



**Ayşegül Ergün**

ME, Directorate of Education, ergunaysegul@gmail.com, Denizli-Turkey

**Mustafa Sarıkaya**

Gazi University, sarikaya@gazi.edu.tr, Ankara-Turkey

<http://dx.doi.org/10.12739/NWSA.2014.9.3.1C0617>

**MADDENİN PARÇACIKLI YAPISI İLE İLGİLİ KAVRAM YANILGILARININ GİDERİLMESİNDE  
MODELE DAYALI AKTİVİTELERİN ETKİSİ**

**ÖZET**

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim öğrencilerinin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili başarı düzeylerini belirlemek ve bu konudaki kavram yanlışlarını gidermede, modele dayalı aktivitelerin etkisini araştırmaktır. Çalışma, karşılaştırmalı nicel geriye dönük bir araştırmadır. Çalışmada tarama modeli ve tek grup öntest- sontest modeli kullanılmıştır. Araştırmanın tarama grubunun örneklemini 278 ilköğretim öğrencisi, deney grubunun örneklemini tarama grubu içerisinde seçilen 166 ilköğretim öğrencisi oluşturmaktadır. Evreni, araştırmanın yapıldığı 2009-2010 eğitim öğretim yılının ikinci döneminde 4.-8. sınıflarındaki toplam öğrenciler oluşturmaktadır. Veriler, Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (MPYKT,  $\alpha=.86$ ) ile toplanmıştır. Deney grubuna modele dayalı aktivitelere dayanan ders anlatımı yapıldıktan sonra MPYKT son test olarak uygulanmıştır. Araştırmanın hipotezleri, SPSS 10.0 programı kullanılarak İlişkili Örneklem t-Testi, İlişkisiz Örneklem t-Testi ve tek faktörlü varyans analizi ile test edilmiştir. Kestirel istatistik sonuçları, betimsel analiz sonuçları ile de desteklenerek sunulmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Modele Dayalı Aktiviteler, Kavram Yanılgısı  
Maddenin Parçacıklı Yapısı, İlköğretim  
Öğrencileri, Fen Eğitimi

**THE EFFECTS OF THE MODEL BASED ACTIVITIES ON OVERCOMING THE MISCONCEPTIONS  
REGARDING THE PARTICULATE NATURED STRUCTURE OF THE MATTER**

**ABSTRACT**

The purpose of this study is to determine the success levels of the students in terms of the particulate natured structure of the matter and to study the effects of the model based activities on overcoming their misconceptions in this regard. The study is a comparative, quantitative and a retrospective work as well. In the study, screening and single group pre-test and post-test methods were utilized. In addition, the population of the survey group in the study is comprised of 278 primary school students while the population of the experiment group includes 166 primary school students selected from survey group as well. The total population is comprised of the total number of the students in 4th-8th grade in the second period of the 2009-2010 academic year. The data was obtained by the Conceptual Test "The Particle Based Structure of the Matter" (CT-PBSM  $\alpha=.86$ ). The CT-PBSM was implemented to the experiment group as the post-test then after commencing the with model based activity oriented teaching season. The assumptions of the study were tested by using SPSS 10.0 software through the Paired Sample t-Test, Independent Sample t-Test and One Way ANOVA analysis. The forecasted statistical results were presented by being supplemented by the results of the descriptive analyses.

**Keywords:** Model Based Activities, Misconceptions, The Particulate  
Nature of Matter, Primary School Students,  
Sciences Education



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Kimya öğretimi ile ilgili son 20 yılda yapılan çalışmalar, birçok öğrencinin kimyayı öğrenmede istekli ve gayretli olmasına rağmen başarısız olduğunu göstermektedir [1, 2, 3 ve 36]. Kimyadaki kavram yanlışları üzerine ilkököl, ortaokul, lise ve üniversite öğrenimi seviyesindeki öğrenciler üzerinde yapılan incelemelere göre yanlış öğrenmelerin çoğu, madde kavramının bugünkü anladığımız ve kabul ettiğimiz anlamda anlaşılmasından kaynaklanmaktadır [40]. Literatürde verilen araştırma sonuçlarına göre maalesef her yaş grubundan pek çok öğrenci maddeyi statik, boşluksuz sürekli bir yapı olarak görmektedir ve maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarına sahiptir [6, 9, 17, 25, 38, 41, 42, 48, 51 ve 62].

Bunun sonucunda da parçacıklı yapıyla ilişkisi olan kimyasal bağ [63], iyon [17], maddenin halleri [20], elektrik [44], kimyasal reaksiyon [32], ısı [54], sıcaklık [46], genleşme [34], ışık [53], difüzyon [7], osmoz [33], element [19], bileşik [3], karışım [8], çözünme [50], kimyasal kinetik [14], kimyasal denge [30], madde miktarı [57], nükleer enerji [59], gazlara sıcaklık ve basıncın etkisi [56] ve daha pek çok fen kavramı ve konusu tam olarak anlaşılmasından dolayı. Bu yüzden öğrencilerin fen bilimlerini öğrenebilmeleri için sahip oldukları kavram yanlışlarının belirlenmesi ve öğretimin bu yanlış kavramları ortadan kaldıracak şekilde planlanması önemlidir.

Fen eğitiminde model, bilinen bir olaydan yola çıkarak bilinmeyen ya da daha soyut olanı anlatan olay ya da sistemleri anlatmaktadır. Bunun yanında modeli bir sistemin tipik özelliklerine dikkat çeken, o sistemin sadeleştirilmiş bir sunumu [27], bireylerin zihinlerinde yapılandırdıkları ve zihinsel bileşenlerle sorguladıkları zihinsel yapılar [28], olarak da tanımlamak mümkündür. Ayrıca modeller bilginin sosyal yapılandırılmasından yola çıkarak bireyin hareketleri, sözlü, yazılı ve diğer yollarla anlatım ve tanımları [21] olarak da ifade edilmektedir.

Model sunumuyla ders işleme ya da öğrenme ortamlarında model kullanma, modellemeye dayalı öğrenme anlamına gelmemektedir. Modelleme, hangi ayrıntının nasıl ve ne şekilde yer alacağını belirlediği, birçok aşamadan oluşan aktiviteleri kapsayan karmaşık bir süreçtir [23]. Bu nedenle, modellemeye dayalı oluşturulacak öğretim ortamının iyi planlanması gerekmektedir.

Öğrencilere okuldaki fen eğitimleri boyunca farklı atom ve molekül modelleri sunulmaktadır. Bu modellerin kaynağı fenin gelişim süreci içerisinde bilim insanları tarafından kabul edilen bilgilerdir. Modeller öğrencilere ders kitaplarında verilmekle birlikte, öğretmenlerin de öğrencilerin öğrenmelerini destekleyen sınıf aktivitelerini kullanarak (tasarlayarak) kavramı pekiştirmeleri gereklidir. Sonunda öğrenciler parçacık kavramı ile ilgili bilgiyi kendi zihinlerinde oluşturmaktadırlar [18].

Literatürde maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının azaltılmasına yönelik yapılan modele dayalı aktivitelerin kullanıldığı çalışmalarda; kimyanın makroskopik, mikroskopik ve sembolik boyutlarının üçünün görselleştirilerek bir arada verilmesi ve öğrencilerin bu üç boyutu birlikte kavramalarının sağlanması gerekliliği vurgulanmıştır [1, 2, 5, 10, 18, 26, 43, 48, 49 ve 60]. Sarıkaya [48] yaptığı çalışmada, ucuz ve kolay sağlanabilir malzemeler (karton, toplu iğne, oyun hamuru) kullanarak öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi molekül modellerini kendilerinin yapmasını önermiştir. Bu çalışmada öğretmen, öğretim elemanı ve öğrenci kendi ürettikleri modeller aracılığı ile kimyasal maddeler ile adeta kaynaşmış, onları elleriyle tutarak, kendi ürettikleri materyali daha çok sahiplenerek, onu anlamaya çalışmışlardır. Böylece, atom, molekül,



bileşik, molekül geometrisi hayali şeyler olmaktan çıkarak, somut hale gelebilmiştir. Öğretmen, öğretim elemanı ve öğrenci, kendisinin yaptığı ve elinde tuttuğu cismi hafızasına yerleştirmiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre kimya öğretimi öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kendi yaptıkları modellerle eğlenceli bir nitelik kazanmış; kimya, sıkıcı bir ders olmaktan çıkmıştır.

Merritt ve Krajcik'in [37] yaptıkları çalışma, öğrencilerin modellemeyi öğrenmeleri için pratik yapmalarına aynı zamanda maddenin parçacıklı yapısı kavramını öğrenmelerine odaklanmaktadır. Çalışmada öğrenciler model oluşturmuş, kavramı açıklamış ve modelin kavramı nasıl açıkladığını ifade etmişlerdir. Öğretim boyunca öğrenciler zaman içinde sürekli madde modelinden, parçacıklı, hareketli madde modeline geçmişlerdir.

Williamson'ın [60] yaptığı çalışmada, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısını kavramalarına ve kavram yanılgılarına, bilgisayar animasyon modellerinin etkisi araştırılmıştır. Araştırmanın amacı, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısını kavramalarına, görsel yardımın etkisini incelemektir. Animasyon kullanımının kavramların zihinsel modellerinin oluşumunu sağlayarak, kavramsal öğrenmeyi arttırdığı belirtilmiştir.

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışmanın amacı, ilköğretim öğrencilerinin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili başarı düzeylerini belirlemek ve bu konudaki kavram yanılgılarını gidermede, modele dayalı aktivitelerin etkisini araştırmaktır. Maddenin parçacıklı yapısını oluşturan atom ve moleküller ile ilgili kavram yanılgılarının aşılması, fen öğretiminin etkili olarak yapılabilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Kimya biliminde maddenin parçacıklı yapısıyla ilgili kavram yanılgılarının varlığı literatürde yer alan çok sayıda araştırmadan görülmektedir [15, 16, 22, 24, 31, 35, 41, 45, 49, 52, 55 ve 62].

Öğrencilerin kimyayı tam olarak anlayabilmeleri için maddenin parçacıklı yapısı ve kinetik moleküler teoriyi anlamaları zorunludur. Maddenin parçacıklı yapısının kavranması, okuldaki kimya derslerinin içeriğinde bulunan atomik yapı, kimyasal değişim, kimyasal bağlar ve bunlar gibi pek çok konunun anlaşılmasını kolaylaştıracaktır [7]. Bir fen öğretmeninin ve bir fen eğitimcisinin öğretimde başarılı olabilmesi, büyük ölçüde öğrencilerinin neleri kavramakta zorluk çektiklerinin farkına varmalarına bağlıdır. Aynı zamanda öğrencilerinin var olan kavram yanılgılarının giderilmesi için uygun öğretim ortamları hazırlayarak uygun yöntem ve teknikler kullanmalıdırlar. Fen eğitiminde yer alan maddenin parçacıklı yapısı kavramı, öğrencilerin duyu organları ile algılayamadıkları soyut bir kavramdır. Bu kavramın öğretiminde modele dayalı aktivitelerin kullanılması, öğrencilerin zihinlerinde kavramı somutlaştırmaları ve var olan kavram yanılgılarının giderilmesi açısından önemlidir.

## 3. DENEYSEL YÖNTEM (EXPERIMENTAL METHOD)

Çalışma, karşılaştırmalı nicel geriye dönük bir araştırmadır, bu tür araştırmalarda bağımlı değişkenin değişim düzeyi, bağımsız değişkenler açısından karşılaştırılır ve karşılaştırma sonuçları sayısal olarak verilir [29]. Araştırmada ilk olarak öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanılgıları belirlenmiştir. Bu amaçla 278 ilköğretim öğrencisinden oluşan tarama grubuna MPYKT uygulanmıştır. Araştırmanın tarama grubunun örneklemini, Denizli il merkezinden rastgele seçilen bir ilköğretim okulunun 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflarından, her sınıftan ikişer şube olmak üzere toplam 10 şubede öğrenim görmekte olan 278 ilköğretim öğrencisi oluşturmaktadır.

Araştırmada modele dayalı aktivitelerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarının giderilmesindeki etkisini belirlemek üzere, tek grup öntest-sontest modeli kullanılmıştır. Tek grup öntest-sontest modelinde gelişigüzel seçilmiş bir gruba bağımsız değişken uygulanır. Hem deney öncesi hem de deney sonrası ölçmeler yapılır [29]. Bu amaçla tarama grubu içerisinde seçilen deney grubuna modele dayalı aktivitelere dayanan ders anlatımı yapıldıktan sonra MPYKT son test olarak uygulanmıştır. Deney grubunun örneklemini, tarama grubu içindeki her sınıfın şubeleri arasından rastgele seçilen birer şubede öğrenim görmekte olan 32 dördüncü sınıf, 34 beşinci sınıf, 32 altıncı sınıf, 33 yedinci sınıf ve 35 sekizinci sınıf olmak üzere toplam 166 ilköğretim öğrencisi oluşturmaktadır.

Evreni, araştırmanın yapıldığı ders yılında 4.-8. sınıflarındaki toplam öğrenciler oluşturmaktadır. Veriler, Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi (MPYKT,  $\alpha=.86$ ) ile toplanmıştır. Bu test Sarıkaya [47] tarafından konuyla ilgili literatürlerde yer alan kavram yanlışları göz önünde bulundurularak, konuyla ilgili araştırmalarda yer alan soru örneklerinden yararlanılarak, üniversitede okuyan öğretmen adaylarına araştırma konusu ile ilgili olarak uygulanan ve birçoğunda belirgin olarak tespit edilen bazı kavram yanlışlarından yararlanılarak, çoktan seçmeli ve şekilsel soruların yer aldığı, beş soruluk bir kavram testi niteliğinde hazırlanmıştır. Sorularda fiziksel etkenlerin atom ve molekül üzerindeki etkileri sorgulanmaktadır. Bu test, günlük hayattan tanıdığımız ve öğrencilerin çoğunun evinde bir şekilde mevcut olan iğne, kömür, naftalin gibi maddeler kullanılarak hazırlanmıştır. Böylece öğrencilerin günlük hayatlarında karşılaştıkları maddelerle ilgili olayları, atomik ve moleküler seviyede düşünüp yorumlamaları sağlanmıştır. MPYKT ek bölümünde çalışmanın sonunda verilmiştir.

Test soruları hazırlanırken göz önünde bulundurulmuş düşünceleri şöyle özetleyebiliriz.

- Öğrenciler madde kavramını biliyor mu?
- Maddenin parçacıklı yapısı hakkında nasıl bir kavrama sahipler?
- Atom ve molekül kavramlarını kullanabiliyorlar mı?
- Bir maddenin sürekli olarak bölünmesiyle ulaşılan, en küçük yapının ne olduğunu biliyorlar mı?
- Maddenin ısıtılmasıyla yapısındaki atom ve moleküllerin genleşebileceğini düşünebilirler mi?
- Atom ve moleküllerin darbe, çarpma gibi etkilerle delinebileceğini, kesilebileceğini düşünebilirler mi?
- Atom ve moleküllerin buharlaşabileceğini düşünebilirler mi?

Testin güvenilirliği Denizli il merkezinden seçilen bir ortaöğretim okulunun 9., 10., 11. ve 12. sınıflarında öğrenim görmekte olan "120" lise öğrencisi ile bir ilköğretim okulunun 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıflarında öğrenim görmekte olan "150" ilköğretim öğrencisinden oluşan, toplam "270" öğrenciye uygulanarak Cronbach  $\alpha$  güvenilirlik katsayısı  $\alpha=.86$  olarak bulunmuştur. Cronbach  $\alpha$  güvenilirlik katsayısının .70'den yüksek olması testin güvenilirliğinin yeterli düzeyde olduğunu gösterir [13]. Bu testin güvenilirliği bu değerden büyük olduğu için test güvenilirlidir. Araştırmadaki bağımsız değişkenler, öğretim düzeyi (birinci kademe, ikinci kademe), sınıf (4, 5, 6, 7 ve 8) ve cinsiyettir. Bağımlı değişken, MPYKT başarı puanıdır. Araştırmanın hipotezleri, SPSS 10.0 programı kullanılarak İlişkisiz Örneklem t-Testi, İlişkili örneklem t-Testi ve Tek Faktörlü ANOVA ile test edilmiştir. Kestirel istatistik sonuçları, betimsel analiz sonuçları ile de desteklenerek sunulmuştur.

Öğrencilerin MPYKT'den elde ettikleri puanlar 0-100 skalasında değerlendirilerek aşağıdaki şekilde gruplandırılmıştır:

\*00-44 puan: düşük, \*45-69 puan: orta, \*70-100 puan: yüksek



#### 4. UYGULAMA (APPLICATION)

Modele dayalı aktiviteler uygulanmadan önce, öğrencilere dersin nasıl işleneceği hakkında bilgi verilmiş, konu işlenirken akıllarına gelen her türlü soruyu çekinmeden sormaları ve kendilerine ilginç gelen durumlarda fikirlerini söylemeleri istenmiştir. Hemen ardından öğrencilere MPYKT'de hangi maddelerle ilgili soruların olduğu sorularak, bu maddeler tekrarlatılmıştır. Daha sonra öğrenciler, bu etkinliklerin uygulandığı her sınıfta oturdukları yerden mümkün olduğunca uzaklaştırılmayacak şekilde yaklaşık beşer kişilik gruplara ayrılarak, araştırmacı tarafından getirilen kömür, iğne, naftalin, beyaz, siyah, mavi ve sarı renkte boncuklar ve çekiç gibi maddeler sıranın üzerine konulmuştur. Böylece öğrencilerde konuyla ilgili merak uyandırılmıştır.

Onlardan, hayal güçlerini zorlamaları ve bir kömür taneciğini çok defa parçalamaları istendiğinde, ulaşabilecekleri en küçük parçacığı tahmin etmeleri istenmiştir. Öğrencilere toz parçalarını bölmeye devam ettiklerinde ne görmeyi bekledikleri sorulmuştur. Daha sonra kömür gibi katı bir maddedeki karbon atomlarını ifade etmesi açısından, siyah boncuklar bir tabağa konulmuş ve öğrencilere, boncuklara çekiçle vurulduğunda ne gözlemledikleri sorulmuştur. Öğrencilere "Kömür içerisindeki bir tane karbon atomuna bir şey oldu mu?" sorusu yöneltilmiştir. Benzer şekilde öğrencilere demirden yapılmış bir iğnede çok sayıda demir atomunun olduğu, toplu iğneye çekiçle vurulduğunda içerisindeki bir tane demir atomunun son durumunun ne olacağını düşünmeleri istenmiş ve iğneye çekiçle vurulmuştur. Öğrencilere "iğneye çekiçle vurduk, iğneyi meydana getiren bir tane demir atomunun son durumu ne olabilir?" sorusu yöneltilmiştir. Daha sonra öğrencilerden elimizdeki mavi boncukları iğnedeki demir atomları olarak düşünmeleri istenmiş, katı içinde sıkı sıkıya bağlı tanecikleri ifade etmesi açısından boncuklar bir tabağa konularak, bunlara çekiçle vurmaları söylenmiştir. Gruptaki öğrencilerin hemen hepsine bu olay tekrarlatılmış ve demir atomunu temsil eden boncuğun son durumunun ne olduğu sorulmuştur. Öğrencilere, "katı naftalin tüp içerisine konulup, mum alevinde eritilerek sıvılaştırıldığında, içindeki bir tane naftalin molekülünün son durumunun ne olacağı?" sorulmuştur. Naftalin, araştırmacı tarafından öğrencilere gösterilerek "bu maddenin adı nedir, nerelerde kullanılır?" şeklinde bir soru sorulmuştur. Naftalinin güveleri uzaklaştırdığı için, yünlü giysileri ve halıları koruma amacı ile kullanıldığı öğrencilere anlatılmıştır. Öğrencilere sıvılaştıran maddede moleküllerin nasıl görüneceği sorulmuştur.

Öğrencilere katı, sıvı ve gaz taneciklerinin karşılaştırması yapılarak; gaz moleküllerinin yüksek enerjili olmasından dolayı çok hareketli olduğu, sıvı moleküllerinin daha az enerjili olmasından dolayı az hareketli olduğu, katı moleküllerinin ise gaz ve sıvıya göre çok daha az enerjili olmasından dolayı buldukları yerde titreşim yaptıkları vurgulanmıştır. Bu vurgulama yapıldıktan sonra, üçüncü soruda katı naftalinin sıvılaşması esnasında naftalin molekülleri arasındaki boşluğun bir miktar artacağı, moleküllerin şeklinde ve yapısında hiçbir değişiklik olmayacağı öğrencilere anlatılarak ve boncuklar arasındaki mesafe arttırılarak, onların da bu olayı tekrar etmeleri sağlanmıştır. Bu olaylar açıklandıktan sonra, öğrencilere "havanın oksijen ve azot gazlarının bir karışımı olduğu, havada hızla giden bir uçağın havadaki bir tane azot molekülüne diğer moleküllerle birlikte çarptığında ne olacağı?" sorulmuştur. Yine aynı olay mavi ve sarı renkli boncuklarla canlandırılarak, mavi boncuklar azot molekülünü, sarı boncuklar oksijen molekülünü temsil edecek şekilde ve birbirlerinden uzak olarak yerleştirilmiş, uçak olarak hayal edilmesi istenen bir cisim, temsili azot molekülüne çarptırılarak öğrencilere



moleküle bir şey olmadığı sadece bulunduğu yerin değiştiği gösterilmiştir.

Öğrencilere testteki son sorunun kendilerinden ne istediği açıklanarak, civanın  $-39^{\circ}\text{C}$ 'de katı,  $25^{\circ}\text{C}$ 'de oda sıcaklığında sıvı,  $357^{\circ}\text{C}$ 'de gaz halinde olduğu söylenmiştir. Araştırmacı tarafından getirilen civanın oda sıcaklığında olduğu için sıvı olduğu söylenerek, öğrencilere civanın nerelerde kullanıldığı sorulmuştur. Öğrencilere katı civanın önce eritilerek sıvılaştırıldığını, sonra daha fazla ısıtılarak gaz haline getirildiği söylenerek, katı civa içindeki bir tane civa atomunun, sıvı ve gaz civa içindeki son durumunun ne olduğu sorulmuştur. Olay araştırmacı tarafından canlandırılarak katı civa içindeki bir tane civa atomunun sıvı ve gaz civa içindeki hali gösterilerek atomların sadece buldukları yerlerin değiştiği, atomlara hiçbir şey olmadığı tekrarlanmıştır. Öğrencilere modellemeye dayalı etkinlikler uygulandıktan sonra öğrenciler, soruların cevaplarının hangi şık, hangi şekil olduğunu sormuşlardır, fakat onlara soruların cevapları verilmemiş, öğrendikleri bilgiler ışığında cevapları kendilerinin bulmaları istenmiştir. Onbeş gün sonra aynı öğrenci gruplarına MPYKT tekrar uygulanmıştır.

##### 5. BULGULAR VE TARTIŞMA (FINDINGS AND DISCUSSIONS)

Araştırmanın tarama gurubunu oluşturan 278 ilköğretim öğrencisine ait bulgular aşağıda verilmiştir. Araştırmanın birinci alt probleminin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin buldukları öğretim düzeyine bağlı olarak MPYKT başarıları değişmekte midir? Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen Null hipotezi 1 ilişkisiz örneklem t-Testi ile test edilmiş, analiz sonuçları Tablo 1'de sunulmuştur.

**Null hipotezi 1:  $H_0$ :** Öğrencilerin buldukları öğretim düzeyine bağlı olarak MPYKT başarıları değişmemektedir.

Tablo 1. MPYKT'nin puan ortalamalarının öğretim düzeyine göre ilişkisiz örneklem t testi ile karşılaştırılması  
(Table 1. Comparing the score averages of the CT-PBSM by independent sample t-test according to the educational level)

Test	Öğretim Düzeyi	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
MPYKT	Birinci kademe	106	0.51	0.69	276	2.46	.01
	İkinci kademe	172	0.80	1.09			

Tablo 1'deki analiz sonuçlarına göre öğrencilerin MPYKT başarıları buldukları öğretim düzeyine göre anlamlı bir farklılık göstermektedir [ $t_{(276)}=2.46$ ,  $p<.05$ ]. İkinci kademe öğrencilerinin başarıları, birinci kademe öğrencilerine göre daha yüksektir. Tablo 1'den elde edilen hipotez testi sonuçları göz önünde bulundurularak Null hipotezi 1 reddedilmiştir. Öğretim düzeylerine göre öğrencilerin MPYKT başarı puanları 0-100 skalasında değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2. Öğretim düzeylerine göre 0-100 skalasında MPYKT puanları  
(Table 2. CT-PBSM scores according to the educational level within 0-100 scale)

Test	Kademeler	0-100 skalasında başarı puanı
MPYKT	Birinci kademe	10.18 (düşük)
	İkinci kademe	16.05 (düşük)
	Genel	13.81 (düşük)

Tablo 2'de görüldüğü üzere birinci ve ikinci kademe öğrencilerinin MPYKT başarı puanı ortalamaları düşük düzeyde olup,

maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanlışlarına sahiptirler. Araştırmanın ikinci alt probleminin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin buldukları sınıfa bağlı olarak MPYKT başarıları değişmekte midir? Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen Null hipotezi 2 tek faktörlü varyans analizi ile test edilmiş, analiz sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

**Null hipotezi 2:  $H_0$  :** Öğrencilerin buldukları sınıfa bağlı olarak MPYKT başarıları değişmemektedir.

Tablo 3. MPYKT'nin puan ortalamalarının sınıflara göre tek faktörlü varyans analizi ile karşılaştırılması  
(Table 3. Comparing the score averages of the CT-PBSM by one-way ANOVA according to the grades)

Test	Varyansın Kaynağı	Kareler Toplamı	sd	Kareler Ortalaması	F	p
MPYKT	Gruplararası	16.01	4	4.00	4.45	.00
	Gruplarıçi	245.39	273	0.89		
	Toplam	261.39	277			

Tablo 3'te görüldüğü gibi analiz sonuçları, öğrencilerin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması arasında buldukları sınıf bakımından anlamlı bir fark olduğunu göstermektedir [ $F_{(4-273)}=4.45$ ,  $p<.05$ ]. Tablo 3'ten elde edilen hipotez testi sonuçları göz önünde bulundurularak Null hipotezi 2 reddedilmiştir. Sınıflar arasındaki farkın hangi sınıflar arasında olduğunu bulmak için yapılan Tamhane testinin sonuçlarına göre, sadece 5. sınıf ile 8. sınıf öğrencilerinin başarıları arasında anlamlı bir farklılık bulunmuştur.

Sınıflarına göre öğrencilerin MPYKT başarı puanları 0-100 skalasında değerlendirilmiş ve sonuçlar Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4. Sınıflara göre 0-100 skalasında MPYKT puanları  
(Table 4. CT-PBSM scores according to the grade within 0 - 100 scale)

Test	Sınıflar	0-100 skalasında başarı puanı
MPYKT	4. sınıf	11.54 (düşük)
	5. sınıf	8.89 (düşük)
	6. sınıf	13.68 (düşük)
	7. sınıf	11.15 (düşük)
	8. sınıf	22.22 (düşük)
	Genel	13.81 (düşük)

Tablo 4'teki sonuçlara göre öğrencilerin MPYKT başarıları düşük seviyede olup, 8. sınıf öğrencilerinin başarıları diğer sınıflara göre daha yüksektir. Araştırmanın üçüncü alt probleminin ifadesi aşağıdaki gibidir:

Öğrencilerin cinsiyetlerine bağlı olarak MPYKT başarıları değişmekte midir? Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen Null hipotezi 3 ilişkisiz örneklem t-Testi ile test edilmiş, analiz sonuçları Tablo 5'te sunulmuştur.

**Null hipotezi 3:  $H_0$ :** Öğrencilerin cinsiyetlerine bağlı olarak MPYKT başarıları değişmemektedir.

Tablo 5. MPYKT'nin puan ortalamalarının cinsiyete göre ilişkisiz örneklem t testi ile karşılaştırılması  
(Table 5. Comparing the score averages of the CT-PBSM by independent sample t-test according to the gender)

Test	Cinsiyet	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p
MPYKT	Kız	124	0.72	0.95	276	0.42	0.68
	Erkek	154	0.67	0.99			

Tablo 5'teki sonuçlara göre öğrencilerin MPYKT başarıları cinsiyetlerine göre anlamlı bir farklılık göstermemektedir [ $t_{(276)}=0.42$ ,  $p>.05$ ]. Analiz sonuçlarına göre Null hipotezi 3 reddedilmemiştir. Tarama grubunu oluşturan 278 öğrenciye ait hipotez testi sonuçlarına göre, öğrencilerin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili başarı seviyeleri düşük olup, kavram yanlışlarına sahiptirler. Öğrencilerin öğretim düzeyleri ve sınıflarına bağlı olarak MPYKT başarı puanları değişirken, kız ve erkek öğrencilerin başarıları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmamıştır. Tarama grubunu oluşturan öğrencilerin MPYKT'den elde edilen kavram yanlışları sınıflarına göre soru bazında değerlendirilerek, betimsel istatistik analiz sonuçları sunulmuştur. Öğrencilerin 1. soruya verdikleri yanıtların betimsel istatistik analiz sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6. Birinci soruya verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları  
(Table 6. The results of the descriptive analysis to the responses given first question)

Sınıf	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8
4 (n=52)	9 %17.30	12 %23.10	8 %15.40	9 %17.30	4 %7.70	2 %3.80	7 %13,5	1 %1,9
5 (n=54)	10 %18.50	12 %22.20	8 %14.80	5 %9.30	5 %9.30	4 %7.40	6 %11.10	4 %7.40
6 (n=57)	10 %17.50	17 %29.80	12 %21.10	5 %8.80	3 %5.30	3 %5.30	4 %7.00	3 %5.30
7 (n=52)	11 %21.20	9 %17.30	7 %13.50	5 %9.60	6 %11.50	0	9 %17.30	5 %9.60
8 (n=63)	18 %28.60	17 %27.00	13 %20.60	5 %7.90	3 %4.80	4 %6.30	1 %1.60	2 %3.20
Toplam (n=278)	58 %20.86	67 %24.10	48 %17.27	29 %10.43	21 %7.55	13 %4.68	27 %9.71	15 %5.40

Birinci soruda öğrencilerden kömür parçasına bir çekiç ile vurulduğunda, kömürü oluşturan karbon atomlarından birinin son durumunu, verilen şekiller içerisinde seçmeleri istenmiştir. Öğrencilere verilen seçeneklerdeki şekiller:

- K1: Karbon atomu, irili ufaklı yuvarlaklar parçalara ayrılır.  
K2: Karbon atomu, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.  
K3: Karbon atomu ezilir.  
K4: Karbon atomu, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.  
K5: Karbon atomu, çekiçle vurulunca ısınır ve genişler.  
K6: Karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.  
K7: Karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür.  
K8: Karbon atomunun önce şekli bozulur. Sonra futbol topu gibi esneyerek ilk halini alır.

Tablo 6'da görüldüğü üzere örneklemin %4.68'i soruya doğru yanıt verebilmiştir. Örneklemin %95.32'si ise kömüre çekiç ile vurulduğunda, karbon atomunun şeklinde değişiklik olacağı yönünde kavram yanlışlığına sahiptir. Sınıf düzeyinde 4. sınıf öğrencilerinin %3.80'i, 5. sınıf öğrencilerinin %7.40'ı, 6. sınıf öğrencilerinin %5.30'u, 8. sınıf



öğrencilerinin %6.30'u soruya doğru yanıt verebilmiş, 7. sınıf öğrencilerinin tamamı soruyu yanlış cevaplamıştır. Öğrencilerin 2. soruya verdikleri yanıtların betimsel istatistik analiz sonuçları Tablo 7'de sunulmuştur.

Tablo 7. İkinci soruya verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları  
(Table 7. The results of the descriptive analysis to the responses given second question)

Sınıf	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8
4 (n=52)	7 %13.50	12 %23.10	9 %17.30	6 %11.50	6 %11.50	7 %13.50	5 %9.60	0
5 (n=54)	11 %20.40	13 %24.10	11 %20.40	8 %14.80	4 %7.40	3 %5.60	4 %7.40	0
6 (n=57)	5 %8.80	13 %22.80	17 %29.80	7 %12.30	10 %17.50	3 %5.30	1 %1.80	1 %1.80
7 (n=52)	4 %7.70	3 %5.80	9 %17.30	8 %15.40	18 %34.60	6 %11.50	4 %7.70	0
8 (n=63)	10 %15.90	11 %17.50	11 %17.50	8 %12.70	16 %25.40	3 %4.80	4 %6.30	0
Toplam (n=278)	37 %13.31	52 %18.71	57 %20.50	37 %13.31	54 %19.42	22 %7.91	18 %6.47	1 %0.36

İkinci soruda öğrencilerden toplu iğneye çekiç ile vurulduğunda, toplu iğneyi oluşturan demir atomlarından birinin son durumunu seçeneklerdeki şekillerden seçmeleri istenmiştir. Öğrencilere verilen seçeneklerdeki şekiller:

D1: Çekiçle vurulunca demir atomu ısınır ve genişler.

D2: Demir atomu irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır.

D3: Demir atomu ezilir ve yassılaştır.

D4: Demir atomu cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.

D5: Demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz.

D6: Demir atomu, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır.

D7: Demir atomunun şekli önce bozulur sonra esneyerek ilk halini alır.

D8: Demir atomundan bazı parçalar kopar ve demir atomu küçülür.

Tablo 7'deki analiz sonuçlarına göre örneklemin %19.42'si soruya doğru yanıt verebilirken, örneklemin %80,58'ikavram yanlışlığına sahiptir. Sınıf düzeyinde 4. sınıf öğrencilerinin %11.50'si, 5. sınıf öğrencilerinin %7.40'ı, 6. sınıf öğrencilerinin %17.50'si, 7. sınıf öğrencilerinin %34.60'ı, 8. sınıf öğrencilerinin %25.40'ı soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğrencilerin 3. soruya verdikleri yanıtların betimsel istatistik analiz sonuçları Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Üçüncü soruya verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları  
(Table 8. The results of the descriptive analysis to the responses given third question)

Sınıf	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7
4 (n=52)	11 %21.20	7 %13.50	15 %28.80	6 %11.50	6 %11.50	5 %9.60	2 %3.80
5 (n=54)	12 %22.20	11 %20.40	12 %22.20	6 %11.10	3 %5.60	5 %9.30	5 %9.30
6 (n=57)	4 %7.00	14 %24.60	13 %22.80	10 %17.50	6 %10.50	6 %10.50	4 %7.00
7 (n=52)	7 %13.50	10 %19.20	12 %23.10	10 %19.20	2 %3.80	6 %11.50	5 %9.60
8 (n=63)	4 %6.30	17 %27.00	10 %15.90	9 %14.30	12 %19.00	7 %11.10	4 %6.30
Toplam (n=278)	38 %13.67	59 %21.22	62 %22.30	41 %14.75	29 %10.43	29 %10.43	20 %7.19



Üçüncü soruda öğrencilerden naftalinin tüp içerisinde ısıtılıp eritilmesi durumunda, naftalini oluşturan moleküllerden birinin son durumunu şekiller içerisinde seçmeleri istenmiştir. Öğrencilere verilen seçeneklerdeki şekiller:

N1: Naftalin molekülü erir, akar.

N2: Naftalin molekülü irili ufaklı yuvarlaklara bölünür.

N3: Naftalin molekülü cam kırıkları gibi irili ufaklı şekilsiz parçalara ayrılır.

N4: Naftalin molekülü ısının etkisiyle genişler, büyür.

N5: Naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz.

N6: Naftalin molekülü bazıları yuvarlak bazıları şekilsizparçalara ayrılır.

N7: Naftalin molekülünün üzerinden ısının etkisiyle bazı parçalar uçar, molekül küçülür.

Tablo 8'deki istatistiksel analiz sonuçlarına göre örneklemin %10.43'ü soruya doğru yanıt verirken, örneklemin %89.57'si naftalinin erimesi ile naftalini oluşturan moleküllerin de değişime uğrayacağını düşünmektedir. Sınıf düzeyinde 4. sınıf öğrencilerinin %11.50'si, 5. sınıf öğrencilerinin %5.60'ı, 6. sınıf öğrencilerinin %10.50'si, 7. sınıf öğrencilerinin %3.80'i, 8. sınıf öğrencilerinin %19.00'ü soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğrencilerin 4. soruya verdikleri yanıtların betimsel istatistik analiz sonuçları Tablo 9'da sunulmuştur.

Tablo 9. Dördüncü soruya verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları  
(Table 9. The results of the descriptive analysis to the responses given fourth question)

Sınıf	H1	H2	H3	H4	H5	H6	H7	H8	H9	H10
4	7 %13.50	4 %7.70	8 %15.40	7 %13.50	7 %13.50	4 %7.70	6 %11.50	3 %5.80	4 %7.70	2 %3.80
5	10 %18.50	6 %11.10	7 %13.00	5 %9.30	4 %7.40	3 %5.60	4 %7.40	2 %3.70	11 %20.40	2 %3.70
6	2 %3.50	3 %5.30	7 %12.30	8 %14.00	9 %15.80	7 %12.30	9 %15.80	3 %5.30	6 %10.50	3 %5.30
7	4 %7.70	5 %9.60	6 %11.50	5 %9.60	1 %1.90	5 %9.60	6 %11.50	5 %9.60	10 %19.20	5 %9.60
8	4 %6.30	3 %4.80	4 %6.30	1 %1.60	2 %3.20	0 %0.00	23 %36.50	2 %3.20	17 %27.00	7 %11.10
Top.	27 %9.71	21 %7.55	32 %11.51	26 %9.35	23 %8.27	19 %6.83	48 %17.27	15 %5.40	48 %17.27	19 %6.83

Dördüncü soruda öğrencilerden hızla giden bir uçak, otomobil, tren gibi araçların havadaki bir azot molekülüne, diğer moleküllerle birlikte çarpması durumunda, azot molekülünün son durumunu seçeneklerdeki şekiller arasından seçmeleri istenmiştir. Öğrencilere verilen seçeneklerdeki şekiller:

H1: Uçağın azot molekülüne sürtünmesi sonucu, molekül ısınır ve genişler, yani büyür.

H2: Azot molekülünden bazı parçalar kopar ve azot molekülü küçülür.

H3: Azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır.

H4: Azot molekülü cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır.

H5: Azot molekülü bazıları yuvarlak, bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır.

H6: Azot molekülü ezilir.

H7: Azot molekülü uçağın çarpmasından etkilenmez. Azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz.

H8: Uçak çarpınca azot molekülünün önce şekli bozulur, sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır.



H9: Azot molekülüne uçağın keskin yeri, örneğin kanatları, pervanesi çarparsa, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır.  
H10: Azot molekülüne, uçağın sivri yeri çarparsa molekül delinir.

Tablo 9'daki istatistiksel analiz sonuçlarına göre örneklemin %17.27'si soruya doğru yanıt verirken, örneklemin %82.73'ü ise uçağın azot molekülüne çarpması sonucu, molekülün şeklinin değişeceği şeklindeki bir kavram yanılgısı içindedir. Sınıf düzeyinde 4. sınıf öğrencilerinin %11.50'si, 5. sınıf öğrencilerinin %7.40'ı, 6. sınıf öğrencilerinin %15.80'i, 7. sınıf öğrencilerinin %11.50'si, 8. sınıf öğrencilerinin %36.50'si soruyu doğru yanıtlamıştır. Öğrencilerin 5. soruya verdikleri yanıtların betimsel istatistik analiz sonuçları Tablo 10'da sunulmuştur.

Tablo 10. Beşinci soruya verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları  
(Table 10. The results of the descriptive analysis to the responses given fifth question)

Sınıf	C1	C2	C3	C4	C5
4 (n=52)	11 %21.20	17 %32.70	7 %13.50	11 %21.20	6 %11.50
5 (n=54)	13 %24.10	15 %27.80	9 %16.70	9 %16.70	8 %14.80
6 (n=57)	7 %12.30	17 %29.80	12 %21.10	11 %19.30	10 %17.50
7 (n=52)	11 %21.20	14 %26.90	11 %21.20	3 %5.80	13 %25.00
8 (n=63)	16 %25.40	13 %20.60	9 %14.30	14 %22.20	11 %17.50
Toplam (n=278)	58 %20.86	76 %27.34	48 %17,27	48 %17.27	48 %17.27

Beşinci soruda öğrencilerden, katı halde bulunan civanın önce ısıtılarak eritilmesi ardından ise buharlaştırılması durumunda, civayı oluşturan moleküllerden birinin son durumunu, verilen seçeneklerdeki şekillerin arasından seçmeleri istenmiştir. Öğrencilere verilen seçeneklerdeki şekiller:

- C1: Sıvı hali oluşturan molekül eriyerek şekli değişir, gaz hali oluşturan molekülün şekli ise daha da bozulur.  
C2: Sıvı hali oluşturan molekül küçük parçalara ayrılır, gaz hali oluşturan molekül ise daha da küçük parçalara ayrılır.  
C3: Sıvı hali oluşturan molekül küçülür, gaz hali oluşturan molekül ise daha da küçülür.  
C4: Sıvı ve gaz halini oluşturan molekül, katı halini oluşturan molekülle aynı büyüklüktedir.  
C5: Sıvı civa içindeki molekül büyür, gaz civa içindeki molekül daha da büyür.

Tablo 10'daki analiz sonuçlarına göre örneklemin %17.27'si soruya doğru yanıt verirken, örneklemin %82.73'ü sıvı ve gaz haldeki civa içindeki bir civa molekülünün şeklinin değişeceğini düşünmektedir. Sınıf düzeyinde 4. sınıf öğrencilerinin %21.20'si, 5. sınıf öğrencilerinin %16.70'i, 6. sınıf öğrencilerinin %19.30'u, 7. sınıf öğrencilerinin %5.80'i, 8. sınıf öğrencilerinin %22.20'si soruya doğru yanıt verebilmiştir. Öğrencilerin MPYKT'deki tüm sorulara verdikleri yanıtlara yönelik yapılan betimsel analiz sonuçları Tablo 11'de sunulmuştur.

Tablo 11. MPYKT'nin tamamına verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları

(Table 11. The results of the descriptive analysis to the responses given all of the CT-PBSM)

Doğru Cevap Sayısı	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde Değeri
0	149	53.60
1	88	31.70
2	30	10.80
3	5	1.80
4	1	0.40
5	5	1.80

Tablo 11'deki analiz sonuçlarına göre örneklemin %1.80'i tüm sorulara doğru yanıt verebilmiştir. Geriye kalan %98.20'si ise maddedeki fiziksel değişimlerin, atom ve molekülleri parçalayarak değişime uğratacağını düşünmektedir. Öğretim düzeyi temelinde öğrencilerin MPYKT'deki sorulara verdikleri yanıtlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Analiz sonuçları Tablo 12'de sunulmuştur.

Tablo 12. Öğretim düzeyi temelinde MPYKT'ye verilen yanıtların betimsel analiz sonuçları

(Table 12. The results of the descriptive analysis to the responses given the CT-PBSM on the basis education level)

Öğretim Düzeyi	Doğru Cevap Sayısı	Öğrenci Sayısı (n)	Yüzde Değeri
Birinci kademe (n=106)	0	64	60.40
	1	30	28.30
	2	12	11.30
İkinci kademe (n=172)	0	85	49.40
	1	58	33.70
	2	18	10.50
	3	5	2.90
	4	1	0.60
	5	5	2.90

Tablo 12'deki analiz sonuçlarına göre öğretim düzeyi temelinde birinci kademe öğrencilerinin tamamı, ikinci kademe öğrencilerinin %97'si fiziksel etkenlerin atom ve moleküllerin şeklini değiştirebileceğini düşünmektedir. Tarama grubu içinden seçilen ve deney grubunu oluşturan 166 ilköğretim öğrencisinde söz konusu problem durumu tekrar ele alınmıştır. Deney grubunda 3 hafta boyunca MPYKT'deki kavramlara yönelik, modele dayalı aktivitelerle ders sunumu yapılmıştır. Ders sunumundan sonra MPYKT deney grubuna son test olarak uygulanmıştır. Deney grubuna ait istatistiksel analiz sonuçları aşağıda sunulmuştur. Araştırmanın dördüncü alt probleminin ifadesi aşağıdaki gibidir: İlköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı aktivitelerin anlamlı bir etkisi var mıdır? Bu soruya cevap bulabilmek için aşağıda ifadesi verilen Null hipotezi 4, ilişkili örneklem için t-Testi kullanılarak test edilmiştir.

**Null Hipotezi 4:**  $H_0$  : İlköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı aktivitelerin anlamlı bir etkisi yoktur. Dördüncü sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarının modellemeye dayalı aktivitelerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t-Testi kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 13'te sunulmuştur.

Tablo 13. Modellemeye dayalı aktivitelerin 4. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarına etkisinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılması

(Table 13. The comparison of the effect of the model based activities on the CT-PBSM results of the 4<sup>th</sup> grade students by paired sample t-test)

Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim %
MPYKT-öntest	32	0.63	0.83	31	11.34	.00	376.00
MPYKT-sontest	32	3.00	1.14				

Tablo 13'teki sonuçlara göre 4. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [ $t_{(31)}=11.34$ ,  $p<.05$ ]. Öğrencilerinin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ( $\bar{X}=0.63$ ), 100 üzerinden 12.60 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ortalaması ( $\bar{X}=3.00$ ), 100 üzerinden 60.00 (orta) puana yükselmiştir. 4. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda %376.00 olduğunu görürüz. 5. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarının modellemeye dayalı aktivitelerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t-Testi kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 14'te sunulmuştur.

Tablo 14. Modellemeye dayalı aktivitelerin 5. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarına etkisinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılması

(Table 14. The comparison of the effect of the model based activities on the CT- PBSM results of the 5<sup>th</sup> grade students by paired sample t-test)

Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim %
MPYKT-öntest	34	0.47	0.71	33	11.01	.00	525.00
MPYKT-sontest	34	2.94	1.37				

Tablo 14'teki sonuçlara göre 5. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [ $t_{(33)}=11.01$ ,  $p<.05$ ]. 5. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ( $\bar{X}=0.47$ ), 100 üzerinden 9.40 (düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ortalaması ( $\bar{X}=2.94$ ), 100 üzerinden 58.80 (orta) puana yükselmiştir. 5. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %525.00 oranında arttığını görürüz. 6. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarının modellemeye dayalı aktivitelerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklem için t-Testi kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 15'te sunulmuştur.

Tablo 15. Modellemeye dayalı aktivitelerin 6. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarına etkisinin ilişkili örneklem t-testi ile karşılaştırılması

(Table 15. The comparison of the effect of the model based activities on the CT- PBSM results of the 6<sup>th</sup> grade students by paired sample t-test)

Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim %
MPYKT-öntest	32	0.75	1.24	31	13.17	.00	412.00
MPYKT-sontest	32	3.84	0.92				

Tablo 15'teki sonuçlara göre 6. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [ $t_{(31)}=13.17$ ,  $p<.05$ ]. 6. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den

aldıkları puanların ortalaması ön testte ( $\bar{X}=0.75$ ), 100 üzerinden 15.00(düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ortalaması ( $\bar{X}=3.84$ ), 100 üzerinden 76.80(yüksek) puana yükselmiştir. 6. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %412.00 oranında arttığını görürüz. 7. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarının modellemeye dayalı aktivitelerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklemeler için t-Testi kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 16'da sunulmuştur.

Tablo 16. Modellemeye dayalı aktivitelerin 7. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarına etkisinin ilişkili örneklemeler t-testi ile karşılaştırılması

(Table 16. The comparison of the effect of the model based activities on the CT-PBSM results of the 7<sup>th</sup> grade students by paired sample t-test)

Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim %
MPYKT-öntest	33	1.58	1.95	32	8.75	.00	140.00
MPYKT-sontest	33	3.79	1.24				

Tablo 16'daki sonuçlara göre 7. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [ $t_{(32)}=8.75$ ,  $p<.05$ ]. 7. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ( $\bar{X}=1.58$ ), 100 üzerinden 31.60(düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ortalaması ( $\bar{X}=3.79$ ), 100 üzerinden 75.80(yüksek) puana yükselmiştir. 7. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %140.00 oranında arttığını görürüz. 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarının modellemeye dayalı aktivitelerden önce ve sonra nasıl değiştiği, ilişkili örneklemeler için t- testi kullanılarak test edilmiştir. Test sonuçları Tablo 17'de sunulmuştur.

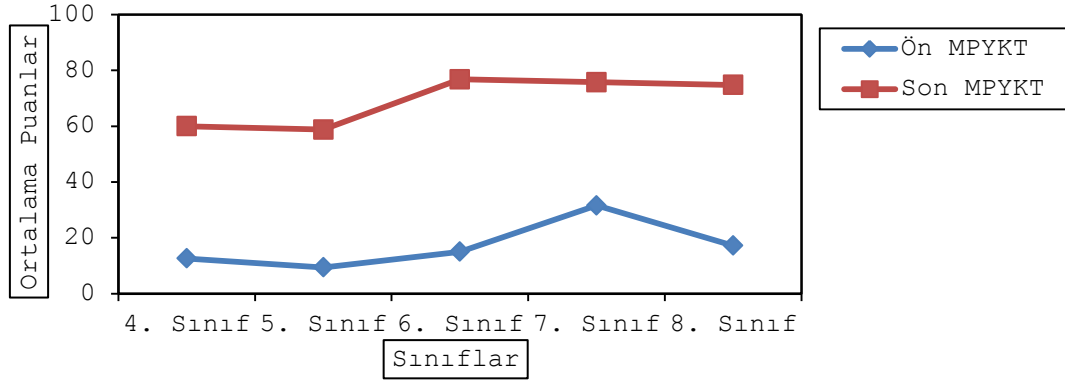
Tablo 17. Modellemeye dayalı aktivitelerin 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarına etkisinin ilişkili örneklemeler t-testi ile karşılaştırılması

(Table 17. The comparison of the effect of the model based activities on the CT- PBSM results of the 8<sup>th</sup> grade students by paired sample t-test)

Test	N	$\bar{X}$	s	sd	t	p	Değişim %
MPYKT-öntest	35	0.86	1.17	34	14.44	.00	335.00
MPYKT-sontest	35	3.74	1.07				

Tablo 17'deki sonuçlara göre 8. sınıf öğrencilerinin ön MPYKT başarıları ile son MPYKT başarıları arasında anlamlı bir fark bulunmaktadır [ $t_{(34)}=14.44$ ,  $p<.05$ ]. 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den aldıkları puanların ortalaması ön testte ( $\bar{X}=0.86$ ), 100 üzerinden 17.20(düşük) puan iken, modellemeye dayalı öğretimden sonra ortalaması ( $\bar{X}=3.74$ ), 100 üzerinden 74.80(yüksek) puana yükselmiştir. 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT başarılarındaki artışı yüzde olarak hesapladığımızda, başarılarının %335.00 oranında arttığını görürüz. Tablo 13, 14, 15, 16 ve 17'deki analiz sonuçlarına göre, ilköğretim 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerindeki maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili kavram yanılgılarının giderilmesinde, araştırmada kullanılan modellemeye dayalı aktivitelerin istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi vardır. Dolayısıyla Null hipotezi 4 reddedilmiştir. 4., 5., 6., 7. ve 8. sınıf öğrencilerinin MPYKT'den elde ettikleri

başarı puanları 100 puan üzerinden değerlendirilerek, ön ve son testlere ilişkin başarı değişimi grafiği Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Modellemeye dayalı aktivitelerin MPYKT başarısına etkisi  
(Figure 1. The effect of the model based activities on the CT- PBSM results)

Modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları her soru için belirlenerek analiz sonuçları sunulmuştur. 4. sınıf öğrencilerinin modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının giderilme oranları Tablo 18'de sunulmuştur.

Tablo 18. 4. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilme oranları  
(Table 18. The rates of elimination of the 4<sup>th</sup> grade students' misconceptions)

Sorular	Önceki Başarı Yüzdesi	Aktivite Sonrası Başarı Yüzdesi	Kavram Yanlışlarının Giderilme Oranı
1. Soru	1 %3.10	23 %71.90	%68.80
2. Soru	3 %9.40	18 %56.30	%46.90
3. Soru	4 %12.50	20 %62.50	%50.00
4. Soru	4 %12.50	17 %53.10	%40.60
5. Soru	8 %25.00	17 %53.10	%28.10
Ortalama Doğru Cevap Yüzdesi	%12.50	%59.40	%46.90
Tüm Sorulara Doğru Cevap Verenlerin Yüzdesi	%0	%9.40	%9.40

Tablo 18 incelendiğinde deney grubundaki 32 öğrenciden oluşan 4. sınıfa uygulanan MPYKT'de öğrenci başarısı 1. soru için %3.10, 2. soru için %9.40, 3. soru için %12,50, 4. soru için %12.50 ve 5. soru için %25.00'dir. Bu 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi %12.50'dir. Modellemeye dayalı aktivite uygulandıktan sonraki öğrenci başarısı ise 1. soru için %71.90'a, 2. soru için %56.30'a, 3. soru için %62.50'ye, 4. soru için %53.10'a, 5. soru için %53.10'a yükselmiştir. 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi ise %59.40'a çıkmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları 1. soru için %68.80, 2. soru için %46.90, 3. soru için %50.00, 4. soru için %40.60, 5. soru için %28.10 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışlarının ortalama giderilme oranı %46.90, tüm sorular için kavram yanlışlarının giderilme oranı ise %9.40 olarak bulunmuştur. 5. sınıf öğrencilerinin modele dayalı

aktivitelerle işlenen dersten sonra maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının giderilme oranı Tablo 19'da sunulmuştur.

Tablo 19. 5. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilme oranları  
(Table 19. The rates of elimination of the 5<sup>th</sup> grade students' misconceptions)

Sorular	Önceki Başarı Yüzdesi	Aktivite Sonrası Başarı Yüzdesi	Kavram Yanlışlarının Giderilme Oranı
1. Soru	3 %8.80	19 %55.90	%47.10
2. Soru	5 %14.70	22 %64.70	%50.00
3. Soru	1 %2.90	19 %55.90	%53.00
4. Soru	2 %5.90	16 %47.10	%41.20
5. Soru	5 %14.70	24 %70.60	%55.90
Ortalama Doğru Cevap Yüzdesi	%9.40	%58.84	%49.44
Tüm Sorulara Doğru Cevap Verenlerin Yüzdesi	0	%8.80	%8.80

Tablo 19 incelendiğinde deney grubundaki 34 öğrenciden oluşan 5. sınıfa uygulanan MPYKT'de öğrenci başarısı 1. soru için %8.80, 2. soru için %14.70, 3. soru için %2,90, 4. soru için %5.90 ve 5. soru için %14.70'tir. Bu 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi %9.40'tır. Modellemeye dayalı aktivite uygulandıktan sonraki öğrenci başarısı ise 1. soru için %55.90'a, 2. soru için %64.70'e, 3. soru için %55.90'a, 4. soru için %47.10'a, 5. soru için %70.60'a yükselmiştir. 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi ise %58.84'e çıkmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları 1. soru için %47.10, 2. soru için %50.00, 3. soru için %53.00, 4. soru için %41.20, 5. soru için %55.90 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışlarının ortalama giderilme oranı %49.44, tüm sorular için kavram yanlışlarının giderilme oranı ise %8.80 olarak bulunmuştur. 6. sınıf öğrencilerinin modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının giderilme oranı Tablo 20'de sunulmuştur.

Tablo 20 incelendiğinde deney grubundaki 32 öğrenciden oluşan 6. sınıfa uygulanan MPYKT' de öğrenci başarısı 1. soru için %21.90, 2. soru için %25.00, 3. soru için %6,30, 4. soru için %9.40 ve 5. soru için %12.50'dir. Bu 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi %15.02'dir. Modellemeye dayalı aktivite uygulandıktan sonraki öğrenci başarısı ise 1. soru için %78.10'a, 2. soru için %75.00'e, 3. soru için %78.10'a, 4. soru için %84.40'a, 5. soru için %68.80'e yükselmiştir. 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi ise %76.90'a çıkmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları 1. soru için %56.20, 2. soru için %50.00, 3. soru için %71.80, 4. soru için %75.00, 5. soru için %56.30 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışlarının ortalama giderilme oranı %61.88, tüm sorular için kavram yanlışlarının giderilme oranı ise %25.00 olarak bulunmuştur. 7. sınıf öğrencilerinin modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının giderilme oranı Tablo 21'de sunulmuştur.



Tablo 20. 6. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilme oranları  
(Table 20. The rates of elimination of the 6<sup>th</sup> grade students' misconceptions)

Sorular	Önceki Başarı Yüzdesi	Aktivite Sonrası Başarı Yüzdesi	Kavram Yanlışlarının Giderilme Oranı
1. Soru	7 %21.90	25 %78.10	%56.20
2. Soru	8 %25.00	24 %75.00	%50.00
3. Soru	2 %6.30	25 %78.10	%71.80
4. Soru	3 %9.40	27 %84.40	%75.00
5. Soru	4 %12.50	22 %68.80	%56.30
Ortalama Doğru Cevap Yüzdesi	%15.02	%76.90	%61.88
Tüm Sorulara Doğru Cevap Verenlerin Yüzdesi	%3.10	%28.10	%25.00

Tablo 21. 7. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilme oranları  
(Table 21. The rates of elimination of the 7<sup>th</sup> grade students' misconceptions)

Sorular	Önceki Başarı Yüzdesi	Aktivite sonrası Başarı Yüzdesi	Kavram Yanlışlarının Giderilme Oranı
1. Soru	12 %36.40	31 %93.90	%57.50
2. Soru	11 %33.30	18 %54.50	%21.20
3. Soru	6 %18.20	21 %63.60	%45.40
4. Soru	14 %42.40	28 %84.80	%42.40
5. Soru	9 %27.30	27 %81.80	%54.50
Ortalama Doğru Cevap Yüzdesi	%31.50	%75.72	%44.22
Tüm Sorulara Doğru Cevap Verenlerin Yüzdesi	%15.20	%39.40	%24.20

Tablo 21 incelendiğinde deney grubundaki 32 öğrenciden oluşan 7. sınıfa uygulanan MPYKT' de öğrenci başarısı 1. soru için %36.40, 2. soru için %33.30, 3. soru için %18,20, 4. soru için %42.40 ve 5. soru için %27.30'dur. Bu 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi %31.50'dir. Modellemeye dayalı aktivite uyguladıktan sonraki öğrenci başarısı ise 1. soru için %93.90'a, 2. soru için %54.50'ye, 3. soru için %63.60'a, 4. soru için %84.80'e, 5. soru için %81.80'e yükselmiştir. 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi ise %75.72'ye çıkmıştır. Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları 1. soru için %57.50, 2. soru için %21.20, 3. soru için %45.40, 4. soru için %42.40, 5. soru için %54.50 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışlarının ortalama giderilme oranı %44.22, tüm sorular için kavram yanlışlarının giderilme oranı ise %24.20 olarak bulunmuştur. 8. sınıf öğrencilerinin modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili var olan kavram yanlışlarının giderilme oranı Tablo 22'de sunulmuştur.

Tablo 22. 8. sınıf öğrencilerinin kavram yanlışlarının giderilme oranları  
(Table 22. The rates of elimination of the 8<sup>th</sup> grade students' misconceptions)

Sorular	Önceki Başarı Yüzdesi	Aktivite sonrası Başarı Yüzdesi	Kavram Yanlışlarının Giderilme Oranı
1. Soru	7 %20.00	33 %94.30	%74.30
2. Soru	8 %22.90	26 %74.30	%51.40
3. Soru	3 %8.60	23 %65.70	%57.10
4. Soru	8 %22.90	23 %65.70	%42.80
5. Soru	5 %14.30	26 %74.30	%60.00
Ortalama Doğru Cevap Yüzdesi	%17.70	%74.86	%57.16
Tüm Sorulara Doğru Cevap Verenlerin Yüzdesi	%0.00	%34.30	%34.30

Tablo 22 incelendiğinde deney grubundaki 35 öğrenciden oluşan 8. sınıfa uygulanan MPYKT' de öğrenci başarısı 1. soru için %20.00, 2. soru için %22.90, 3. soru için %8,60, 4. soru için %22.90 ve 5. soru için %14.30'dur. Bu 5 soru için ortalama doğru cevap yüzdesi %17.70'dir. Modellemeye dayalı aktivite uygulandıktan sonraki öğrenci başarısı ise 1. soru için %94.30'a, 2. soru için %74.30'a, 3. soru için %65.70'e, 4. soru için %65.70'e, 5. soru için %74.30'a yükselmiştir. Öğrencilerin kavram yanlışlarının giderilme oranları 1. soru için %74.30, 2. soru için %51.40, 3. soru için %57.10, 4. soru için %42.80, 5. soru için %60.00 olarak bulunmuştur. Kavram yanlışlarının ortalama giderilme oranı %57.16, tüm sorular için kavram yanlışlarının giderilme oranı ise %34.30 olarak bulunmuştur.

## 6. SONUÇ VE ÖNERİLER (CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS)

Bu çalışmanın amacı ilköğretim öğrencilerinin maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili başarı düzeylerini belirlemek ve bu konudaki kavram yanlışlarını gidermede, modele dayalı aktivitelerin etkisini araştırmaktır. Betimsel istatistik sonuçlarına göre, örneklemin sadece %1.80'i (n=5), fiziksel etkenlerin atom ve moleküllerin şekli üzerinde etkili olamayacağını ifade etmiştir. %98.20'si (n=273), fiziksel etkenlerin molekülleri parçalayabileceğini ifade etmiştir. Öğretim düzeyi temelinde, birinci kademe öğrencilerinin tamamı, ikinci kademe öğrencilerinin %97'si, fiziksel etkenlerin atom ve moleküllerin şeklini değiştirebileceğini belirtmişlerdir. Araştırma sonuçları öğrencilerin maddenin dış yapısında meydana gelen makroskopik değişimlerin, maddeyi oluşturan atom ve molekülleri yani mikroskopik yapıyı da değiştireceği şeklindeki kavram yanlışlarına sahip olduklarını göstermiştir. Literatürde yer alan çok sayıda araştırmada da benzer sonuçlara rastlanmıştır [4, 7, 9, 11, 12, 17, 20, 22, 35 ve 38].

Tarama grubunu oluşturan 278 öğrenci içinden seçilen deney grubunda modele dayalı aktivitelerle işlenen dersten sonra, öğrencilerin maddenin makroskopik boyuttaki değişimleri mikroskopik boyuta genellemelerinden kaynaklanan kavram yanlışlarının giderildiği tespit edilmiştir. Ancak kavram yanlışlarının %100 giderilemediği de araştırmanın sonuçları arasındadır. Bu sonuç literatürde yer alan



diğer araştırma sonuçları ile de örtüşmektedir [1, 5, 10, 26, 35, 45, 55 ve 60].

Deney grubunda uygulanan modele dayalı aktivitelerin en önemli özelliği, öğrencilere atom ve molekül kavramları anlatılırken günlük hayattan bilinen kömür, toplu iğne, naftalin gibi maddelerin kullanılmasıdır. Böylelikle pahalı olmayan ve genellikle herkesin evinde bulunabilen maddelerle anlatılan derste, öğrencilerin atom ve molekül kavramlarını anlamlandırmaları sağlanmıştır. Aktivitelerde kullanılan maddelerin atom ya da moleküllerini temsil eden renkli boncuk modeller, öğrencilerin ilgisini çekmiş, modellere dokunarak etkileşimde bulunmuşlardır.

Etkili bir fen öğretiminin temelinde öğrencilerin ilgisini çekmek ve bunu öğretim süresince canlı tutmak yatar [38]. Bu araştırmada kullanılan modele dayalı aktivitelerde öğrencilerin günlük hayattan tanıdıkları kömür, naftalin, toplu iğne renkli boncuklar vb. maddeler kullanılarak onların ilgisinin çekilmesi sağlanmış ve öğrenciler bu aktiviteleri bizzat kendileri de yaparak daha etkili ve verimli bir öğretim gerçekleştirilmiştir.

Modelle gerçeği arasındaki farka dikkat çekilirse, kavram yanlışları büyük ölçüde önlenmiş olur [36]. Çalışmada öğrencilere gerçekte atom ya da moleküllerin, kullanılan boncuklar gibi renkli olmadıkları, en gelişmiş mikroskopla dahi görülemedikleri belirtilmiş, modelle gerçeği arasındaki fark vurgulanmıştır.

Araştırma sonuçlarının ışığında, bu çalışmada, program geliştiricilerine, fen öğretmen ve eğitimcilerine yönelik öneriler aşağıda sıralanmıştır:

- Maddenin parçacıklı yapısı ilköğretimdeki fen dersi ve ortaöğretimdeki kimya dersinin temel taşlarından biridir. Öğrenci maddenin parçacıklı yapısı konusunda kavram yanlışları düzeltilmeden diğer konuları (örn. hal değişimi, kimyasal tepkimeler, fiziksel-kimyasal değişme, vb.) öğrenmeye çalıştığında başka sorunlarla karşılaşabilecek ve daha farklı kavram yanlışları oluşabilecektir. Bu nedenle öğretmenler, öğrencilerde maddenin parçacıklı yapısı ile ilgili hangi kavram yanlışlarının bulunduğu öğrenmeli ve kendi öğretimlerini de bu kavram yanlışlarını önleyecek şekilde düzenlemelidirler. Öğretim ortamlarının düzenlenmesinde modele dayalı etkinliklere yer verilmeli, etkinliklere öğrencilerin bizzat katılımı sağlanmalıdır.
- Öğrencilere öğrendiklerini pekiştirme ve uygulama fırsatı verilmelidir. Bu şekilde öğrenci uygulama ile yaptığı tekrarlar ile öğrendiklerini pekiştirebilir. Nitekim modellemeye dayalı etkinlikler uygulanırken, öğrencilerin de bu aktivitelerle katılımı sağlanmış böylece öğrencilere öğrendiklerini pekiştirme olanağı tanınmıştır. Araştırmada kullanılan modele dayalı aktiviteler öğrencilerin bizzat öğretim faaliyetinin içine çekilmesini, dokunarak, modelle etkileşimde bulunarak öğrenmelerini sağlamıştır. Modele dayalı aktivitelerin kavram yanlışlarının giderilmesindeki olumlu etkisi de göz önünde bulundurulurken, fen öğretiminde daha etkin bir şekilde kullanılması sağlanmalıdır.

#### **KAYNAKLAR (REFERENCES)**

1. Adadan, E., (2006). Promoting high school students' conceptual understandings of the particulate nature of matter through multiple representations. Doctoral dissertation, The Ohio State University, United States of America.



2. Al-Balushi, S.M., (2003). Exploring omani pre-service science teachers' imagination at the microscopic level in chemistry, and their use of the particulate nature of matter in their explanation. Doctoral dissertation, Universty of Iowa, United States of America.
3. Al-Balushi, S.M., Ambusaidi, A.K., Al-Shuaili, A.H., and Taylor, N., (2012). Omani twelfth grade students' most common misconceptions in chemistry. *Science Education International*, 23(3).
4. Andersson, B., (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18(1), 53-85.
5. Ardaç, D. and Akaygün, S., (2004). Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students' understanding of chemical change. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), 317-337.
6. Ayas, A. ve Özmen, H., (2002). Lise kimya öğrencilerinin maddenin tanecikli yapısı kavramını anlama seviyelerine ilişkin bir çalışma. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 19 (2), 45-60.
7. Ayas, A., Özmen, H. ve Calik, M., (2010). Students' conceptions of the particulate nature of matter at secondary and tertiary level. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 8(1), 165-184.
8. Aydın, A. ve Altuk, Y.G., (2013). Turkish Science Student Teachers' Conceptions on the States of Matter. *International Education Studies*, 6(5).
9. Ayvaci, H.Ş. ve Çoruhlu, T.Ş., (2009). Fiziksel ve Kimyasal Değişim Konularındaki Kavram Yanılgılarının Düzeltilmesinde Açıklayıcı Hikaye Yönteminin Etkisi. *Ondokuz Mayıs University Journal of Education*, 28(1).
10. Barnea, N. and Dori, Y.J., (1996). Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching. *Journal of Chemical Information Computer Science*, 36(4), 629-636.
11. Ben-Zvi, R., Eylon, B., and Silberstein, J., (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
12. Boz, Y., (2006). Turkish pupils' conceptions of the particulate nature of matter. *Journal of Science Education and Technology*, 15(2), 203-213.
13. Büyüköztürk, Ş., (2004). Sosyal Bilimler İçin Veri Analizi El Kitabı (4. Baskı). Pegem A Yayıncılık, Ankara.
14. Cakmakci, G., (2010). Identifying alternative conceptions of chemical kinetics among secondary school and undergraduate students in Turkey. *Journal of chemical education*, 87(4), 449-455.
15. Çalış, S., (2010). The level of understanding of elementary education students' some chemistry subjects. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2(2), 4868-4871.
16. Canbazoğlu, S., Demirelli, H. ve Kavak, N., (2010). Investigation of the Relationship between Pre-service Science Teachers' Subject Matter Knowledge and Pedagogical Content Knowledge regarding the Particulate Nature of Matter. *Elementary Education Online*, 9(1), 275-291.
17. Canpolat, N., Pınarbaşı, T., Bayrakçeken, S. ve Geban, Ö., (2004). Kimyadaki bazı yaygın yanlış kavramalar. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 24 (1), 135-146.
18. Çökelez, A. ve Dumon, A., (2005). Atom and molecule: upper secondary school French student's representations in long-term



- memory. *Chemistry Education Research and Practice*, 6(3), 119-135.
19. Dindar, A., Bektaş, O. ve Çelik, A.Y., (2010). What are the Pre-service Chemistry Teachers' Explanations on Chemistry Topics?. *The International Journal of Research in Teacher Education*, 1, 32-41.
  20. Erdem, E., Yılmaz, A., Atav, E. ve Gücüm, B., (2004). Öğrencilerin madde konusunu anlama düzeyleri, kavram yanılgıları, fen bilgisine karşı tutumları ve mantıksal düşünme düzeylerinin araştırılması. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, (74-82).
  21. Gobert, J.D. and Buckley, B.C., (2000). Introduction to model-based teaching and learning in science education. *International Journal of Science Education*, 22(9), 891-894.
  22. Griffiths, A.K. and Preston K.R., (1992). Grade 12 students' misconceptions relating to fundamental characteristics of atoms and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(6), 611-628.
  23. Güneş, B., Gülçiçek, Ç. ve Bağcı, N., (2004). Eğitim fakültelerindeki fen ve matematik öğretim elemanlarının model ve modelleme hakkındaki görüşlerinin incelenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 1(1), 35-48.
  24. Haidar, A.H., (1988). A comparasion of applied and theoritical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Phd Thesis, The University of Oklahoma. Oklahoma, USA.*
  25. Haidar, A. H. and Abraham M. R., (1991). A comparasion of applied and theoritical knowledge of concepts based on the particulate nature of matter. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(10), 919-938.
  26. Hwang, B. and Chiu, S., (2004). The effect of a computer instructional model in bringing about a conceptual change in students' understanding of particulate concepts of gas, *The Forming Science and IT Education Conference, Rockhampton, Australia.*
  27. Ingham, A.M. and Gilbert, J.K., (1991). The use of analogue models by students of chemistry at higher education level. *The Journal of Science Education*, 13(2), 193-202.
  28. Johnson-Laird, P. N., (1983). *Mental models: towards a cognitive science of language, inference, and consciousness.* Cambridge University Press, USA.
  29. Karasar, N., (2005). *Bilimsel Araştırma Yöntemi (15. Baskı), Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.*
  30. Kaya, E., (2013). Argumentation Practices in Classroom: Pre-service teachers' conceptual understanding of chemical equilibrium. *International Journal of Science Education*, 35(7), 1139-1158.
  31. Kaya, G. ve Ergun, M., (2012). An Investigation of the Particulate Nature of Matter Unit according to Didactic Transposition Theory. *Ilkogretim Online*, 11(4).
  32. Kolomuç, A. ve Tekin, S., (2011). Chemistry Teachers' Misconceptions Concerning Concept of Chemical Reaction Rate. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*, 3(2), 84-101.
  33. Kottonau, J., (2011). An interactive computer model for improved student understanding of random particle motion and osmosis. *Journal of Chemical Education*, 88(6), 772-775.
  34. Kramer, E.M. and Myers, D.R., (2012). Five popular misconceptions about osmosis. *American Journal of Physics*, 80(8), 694-699.



35. Lee, O., Eichinger, D.C., Anderson, C.W., Berkheimer, G.D., and Blakeslee, T.D., (1993). Changing middle school students' conceptions of matter and molecules. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(3), 249-270.
36. Margel, H., Eylon, B. and Scherz, Z., (2004). "We actually saw atoms with our own eyes". Conceptions and convictions in using the scanning tunneling microscope in junior high school. *Journal of Chemical Education*, 81(4), 558-566.
37. Merritt J.D. and Krajcik J., (2008). Development of a learning progression for the particle model of matter. <http://www.fi.uu.nl/en/icls2008/438/paper438.pdf> adresinden 24.10.2010 tarihinde alınmıştır.
38. Meşeci, B., Tekin, S. ve Karamustafaoğlu, S., (2013). Maddenin Tanecikli Yapısıyla İlgili Kavram Yanılgılarının Tespiti. *Dicle Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9), 20-40.
39. Miller, L.S., (2008). Prospective elementary school teachers' understanding of the particulate nature of matter. Phd Thesis, Purdue University, USA.
40. Nakhleh, M.B., (1992). Why some students don't learn chemistry. *Journal of Chemical Education*, 69(3), 191-196.
41. Novick, S. and Nussbaum, J., (1978). Junior high school pupils' understanding of the particulate nature of matter: an interview study. *Science Education*, 62(3), 273-281.
42. Novick, S. and Nussbaum, J., (1981). Pupils' understanding of the particulate nature of matter: A cross-age study. *Science Education*, 65(2), 187-196.
43. Özmen, H., (2008). Determination of students' alternative conceptions about chemical equilibrium: A review of research and the case of Turkey. *Chemical Education Research Practice*, 9, 225-233.
44. Peşman, H. ve Eryılmaz, A., (2010). Development of a three-tier test to assess misconceptions about simple electric circuits. *The Journal of Educational Research*, 103 (3), 208-222.
45. Pideci, N., (2002). Öğrencilerin atom-molekül kavramlarına ilişkin yanılgıları. Yanılgıları gidermek üzere özel bir öğretim yönteminin geliştirilmesi ve değerlendirilmesi. Yüksek lisans tezi. Marmara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
46. Pinarbasi, T., Sozbilir, M., and Canpolat, N., (2009). Prospective chemistry teachers' misconceptions about colligative properties: boiling point elevation and freezing point depression. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(4), 273-280.
47. Sarıkaya, M., (1996). Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi. Ankara: Gazi Üniversitesi.
48. Sarıkaya, M., (2007). Kolay sağlanabilir malzemelerle molekül model yapımı. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(3), 513-537.
49. Sarıkaya, M., (2011). A view about the short histories of the mole and avagadro's number. *Foundations of Chemistry*, 15(1), 79-91.
50. Smith, K. and Nakhleh, M.B., (2011). University students' conceptions of bonding in melting and dissolving phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 12(4), 398-408.
51. Stavy, R., (1988). Children's conceptions of gas. *Journal of Science Education*, 10(5), 533-560.
52. Stavy, R., (1990). Children's conceptions of changes in the state of matter: from liquid (or solid) to gas. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(3), 247-266.



53. Şengören, S.K., (2010). Turkish students' mental models of light to explain the single slit diffraction and double slit interference light: a cross-sectional study. *Journal of Baltic Science Education*, 9(1).
54. Tanahoung, C., Chitaree R., and Soankwan, C., (2010). Probing Thai Freshmen Science Students' Conceptions of Heat and Temperature Using Open-Ended Questions: A Case Study. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, 2(2), 82-94.
55. Tezcan, H., ve Salmaz, Ç., (2005). Atomun yapısının kavratılmasında ve yanlış kavramaların giderilmesinde bütünlleştirici ve geleneksel öğretim yöntemlerinin etkileri. *Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 25(1), 41-54.
56. Tsaparlis, G., Kolioulis, D., and Pappa, E., (2010). Lower-secondary introductory chemistry course: a novel approach based on science-education theories, with emphasis on the macroscopic approach, and the delayed meaningful teaching of the concepts of molecule and atom. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(2), 107-117.
57. Tsitsipis, G., Stamovlasis, D., and Papageorgiou, G., (2012). A probabilistic model for students' errors and misconceptions on the structure of matter in relation to three cognitive variables. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 10(4), 777-802.
58. Turgut, M.F., Johnson, D., Çepni, S. ve Ayas A., (1997). Kimya Öğretimi. YÖK/ Dünya Bankası Milli Eğitimi Geliştirme Projesi Hizmet Öncesi Öğretmen Eğitimi, Ankara.
59. Wallquist, L., Visschers, V.H., and Siegrist, M., (2010). Impact of knowledge and misconceptions on benefit and risk perception of CCS. *Environmental science & technology*, 44(17), 6557-6562.
60. Williamson, V.M., (1992). The effects of computer animation emphasizing the particulate nature of matter on the understandings and misconceptions of college chemistry students. Doctoral dissertation, The University of Oklahoma, USA.
61. Yalın, H.İ., (1999). Öğretim teknolojileri ve materyal geliştirme. Nobel Yayın Dağıtım, Ankara.
62. Yeziarski, E.J., (2003). The particulate nature of matter and conceptual change: a cross-age study. Phd Thesis, the Arizona State University, USA.
63. Yılmaz, A. ve Morgil, İ., (2001). Üniversite öğrencilerinin kimyasal bağlar konusundaki kavram yanlışlarının belirlenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Eğitim Fakültesi Dergisi, 20, 172-178.


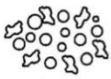





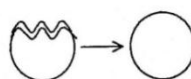
**Ek: Araştırmada kullanılan MPYKT  
(Maddenin Parçacıklı Yapısı Kavram Testi)**

1. Kömür, karbon atomlarından meydana gelmiştir. Bir kömür parçasının içinde çok sayıda karbon atomu vardır. Bütün atomlar, küre şeklindedir. Yani bir misket (bilye) gibi yuvarlaktır.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı, bir kömür parçasındaki bir tane karbon atomunu temsil etmektedir. Kömür parçasına çekiçle vurulduğunda, (A) ile temsil edilen karbon atomunun son durumu, aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

(A) Kömür parçasına çekiçle vuruluyor

(Kömür parçasındaki bir tane karbon atomu)

	[ Karbon atomu, irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır. ]
	[ Karbon atomu bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır. ]
	[ Karbon atomu ezilir. ]
	[ Karbon atomu, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır. ]
	[ Karbon atomu, çekiçle vurulunca ısınır ve genişler. ]
	[ Karbon atomunda herhangi bir değişiklik olmaz. ]
	[ Karbon atomundan bazı parçalar kopar ve karbon atomu küçülür. ]
	[ Karbon atomunun önce şekli bozulur. Sonra futbol topu gibi esneyerek ilk halini alır. ]








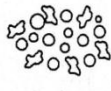
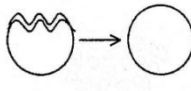

2. Demirden yapılmış bir toplu iğnede çok sayıda demir atomu vardır. Bütün atomlar gibi, demir atomları da küre şeklindedir.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı toplu iğnedeki "BİR TANE DEMİR ATOMU"nu temsil etmektedir.

Toplu iğneye çekiçle vurulduğunda (A) ile temsil edilen demir atomunun son durumu aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

(A) Toplu iğneye çekiçle vuruluyor









(Toplu iğnedeki bir tane demir atomu)

	( Çekiçle vurulunca, demir atomu ısınır ve genişler. )
	( Demir atomu irili ufaklı yuvarlak parçalara ayrılır. )
	( Demir atomu ezilir ve yassılaştır. )
	( Demir atomu, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır. )
	( Demir atomunda herhangi bir değişiklik olmaz. )
	( Demir atomu, bazıları yuvarlak, bazıları şekilsiz parçalara ayrılır. )
	( Demir atomunun şekli önce bozulur, sonra esneyerek eski halini alır. )
	( Demir atomundan bazı parçalar kopar ve demir atomu küçülür. )

3. Evlerde güve ilacı olarak kullanılan naftalin, çok sayıda küresel naftalin moleküllerinden meydana gelmiştir.


Aşağıdaki (A) yuvarlağı, bir parça katı naftalin içindeki bir tane naftalin molekülünü temsil etmektedir.

Naftalin, tüp içinde mum alevinde ısıtılarak eritiliyor. Katı naftalin eritildiğinde, (A) ile temsil edilen naftalin molekülünün son durumu aşağıdaki sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.












 <p>Naftalin mum (A)</p> <p>Naftalin mum alevinde eritiliyor</p> <p>(Katı naftalin içinde bir tane naftalin molekülü)</p>		[ Naftalin molekülü erir, akar. ]
		( Naftalin molekülü, irili ufaklı yuvarlaklara bölünür. )
		( Naftalin molekülü, cam kırıkları gibi, irili ufaklı şekilsiz parçalara ayrılır. )
		( Naftalin molekülü ısının etkisi ile genişler, büyür. )
		( Naftalin molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz. )
		( Naftalin molekülü, bazıları yuvarlak bazıları şekilsiz parçalara ayrılır. )
		( Naftalin molekülünün üzerinden, ısının etkisi ile bazı parçalar uçar, molekül küçülür. )

4. Hava, oksijen ve azot gazlarının bir karışımıdır. Hızla giden bir uçak, bir otomobil, bir tren, vs. küresel (yuvarlak) yapıdaki oksijen ve azot moleküllerine çarpar.

Aşağıdaki (A) yuvarlağı, hava içindeki bir tane azot molekülünü temsil etmektedir. (A) ile temsil edilen bu azot molekülüne, havada hızla giden bir uçak, diğer moleküllerle birlikte çarpıyor. Uçak çarptıktan sonra, (A) ile temsil edilen azot molekülünün son durumu aşağıda sağdaki şekillerden hangisi gibi olur? Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

(A)  Uçak çarpıyor

(Havada bir tane azot molekülü)

	[ Uçağın azot molekülüne sürtünmesi sonucu, molekül ısınır ve genişler, yani büyür. ]
	[ Azot molekülünden bazı parçalar kopar ve azot molekülü küçülür. ]
	[ Azot molekülü irili ufaklı küresel parçalara ayrılır. ]
	[ Azot molekülü, cam kırıkları gibi şekilsiz parçalara ayrılır. ]
	[ Azot molekülü, bazıları yuvarlak, bazıları da şekilsiz parçalara ayrılır. ]
	[ Azot molekülü ezilir. ]
	[ Azot molekülü, uçağın çarpmasından etkilenmez. Azot molekülünde herhangi bir değişiklik olmaz. ]
 → 	[ Uçak çarpınca, azot molekülünün önce şekli bozulur, sonra futbol topu gibi esneyerek eski halini alır. ]
	[ Azot molekülüne, uçağın keskin yeri, örneğin kanatları, pervanesi çarparsa, azot molekülü kesilerek dilimlere ayrılır. ]
	[ Azot molekülüne, uçağın sivri yerleri çarparsa molekül delinir. ]

5. Civa,  $-39^{\circ}\text{C}$ 'de katı, oda sıcaklığında ( $25^{\circ}\text{C}$ ) sıvı ve  $357^{\circ}\text{C}$ 'de gaz halindedir.

(A) yuvarlağı, bir kaptaki katı civa içindeki bir tane civa atomunu temsil etmektedir.

Kap içindeki katı civa ısıtılarak, önce eritiliyor ve sıvılaştırılıyor. Sonra daha fazla ısıtılarak ( $357^{\circ}\text{C}$ 'de) gaz haline getiriliyor. Bu arada (A) ile temsil edilen civa atomu da bu kabın içindedir.

(A) ile temsil edilen civa atomunun, sıvı ve gaz civa içindeki durumu aşağıdaki şekillerden hangisi ile anlatılmaktadır. Seçtiğiniz şeklin yanına (x) işareti koyunuz.

