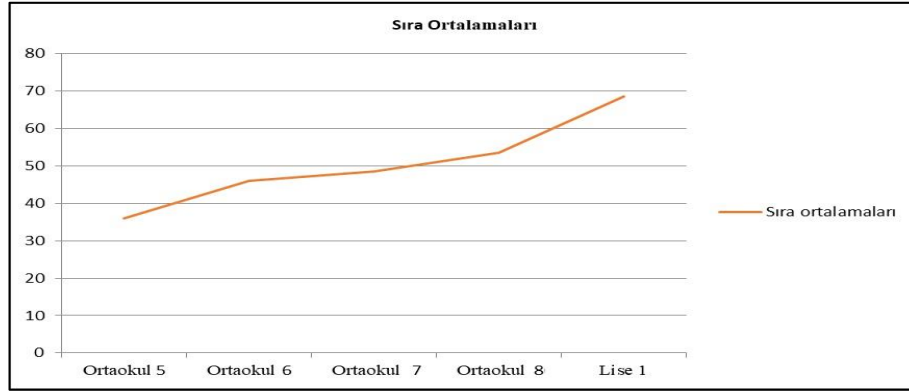
**Tablo 3:** Öğrencilerin Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf Kademesi	N	Sıra ortalamaları	Sd	$\chi^2$	p
Ortaokul 5	20	36.00	4	17.986	.001
Ortaokul 6	20	46.00			
Ortaokul 7	20	48.50			
Ortaokul 8	20	53.50			
Lise 1	20	68.50			

$p < .05$



Tablo 3'te sergilenen analiz bulgularında, öğrencilerin sınıf düzeylerine göre bilimsel bilgi yapısı puanları arasında farklılaşma olduğu saptanmıştır ( $\chi^2(2)= 17.986$   $p=.001<.05$ ). Tablo 3'te gösterilen bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarına ilişkin puanların çizgi grafiği de Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1: Katılımcılara Ait Bilimsel Bilgi Yapılarındaki Gelişim Süreçleri

Şekil 1 incelediğinde, öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça sıra ortalamalarının da arttığı görülmektedir. Sıra ortalamalarının yüksek olması, bilgi yapısı puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. Tablo 3'te yer alan analiz bulgularındaki farklılıkların, hangi gruplar arasında olduğunu görebilmek amacıyla gerçekleştirilen ikili karşılaştırmalara ilişkin, Mann Whitney U testi bulguları aşağıda verilmiştir. Öğrencinin yanıtları arasında tutarlılık olması öğrencinin ilgili kavrama ilişkin bilgi yapısı gelişiminin teori nitelikli kavramsal değişim teorisinin özellikleriyle uyumlu olduğunu göstermektedir. Ancak öğrencilerin bir kavrama ilişkin benzer sorulara yönelik yanıtlarındaki tutarsızlık sergilemesi öğrencinin kavrama ilişkin bilgi yapılarının parça nitelikli kavramsal değişim teorisi ile açıklanabileceğini göstermektedir. Aşağıdaki tabloda tutarlı yanıtlar teori nitelikli kavramsal değişim teorisini temsil ederken tutarsız yanıtlar ise parça nitelikli kavramsal değişim teorisini temsil etmektedir. Tablo bu kapsamda oluşturulmuştur.

Tablo 4: Öğrencilerin Sınıf Düzeylerine Göre Tutarlı ve Tutarsız Yanıt Veren Öğrenci Sayıları

	Bilimsel Olmayan Tutarlı Yanıt Veren Öğrenci Sayısı	Bilimsel Tutarlı Yanıt Veren Öğrenci Sayısı	Tutarsız Yanıt Veren Öğrenci Sayısı
Ortaokul 5	6	2	12
Ortaokul 6	5	4	11
Ortaokul 7	5	6	9
Ortaokul 8	4	11	5
Lise 1	1	17	2

Tablo 4'te ortaokul 5. sınıfta ilgili kavramlara yönelik bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 6, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 12, bilimsel tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 2 olarak görülmektedir. Ortaokul 6. sınıfta ilgili kavramlara yönelik bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 5, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 11, bilimsel tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 4

olarak gözlenmektedir. Ortaokul 7. sınıfta ilgili kavramlara yönelik bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 5, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 9, bilimsel tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 6 olarak göze çarpmaktadır. Ortaokul 8. sınıfta ilgili kavramlara yönelik bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 4, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 5, bilimsel tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 11 olarak görülmektedir. Lise 1. sınıfta ilgili kavramlara yönelik bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 1, tutarsız yanıt veren öğrenci sayısı 2, bilimsel tutarlı yanıt veren öğrenci sayısı 17 olarak gözlenmektedir. Bununla birlikte sınıf kademesi arttıkça sorulara bilimsel ve tutarlı yanıt veren öğrenci sayısının arttığı göze çarpmaktadır. Ayrıca sınıf kademesi arttıkça sorulara bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren ile tutarsız yanıt veren öğrenci sayılarının azaldığı görülmektedir.

Tablo 3'te yer alan analiz bulgularında, öğrencilerin sınıf düzeylerine göre bilimsel bilgi yapısı puanları arasında farklılaşma olduğu saptanmıştır. Bu farklılığın hangi ikili gruplar arasında olduğunu belirlemek amacıyla sınıflar arası ikili karşılaştırmalar yapılmıştır. Birinci olarak ortaokul 5 ve ortaokul 6. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 5'te verilmiştir.

**Tablo 5:** Ortaokul 5. ve Ortaokul 6. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p
Ortaokul 5	20	18.50	370.00	160.000	1.363	0.173
Ortaokul 6	20	22.50	450.00			

p<.05

Tablo 5'teki analiz bulgularına göre, ortaokul 5 ile ortaokul 6 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olmadığı gözlenmektedir (U= 160.000, Z=1.363, p>.05).

İkinci olarak ortaokul 6 ve ortaokul 7. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 6'da verilmiştir.

**Tablo 6:** Ortaokul 6. ve Ortaokul 7. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p
Ortaokul 6	20	20.00	400.00	190.000	.316	.752
Ortaokul 7	20	21.00	420.00			

p<.05

Tablo 6'daki analiz bulgularına göre, ortaokul 7 ile ortaokul 6 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında da manidar bir farkın olmadığı gözlenmektedir (U= 190.000, Z=.316, p>.05).

Üçüncü olarak ortaokul 5 ve ortaokul 7. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 7'de verilmiştir.

**Tablo 7:** Ortaokul 5. ve Ortaokul 7. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p
Ortaokul 5	20	18.00	360.00	150.000	1.667	.096
Ortaokul 7	20	23.00	460.00			

p<.05

Tablo 7’de yer alan analiz bulgularına göre, ortaokul 5 ile ortaokul 7 düzeylerinin bilimsel bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olmadığı gözlenmektedir (U= 150.000, Z=1.667, p>.05).

Dördüncü olarak ortaokul 5 ve ortaokul 8. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 8’de verilmiştir.

**Tablo 8:** Ortaokul 5. ve Ortaokul 8. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p	r
Ortaokul 5	20	17.00	340.00	130.000	2.257	.024	.35
Ortaokul 8	20	24.00	480.00				

p<.05

Tablo 8’deki verilere göre, ortaokul 5 ile ortaokul 8 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir (U= 130.000, Z=2.257, p<.05). Bu farklılığın kimin lehine olduğu tespit etmek amacıyla sıra ortalamaları incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olması ilgili grubun puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. Tabloda Ortaokul 8 düzeyindeki öğrencilerin sıra ortalamalarının daha yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Ayrıca bu veriler için etki büyüklüğünün (r=0.35) orta düzeyde olduğu söylenebilir.

Beşinci olarak ortaokul 6 ve ortaokul 8. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 9’da verilmiştir.

**Tablo 9:** Ortaokul 6. ve Ortaokul 8. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p
Ortaokul 6	20	19.00	380.00	170.000	.938	.348
Ortaokul 8	20	22.00	440.00			

p<.05

Tablo 9'daki analiz bulgularına göre, ortaokul 8 ile ortaokul 6 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olmadığı gözlenmektedir ( $U= 170.000$ ,  $Z=.938$ ,  $p>.05$ ).

Altıncı olarak ortaokul 7 ve ortaokul 8. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 10'da verilmiştir.

**Tablo 10:** Ortaokul 7. ve Ortaokul 8. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p
Ortaokul 7	20	19.50	390.00	180.000	.624	.532
Ortaokul 8	20	21.50	430.00			

$p<.05$

İlgili tabloda yer alan analiz bulgularına göre, ortaokul 8 ile ortaokul 7 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında da manidar bir farkın olmadığı gözlenmektedir ( $U= 180.000$ ,  $Z=.624$ ,  $p>.05$ ).

Yedinci olarak ortaokul 5 ve lise 1. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 11'de verilmiştir.

**Tablo 11:** Lise 1. ve Ortaokul 5. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p	r
Ortaokul 5	20	14.00	280.00	70.000	4.064	.000	.64
Lise 1	20	27.00	540.00				

$p<.05$

Tablo 11'deki bulgulara göre, lise 1 ile ortaokul 5 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir ( $U= 70.000$ ,  $Z=4.064$ ,  $p<.05$ ). Bu farklılığın kimin lehine olduğu tespit etmek amacıyla sıra ortalaması değerleri incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olması puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. İlgili tabloda lise 1 düzeyinde yer alan öğrencilerin sıra ortalamasının daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu veriler için etki büyüklüğünün ( $r=0.64$ ) yüksek düzeyde olduğu belirtilebilir.

Sekizinci olarak ortaokul 6 ve lise 1. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 12'de verilmiştir.

**Tablo 12:** Lise 1. ve Ortaokul 6. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p	r
Ortaokul 6	20	16.00	320.00	110.000	2.902	.004	0.45
Lise 1	20	25.00	500.00				

p<.05

Tablo 12'deki bulgulara göre lise 1 ile ortaokul 6 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir (U= 110.000, Z=2.902, p<.05). Bu farklılığın kimin lehine olduğu tespit etmek amacıyla sıra ortalama değerleri incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olması puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. İlgili tabloda lise 1 düzeyinde yer alan öğrencilerin sıra ortalamasının daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu veriler için etki büyüklüğünün (r=0.45) orta düzeyde olduğu ifade edilebilir.

Dokuzuncu olarak ortaokul 7 ve lise 1. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 13'te verilmiştir.

**Tablo 13:** Lise 1. ve Ortaokul 7. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p	r
Ortaokul 7	20	16.50	330.00	120.000	2.619	.009	0.41
Lise 1	20	24.50	490.00				

p<.05

Tablo 13'teki bulgulara göre, lise 1 ile ortaokul 7 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir (U= 120.000, Z=2.619, p<.05). Bu farklılığın kimin lehine olduğu tespit etmek amacıyla sıra ortalama değerleri incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olması puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. İlgili tabloda lise 1 düzeyinde yer alan öğrencilerin sıra ortalamasının daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu veriler için etki büyüklüğünün (r=0.41) orta düzeyde olduğu belirtilebilir.

Onuncu olarak ortaokul 8 ve lise 1. sınıf düzeylerine ilişkin puanlar karşılaştırılmıştır. Elde edilen bulgular Tablo 14'te verilmiştir.

**Tablo 14:** Lise 1. ve Ortaokul 8. Sınıf Düzeylerine Göre Bilimsel ve Tutarlı Bilgi Yapısı Puanları Arasında Yapılan Test Bulguları

Sınıf kademesi	N	Sıra ortalaması	Sıra toplamı	U	Z	p	r
Ortaokul 8	20	17.50	350.00	140.000	2.044	.041	0.32
Lise 1	20	23.50	470.00				

p<.05

Tablo 14'teki verilere göre, lise 1 ile ortaokul 8 düzeylerinin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir ( $U= 140.000$ ,  $Z=2.044$ ,  $p<.05$ ). Bu farklılığın kimin lehine olduğu tespit etmek amacıyla sıra ortalaması değerleri incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olması puanlarının da yüksek olması anlamına gelmektedir. İlgili tabloda lise 1 kademesinde yer alan öğrencilerin sıra ortalamasının daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Ayrıca bu veriler için etki büyüklüğünün ( $r=0.32$ ) orta düzeyde olduğu ileri sürülebilir.

#### 4. TARTIŞMA, SONUÇ ve ÖNERİLER

Araştırmanın bu bölümünde öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarının farklı sınıf düzeylerindeki gelişim süreci, teori nitelikli kavramsal değişim teorisi ve parça nitelikli kavramsal değişim teorisine göre çözümlenmiş ve tartışılmıştır. Araştırma bulguları, alan yazında konuyla ilgili az sayıda olan araştırmaların bulgularıyla ilişkilendirilmiştir.

Birinci araştırma sorusu bağlamında, erime ve çözünme kavramlarına ilişkin farklı sınıf düzeylerinde bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarının gelişim süreci incelenmiştir. Bu doğrultuda sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanlarının artıp artmadığı araştırılmıştır. Analiz sonucunda Std. J-t Statistic değerinin pozitif çıkması (Tablo 2), bağımsız değişken olan sınıf düzeyinin artmasının, bağımlı değişkenin de artacağına işaret etmektedir. İlgili bulgu bağlamında, sınıf düzeyi arttıkça öğrencilerin bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarına ilişkin puanlarının arttığı yorumu yapılabilir. Öğrencilerin sınıf düzeylerine göre bilimsel ve tutarlı yanıt veren öğrenci sayılarının, ortaokul 5. sınıftan lise 1. sınıfa doğru artması bu yorumu destekler niteliktedir (Tablo 4). İlgili bulgu, alan yazında yer alan hem parça nitelikli kavramsal değişim teorisinin hem de teori nitelikli kavramsal değişim teorisinin vurguladıkları, “Öğrencilerin ilgili kavrama yönelik bilgi birikimi arttıkça bilgi yapıları daha tutarlı olur.” ifadesiyle örtüşmektedir (Clark, 2006; diSessa, 2008, 2014; Ioannides ve Vosniadou, 2002; Özdemir, 2007; Özdemir, 2018). Bu bağlamda ilgili teorilerin, öğrencilerin sınıf düzeyi arttıkça kavramlara ilişkin bilgi birikimlerinin arttığına gönderme de bulunduğu da belirtilebilir. Ayrıca ortaokul 5. sınıftan lise 1. sınıfa kadar, ilgili kavramlara yönelik tutarsız yanıt veren öğrenci sayısının bilimsel olmayan tutarlı yanıt veren öğrenci sayısından fazla olması; bu kavramlara yönelik öğrenci bilgi yapılarının daha çok parça nitelikli kavramsal değişim teorisine açıklandığını ortaya koymaktadır (Tablo 4). Alan yazında yapılan çalışmalarda da, bu araştırma bulgularına benzer sonuçlara ulaşılmış ve araştırmalarda öğrencilerin farklı kavramlara ilişkin bilgi yapılarının daha çok parça nitelikli kavramsal değişim teorisine örtüştüğü saptanmıştır (Apaydın, Çobanoğlu ve Ergül, 2018; diSessa, Gillespie ve Esterly, 2004; Kandemir ve Apaydın, 2022, 2024; Øyehaug ve Holt, 2013).

İkinci araştırma sorusu kapsamında, öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanlarının sınıf düzeyine göre anlamlı bir fark gösterip göstermediği incelenmiştir. Tablo 3'teki bulgular, öğrencilerin sınıf düzeyine göre bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında farklılaşma olduğunu göstermektedir. Tablo 3'teki farklılığın hangi gruplar arasında olduğunu görebilmek amacıyla ikili karşılaştırmalara ilişkin testler uygulanmıştır. Analiz bulgularına göre; ortaokul 5 ile ortaokul 6, ortaokul 7 ile ortaokul 6, ortaokul 5 ile ortaokul 7, ortaokul 8 ile ortaokul 6, ortaokul 8 ile ortaokul 7 düzeylerine ilişkin bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olmadığı saptanmıştır. Ancak analiz bulgularında anlamlı farklar olmasa da ikili olarak yapılan karşılaştırmalarda üst sınıf düzeylerine ilişkin sıra ortalaması değerlerinin, alt sınıf düzeylerine ilişkin sıra ortalaması değerlerinden az da olsa yüksek olduğu izlenebilmektedir. Aslında bu yöndeki bir bulgu; erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarının, yavaş bir gelişim çizgisi izlediğini göstermesi bakımından oldukça önemlidir (Tablo 5-6-8-9-10). Teori

nitelikli ve parça nitelikli bilgi yapısı teorileri, öğrencilerin ders içeriklerine yönelik naif bilgi yapılarının yavaş bir biçimde değişime uğradığını ortaya koymaktadır (Glynn ve Duit, 1995; Mason, 2001; Vosniadou, 1999).

Diğer ikili analiz bulgularına göre; ortaokul 5 ile ortaokul 8, lise 1 ile ortaokul 5, lise 1 ile ortaokul 6, lise 1 ile ortaokul 7 ve lise 1 ile ortaokul 8 düzeylerinde, bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanları arasında manidar bir farkın olduğu gözlenmektedir. Bu farklılığın kimin lehine olduğu belirlemek amacıyla sıra ortalaması değerleri incelenmelidir. Sıra ortalamasının yüksek olduğu grupların, bilimsel ve tutarlı bilgi yapısı puanlarının da yüksek olduğu açıklamasında bulunmak olasıdır. İlgili tablolardaki bütün ikili karşılaştırmalarda, üst sınıf düzeylerindeki öğrencilerin sıra ortalaması değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir (Tablo 8-11-12-13-14). Bu bulgulara dayanarak, öğrencilerin sınıf düzeyleri arttıkça erime ve çözünme kavramlarına ilişkin bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarında artış olduğunu ifade etmek olasıdır. Sıra ortalamalarına yönelik veriler, Tablo 2’de verilen Std. J-t Statistic testinin bulgularıyla da uyum içindedir. Araştırma bulguları, alanyazında yer alan sınıf düzeyleri arttıkça kavramlara ilişkin bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarında artış olduğu yönündeki bulgularla örtüşmektedir (Glynn ve Duit, 1995; Mason, 2001; Vosniadou, 1999). Araştırma bulguları, alanyazındaki birçok araştırmanın bulgularıyla örtüşmektedir. Bunlar: diSessa (2008, 2014), Özdemir (2007), Özdemir (2018) ve Vosniadou (2019) öğrencilerin bilimsel olarak tutarlı bilgi yapılarına ulaşmalarının, uzun ve aşamalı bir süreç sonunda gerçekleşebileceğini vurgulamışlardır. Kandemir ve Apaydın (2024), üç yıllık boylamsal araştırmada öğrencilerinin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarının gelişim sürecini incelemişlerdir. Araştırmadan sağlanan tüm bulgular birlikte değerlendirildiğinde öğrencilerin ilgili kavramlara yönelik bilgi yapılarının gelişim sürecinin, daha çok parça nitelikli kavramsal değişim kuramıyla uyumlu olduğu saptanmıştır. Ayrıca araştırmada öğrencilerin erime ve çözünme kavramına ilişkin bilgi yapılarının o kavrama ilişkin bilgi birikimi arttıkça yavaş ve kademeli bir şekilde bilimsel ve tutarlı hâle geldiğini gözlemlemişlerdir. Øyehaug ve Holt (2013) iki yıllık boylamsal araştırmalarında ilkökuldaki dört çocuğun madde ve kimyasal reaksiyon kavramlarına yönelik bilgi yapılarının nasıl geliştiğini araştırmışlardır. Araştırma bulgularında, öğrencilerin bilgi yapılarının parçalı ve tutarsız yapıdan; yavaş yavaş bütünleşik ve tutarlı yapıya doğru geliştiğini saptamışlardır. Bu araştırma bulguları da, sürecin uzun zaman ve bilgi birikimi gerektirdiğini göstermektedir. Clark da (2006), termodinamik konusu ile ilgili öğrencilerin bilgi yapıları üzerine boylamsal bir çalışma yürütmüştür. Bulgularda, öğrencilerin termal dengeye ilişkin bilgi yapılarının, bağlama dayalı tutarsız yapıdan, bütünleşik ve tutarlı bir yapıya doğru evrildiği gözlenmiştir. Öğrencilerin bilgi yapılarındaki naif ve tutarsız niteliğin, sınıf düzeyleri artış gösterdikçe; bilimsel ve tutarlı bilgi yapılarına dönüşmesinin, birçok nedeni bulunabilir. Sınıf düzeyleri arttıkça bireylerin bilgi birikimlerine bağlı olarak deneyimlerinin artması ve daha fazla bilimsel bilgiye maruz kalmaları (diSessa, 2008: 2015; Özdemir ve Clark, 2007), bilişsel gelişim düzeylerinin somut işlemler döneminden, soyut işlemler dönemine geçmesi ve bunu ardışık teorik akıl yürütme becerilerinin de gelişmesi (Çepni, 2016; Lawson, 1995) ile deneyimledikleri olgusal problem çeşitliliğinin artması (Rittle-Johnson ve Star, 2009; Taş ve Karataş, 2012) ilgili nedenlere örnek olarak gösterilebilir. Bu değerlendirmelerden hareketle, farklı fen bilimleri kavramlarına ilişkin bilimsel bilgi yapılarının gelişiminin incelenmesine yönelik, özellikle ilkökul düzeyinde başka araştırmalar yapılması gerekliliğine göndermede bulunulabilir. Ayrıca farklı fen bilimleri kavramlarına ilişkin bilimsel bilgi yapılarının gelişimi boylamsal olarak da incelenebilir. Fen bilimleri öğretim programı ve fen bilimleri ders kitaplarında erime ve çözünme kavramlarına ilişkin

bölümler öğrencilerin erime ve çözünme kavramlarına ilişkin bilgi yapıları gelişim süreci dikkate alınarak güncellenebilir.

#### **Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı**

Araştırmacıların çalışmaya sağladığı katkı oranı eşittir.

#### **Destek ve Teşekkür Beyanı**

Destek ve teşekkür beyanı yoktur.

#### **Çıkar Çatışması Beyanı**

Çalışmada çıkar çatışması bulunmamaktadır.



## KAYNAKLAR

- Akgün, A. ve Aydın, M. (2009). Erime ve çözünme konusundaki kavram yanlışlarının ve bilgi eksikliklerinin giderilmesinde yapılandırmacı öğrenme yaklaşımına dayalı grup çalışmalarının kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(27), 190-201.
- Apaydın, Z., Çobanoğlu, E. O., ve Ergül, S. (2018). Change! Physical or chemical? Phenomenological analysis of secondary school 7th grade students' structure of knowledge related to the concepts of physical and chemical change. *International Journal of Eurasia Social Sciences*, 9(33), 1919-1953.
- Apaydın, Z. (2020). A phenomenological study in the context of conceptual change theories about buoyancy. *International Journal of Education Technology and Scientific Researches*, 5(13), 1711-178.
- Atılğan, H. (Ed.). (2009). *Eğitimde ölçme değerlendirme*. Ankara: Anı Yayıncılık.
- Ambrose, S. A., Bridges, M. W. ve Dipietro, M. (2010.). *How learning works*. Seven research-based principles for smart teaching. Jossey Bass Willey Imprint.
- Baykul, Y. ve Turgut, M. F. (2010). *Eğitimde ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem akademi.
- Bilgin, A. K., Nas, S. E. ve Akbulut, H. İ. (2014). Öğretmen adaylarının “çözünürlük” konusuna yönelik alternatif kavramlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27(2), 371-392.
- Büyüköztürk, Ş., Çakmak, E. K., Akgün, Ö. E., Karadeniz, Ş. ve Demirel, F., (2016). *Bilimsel araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi Yayıncılık.
- Clark D. B. (2006). Longitudinal conceptual change in students' understanding of thermal equilibrium: An examination of the process of conceptual restructuring. *Cognition Instruct.*, 24(4), 467-563.
- Çalık, M. ve Ayas, A. (2005). 7.-10. sınıf öğrencilerinin seçilen çözelti kavramlarıyla ilgili anlamalarının farklı karışımlar üzerinde incelenmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 3(3), 329-349.
- Çepni, S. (Ed.). (2016). *Fen ve teknoloji öğretimi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Chi, M. T. H. ve Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. M. Limon ve L. Mason (Eds.), *Reconsidering conceptual change: Issues in theory and practice*. 3-27. Dordrecht: Kluwer.
- Cohen, J. (2007). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. New York: Academic Press.
- diSessa, A. A. (1993). Toward an epistemology of physics. *Cognition and Instruction*, 10(2), 105-225.
- diSessa, A. A., Gillespie, N. and Esterly, J. (2004). Coherence versus fragmentation in the development of the concept of force. *Cognitive Science*, 28, 843-900.
- diSessa, A. A. (2008). A bird's-eye view of the “pieces” vs. “coherence” controversy (from the “pieces” side of the fence). Vosniadou, S. (Ed.) *International Handbook of Research on Conceptual Change*. New York: Routledge. 35–60.
- diSessa, A. A. (2014). A history of conceptual change research: Threads and fault lines. In *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences, Second Edition*. UC Berkeley. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9781139519526.007>
- diSessa, A. (2015). *Alternative conceptions and p-prims*. *Encyclopedia of Science Education*, 34–37. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0\\_87](https://doi.org/10.1007/978-94-007-2150-0_87)
- Duit, R. ve Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(6), 671-688.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS*. London: SAGE
- Glynn, S. M. ve Duit, R. (1995). *Learning science in the schools. Research reforming practice*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Hannust, T. ve Kikas, E. (2007). Children's knowledge of astronomy and its change in the course of learning. *Early Childhood Research Quarterly*, 22(1), 89–104. <http://doi.org/10.1016/j.ecresq.2006.11.001>
- Ioannides, C. ve Vosniadou, S. (2002). The changing of force. *Cognitive Science Quarterly*, (2), 5-61.
- Jusniar, J., Effendy, E., Budiasih, E. ve Sutrisno, S. (2020). Misconceptions in rate of reaction and their impact on misconceptions in chemical equilibrium. *European Journal of Educational Research*, 9(4), 1405-1423.

- Kandemir, M. A. ve Apaydın, Z. (2020). Sınıf öğretmenlerinin fen bilimleri dersinde öğrencilerin sahip olduğu kavram yanılgılarını belirlemelerine ve gidermelerine yönelik bir değerlendirme. *Türkiye Bilimsel Araştırmalar Dergisi*, 5(2), 82-97.
- Kandemir, M. A. ve Apaydın, Z. (2022). Analysis of primary school students' knowledge structures regarding the movements of the earth according to conceptual change theories. *Cukurova University Faculty of Education Journal*, 51(2), 825-869. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/cuefd/issue/72356/934087>
- Kandemir, M. A. ve Apaydın, Z. (2023). Jigsaw II tekniğinin dördüncü sınıf öğrencilerinin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilgi yapılarına etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 23(2), 585-603. <https://doi.org/10.17240/aibuefd.2023..-1102529>
- Kandemir, M. A. ve Apaydın, Z. (2024). Examining the development process of middle school students' knowledge structures for the concepts of melting and dissolution according to conceptual change theories. *Journal of Theoretical Educational Science*, 17(1), 122-144. <http://doi.org/10.30831/akukeg.1299705>
- Kandemir, M. A. (2024). *İlkokul dördüncü sınıf öğrencilerinin erime ve çözünme kavramlarına yönelik bilgi yapılarının kavramsal değişim teorilerine göre analizi* (Doktora tezi). Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Karip, E. (2015). *Ölçme ve değerlendirme*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Kayhan, C. H. (2010). *Model ve zihinsel modeller*. *Erzincan Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 2(3), 407-422.
- Kilmen, S. (2015). *Eğitim araştırmaları için SPSS uygulamalı istatistik*. Ankara: Edge Akademi.
- Kostiainen, E., Ukskoski, T., Ruohotie-Lyhty, M., Kauppinen, M., Kainulainen, J. ve Mäkinen, T. (2018). Meaningful learning in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 71(4), 66-77.
- Lawson, A. E. (1995). *Science teaching and the development of thinking*. Belmont, CA: Wadsworth.
- Mason, L. (Ed.). (2001). Instructional practices for conceptual change in science domain [Special issue]. *Learning and Instruction*, 11, 4-5.
- Özdemir, G. ve Clark, D. B. (2007). An overview of conceptual change theories. *Eurasia Journal of Mathematics, Science ve Technology Education*, 3(4), 351-361.
- Özdemir, G. (2007). Öğrencilerin kuvvet kavramına ilişkin bilgi yapılarının bir analizi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 8(14), 37-54.
- Özdemir, M. (2018). *Ortaokul öğrencilerinin buharlaşma ve kaynama kavramlarına ilişkin bilgi yapılarının analizi* (Yüksek lisans tezi). Ömer Halisdemir Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Niğde.
- Özgül, S. G., B. Akman ve M. Saçkes (2018). Çocukların Dünya'nın şekli ve gece-gündüz kavramlarına yönelik zihinsel modelleri. *E-Uluslararası Eğitim Araştırmaları Dergisi*, 9(1) 66-82. <https://doi.org/10.19160/ijer.379293>
- Özmen, H. ve Karamustafaoğlu, O. (Ed.). (2019). *Eğitimde araştırma yöntemleri*. Ankara: Pegem Akademi.
- Pallant, J. (2020). *SPSS Survival Manual, a step by step guide to data analysis using IBM SPSS*. London: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003117452>
- Parnafes, O. (2012). Developing explanations and developing understanding: Students explain the phases of the moon using visual representations. *Cognition and Instruction*, 30(4), 359-403. <https://doi.org/10.1080/07370008.2012.716885>
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. ve Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change, *Cornell University, Science Education*, 2(66), 211-227.
- Øyehaug, A. B. ve Holt, A. (2013). Students' understanding of the nature of matter and chemical reactions - a longitudinal study of conceptual restructuring. *Chemistry Education Research and Practice*, (14), 450-467. doi: 10.1039/C3RP00027C
- Ramesh, M., Victor, S. R. ve Nagaraju, M. T. V. (2020). Misconceptions in certain science concepts among tribal students. *An International Bilingual Peer Reviewed Refereed Research Journal*, 10(40), 24-28.

- Rittle-Johnson, B. ve Star, J. R. (2009). Compared with what? The effects of different comparisons on conceptual knowledge and procedural flexibility for equation solving. *Journal of Educational Psychology*, 101(3), 529-544.
- Sözcü, U., Kıldan, A. O., Aydınözü, D. ve İbret, B. Ü. (2016). Bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modellerin değişiminin çeşitli değişkenler açısından incelenmesi. *Cumhuriyet International Journal of Education*, 5(2), 9-22.
- Shing, Y. L. ve Brod, G. (2016). Effects of prior knowledge on memory: Implications for education. *International Mind, Brain, and Educational Society*, 10(3), 1-9. <https://doi.org/10.1111/mbe.12110>
- Şen, Ş. ve Yılmaz, A. (2012). Erime ve çözünmeyle ilgili kavram yanlışlarının ontoloji temelinde incelenmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 54-72.
- Şimşek-Laçın, C. (Ed.). (2019). *Fen öğretiminde kavram yanlışları tespiti ve giderilmesi*. Ankara: Pegem Akademi.
- Taber, K. S. (2009). Challenging misconceptions in the chemistry classroom: Resources to support teachers. *Education Quimica*, 4, 13–20. <https://doi.org/10.2436/20.2003.02.27>.
- Taş, M. A. ve Karataş, M. K. (2012). Öğretim hedefleri ünitesindeki bilişsel alanda davranışsal amaç kavramının öğretiminde sunulan örneklerin çeşitliliğinin değerlendirilmesi. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 10(3), 541-583.
- Vosniadou S. (1999). Conceptual change research: state of the art and future directions. Schnotz W, Vosniadou S, ve Carretero, M. (Eds.), *New perspectives on conceptual change* (3-13). Amsterdam: Pergamon.
- Vosniadou, S. (2003). Exploring the relationships between conceptual change and intentional learning. In G. M. Sinatra ve P. R. Pintrich (Eds.), *Intentional conceptual change* (377–406). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Vosniadou, S. (2012). *Reframing the classical approach to conceptual change: preconceptions, misconceptions and synthetic models*. In Fraser B., Tobin K. ve McRobbie C. (Eds), *Second international handbook of science education*. Springer International Handbooks of Education (119-130). Dordrecht: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_10)
- Vosniadou, S. (2019). The development of students' understanding of science. *Frontiers in Education*, 4(32), 1-6. <https://doi.org/10.3389/feduc.2019.00032>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H. (2016). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Yüzbaşıoğlu, M. K. ve Kurnaz, M. A. (2020). Ses hakkında öğrenci zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Anadolu Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (AUJEF)*, 4(3), 254-27.

## EXTENDED ABSTRACT

It is a generally accepted reality today that students do not come to educational institutions with an almost empty cognitive structure, especially in terms of cognitive learning theories. Students often come to school with naive conceptualizations that they construct from their personal experiences. Knowledge structures related to a concept (schemas, mental models, phenomenological primitives, etc.) are cognitive internal representations of students; what the students knowledge structures about the related concept are and how they form these knowledge structures; It provides clues about the level of knowledge about the concept and what the concept means to students. The teaching process planned by the teachers by taking these clues into account; Its effect on learning the concepts aimed to be taught at a meaningful level is extremely important. There are different theories about students knowledge structures in the literature. However, studies have focused on the theory-like conceptual change theory and the knowledge in pieces conceptual change. According to the theory of conceptual change, students form naive concepts at the beginning level as a result of their daily experiences and come to formal education institutions with these concepts. According to the theory of interest, when individuals are asked similar questions about a concept, the individual is expected to give consistent answers to the questions. As the basis of this consistency, the individual is shown as the explanation of the questions directed to him based on the same knowledge structures (schema, mental model). Another theory in the literature is the knowledge in pieces conceptual change. According to the related theory, students knowledge structures have features such as being fragmented, semi-independent and inconsistent before they come to the formal education institution. These knowledge structures are connected to each other by loose networks. However, it has also been stated that these knowledge structures can be developed, changed and expanded as the student's knowledge increases over time. It has been emphasized that the knowledge structures of the individual become consistent over time and as the knowledge accumulation increases. It is expected that individuals learn concepts in a meaningful way at the end of the education and training process. Learning concepts in a meaningful way requires associating individuals' preconceptions with their new concepts. It is inevitable that an erroneous, incomplete or incorrectly learned concept will affect or even prevent the meaningful learning of related concepts that will be learned later. Therefore, it is very important to know the students knowledge structures related to concepts and concepts in order to enable students to learn the concept or concepts in a meaningful way and to construct the concepts correctly. In the literature, few studies have been found in which the development processes of students' scientific knowledge structures at different grade levels regarding related concepts are examined according to conceptual change theories. The research in question is important in terms of contributing to the literature on this subject. Although the teaching process of the concepts of melting and dissolution in the science curriculum is a long education and training process starting from primary school and continuing until university, student knowledge structures regarding the concepts of melting and dissolution may conflict with scientific knowledge. Since knowledge structures (schemas, mental models) are internal representations, they provide information to teachers about how students form concepts related to the related concept, their level of knowledge about the related concept, what the related concept means to the student, and the existing misconceptions about the concept. The effect of the educational process concepts prepared by the teachers by considering these clues on meaningful learning is extremely important. Research is important in terms of contributing to the meaningful learning of related concepts. The research is also important in terms of raising awareness among teachers about the use of conceptual change theories in the planning of the teaching process.

In this research, it is aimed to examine the knowledge structures of students at different grade levels regarding melting and dissolution in the context of conceptual change theories.

The research was carried out with the participation of 100 students from a county of a city in the Marmara Region in the 2022-2023 academic year. The students who will participate in the research were determined by using the easily accessible case sampling method, which is one of the purposeful sampling methods. In the research, open-ended questions about the concepts of melting and dissolution were used, which were developed by the researchers in accordance with the grade levels. As a result of the analysis, it was determined that the data did not meet the normality assumption. Non-parametric tests such as Kruskal Wallis H Test ( $\chi^2$ ) and Jonckheere-Terpstra Test (J) were used in the analysis of data due to reasons such as having more than two independent groups and the data not meeting the normality assumption. Since there was a significant difference between the levels as a result of the application of the relevant tests, the Mann Whitney U Test (U) was used to determine the differences between the paired groups in order to find out between which groups the difference was. The test results obtained were analyzed according to the knowledge in pieces conceptual change theory and the theory-like conceptual change theory.

1. Within the scope of the first research question, the development process of students scientific and consistent knowledge structures on the concept of melting and dissolution at different grade levels was investigated. The analysis findings in Table 2 show whether the scientific and consistent knowledge structure scores of the students increase as the grade level increases. The positive Std. J-t Statistic value of this test indicates that the dependent variable will increase quantitatively as the level of independent variable increases. As a result of the analysis, the Std. J-t Statistic value was calculated as 4.081. This finding indicates that as the grade level increases, the students scores on scientific and consistent knowledge structures also increase. The analysis finding was significant at the .05 level (J=2580.000, z=4.081, p<.05, r=0.41).

2. In line with the second research question, it was examined whether the scientific and consistent knowledge structure scores of the students for the concepts of melting and dissolution showed a significant difference according to the grade level. In the analysis findings displayed in Table 3, it was determined that there was a differentiation between the scientific knowledge structure scores of the students according to their grade levels ( $\chi^2(2)= 17, 986$  p=.001<.05). The Mann Whitney U test findings regarding the pairwise comparisons carried out in order to see between which groups the differences in the analysis findings in Table 3 are, are given below.

According to the analysis findings in Table 4, it is observed that there is no significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of secondary school 5 and secondary school 6 levels (U= 160.000, Z=1.363, p>.05). According to the analysis findings in Table 5, it is observed that there is no significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of secondary school 7 and secondary school 6 levels (U= 190.000, Z=.316, p>.05). According to the analysis findings in Table 6, it is observed that there is no significant difference between the scientific knowledge structure scores of secondary school 5 and secondary school 7 levels (U= 150.000, Z=1.667, p>.05).

According to the data in Table 7, it is observed that there is a significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of secondary school 5 and secondary school 8 levels (U= 130.000, Z=2.257, p<.05). In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. The higher the mean rank means the higher the scores of the related

group. In the table, it is striking that the average rank of secondary school 8 level students is higher. In addition, it can be said that the effect size ( $r=0.35$ ) for these data is at a medium level.

According to the analysis findings in Table 8, it is observed that there is no significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of secondary school 8 and secondary school 6 levels ( $U= 170.000$ ,  $Z=.938$ ,  $p>.05$ ). According to the analysis findings in Table 9, it is observed that there is no significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of secondary school 8 and secondary school 7 levels ( $U= 180.000$ ,  $Z=.624$ ,  $p>.05$ ).

According to the findings in Table 10, it is observed that there is a significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of high school 1 and secondary school 5 levels ( $U= 70.000$ ,  $Z=4.064$ ,  $p<.05$ ). In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. The higher the mean rank, the higher the scores. In the related table, it is observed that the average rank of the students at the 1st level of high school is higher. In addition, it can be stated that the effect size ( $r=0.64$ ) for these data is high.

According to the findings in Table 11, it is observed that there is a significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of high school 1 and secondary school 6 levels ( $U= 110.000$ ,  $Z=2.902$ ,  $p<.05$ ). In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. The higher the mean rank, the higher the scores. In the related table, it is observed that the average rank of the students at the 1st level of high school is higher. In addition, it can be stated that the effect size ( $r=0.45$ ) for these data is moderate.

According to the findings in Table 12, it is observed that there is a significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of high school 1 and middle school 7 levels ( $U= 120.000$ ,  $Z=2.619$ ,  $p<.05$ ). In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. The higher the mean rank, the higher the scores. In the related table, it is observed that the average rank of the students at the 1st level of high school is higher. In addition, it can be said that the effect size ( $r=0.41$ ) for these data is at a medium level.

According to the data in Table 13, it is observed that there is a significant difference between the scientific and consistent knowledge structure scores of high school 1 and secondary school 8 levels ( $U= 140.000$ ,  $Z=2.044$ ,  $p<.05$ ). In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. The higher the mean rank, the higher the scores. In the related table, it is observed that the average rank of the students in the 1st level of high school is higher. In addition, it can be said that the effect size ( $r=0.32$ ) for these data is at a medium level.

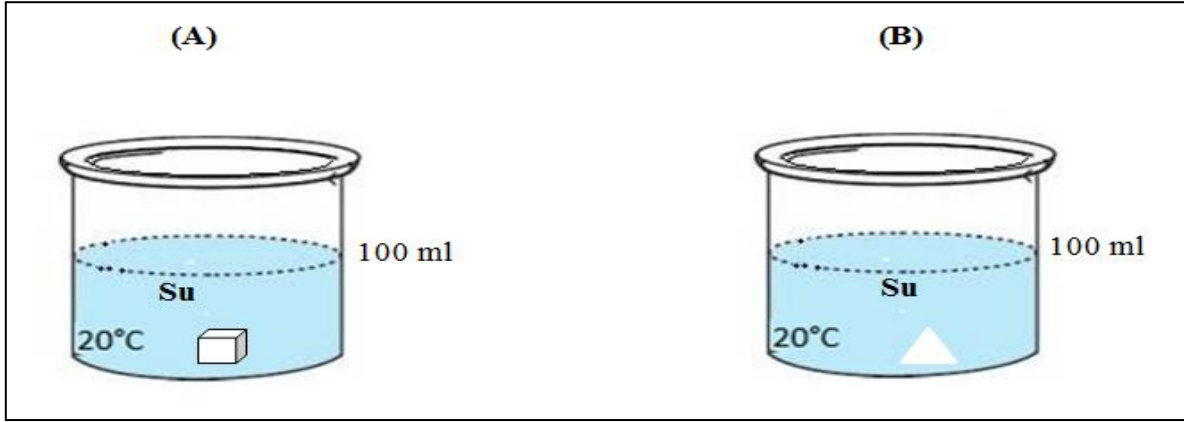
In this part of the research, the development process of students scientific and consistent knowledge structures on the concept of melting and dissolution at different grade levels was investigated. The research results were analyzed according to the theory-like conceptual change theory and the knowledge in pieces conceptual change theory. In addition, it is supported by the findings of a little amount of research on the subject in the literature. In the context of the first research question, the development process of scientific and consistent knowledge structures related to the concepts of melting and dissolution at different grade levels was examined. In this direction, it was investigated whether the scientific and consistent knowledge structure scores of the students increased as the grade level increased. A positive Std. J-t Statistic value (Table 2) as a result of the analysis, an increase in the class level, which is the independent variable, indicates that the dependent variable will also increase. In the context of the relevant finding, it can be interpreted that as the grade level increases, the students scores on scientific and consistent knowledge structures increase ( $J=2580.000$ ,  $z=4.081$ ,  $p<.05$ ,

$r=0.41$ ). The relevant finding is that the knowledge in pieces structure theory in the literature emphasizes, "As students knowledge of the relevant concept increases, their knowledge structures become more consistent." matches the expression. It can be said that the related theory refers to the increase in the knowledge of the concept as the grade level of the students increases.

Within the scope of the second research question, it was examined whether the scientific and consistent knowledge structure scores of the students for the concepts of melting and dissolution showed a significant difference according to the grade level. The findings in Table 3 show that there is a differentiation between scientific and consistent knowledge structure scores according to the grade level of the students ( $\chi^2 (2) = 17, 986$   $p=.001<.05$ ). In order to see between which groups the difference in Table 3 is, the Mann Whitney U test for pairwise comparisons was applied. According to the analysis findings, secondary school 5 and secondary school 6 ( $U= 160.000$ ,  $Z=1.363$ ,  $p>.05$ ), secondary school 7 and secondary school 6 ( $U= 190.000$ ,  $Z=.316$ ,  $p>.05$ ), secondary school 5 and secondary school 7 ( $U= 150.000$ ,  $Z=1. 667$ ,  $p>.05$ ), secondary school 8 and secondary school 6 ( $U= 170.000$ ,  $Z=.938$ ,  $p>.05$ ), secondary school 8 and secondary school 7 levels ( $U= 180.000$ ,  $Z =.624$ ,  $p>.05$ ) there was no significant difference between scientific and consistent knowledge structure scores. However, although there is no significant difference in the analysis findings, it can be observed that the mean rank values of the upper class are higher than the mean rank values of the lower class in paired comparisons. Findings in this direction show that scientific and consistent knowledge structures for the concepts of melting and dissolution follow a slow development line (Table 4-5-6-8-9). Theory-like and knowledge in pieces structure theories reveal that students naive knowledge structures regarding course content are slowly changing.

According to other pairwise analysis findings, middle school 5 and middle school 8 ( $U= 130,000$ ,  $Z=2.257$ ,  $p<.05$ ,  $r=0.35$ ), high school 1 and secondary school 5 ( $U= 70,000$ ,  $Z=4.064$ ,  $p<.05$ ,  $r) =0.64$ ), high school 1 and secondary school 6 ( $U= 110,000$ ,  $Z=2.902$ ,  $p<.05$ ,  $r=0.45$ ), high school 1 and secondary school 7 ( $U= 120,000$ ,  $Z=2.619$ ,  $p<.05$ ,  $r=0.41$ ) ) and high school 1 and middle school 8 ( $U= 140.000$ ,  $Z=2.044$ ,  $p<.05$ ,  $r=0.32$ ); It is observed that there is a significant difference between scientific and consistent knowledge structure scores. In order to determine who is in favor of this difference, mean rank values should be examined. It is possible to explain that the groups with a high mean rank also have high scientific and consistent knowledge structure scores. In all pairwise comparisons in the related tables, it was determined that the mean rank values of upper-class students were higher (Table 7-10-11-12-13). Based on these findings, it can be argued that as the grade levels of the students increase, there is an increase in scientific and consistent knowledge structures regarding the concepts of melting and dissolution. Data on mean rank are also in agreement with the findings of the Std. J-t Statistic test performed in Table 2. Based on the results, research can be conducted at primary school level to examine the development of scientific knowledge structures related to different science concepts. In addition, the development of scientific knowledge structures related to different science concepts can be examined longitudinally.

### Ek-1. Erime ve Çözünme Kavramlarına Yönelik Açık Uçlu Soru Formu (Soru Örnekleri)



Not: Koşullar eşittir.

1. (A) Dereceli silindirin içine küp şeker koyup karıştırırsak şekere ne olur?

.....

2. (B) Dereceli silindirin içine tuz koyup karıştırırsak tuza ne olur?

.....

3. (A) Dereceli silindirin içinde karıştırılan şeker sizce nerede? Şekerin varlığı veya yokluğunu nasıl kanıtlarsınız?

.....

4. (A) Şeker katı halini korumuş mudur? Neden?

.....

5. (B) Dereceli silindirin içinde karıştırılan tuz sizce nerede? Tuzun varlığı veya yokluğunu nasıl kanıtlarsınız?

.....

7. İçinde su olan dereceli silindirin içine küp şeker koyup karıştırırsak şekerin kütlesi hakkında ne söylenebilir?

.....

8. İçinde su olan dereceli silindirin içine küp şeker koyup karıştırırsak şekerin hacmi hakkında ne söylenebilir?

.....