

Ortaokul 7. Sınıf Öğrencilerinin Atom Ve Molekül Modelini Oluşturma Sürecinde İzledikleri Yolların Değerlendirilmesi

Emine BİLGE¹
Şule BAHÇECİ²

Özet

Bu çalışmanın amacı; ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül konusu ile ilgili zihinsel modellerini oluşturdukları süreçte nasıl bir yol izledikleri belirlemektir. Çalışma ortaokul 7. sınıfta öğrenim gören 25 7. sınıf öğrencisi ile yürütülmüştür. Öğrenciler okulda görevli olan uzman öğreticinin yardımıyla rastgele seçilmiş 8 heterojen gruba ayrılmıştır. Çalışmada özel durum yöntemi kullanılmıştır. Çalışmanın veri toplama araçları; klinik mülakat, yapılandırılmış gözlem formu ve video kaydı olarak belirlenmiştir. Toplanan veriler içerik ve betimsel analizi ile çözümlenmiştir, ayrıca N-Vivo 9 programı da analize tabi tutulmuştur. Araştırma sonuçlarına göre; öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururken tercih ettikleri yardımcı kaynakların frekans yüzdesinde grup arkadaşları kodunun yüksek çıktığı tespit edilmiştir. Oluşturulacak modelin malzemelerine yönelik seçimlerde fiziksel özellik olarak renk unsurunun tercih edilmesinin atomun iç yapısında bulunan proton, nötron ve elektronların hem renkli hem de farklı renklerde olabileceği algısı oluşturmaktan dolayı olduğu, malzemelerin içerik özelliği olarak kolay yönünün tercih edilmesinin, sınıf ortamında pek fazla deneyimlenmemiş etkinliklerde sürece uyum sağlamak amacıyla tercih edildiği tespit edilmiştir. Öğrencilerin zihinsel modellerine uygun üç boyutlu model çalışmalarının daha fazla yapılması sağlanmalı, ayrıca onların üzerinde çalışacakları konuya uygun malzemeleri seçebilmeleri için laboratuvar koşullarında gerekli önlemler alınarak çoğu malzemenin yapısını tanımalarına fırsat verilmelidir.

Anahtar sözcükler: Model, Modelleme, Zihinsel Model, Üç Boyutlu Model, Atom

1. Giriş

Bilginin hızla çoğaldığı çağımızın koşullarına ayak uydurabilen birey ve toplumların geleceğe iyi bir şekilde taşınabilmesi için bilgiye ulaşma yolları, edinilmiş bilgileri kullanma yeteneği ve üretkenliği bünyelerinde taşınması gerekmektedir. Bu özelliklerin yaşam boyu sürdürülmesi çağdaş bir eğitim seviyesine ulaşabilmemiz şartına bağlı kalmaktadır (Millî Eğitim Bakanlığı [MEB], 2005'den aktaran: Sözcü, 2015: 28). Yapılandırmacı öğretim kuramının 2005 yılından bu yana benimsetilmeye çalışıldığı ülkemizde öğrenenlerin öğrenmelerinin gerçekleştiği zamanlarda pasif halde değil, aktif ve keşifçi olmaları, öğretmenlerin ise; rehberlik ve teşvik eden konumda olması öngörülmektedir. Ancak günümüz koşullarında dünyanın her tarafında bilgiye erişebilmek için birçok kaynak olmasına karşın bu kaynakların gerçekliği ve geçerliliği hakkında bilgi edinmek zor görünmektedir. Bu bağlamda en doğru bilgiye ulaşabilmek ya da yenilerini üretebilmek için koordine çalışmalar düzenlemek gereklidir. Bu çalışmaların hedefe ulaşabilmesinde ise bilimin başrolde olması şart görünmektedir (Sözcü, 2015).

Tek bir bilginin yanında desteği olmadan bir anlam ifade edemeyeceği çoğu zaman dile getirilmektedir. Özellikle de fen bilimleri alanında bilgiler bir alt bilginin üst bilgiyle harmanlanması, karşıdan bakıldığında bir bütün olarak görülmesi şeklinde örüntülenmiştir. Her bilginin birbiri arasında ilişkiyi bağlayan en bilinen gerçektir. Fen bilimleri dersinin ezberleme yoluna gidilmemesinin en cazip tarafının bir bilginin diğerini çağrışım yaptığı gerekçesi olduğu öğrencilere de aşılmalıdır; bu sayede öğrenciler ezber değil sorgulayıp öğrenen, bilinen bir kelime üzerinde akıl yürüterek bilinmeyene ulaşan bir canlı olabilmektedir (Köklü, 2009).

Fen Bilimleri eğitimi alanı için yürütülen çoğu çalışmada, fen bilimleri dersi içeriğinde barınan konuların soyut doğasından dolayı öğrencilerin algılamaya da zorluk yaşayacakları bir ders olarak gördükleri vurgulanmaktadır (Ayas ve Demirbaş, 1997; Boo ve Watson, 2001). Genel olarak soyut ve doğrudan gözlenebilir şansı olmayan, bazı durumlarda ise somut halde gözlenebilir özelliğine sahip olmasına rağmen boyutundan dolayı ölçeklendirilmeye ihtiyaç duyulan koşullarda yardımcı araç olarak kullanılan modellerin varlığından bahsedilmesi en güvenli yol olmaktadır (Ünal ve Ergin, 2006). Eğitim-öğretimin yapıldığı alanlarda tercih edilen materyallerin tüm duyu organlarına ulaşabilecek şekilde olması kavramın somut hale çevrilmesinde faydalı olabilmektedir. Bu bakış açısı altından bakıldığında modellerin, öğrencilerin tüm duyu organlarını harekete geçiren, soyut kavramların öğretiminde tercih edilen üç boyutlu materyallerin bir parçası olacağı düşünülmektedir (Zeynelgiller, 2006). Bu bağlamda, soyut ve zor yapısından dolayı somutlaştırma ihtiyacıyla beraber şekle dönüştürülmüş yapılara model denilebilmektedir (Burkaz, 2012).

Günümüz eğitim sisteminde, öğretmenin rehber konumunda olduğu sınıf ortamlarında öğrencilere modellerin yapısı incelenmeli, yorumlatılmalı hatta kendi zihinsel modellerinin oluşturabilmeleri sağlanmalıdır. Bu sebepten ötürü öğrencilerin model ve model oluşturma ile ilgili yeterince bilgi sahibi olmaları gerekmektedir

¹ Sorumlu Yazar: Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, eminebilge85@gmail.com

² Prof. Dr. Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fatih Eğitim Fakültesi, İlköğretim Bölümü, sbahceci2000@yahoo.com

(Ergin, Özcan ve Sarı, 2012). Literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarına dayalı olarak modellerin eğitim-öğretimde kullanılması öğrenci başarısına olumlu katkılarının olabileceği vurgulanmaktadır (Çelik, 2015; Çiltaş ve Işık, 2012; Çiltaş ve Yılmaz, 2013; Eraslan, 2011; Gümüş vd, 2008).

Fen bilimleri dersinin genel olarak konularına bakıldığında; alt alanı olan kimya dersinde atomun, biyoloji dersinde virüsün ve fizik dersinde ise elektrik akımı ile ilgili zihinsel modellerinin olması gerekmektedir (Gilbert, 2004). Zihinsel modeller, kişilerin hayallerinde oluşan düşüncenin belirli bilişsel işlemler neticesinde ortaya çıkarılan, eksik ya da tamamlanmaya ihtiyacı olan, bireyselliğinin yanında üzerinde çalışılan sisteme kişilerin tüm inanışlarının gölgesini düşüren, bununla birlikte yapıcısına sistemin fiziksel özellikleri hakkında önceden yordama şansı sunan ve bildiklerini açıklama fırsatı veren nitelikli bir modeldir (Çakır, 2011). Ancak, öğrencilere fen bilimleri dersi veya güncel hayatın içinden farklı bir konuya dair zihinsel model oluşturmak istediğinde, ortaya çıkan zihinsel modellerin öğrenim sırasında anlatılan alan bilgisinden çok ayrı olduğu söylenmektedir (Kurnaz, 2011, Yüzbaşıoğlu, 2015). Bu durum, öğrencilerin zihinsel modellerinin çevrelerinde yer alan kaynaklardan etkilendiği sonucu ortaya çıkmaktadır. Örneğin; öğrenciler internet, televizyon, dergi ve ders kitaplarında yer alan atom kavramına benzer olmayan modeller ile ders ortamında öğrendiği atom modellerini bir araya getirerek zihninde kendilerine özel bir model ortaya çıkarabilmektedirler. Bununla beraber, ders ortamında öğretmen tarafından betimlenen atom modeli de öğrencilerin zihinsel model oluşumunda çevresel bir faktör olarak görülmektedir (Taylan-Yıldız, 2006).

Bir bireyin herhangi bir olay için model kullanması bilhassa da modelin parçalarını bir araya getirmesi onun zihinsel modelini gözler önünü sereceği bir hareket olacaktır. Zihinsel modelin yapısını oluşturmak ise, döngüsel olarak modeli kullanmak ve de bilgi dağarcığındaki sözcükleri ilişkisel olarak birbirine kenetlemek demektir. Model oluşturma aşlında bireyin bilişsel süreçlerinin ne şekilde aşamalar kaydettiğinin bir ölçütü olmaktadır (Yüce, 2013). Çiltaş ve Işık'ın (2012) beraber yürüttükleri bir çalışmada vurguladıkları gibi, öğrencilerin çevresinde veya sınıf ortamında öğretmenler, ders kitapları ve çoğu görsel materyallerde yer alan benzeşimlerin onların zihinsel modellerini ne seviyeye taşıdıkları belirlenebilmektedir. Yürütülen bu çalışmada ise kaynakların farklı bir boyutuna odaklanılmak istenilmiştir. Bu doğrultuda çalışmanın amacı kapsamında; öğrencilerin zihinsel model oluşturma sürecinde hangi yardımcı kaynaklar onlara seçilme sebebi oluyor şeklinde oluşmuştur. Ayrıca zihinde kurguladıkları modellerinin malzemelerini seçerken hangi özellikleri kriter belirliyor sorusu amacın bir parçası olmaktadır.

Araştırmanın ana problem durumu “Ortaokul 7. sınıf öğrencileri atom ve molekül modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor?” şeklinde oluşmaktadır. Ana problem doğrultusuna bağlı kalarak alt problemler aşağıda verilen şekilde oluşmaktadır:

- i. “Öğrenciler birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?”
- ii. “Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?”

2. Yöntem

Araştırmanın yöntem kısmında; araştırmanın modeli, veri toplama araçları, veri analizi, araştırmanın geçerlik ve güvenilirlik kısımlarından bahsedilmektedir.

2.1. Araştırmanın Modeli

Giresun ilinin Görele ilçesinde yer alan bir devlet okulunda 25 tane 7. sınıf öğrencisinin atom ve molekül konusunda zihinsel modellerini belirlemek amacı taşıyan bu çalışma, özel bir durumu nitelendirdiğinden dolayı özel durum yöntemi ile yürütülmüştür. Özel durum yöntemi, kısa bir süre içerisinde gerçek bir olay hakkında derinlemesine bilgi verebilen ve gerçeği kendi içerisinde bulunduğu koşullara bağımlı olarak açıklayabilen bir yöntem (Yin, 2003; Vural Akar ve Cenkseven, 2005; Çepni, 2007) olduğundan çalışmanın yapısına uygun görülmüştür.

2.2. Çalışma Grubu

Pilot çalışmanın yansımalarıyla beraber grup çalışması şeklinde yürütülen bu çalışmanın örnekleminde yer alan grup öğrencileri, uygulama okulunda görev yapan uzman öğretici tarafından rastgele seçilerek 8 heterojen gruba dönüştürülmüştür. Çalışmanın etik kuralları çerçevesinden bağımsız kalmamak adına; gruplar G₁,G₂, ... ,G₈; öğrenciler ise Ö₁,Ö₂,Ö₃, ... , Ö₂₅ kodlamaları ile gizli tutulması uygun görülmüştür.

2.3. Veri Toplama Aracı

Asıl çalışma öncesi uygulanan pilot çalışmanın çalışmayı en uygun süreci yaşatacak olan kriterleri doğrultusunda araştırmanın verilerin klinik mülakat ile toplamak uygun görülmüştür. Klinik mülakatın doğası gereği öğrencilerin konu ile ilgili sözel ifadeleri, jest ve mimiklerinin an olarak kaydedilmesi gereğinden dolayı ve verilerin tamamına ulaşmak için video kaydı beraberinde kullanılmıştır. Uygulama öncesi öğrencilere araştırma süreci boyunca elde edilen kayıtlar ve seslerin gizlilik esasiyetine uygun olarak sadece araştırmacı tarafından dinlenip/görülebileceği mevzuu onların samimi ve içten cevaplarını almak adına hatırlatılmıştır.

Mülakat sürecinde gözden kaçan ayrıntıları anında gözetlemek için ise yapılandırılmış gözlem formu kullanılmıştır.

2.4. Geçerlilik ve Güvenirlik

Araştırmanın etik kuralları göz önünde bulundurularak uygulama öncesi öğrencilerin çalışmanın amacı anlatılmış ve yöntemin içeriğinden dolayı video kaydı kullanılması gerekliliği açıklanmıştır. Öğrencilerin özüne dönük samimi cevaplarını doğrudan alıntı yapabilmek için, video kaydı esnasında alınan görüntü ve sesin sadece araştırmacı tarafından Word sayfasına aktarılacağı, başka bir amaç için kullanılmayacağı önemle vurgulanmıştır. Elde edilmesi gereken verilerin ayrıntılarına ulaşabilmek adına birden fazla toplama aracı uygulanması araştırmanın geçerliği açısından, klinik mülakat sürecinde araştırmacı ve öğrencilerin arasında geçen diyalogun eksiksiz şekilde çalışmada alıntı şeklinde verilmesi, araştırmanın güvenilirliği açısından önem arz ettiği düşünülmüştür. İnanırlılığı ve tutarlılığı sağlamak için veri toplama araçlarından elde edilen veriler titiz bir çalışma ile hem araştırmacı tarafından en doğru haline alana kadar defalarca okunmuş hem de N-Vivo 9 programı aracılığı ile çözümlenmiştir.

2.5. Verilerin Analizi

Klinik mülakat esnasında yöneltilen sorulara samimi ve içten cevaplar veren öğrencilerin diyalogları video kaydı ile toplanarak çözümlenmesi için word sayfasına direkt olarak öğrencinin ifade ettiği şekilde aktarılmıştır. İçerik analizi ile çözümlenmek üzere, diyaloglar araştırmacı tarafından en doğru kodlamaların oluşabilmesi için tekrar tekrar okunmuştur. Problem durumu kapsamına yönelik elde edilen benzer sözcükler kodlamalar ile bir araya getirilmiş ayrıca aynı açıklamaları içeren kodlamalar belirli kategoriler başlığı adı altında sıralanmıştır. Kodlamaların içeriğinde yer alan ilgili öğrencilerin frekans değerleri hesaplanarak tablo ve grafiklere yorumlanmak üzere yerleştirilmiştir. Klinik mülakat ile eş zamanlı uygulanan yapılandırılmış gözlem formundaki temaların önceden belirli bir şekilde olması sebebiyle, betimsel analiz uygulanmış ve ilgili öğrencilerin verileri temsil ettiği temaların altında bir araya getirilerek frekans değerleri hesaplanmıştır. Yapılandırılmış gözlem formu **Bebek (2016)** tarafından hazırlanmıştır. Analiz işleminin düzgün yapılması için N-Vivo 9 programı da çözümlenmeye tabi tutulmuştur.

3. Bulgular

Bu kısımda klinik mülakattan elde edilen bulgular ve yapılandırılmış gözlem formundan elden edilen bulgulara yer verilmiştir.

3.1. Klinik Mülakattan Elde Edilen Bulgular

Ortaokul 7. sınıf öğrencilerinin atom ve molekül konusuna dair zihinsel modelini oluşturmaya başladıkları süreçte nasıl bir yol izliyor ana problemi doğrultusunda oluşan ‘Öğrenciler birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?’ ve ‘Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?’ alt problemlere yönelik elde edilen verilerin analizlerine yönelik bulguları aşağıda yer alan tablo ve grafikler yardımıyla açıklanmaya çalışılmıştır:

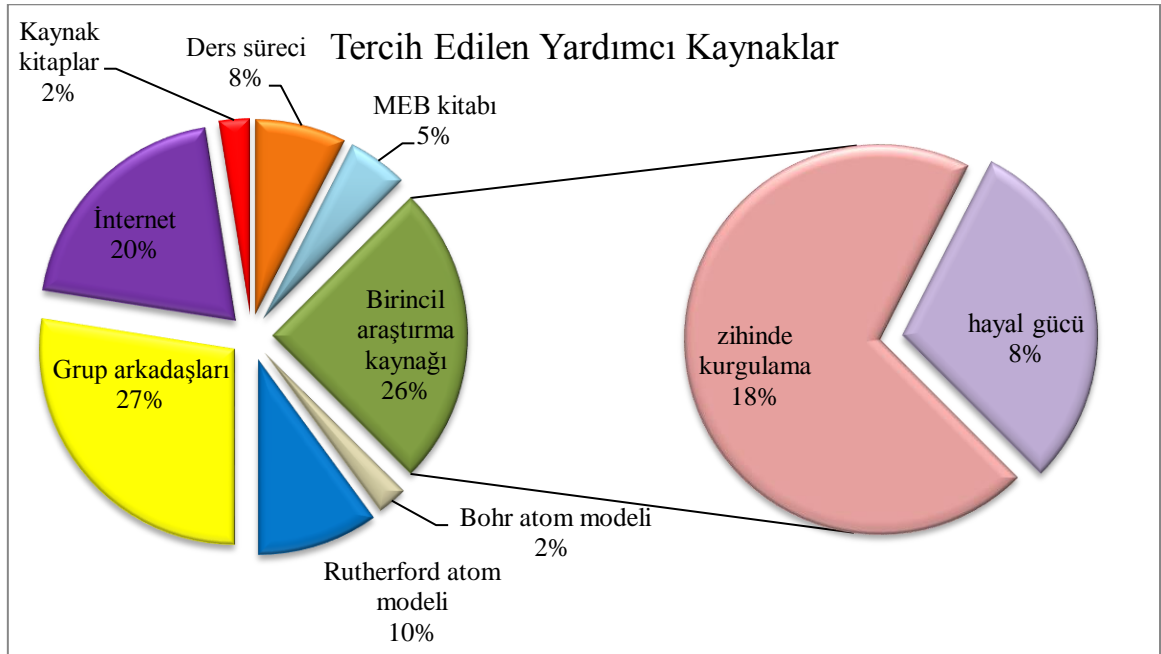
Tablo 1 incelediğinde öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturmak için yardım aldıkları kaynaklar öğrencilerin cevapları doğrultusunda birincil (öğrencinin kendisinin oluşturduğu kaynak) ve ikincil (hazır şekilde ulaştığı kaynak) araştırma kaynağı şeklinde kategorilere ayrılmıştır. Birincil araştırma kaynağının frekans yüzdesinin, ikincil araştırma kaynağının yüzdesine göre düşük olduğu karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca tablodan anlaşılacağı üzere bir öğrencinin birden fazla kaynak tercihi ettiği görülmektedir. Birinci araştırma kaynağı kapsamında yer alan zihinde kurgulama kodunu göre 7 öğrenci ve hayal gücü koduna göre 3 öğrenci bu kaynağı tercih etmektedir. İkincil araştırma kaynağı kategorisine göre, bilim adamları kodunda 5 öğrencinin olduğu ve kendi içerisinde Rutherford atom modeli 4 öğrenci ve Bohr atom modeli 1 öğrenci olmak üzere dağılım göstermektedir. Grup arkadaşları koduna göre 11 öğrenci, internet koduna göre 8 öğrenci, kaynak kitaplar koduna göre 1 öğrenci, ders süreci koduna göre 3 öğrenci ve MEB kitabı koduna göre 2 öğrenci ikincil araştırma kaynağını tercih etmektedir.

Tablo 1

Öğrencilerin modellerini oluştururken yardımcı kaynaklarını buldukları yerler

Kategoriler	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
Birincil araştırma kaynağı			
1.a. Zihinde kurgulama	7	% 17.5	Ö ₃ Ö ₈ Ö ₁₂ Ö ₁₅ Ö ₁₉ Ö ₂₀ Ö ₂₁
1.b. Hayal gücü	3	% 7.5	Ö ₁₂ Ö ₁₉ Ö ₂₂
İkincil araştırma kaynağı			
2.a. Bilim adamları	5		
2.a.1.Rutherford atom modeli	4	% 10	Ö ₅ Ö ₈ Ö ₁₁ Ö ₁₇
2.a.2. Bohr atom modeli	1	% 2.5	Ö ₂
2.b. Grup Arkadaşları	11	% 27.5	Ö ₆ Ö ₇ Ö ₈ Ö ₉ Ö ₁₂ Ö ₁₃ Ö ₁₄ Ö ₁₆ Ö ₁₈ Ö ₂₂ Ö ₂₅
2.f. İnternet	8	% 20	Ö ₁ Ö ₂ Ö ₃ Ö ₄ Ö ₈ Ö ₉ Ö ₁₀ Ö ₁₁
2.d. Kaynak Kitaplar	1	% 2.5	Ö ₂₃
2.e. Ders süreci	3	% 7.5	Ö ₂₃ Ö ₂₄ Ö ₂₅
2.c. MEB Kitabı	2	% 5	Ö ₁ Ö ₈

Şekil 1 incelediğinde öğrencilerin zihinsel modellerini oluşturmak için yardımcı olarak tercih ettikleri kaynakların frekans yüzdelerinin yaklaşık değerlerinin dağılım oranları görülmektedir. Birincil araştırma kaynağı (öğrencilerin kendilerinin oluşturduğu) %26, kendi kapsamı içerisinde zihinde kurgulama %~18 ve hayal gücü %~8 oranında olduğu görülmektedir. İkincil araştırma kaynağı (öğrencilerin hazır olarak ulaştığı) kapsamında ise en yüksek değerde grup arkadaşları %~27, diğerlerinin ise internet %~20, ders süreci %~8, MEB kitabı %~5 ve kaynak kitaplar %~2 oranında dağılım gösterdiği anlaşılmaktadır. Yine aynı kapsamda bilim adamları kategorisine (Tablo 1) göre Rutherford atom modeli %~10 ve Bohr atom modeli %~2 oranındadır. Grafiğe göre ikincil araştırma kaynağının frekans değerinin (%~74), birincil araştırmanın frekans değerine (%~26) göre fazla olduğu göze çarpmaktadır.



Şekil 1. Öğrencilerin model oluşturma sürecinde tercih ettikleri yardımcı kaynaklar

Klinik mülakat sürecinde araştırmacı ve bazı öğrencilerin arasında geçen diyalogta “Öğrenciler birincil veya ikincil kaynak araştırmasını yaparken nerelerden yardım alıyor?” sorusuna yönelik alınan cevapların belirli bir kesiti aşağıda sunulmuştur:

G₁Ö₁ kodlu grup öğrencisi “Yani internette araştırdığım kadarıyla... Kitaptan, ... evet MEB kitabından araştırdım.”

G₂Ö₄ kodlu grup öğrencisi “ Biraz araştırdım ama genellikle hepsi aynıydı, biraz daha farklı şeyler yapmak istedim. İnternette baktım sonra Rutherford atom modeline baktım, o yapabileceğimiz bir şey değildi. Sonra grupça bu kararı aldık. Yardım almadan yapamazdım yani.”

G₃Ö₁₀ kodlu grup öğrencisi “ İnternette yardım aldım.”

G₄Ö₁₂ kodlu grup öğrencisi “Aslında hayal gücümü kullandım yani hiçbir yere bakmak istemedim. Çünkü bir yere bakınca... hemen araştırma yapayım diyen bir insan olduğum için hiçbir yere bakmak istemedim ne istiyorsam onu yaptım.”

G₅Ö₁₅ kodlu grup öğrencisi “Hiçbir yerden yardım almadım, zihninde öyle canlandırdım.”

G₆Ö₁₈ kodlu grup öğrencisi “Aslında benim aklımda böyle bir şey yoktu. Arkadaşlarla falan resim çıkarmıştık. Sonra diğer grup arkadaşlarım ile böyle yapmaya karar verdik, bende böyle yapmak zorunda kaldım.”

G₇Ö₂₂ kodlu grup öğrencisi “ Zihnimde kurguladığım modelde karar kıldım aslında sonra arkadaşlarımın fikrini aldım.”

G₈Ö₂₅ kodlu grup öğrencisi “Derste anlatılanlara göre oluşturduğum, araştırmadım bir yerden.”

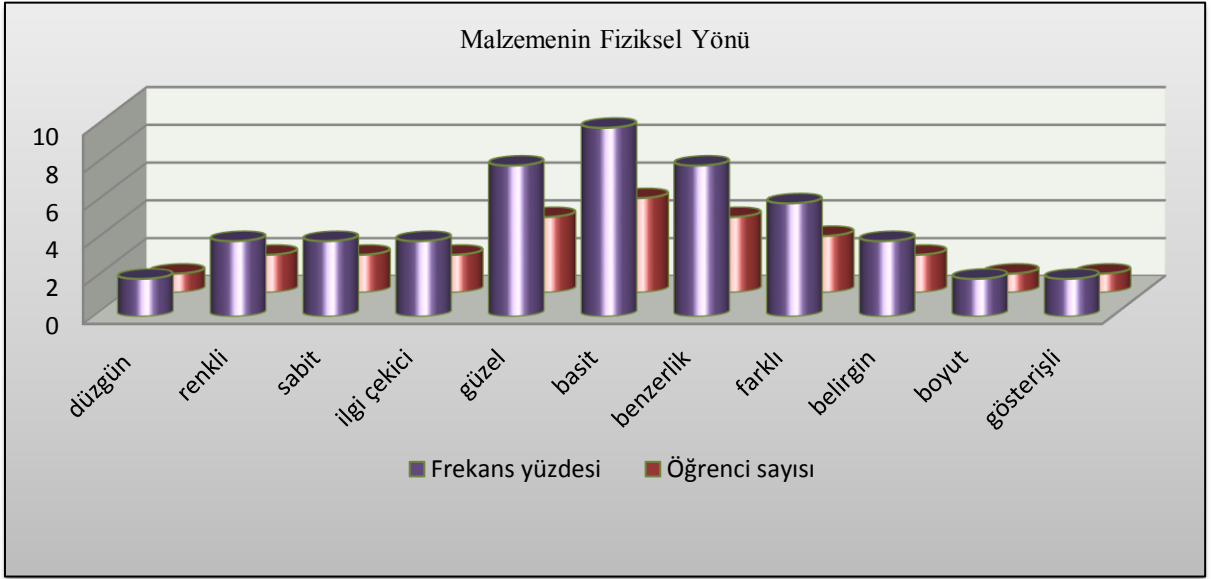
Tablo 2

Öğrencilerin zihinsel modellerine ait malzemeleri seçerken malzemelerde neleri ön plana çıkardığına dair görüşleri

Kategori	Frekans	Yüzdeler	Örneklem
Fiziksel			
1.a.Görüntü	27	% 54	Ö ₁ Ö ₂ Ö ₃ Ö ₄ Ö ₅ Ö ₆ Ö ₈ Ö ₁₀ Ö ₁₂ Ö ₁₃ Ö ₁₄ Ö ₁₇ Ö ₁₈ Ö ₂₀ Ö ₂₁ Ö ₂₃ Ö ₂₄
1.a.1.Düzgün	1	% 2	Ö ₁
1.a.2.Renkli	2	% 4	Ö ₂ Ö ₃
1.a.3.Sabit	2	% 4	Ö ₁ Ö ₁₈
1.a.4.İlgi çekici	2	% 4	Ö ₁ Ö ₂₁
1.a.5.Güzel	4	% 8	Ö ₂ Ö ₄ Ö ₅ Ö ₈
1.a.6.Basit	5	% 10	Ö ₆ Ö ₁₃ Ö ₁₄ Ö ₁₇ Ö ₂₃
1.a.7.Benzerlik	4	% 8	Ö ₁₀ Ö ₁₈ Ö ₂₀ Ö ₂₄
1.a.8.Farklı	3	% 6	Ö ₂ Ö ₁₂ Ö ₂₀
1.a.9.Belirgin	2	% 4	Ö ₁₀ Ö ₂₄
1.a.10.Boyut	1	% 2	Ö ₁₂
1.a.11.Gösterişli	1	% 2	Ö ₅
İçerik			
2.a.Zihindeki modelin temsili	1	% 2	Ö ₄
2.b.Aktivite az	2	% 4	Ö ₁₉ Ö ₂₂
2.c.Rahat	2	% 4	Ö ₆ Ö ₉
2.d.Canlandırılabilirlik	3	% 6	Ö ₃ Ö ₁₀ Ö ₁₁
2.e.Kolay	5	% 10	Ö ₄ Ö ₅ Ö ₆ Ö ₁₁ Ö ₁₆
2.f.Anlaşılır	4	% 8	Ö ₄ Ö ₅ Ö ₆ Ö ₇ Ö ₁₆
2.g.Uyumlu	2	% 4	Ö ₁₅ Ö ₁₆
2.h.Çabuk	2	% 4	Ö ₅ Ö ₂₅
2.ı.Klişe olmayan	1	% 2	Ö ₁₆
2.i.Güncel hayat	1	% 2	Ö ₁₁

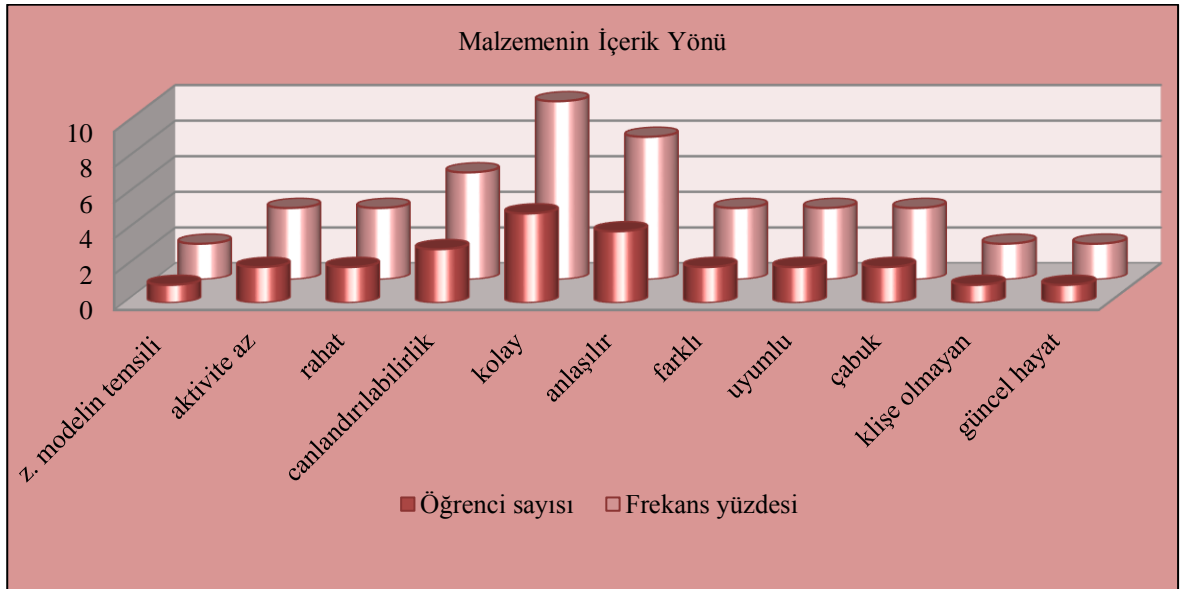
Tablo 2 incelendiğinde öğrencilerin zihinsel modelini oluştururken tercih ettikleri malzemelerin ön plana çıkan özellikleri öğrencilerin cevapları doğrultusunda fiziksel ve zihinsel olarak iki kategoriye ayrılmıştır. Fiziksel kategorisinin frekans yüzdesinin içerik kategorisine göre biraz fazla çıktığı tespit edilmiştir. Fiziksel kategorisinde yer alan kodlamaların tümünün kapsam olarak görüntü kodunun altında yer aldığı karşımıza çıkmaktadır. Görüntü kategorisine göre; düzgün kodunu 1 öğrenci, renkli kodunu 2 öğrenci, sabit kodunu 2 öğrenci, ilgi çekici kodunu 2 öğrenci, güzel kodunu 4 öğrenci, basit kodunu 5 öğrenci, benzerlik kodunu 4 öğrenci, farklı kodunu 3 öğrenci, belirgin kodunu 2 öğrenci, boyut kodunu 1 öğrenci ve gösterişli kodunu ise yine 1 öğrenci yer almıştır. İçerik kategorisinde yer alan kodlamalar ise; zihindeki modelin temsili 1 öğrenci, aktivite az 2 öğrenci, rahat 2 öğrenci, canlandırılabilirlik 3 öğrenci, kolay 5 öğrenci, anlaşılır 4 öğrenci, uyumlu

2 öğrenci, çabuk 2 öğrenci, klişe olmayan 1 öğrenci ve güncel hayat 1 olmak üzere dağılım göstermektedir. Tabloya göre, öğrencilerin birden fazla özellik ile malzemeleri betimlemelerinden dolayı farklı kodlamaların yanında aynı öğrencinin olabileceği belirtilebilmektedir.



Şekil 1. Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin fiziksel yön ile ilgili görüşleri

Şekil 2 incelendiğinde öğrencilerin tercih ettikleri malzemenin fiziksel özelliklerine yönelik kodların frekans yüzdesinin dağılımı verilmektedir. Frekans yüzdesinin dağılımına göre en yüksek kodun basit kodu olduğu ve %10 frekans yüzdesine sahip olduğu karşımıza çıkmaktadır. Güzel ve benzerlik kodunun %8 ile aynı frekans yüzdesini paylaştığı görülmektedir. Farklı kodunun %6 frekans değerinde olduğu; renkli, sabit, ilgi çekici ve belirgin kodlarının %4 frekans yüzdesi ile aynı değerde olduğu görülmektedir. Grafığe göre en az frekans değerinde olan düzgün, boyut ve gösterişli kodlarının frekans değerinin %2 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 2. Öğrencilerin malzeme seçiminde malzemenin içerik yönü ile ilgili görüşleri

Şekil 3 incelendiğinde öğrencilerin tercih ettikleri malzemelerin içerik özelliklerine yönelik kodların frekans yüzdesinin dağılımı karşımıza çıkmaktadır. Frekans yüzdesinin dağılımlarına göre; en yüksek kodun %10 ile kolay kodunun olduğu görülmektedir. Anlaşılır kodu %8 ve canlandırılabilirlik kodu %6 değerini alırken; aktivite az, rahat, farklı, uyumlu ve çabuk kodlarının %4 ile aynı frekans değerini aldıkları tabloda verilmektedir. En az frekans değerinde olan zihinsel modelin temsili, klişe olmayan ve güncel hayat kodlarının %2 ile paydaş frekans değeri aldığı söylenebilmektedir.

Atom ve molekül kavramına dair zihinsel model oluşturmak için tercih edilen malzemelere yönelik “Öğrenciler zihinlerinde kurguladıkları atom ve molekül modeline ait malzemeleri seçerken malzemenin hangi özelliklerini ön plana çıkarıyor?” sorusunun klinik mülakata yansıyan diyalogunun belirli bir kesiti aşağıda sunulmuştur:

G₁Ö₂ kodlu grup öğrencisi “ Hem daha güzel bir görüntü olması ve aklımızda daha iyi kalması için. Hem de farklı renklerde katmanların daha iyi anlaşılması için”

G₂Ö₅ kodlu grup öğrencisi “ Daha kolay, daha çabuk, daha güzel olması için.”

G₃Ö₁₀ kodlu grup öğrencisi “ Yani daha açık olduğunu düşünüyorum pinpon topları atoma daha çok benziyor diye düşünüyorum. O yüzden pinpon toplarını kullandık ve boruların üstünde daha iyi görüleceğini düşündük. Öyle yani.”

G₄Ö₁₁ kodlu grup öğrencisi “ Bu malzemeler hayatta daha çok kullanıldığı için insanların gözünde canlanabilir malzemeler...”

G₅Ö₁₅ kodlu grup öğrencisi “ Aslında uyumlu olmasına dikkat ettim.”

G₆Ö₁₈ kodlu grup öğrencisi “ Hocam atoma benzemesi için bir de öbürlerini yapsaydık mesela balon kayabilirdi, bu sabit olduğu için daha güzel olurdu.”

G₇Ö₂₀ kodlu grup öğrencisi “ Balon kullanmak istiyorum, herkes aynı malzemeyi kullanmak istiyor çünkü ben farklı olsun istedim.”

G₈Ö₂₅ kodlu grup öğrencisi “ Atom, yuvarlak küresel olduğu için pinpon topu da küresel o yüzden benzetmek için olabilir.”

3.2. Yapılandırılmış Gözlem Formundan Elde Edilen Bulgular

Zihinsel model oluşturma sürecinde öğrencilerin fikirlerini tespit etmek amacıyla yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen veriler yeterli, yetersiz ve kısmen şekilde oluşan kodlamaların frekans değerleri tablo ve grafikler yardımıyla açıklık getirilerek yorumlanmıştır.

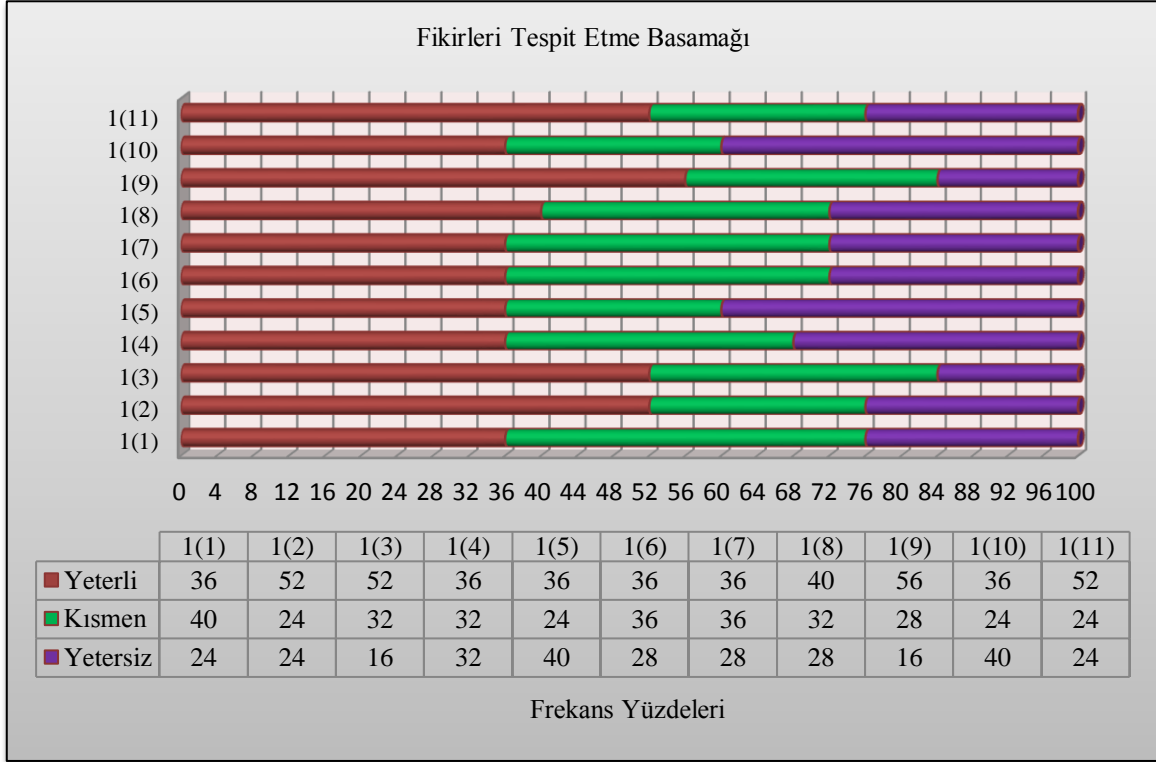
Tablo 3

Öğrencilerin fikirlerini tespit etmesine dair bulguları

2. FİKİRLERİ TESPİT ETME BASAMAĞI	Yeterli Frekans	Kısmen Frekans	Yetersiz Frekans
2.1.Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme	9	10	6
2.2.Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme	13	6	6
2.3.Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme	13	8	4
2.4.Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme	9	8	8
2.5. Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme	9	6	10
2.6.Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme	9	9	7
2.7.Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme	9	9	7
2.8.Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme	10	8	7
2.9.Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme	14	7	4
2.10.Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme	9	6	10
2.11.Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme	13	6	6

Tablo 3 incelediğinde “Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme” temasına göre 9 öğrenci yeterli, 10 öğrenci kısmen ve 6 öğrenci yetersiz kalmaktadır. “Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme” temasına göre 13 öğrenci yeterli, 6 öğrenci kısmen ve 6 öğrenci yetersiz kaldığı görülmektedir. “Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme” teması için 4 öğrenci yetersiz kalırken, 13 öğrenci yeterli ve 8 öğrenci kısmen olarak yeterli olduğu tespit edilmiştir. “Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme” temasına göre 9 öğrenci yeterli, 8’er öğrenci ise kısmen ve yetersiz şekilde olduğu görülmektedir. “Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme” temasında 9 öğrenci yeterli, 6 öğrenci kısmen ve 10 öğrenci ise yetersiz kalmıştır. “Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme” temasına göre 9’ar

öğrenci yeterli ve kısmen, 7 öğrenci ise yetersiz olduğu görülmektedir. “Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme” temasında 10 öğrenci yeterli, 8 öğrenci kısmen ve 7 öğrenci ise yetersiz olduğu belirtilmektedir. “Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme” temasına göre 4 öğrenci yetersiz kalırken, 14 öğrenci yeterli ve 7 öğrenci ise kısmen şekilde yer almaktadır. “Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme” temasına göre 10 öğrenci yetersiz, 6 öğrenci kısmen ve 9 öğrenci yeterli anlaşılmaktadır. “Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme” temasına göre ise 13 öğrenci yeterli, 6’şar öğrenci kısmen ve yetersiz şekilde karşımıza çıkmaktadır.



Şekil 3. Öğrencilerin modele ait fikirlerini tespit etme yüzdeleri

Şekil 4 incelendiğinde fikirleri tespit etme basamağında yer alan 11 temanın frekans yüzdelerinin dağılımları karşımıza çıkmaktadır. Temaların frekans yüzdelerine göre “Zihinsel modeli oluştururken çeşitli araç gereci kullanabilme” 1(9) temasının yeterli kodunun frekans değerinin (%56) diğer temaların yeterli koduna göre yüksek çıktığı görülmektedir. “Zihinsel modeli oluşturmak için birincil araştırma kaynaklarını kullanabilme” temasının 1(1) kısmen kodunun (%40) yeterli (%36) ve yetersiz (%24) koduna göre yüksek çıktığı, “Zihinsel modeli oluşturmak için ikincil araştırma kaynaklarını kullanabilme” temasının 1(2) yeterli kodunun frekans yüzdesinin %52, kısmen ve yetersiz kodunun %24 ile aynı frekans değerini paylaşarak yeterli koduna göre az çıktığı belirtilmektedir. “Bilgi ve iletişim teknolojilerini etkili bir biçimde kullanabilme” temasının 1(3) yeterli (%52) kodunun, kısmen (%32) koduna göre yüksek, kısmen kodunun ise yetersiz(%16) koduna göre yüksek çıktığı söylenebilmektedir. “Zihinsel modeli oluşturmak için elde ettiği verilerin doğruluğuna karar verme” temasına 1(4) göre yeterli kodunun %36 frekans değerinde olduğu, kısmen ve yetersiz kodunun %32 ile aynı değerde olduğu anlaşılmaktadır. “Araştırma kaynaklarından elde ettiği veriler ile alan bilgisini ilişkilendirebilme” temasında 1(5) yetersiz kodu %40 frekans yüzdesi ile daha fazla, yeterli (%36) kodu ise kısmen (%24) koduna göre fazla çıkmıştır. “Zihinsel modeli oluştururken elde ettiği verileri kullanabilme” temasına 1(6) göre yeterli ve kısmen kodu aynı frekans yüzdesinde (%36), yetersiz kodu ise %28 frekans yüzdesi ile daha az değerde olduğu yer almaktadır. “Zihinsel modeli oluştururken alan bilgisini kullanabilme” temasında 1(7) yeterli ve kısmen kodunun frekans yüzdesinin aynı değerde (%36) olduğu, yetersiz kodunun ise %28 frekans yüzdesine sahip olduğu görülmektedir. “Zihinsel modeli oluştururken yaratıcılığını kullanabilme” temasına 1(8) göre yeterli kodunun frekans yüzdesinin %40 ile daha fazla olduğu, kısmen kodunun %32 ve yetersiz kodunun %28 olduğu grafikte yer almaktadır. “Zihinsel modeli yazılı olarak ifade edebilme” temasının 1(10) yetersiz kodunun frekans yüzdesinin (%40) daha fazla olduğu, yeterli kodunun %36 ve kısmen kodunun %24 olduğu görülmektedir. “Zihinsel modeli sözel olarak ifade edebilme” temasının 1(11) ise yeterli kodunun %52 ile daha fazla çıktığı, kısmen ve yetersiz kodunun ise eş değerde frekans yüzdesini (%24) paylaştığı verilmektedir.

Öğrencilerin zihinsel model oluşturmak için fikirlerini inşa ettikleri verilerin yapılandırılmış gözlem formundan elde edilen verileri yeterli, kısmen ve yetersiz şeklinde kodlamalara dönüştürülmüş, frekans değerleri ise tablo ve grafiklerle açıklanarak yorumlanmıştır.

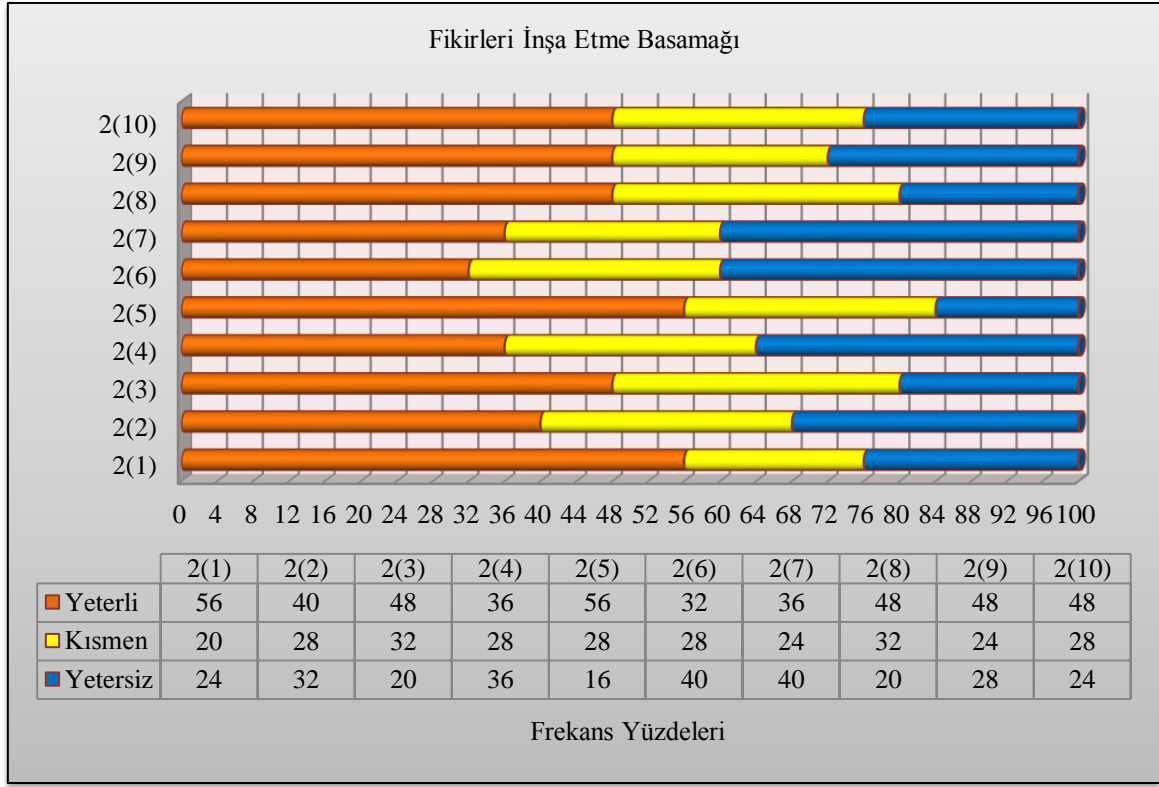
Tablo 4

Öğrencilerin Fikirlerini İnşa Etmelerine Ait Bulgular

3. FİKİRLERİ İNŞA ETME BASAMAĞI	Yeterli Frekans	Kısmen Frekans	Yetersiz Frekans
3.1. Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma	14	5	6
3.2. Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme	10	7	8
3.3. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme	12	8	5
3.4. Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme	9	7	9
3.5. Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kriterlerini tercih etme	14	7	4
3.6. Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme	8	7	10
3.7. Malzeme seçiminde analogik düşünebilme	9	6	10
3.8. Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme	12	8	5
3.9. Malzeme seçiminde esnek düşünebilme	12	6	7
3.10. Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme	12	7	6

Tablo 4 incelendiğinde “Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma” temasına göre 14 öğrenci yeterli, 5 öğrenci kısmen ve 6 öğrenci ise yetersiz olduğu görülmektedir. “Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme” temasında 10 öğrenci yeterli, 7 öğrenci kısmen ve 8 öğrenci ise yetersiz kalmaktadır. “Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme” temasına göre 7 öğrenci kısmen, 9’ar öğrencinin ise yeterli ve yetersiz kaldığı belirtilmektedir. “Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kriterlerini tercih etme” temasına göre 14 öğrenci yeterli, 7 öğrenci kısmen ve 4 öğrenci yetersiz şekilde olduğu görülmektedir. “Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme” temasına göre 10 öğrenci yeterli, 7 öğrenci kısmen ve 8 öğrenci yeterli olmaktadır. “Malzeme seçiminde analogik düşünebilme” temasında 10 öğrenci yeterli, 6 öğrenci kısmen ve 9 öğrenci ise yeterli şekilde yer almaktadır. “Malzeme seçiminde yaratıcı düşünebilme” temasına göre 12 öğrenci yeterli, 8 öğrenci kısmen ve 5 öğrenci yetersiz olduğu anlaşılmaktadır. “Malzeme seçiminde esnek düşünebilme” temasında 12 öğrenci yeterli, 6 öğrenci kısmen şekilde ve 7 öğrenci ise yetersiz kalmaktadır. “Model oluşturmak için seçilen malzemeleri nedenleri ile ifade edebilme” temasına göre 12 öğrenci yeterli, 7 öğrenci kısmen ve 6 öğrenci yetersiz şekilde olduğu karşımıza çıkmaktadır.

Şekil 5 incelendiğinde “Model oluşturmak için seçilen malzemeler hakkında bilgi sahibi olma” temasına 2(1) göre yeterli kodunun frekans yüzdesi %56 ile kısmen (%20) ve yetersiz (%24) koduna göre daha fazla çıkmıştır. “Seçilen malzemelerin zihinsel modele uygunluğuna dikkat etme” temasında 2(2) yeterli kodu %48 ile yetersiz (%32) ve kısmen (%28) koduna göre yüksek değerde olduğu belirlenmiştir. “Seçilen malzemelerin hedef yapı ile fiziksel açıdan uygunluğuna dikkat etme” temasının 2(3) yeterli kodunun frekans yüzdesi % 48 iken, kısmen kodunun frekans yüzdesi %32 ve yetersiz kodunun frekans yüzdesi ise %20 olarak karşımıza çıkmaktadır. “Seçilen malzemelerin hedef yapı ile içerik açısından uygunluğuna dikkat etme” temasında 2(4) yeterli ve yetersiz kodunun frekans yüzdesi (%36) birbirine eş değerde ve kısmen koduna (%28) göre yüksek çıkmıştır. “Malzeme seçiminde ekonomiklik ve kolay bulunabilirlik kriterlerini tercih etme” temasının 2(5) yeterli kodunun (%56) diğer temaların yeterli koduna göre daha yüksek çıktığı görülmektedir. “Malzeme seçiminde oranlı düşünebilme” temasının 2(6) yetersiz kodu (%40) kısmen (%32) ve yeterli kodunun (%28) frekans yüzdesine göre fazla çıktığı grafikte yer almaktadır.



Şekil 4. Öğrencilerin fikirlerin inşa etmesine ait frekans yüzdesi

4. Tartışma

Birçok çalışmanın konusu incelediğinde, atom kendi dünyası içinde keşfedilmeye gereksinim duyan ancak soyut ve anlaşılmaya namüsaait olan yapısı ve ilişkili kavramları, araştırmacılar açısından merak uyandırdığı için seçildiği söylenebilmektedir (Harrison ve Treagust, 1996). Bu çalışmada ise; öğrencilerin atom ve molekül yapısına dair zihinsel model oluşturmaya başladıkları süreçte hangi kaynaklardan yardım aldıkları sorusuna yönelik cevap alınan verilerin bulgularına göre, birincil (öğrencinin kendisinin oluşturduğu kaynak) ve ikincil (öğrencinin hazır şekilde ulaştığı kaynak) araştırma kaynaklarının öğrencilerin tercih etme sebebi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca öğrencilerin birden fazla kaynak seçtikleri de belirtilebilmektedir.

Birincil araştırma kaynağını tercih eden öğrencilerin Tablo 1'e göre frekans değerinin %~26 olduğu karşımıza çıkmaktadır. Bu kategorinin içeriğinde ise zihinde kurgulama ve hayal gücü kodlamaları yer almaktadır. İyi bir zihinsel model oluşturmanın hayal gücü sınırının zorlanması ile kuvvetlenebileceği düşünüldüğünde, öğrencilerin bu yapılanma sürecinde olması modelleme süreci için olumlu yönde olabileceği çıkarımını yaptırabilir. Her kişinin zihinsel modeli kendine has özellikleri taşır, dolayısıyla zihinsel modelin doğruluğu tartışılabilir, değiştirilebilir eksik ya da hatalı olabilir burada önemli olan nokta ise öğrencilerin ilk edinilmiş bilgileri ile bir oluşum içerisinde olmasıdır.

İkincil araştırma kaynağının frekans yüzdesinin ise %~74 olarak tespit edildiği, birincil araştırma kaynağına göre değerinin fazla olduğu söylenebilmektedir. Bu kaynağın kapsamında yer alan tercihlerin neredeyse her öğrencinin aklına gelebilecek şekilde olduğu tespit edilmiştir. Hrepic'in (2004) yaptığı bir çalışmanın sonucuna göre; öğrencilerin zihinsel modellerini oluştururken çevresinde bulunan birçok faktörden etkilendiğini vurgulanmaktadır.

İkincil araştırma kaynağı kategorisinde yer alan grup arkadaşları kodunun öğrenciler tarafından daha fazla tercih edildiği Tablo 1'de yer almaktadır. Bu bulgunun öğrencilerin iletişimi yüksek olduğu arkadaşlarının bilgilerini benimsedikleri ve eksikliklerini kapatabilecek güveni sağladıkları sonucunu yansıttığı düşünülmektedir. Vygotsky'nin bu bulgu ile ilgili bir çalışmada, farklı ilgi ve yeteneklere sahip grup öğrencilerinin birbirlerini çok anlam katabileceğini, bilgi paylaşımı ile daha güçlü bir öğrenimin gerçekleşebileceğinin yararlı taraflarını ön plana çıkarmıştır (Kant, 2011). Aynı zamanda benzer düşünceleri içeren literatür çalışmasında, Deniz ve Akgün (2014) grup çalışmasının faydalı yönünden bahsetmişlerdir.

İlgili tabloda (Tablo 1) %20 frekans değerinde yer alan internetin, öğrenciler tarafından tercih ettikleri yardımcı kaynak olduğu görülmektedir. Son 10 yıldır iletişim aracı olarak yaygın bir hale bürünen internetin hemen her yaş grubunun ilgi ve ihtiyaçlarına yönelik arayışlarına cevap verebildiği söylenebilir. Hatta teknolojinin parçası olan internetin öğrenen ve öğreten için değişen/gelişen koşullara ayak uydurabilmesinde kolaylık sağladığı, köklü bir hareketlenmenin olabilmesinde etkili olacağı üzerinde durulmaktadır (Derviş, 2009;

Yalçın, 2008). Ancak bu gibi sosyal ağlarda bulunan bilgilerin öğrencilerin ön öğrenmelerini olumsuz yönde etkileyebileceği, doğruluğu ispatlamayan bilgilerin bireylerin zihinlerinde bilgi kirliliği yaratabileceği ve gerçek öğrenmeden uzaklaştıracağı düşünülmüştür. Literatürde benzer bulguları içeren bir çalışmada internet gibi kaynaklarda yayınlanan yanlış görsellerin bireylerin zihinlerinde oluşan modellere, o şekilde yansyabileceğini vurgulamaktadır (Nakiboğlu, Karakoç ve Benlikaya, 2002).

Atom ve molekül kavramına dair zihinsel modellerini oluşturmak için MEB kitabını, ders anlatım sürecini ve kaynak kitapları kendilerine yardımcı kaynak olarak belirleyen öğrencilerin %~15 frekans değerinde olan bulguları ilgili tabloda (Tablo 1) yer almaktadır. Konu ile ilgili olarak ders kaynaklarının eğitim-öğretimin kapsamındaki yerinin görsel materyallerin bütününe göre daha yetkin olduğu bilinmektedir (Ayvacı vd., 2012; Demirel, 1999; Demirel ve Kıroğlu, 2005; Ünal ve Ada, 1999). Okul ders kitapları öğretmenlerden sonra en güvenilir bir kaynak olabileceği düşünüldüğünde, öğrencilerin atom ve molekül kavramına dair yapıları öğrenim hayatı sürecinde her alanda karşılaşması olasılığı göz önünde tutularak, kaynak kitapların gerek görselleri gerekse bilgileri öğrencileri yanlışlara sürüklemeyecek şekilde hazırlanmasının sağlanması gerekmektedir.

Bu aşamaya yönelik en çok merak edilen kısmın öğrencilerin bilim insanlarının modellerinden ne kadar yararlanmak istedikleri olmuştur. Elde edilen bulguların doğrultusunda bilim insanlarının düşüncelerini kendilerine yardımcı kaynak olarak gösteren %~13 frekans değerinde bulunan öğrencilerin olduğu tespit edilmiştir. Ancak öğrencilerin cevaplarına yönelik şaşırtıcı bir durumun oluşmasına sebep olan Rutherford ve Bohr atom modelinin tercih edilmesi buna karşın; Modern atom teorisinin güncelliğini bilmemeleri, ders anlatım sürecinde atom modellerinin tarihsel gelişim sırasını öğretmenlerin gözden kaçırdıklarına dair bir çıkarım yaptırabilir. Benzer bulgulara araştırmasının sonucunda ulaşan Akyol (2009) çalışmasında, atom modellerinin tarihsel gelişim sırasına göre her yeni modelin bir diğerinin eksik yönünü tamamlamak için ortaya sunulduğunu açıklamanın öğrencilerin eksik öğrenmelerini engelleyebileceğinden ayrıca; öğretmenlerin gerektiği yerlerde yönlendirme yapmalarının bir sonraki modele öğrencilerin bizzat kendilerinin ulaşmasında olumlu etkiler bırakacağından bahsetmektedir.

Öğrencilerin zihinsel model oluşturma sürecinde seçtikleri malzemenin hangi özelliğini ön plana çıkardıklarına dair araştırılan sorunun bulgularına göre Tablo 2 incelediğinde malzemelerin tercih edilen yönünün fiziksel ve içerik kategorileri şeklinde ayrıldığı karşımıza çıkmaktadır. Frekans yüzdesi %54 olan fiziksel kategorinin içerik kategorisine göre biraz fazla değerde olduğu ön plana çıkmaktadır.

Malzemelerin fiziksel kategorisinde yer alan kodlamaların görüntü kapsamına göre düzgün, renkli, sabit, ilgi çekici, güzel, basit, benzerlik, farklı, belirgin, boyut ve gösterişli gibi farklı başlıklar altında toplandığı ilgili tabloda sunulmuştur. Bu tablo ya göre (Tablo 2) öğrencilerin bakış açısından bakıldığında malzemelerin dış görüntüsüne özenmenin modeli özelleştireceğini düşündükleri çıkarılabilir. Ancak bazı kodlamalar irdeleğinde öğrencilerin atom ve yapısı ile ilgili yanlışlarının olduğu savunulabilir. Renk kodunun frekans yüzdesinin (%4) az olması ile birlikte, bu frekans değerinde yer alan öğrencilerin atomun içyapısında (proton, nötron ve elektron) bulunan unsurların renkli olduğunu vurguladıkları hatta, atomların da renkli olabileceğini düşündüklerine tanık olunmuştur. Klinik mülakat esnasında araştırmacı ve öğrenci arasında geçen bir diyalogda “Okul kitabında şeker molekülü vardı farklı renkliydi o yüzden farklı renkler tercih ettik” cümlesi öğrencilerin herhangi bir kaynak ya da sözel ifadelerin doğrultusunda renk yanlışısına düştüklerini göstermektedir. Literatürde benzer bulguları içeren çalışmalara rastlanmaktadır. Ben-Zvi, Eylon ve Silberstein (1986) çalışmalarında katılımcı öğrencilerin bakır elementinin renkli oluşumundan bahsettiklerini, Ergün (2013) ise He gazının gözle görülemeyecek bir yapıdan dolayı renksiz olabileceği olasılığı üzerinde durduklarını belirtmektedir. Öğrencilerin malzemelerin boyut özelliğini tercih etmelerinin sebebinde ise, mikroskobik boyutundan dolayı gözle görülemeyecek kadar küçük bir yapının ya da sınıf ortamına taşınamayacak kadar büyük olan bir nesnenin boyutunu ayarlanabilir hale getirmek için modelin malzemelerinde olması gereken önemli bir özellik olabileceği üzerinde yoğunlaştıklarının gerçeği yatmaktadır.

Malzemelerin içerik özelliğine bakıldığında ise uyumlu kodunun % 4 ile ilgili tabloda (Tablo 2) yer aldığı görülmektedir. Öğrencilerin malzemelerin uyumlu özelliğinin tercih etmelerinin sebebinin atomun içyapısında bulunan parçacıklarının (Proton, nötron ve elektron) bir model üzerinde kombin etmede uyumu yakalama çabasıdan dolayı olduğu düşünülebilir. Ancak araştırmacı öğrencilerin bu uyumu yakalama çabasının frekans yüzdesine baktığında beklentiye karşılamaması öğrencilerde parça-bütün ilişkisi oluşmadığı olasılığını ön plana çıkarmaktadır. Oysaki atomun içyapısında olan parçaların atomun üzerindeki yerinin bilinmesinin öğrencilerin bir üst seviyede karşılıklarına çıkacak konularda (Örn: Kimyasal tepkimeler, Periyodik cetvelde grup numarasını bulma, Elektron konfigürasyonu vs.) daha rahat öğrenmelerini sağlayacağını ön koşulu olacağı düşünülmektedir.

% 8 frekans değerinde yer alan öğrencilerin Tablo 2’de malzemelerin anlaşılır yönünü tercih ettikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Araştırmacı ve öğrenci arasında geçen bir diyalogda “İnsanlar anlasın diye böyle yaptık, ...” bulgusu öğrencilerin oluşturacakları zihinsel modellerin onların içsel düşüncelerini karşı tarafa açıklamada bir görev üstlendiğini destekler niteliğinin olduğunu vurgulamanın en güzel yolunun malzemelerden geçtiğini savunduklarından dolayı olduğu söylenebilir.

Atom gibi soyut kavramları somutlaştırmanın anlamlı öğrenmenin önünü açabilecek engelleri kaldırmada bir etken olacağı söylenebilmektedir. Tablo 2’de % 6 frekans değerinde bulunan öğrencilerin malzemelerin canlandırılabilirlik özelliğini tercih ettikleri bulgusuna ulaşılmıştır. Bu araştırma kapsamında bulunan öğrencilerin yapabileceği en doğru yolun belki de zihninde canlandırmaya çalıştığı atomun modelini oluşturmak için malzemelerin bu yönünün tercih etmesi olacaktır. Yılmaz’ın (2015) bu çalışmanın bulgularını destekleyen bir araştırmasında; soyut olguları somutlaştırmak için aracı olan modellerin öğrencilerin konuları algılayışleminde kolay bir süreç geçireceğinden bahsetmektedir.

Malzemelerin içerik kategorisinin en yüksek frekans yüzdesine (%10) sahip olan kolay kodunun bulgusu Tablo 2’de karşımıza çıkmaktadır. Öğrencilerin malzemenin kolay özelliğini ön plana çıkarmaları sebebinin sürece adapte olma ya da daha önceden deneyimlenmemiş üç boyutlu model etkinliğini sorunsuz bir şekilde tamamlayabilme arzularından dolayı olduğu düşünülebilir. Ayrıca farklı bir bakış açısı altından bakıldığında malzemenin ekonomik boyutu düşünülürken, öğrencilerin kolay ulaşabileceği (maddiyat yönünden) malzemenin tercih etme sebebinin oluşabileceği de eklenebilir. Sarıkaya (2007) konu ile ilgili bir çalışmasında, pek çok kimyasal yapının modeli için öğretmen, öğretim elemanı ve öğrencilerin kolay ve ucuz ulaşılabilen malzemeleri tercih etmelerinin; model malzemeleri ile kaynaşmasını, elleri ile ürettiği modeline yönelik sahiplenme duygusu geliştireceğini, en önemlisi de anlayarak bir süreç geçirmede yardımcı olacağını söylemektedir.

Öğrencilerin gündelik hayatta karşılaştığı bazı malzemelerin atomu çağrıştıran bir algıyı yaratması malzemelerin tercih sebebi olmuştur ve Tablo 2’de güncel hayat kodunun oluşmasını sağlamıştır. Ayrıca grup arkadaşlarına üstünlük sağlamak için klişe olmayan (%2) malzemelerin tercih edildiği bulgulara rastlanılmaktadır. Bu kod farkındalık yaratmak isteyen öğrencilerin seçilmeyen veya tercih edilmeyen malzemelere yöneldiklerini açıklar nitelikte olduğu söylenebilir.

Tablo 3’te yapılandırılmış gözlem formunda öğrencilerin zihinsel modeline yönelik fikirlerini tespit etme basamağının 2(7) temasına göre elde edilen bulgularında; öğrenme ortamında eş zamanlı sürede bulunmalarına rağmen alan bilgileri yönünden eksik kalan öğrencilerin olduğuna tanık olunmuştur. Öğrencilerde gözlenen bu eksikliğin atomun zor ve soyut yapısından dolayı mı kaynaklandığı yoksa öğretim programında yeni sınav sistemine göre düzenlenen konuların öğrencilerin algılamaları için yeterli ölçütte yer alıp ya da alınmadığının gündemini oluşturmuştur. Yine aynı tablo da zihinsel modelini yazılı ve sözlü olarak ifade eden öğrencilerin temaları incelendiğinde 9 öğrencinin çizim ile 13 öğrencinin sözel yollarla yeterli ölçütte bilgi verebildiği görülmektedir. Ancak zihinsel modelin soyut ve sessiz bilgiler içermesi yönü göz önünde tutulduğunda yazılı ve sözlü ifadelerin görsellik olmadan tek başına istenen hedefe ulaşma da yetebileceği durumu zihni karıştıran bir durum olmuştur. Gilbert, Boulter ve Rutherford (2000) tarafından yürütülen çalışmada, öğrencilerin betimlemeleri ve çizimleri doğrultusunda bir olgu ya da modeli belirlemenin genellikle eğitim için yapılan araştırmalarda sorun olarak görüldüğü aksine; görsellikle ifade edilen modellerin içselliği açıklama da işe yarayacağı ileri sürülmektedir.

Tablo 4’te yapılandırılmış gözlem formuna dair öğrencilerin fikirlerini inşa etme basamağına ait bulgularında malzemelerin yapısını tanıyan öğrencilerin sayısının 14 olduğu görülmektedir. Örneklem grubunda bulunan her bir öğrencinin basit düzeyde sayılabilecek malzemelerin yapısı hakkında bilgi sahibi olmadığı gerçeğinin yanında zihinsel modeli ile malzemenin içerik ve fiziksel yönünü bütünleştiremeyen öğrencilerin fazla olduğu gözlenmiştir.

5. Sonuç ve Öneriler

1. Öğrencilerin zihinsel model oluşturmak için yardımcı kaynak olarak en fazla grup arkadaşlarına yönelmeleri akran grubunda işbirlikçi öğretimin olumlu etkisinin yansımaları sonucu oluştuğu düşünülmüştür. Ancak malzemenin belirlenmesinde ufak çaplı grup içi anlaşmazlıkların oluştuğu göz önünde bulundurulduğunda, öğretmenlerin oluşabilecek sorunları engelleyebilmek için öğrencileri ortak karar alma hususunda uyarmaları gerekebilir.

2. Öğrencilerin MEB kitabını ve ders sürecini kendilerine yardımcı kaynak olarak seçmeleri öğretmenlerden sonra özellikle ders ortamında kullanılan kitapları kendilerine en güvenilir kaynak olarak gördüğü sonucuna ulaştırmıştır. Konu ile ilgili kavramları ilk defa ders kitabında gören öğrencilerin ileriki seviyede öğrenmelerine ket vurulmaması ve çeşitli yanlışlara düşmemeleri için kitaplar öğrenim öncesi kontrol edilmeli varsa yanlışlıklar düzeltilmelidir.

3. Malzemelerin fiziksel yönüne dair renk unsurunun ön plana çıkması öğrencilerin atom ve yapısının renkli olabileceğini düşündüklerini hatta, atomun iç yapısında bulunan proton, nötron ve elektronun farklı renklerde olduğu yanlışlığına sahip olduklarını göstermiştir. Zihinsel model oluşturma sayesinde öğrencilerin eksik ya da hatalı öğrenmelerinin tespit edilebileceği sonuca göre, öğretimde kullanılan her türlü materyalin, görselliğin aynı zamanda kavrama dair açıklama yaparken sarf edilen sözcüklerin öğrencileri gerçeğinden uzaklaştıracak boyuta taşınmaması yönünden önlem alınması dikkate alınmalıdır.

4. Malzemelerin içerik yönüne dair kolay unsurunun tercih edilmesinin öğrencilerin daha önce üç boyutlu çalışmalara yönelik az deneyimi olmalarından dolayı olabileceği sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca malzemelerin

ekonomik boyutu göz önünde tutulduğunda öğrencilerin kolay elde edebileceği malzemeleri tercih etme sebebi olabileceği sonucunu yansıtmıştır. Öğretmenler laboratuvar koşullarında gerekli önlemleri alarak bol miktarda malzeme çeşidi ile öğrencilerin daha fazla zaman geçirmelerine ve malzemenin yapısını tanımlarına olanak sağlamalıdır.

5. Yapılan çalışmanın bulgularının genellenebilirlik yönü olmadığı belirtilebilir ancak zihinsel model oluşturma sürecinde veri toplarken yazılı ve sözlü ifadelerin yanında öğrencilerin bizzat kendilerinin oluşturacağı model yaptırmanın konu ile ilgili eksik ya da hatalı yönleri daha iyi tespit edileceği sonucuna ulaşıldığından dolayı literatüre farklı boyut katmak için bu çalışmanın evreni genişletilebilir.

Assessing The Ways In Which The 7th Grade Students Of The Secondary School Follow The Atom And Molecule Modeling Process

Extended Abstract

In general, it is safest to mention the existence of models which aren't abstract and can't be observed directly but which are used as ancillary tools in conditions which need to be scaled due to its size although it has the observable feature in some cases (Ünal ve Ergin, 2006). Modeling is actually a measure of how the cognitive processes of the individual have progressed (Yüce, 2013). Teachers, textbooks and most similar visual materials in the classroom environment can determine the level at which their mental models are carried (Çiltaş ve Işık, 2012). The main problem of the research was the situations: "What kind of course does middle school 7th graders follow in the process they are beginning to build up atom and molecule model?" The sub-problems are presented below by sticking to the main problem:

- "Where do students get help when doing a primary or secondary resource search?"
- "What characteristics of the material do students prioritize when choosing materials of the atom and molecule model that students editing to in their minds?"

This study was conducted with 25 7th grade students. Students are divided into 8 heterogeneous groups by the teacher at the school. The case study is preferred because of nature of this study. The researcher collected study data by using clinical interviews, a structured observation form and by recording videos. To analyze the data, this study used content and descriptive analysis, which are qualitative data analysis methods also N-Vivo 9 software was used in the analysis to gain validity.

According to findings from clinical interview of the study, the resources they have been helping to build mental models of students are divided into categories as primary and secondary research resources in the direction of student responses. The frequency value of the secondary research (%74) resource was found to be higher than the frequency value of the primary research (%26). The characteristics in the foreground are divided into two categories as physical and mental according to the answers of the students. The frequency percentage of physical category (%56) is slightly higher than content category (%44). According to structured observation form, it was determined that each student in the sample group had no knowledge of the items that could be counted at a simple level. It was observed that there were a large number of students who couldn't integrate content and physical direction of the materials with mental model.

It can be interpreted that color element of the materials of the materials of the materials is foreground and that atoms and structure of the students may be colored. At the same time, that proton, neutron and electrons in the atomic structure are in different colors. Students have chosen MEB books' and lecture process as the source of help for them as the most reliable source for books used in the course environment especially after teachers.

Keywords: Atom, Model, Modeling, Three-Dimensional Model, Mental Models.

Kaynaklar

- Akıllı, M. (2011). Fen bilgisi eğitimi 2. sınıf öğrencilerine "Atomun yapısı" konusunun 3D bilgisayar modelleri yardımıyla öğretimi. Doktora tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Alkan, İ. (2015). Mitoz bölünme öğretimi için kavramsal değişim odaklı bir modelin (materyal) geliştirilmesi. Yüksek lisans tezi, İnönü Üniversitesi, Malatya.
- Ayas, A. ve Demirbaş, A. (1997). Turkish secondary students' conception of introductory chemistry concepts. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 518-521.
- Ayvacı, H. Ş., Ültay, E. ve Mert, Y. (2012). 9. sınıf fizik öğretim programında yer alan teknoloji tasarım kazanımlarının uygulanabilirliğine yönelik öğretmen görüşlerinin belirlenmesi. *Ondokuz Mayıs Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 31(1), 20-43.
- Akyol, D. (2006). *Fen alanlarında öğrencim gören üniversite öğrencilerinin zihinlerindeki atom modellerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Bebek, G. (2016). Öğrencilerin modelleme süreçlerinin değerlendirilmesine yönelik ölçme araçlarının geliştirilmesi. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B. & Silberstein, J. (1986). Is an atom of copper malleable? *Journal of Chemical Education*, 63(1), 64-66.
- Boo, H. K. & Watson, J. R. (2001). Progression in high school students' (aged 16-18) conceptualizations about chemical reactions in solution. *Science Education*, 85(5), 568-585.
- Burkaz, S. (2012). *Fen ve teknoloji öğretiminde üç boyutlu modellerin yapılandırma öğrenme ortamında kullanımı*. Yüksek lisans tezi, Recep Tayyip Üniversitesi, Rize.
- Çakır, M. (2011). *Üstün yetenekli öğrencilerin iletkenlik ve yalıtkanlık kavramları hakkındaki zihinsel modellerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Van.
- Çelik, B. (2015). Beşinci sınıf kesirler konusunun öğretim sürecinin matematiksel modeller açısından incelenmesi. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Çepni, S. (2007). *Araştırma ve proje çalışmalarına giriş*. Trabzon: Celepler Matbaacılık.
- Çiltaş, A. ve Işık, A. (2012). Matematiksel modelleme yönteminin akademik başarıya etkisi. *Çağdaş Eğitim Dergisi Akademik*, (1)2, 57-67.
- Çiltaş, A. ve Işık, A. (2012). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının dizi ve serilerle ilgili zihinsel modellerinin belirlenmesi. *Erzincan Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 14(2), 167-182.
- Çiltaş, A. ve Yılmaz K. (2013). İlköğretim matematik öğretmeni adaylarının teoremlerin ifadeleri için kurmuş oldukları matematiksel modeller. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi*, 2(2), 107-115.
- Demirel, Ö. (1999). *Planlamadan değerlendirmeye öğretme sanatı*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Demirel, Ö. ve Kıroğlu, K. (2005). *Konu alanı ders kitabı incelemesi*. Ankara: Pegem A Yayıncılık.
- Deniz, D. ve Akgün, L. (2014). Ortaöğretim öğrencilerinin matematiksel modelleme yönteminin sınıf içi uygulamalarına yönelik görüşleri. *Trakya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 4(1), 103-116.
- Derviş, N. (2009). Bilgisayar destekli fen ve teknoloji öğretiminin öğrencilerin "Yaşamımızı etkileyen manyetizma" ünitesindeki akademik başarılarına, tutumlarına ve bilimsel düşünme becerilerine etkisi. Yayınlanmamış Yüksek lisans tezi, Osmangazi Üniversitesi, Eskişehir.
- Eraslan, A. (2011). İlköğretim matematik öğretmen adaylarının model oluşturma etkinlikleri ve bunların matematik öğrenimine etkisi hakkındaki görüşleri. *Elementary Education Online*, 10(1), 364-377.
- Ergin, İ., Özcan, İ., ve Sarı, M. (2012). Farklı akademik ünvanlara sahip fen öğretmenlerinin branşlara göre model ve modelleme hakkındaki görüşleri. *Dünya'daki Eğitim ve Öğretim Çalışmaları Dergisi*, 2(1), 142-159.
- Ergün, A. (2013). Atom ve molekül konusunda kavram yanlışları ve bunları iyileştirmek için örnek etkinlikler. Doktora tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. & Rutherford, M., (2000). Explanations with models in science education. In J. K. Gilbert ve C. J. Boulter, (Eds.), *Developing Models in Science Education* (pp.193-208). London: Kluwer Academic Publishers.
- Gilbert, J. K. (2004). Models and modeling: routes to more authentic science education. *International Journal Of Science And Mathematics Education*, 2(2), 115-130.
- Gümüş, İ., Demir, Y., Koçak, E., Kaya, Y. ve Kırıcı, M. (2008). Modelle öğretimin öğrenci başarısına etkisi. *Erzincan Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1), 65-90.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1996). Secondary students mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Hrepic, Z. (2004). Development of real-time assessment of students' mental models of sound propagation. Unpublished doctoral thesis University of Split, Split, Croatia.
- İyibil, Ü. ve Sağlam-Arslan, A. (2010). Fizik öğretmen adaylarının yıldız kavramına dair zihinsel modelleri. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi*, 4(2), 25-46.
- Kant, S. (2011). İlköğretim 8. sınıf öğrencilerinin model oluşturma süreçleri ve karşılaşılan güçlükler. Yüksek lisans tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Karacan, H. (2014). Fizik öğretmenlerinin ve fizik öğretmen adaylarının elektrik akımı konusundaki zihinsel modellerinin belirlenmesi. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Köklü, N. (2009). *Elektrik konularının öğretiminde pedagojik – analogik modellerin öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Kurnaz, M. A. (2011). *Enerji konusunda model tabanlı öğrenme yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamlarının zihinsel model gelişimine etkisi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon.
- Nakiboğlu, C., Karakoç, Ö. ve Benlikaya, R. (2002). Öğretmen adaylarının atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 2(4), 88-98.
- Sarıkaya, M. (2007). Kolay sağlanabilir malzemelerle molekül model yapımı. *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 5(3), 513-537.
- Sözcü, U. (2015). *7.sınıf öğrencilerinin bilimsellik değerine ilişkin zihinsel modelleri*. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.

- Taylan-Yıldız, H. (2006). İlköğretim ve ortaöğretim öğrencilerinin atomun yapısı ile ilgili zihinsel modelleri. Yüksek lisans tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Ünal, S. ve Ada, S. (1999). *Öğretmenlik mesleğine giriş*. İstanbul: Marmara Üniversitesi Yayını Nu: 646.
- Ünal, G. ve Ergin, Ö. (2006). Fen eğitimi ve modeller. *Milli Eğitim Dergisi*, 171, 188-196.
- Vural-Akar, R. ve Cenkseven, F. (2005). Eğitim araştırmalarında örnek olay (vaka) çalışmaları: Tanımı, türleri, aşamaları ve raporlaştırılması. *Burdur Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6(10), 126-139.
- Yalçın, M. (2008). *Madde ve ısı ünitesinin öğretilmesinde bilgisayar destekli uygulamaların etkisi*. Yayınlanmamış yüksek lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun.
- Yılmaz, K. (2015). *Matematiksel modellerle teorem ispatlarının ilköğretim matematik öğretmenliği öğrencilerinin ispat yapabilme becerilerine, ispatla ilgili görüşlerine ve akademik başarılarına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum.
- Yin, R. K. (2003). *Case Study Research Design and Methods*. (Applied Social Research Methods Series Volume 5). London: Sage Publications.
- Yüzbaşıoğlu, M.K. (2015). *Ses konusuyla ilgili öğrenci zihinsel modellerinin incelenmesi*. Yüksek lisans tezi, Kastamonu Üniversitesi, Kastamonu.
- Yüce, G. (2013). *Kimya öğretmen adaylarının kimyasal reaksiyonlar konusunda zihinsel modellerinin belirlenmesi*. Yüksek lisans tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Zeynelgiller, O. (2006). *İlköğretim II. kademe fen bilgisi dersi kimya konularında model kullanımının öğrenci başarısına etkisi*. Yüksek lisans tezi, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa.