



MODEL TABANLI ÖĞRENME YAKLAŞIMINI TEMEL ALAN ÖĞRENME ORTAMININ ÖĞRENCİLERİN ENERJİ KAVRAMINI ANLAMA DÜZEYLERİNE ETKİSİ¹

Dr. Mehmet Altan KURNAZ
Milli Eğitim Bakanlığı-Türkiye
altan.kurnaz@gmail.com

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN
Karadeniz Teknik Üniversitesi-Türkiye
asaglam_arслан@yahoo.fr

ÖZET

Bu çalışmanın amacı 'Model Tabanlı Öğrenme' (MTO) yaklaşımına göre tasarlanan öğrenme ortamının öğrencilerin enerji konusu ile ilgili alternatif fikirlerini giderme ve eksik bilgilerini tamamlamalarına etkilerini değerlendirmektir. Bu amaç kapsamında öğretim ortamı 'Model Tabanlı Öğrenme' yaklaşımının öğretim modellerinden biri olan Model Tabanlı Öğretim Modeline (Model of Model Based Instruction -MOMBI-) göre tasarlanmış ve uygulanmıştır. Uygulamalı olarak gerçekleştirilen çalışmada araştırma yöntemi olarak Didaktiksel Mühendislik yöntemi kullanılmıştır. Karadeniz Teknik Üniversitesi Matematik Öğretmenliği Programında Temel Fizik I dersi alan 33 öğrenci araştırmanın çalışma grubunu oluşturmaktadır. Tasarlanan öğrenme ortamının etkilerini değerlendirmek amacıyla 4 açık uçlu sorudan oluşan bir başarı sınavı geliştirilmiş ve öğrencilerin uygulamadan önce ve sonra bu soruları cevaplandırmaları sağlanmıştır. Elde edilen verilerin analizinde ilgili literatüre ve uzman görüşlerine dayalı olarak geliştirilen rubrikten yararlanılmıştır. Analizler birinci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş diğer araştırmacı tarafından doğruluğu kontrol edilmiştir. Öğrenme ortamının etkililiği ön ve son test bulgularının karşılaştırmasına dayanmaktadır. Elde edilen bulgular, öğrencilerin anlama seviyelerinde beklenen nitelikte bir artış olduğunu göstermiştir. Bulgulardan hareketle enerji kavramının öğretimi için MOMBI öğretim modeline göre tasarlanan öğretim ortamının öğrencilerin öğrenmesinde anlamlı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu anlamda, MOMBI öğretim modelinin enerji kavramının öğretimi sürecinde kullanılması önerilmektedir. Ayrıca 'Model Tabanlı Öğrenme' yaklaşımının son yıllarda kendini gösteren yeni bir yaklaşım olması sebebiyle farklı konulara uygulanmasını temel alan çalışmaların yürütülmesinin literatüre önemli katkılar sağlayacağı düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Model Tabanlı Öğrenme, MOMBI, Enerji, Didaktiksel Mühendislik

GİRİŞ

Temel fizik kavramı olarak bilinen enerji kavramı, disiplinler arası karmaşık bir doğaya sahip olması nedeniyle pek çok araştırmaya konu olmuştur. Bu çalışmalar genel bir bakış açısı ile incelendiğinde üç önemli sonucun ortaya çıktığı söylenebilir. Birincisi öğrencilerin, enerji kavramını öğrenilmesi zor bir kavram olarak tanımlamasıdır (Boyes ve Stanisstreet, 1990; Trumper, 1998; Domenech vd., 2007). İkincisi, enerji öğretilmesi güç bir kavramdır (Warren, 1983; Watts, 1983; Solomon, 1992). Üçüncüsü, enerjinin öğretimi ve öğrenimindeki güçlükler bazı araştırmacıları (bkz. Brook ve Wells, 1988; Kirkwood ve Carr, 1988; 1989; Trumper, 1990; Aydın ve Balım, 2005; Papadouris ve Constantinou, 2006) enerjinin nasıl daha etkili öğretilbileceğine yöneltmiş ve 'Sistem

¹ Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından desteklenmiştir.





Yaklaşımı' (Huis ve Berg, 1993), 'Çoklu Sunum Yaklaşımı' (Heuvelen ve Zou, 2001), 'Soyut Resim Dili' (Fry vd., 2003) gibi bazı yaklaşımlar önerilmiştir.

Enerji kavramının öğrenimi ve öğretimi hakkında yapılan çalışmalara bütüncül bir gözle bakıldığında üç özel durum dikkat çekmektedir. Birincisi, öğrenciler farklı öğrenim seviyelerinde olsalar da enerji kavramını öğrenme zorlukları arasında benzerlikler vardır (Sağlam Arslan, 2009; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009; 2011). İkincisi, öğrencilerin bu algılama güçlükleri çerçevesinde alternatif öğretim yaklaşımları geliştirilmiş olsa da öğrenciler günümüzde hala benzer öğrenme güçlüklerine sahiptirler (bkz. Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2011). Üçüncüsü, ilköğretim ve ortaöğretim öğrencilerine kıyasla üniversite seviyesinde öğrenci algulamalarını geliştirici nitelikte yeterince çalışma gerçekleştirilmemiştir (bkz. Kurnaz ve Çalık, 2009).

İlgili çalışmalardan hareketle yukarıda verilen önemli sonuçlar ve özel durumlar dikkate alındığında enerji kavramının öğrenimi ve öğretimi için etkin bir yaklaşımın yapılandırılmasının önemli bir adım olacağı düşünülmektedir. Bu anlamda ilgili çalışmalarda belirtilen öğrenme güçlüklerinin, öğrencilerin alternatif fikirlerinin, önerilen öğretim stratejilerinin ve yöntemlerinin dikkate alınması önemlidir. Bununla birlikte ilgili literatürde etkinliği vurgulanan tüm öğretim yaklaşımlarına rağmen halen öğrenme güçlüklerinin devam ediyor olması (bkz. Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2011) nedeniyle enerji kavramının öğretiminde kullanılabilir yeni yaklaşımlarında sorgulanması gerektiğine inanılmaktadır. Enerji kavramının öğretimi için güncel öğrenme/öğretme yaklaşımlarından biri olan Model Tabanlı Öğrenme (MTÖ) yaklaşımını temel alan öğretim ortamlarının etkililiğinin henüz yeterince irdelenmemiş olması bu çerçevede gerçekleştirilecek çalışmalara ihtiyaç olduğunu göstermektedir.

Model tabanlı öğrenme yaklaşımı: Bilimsel bilginin gelişmesinde model kullanımının temel rol oynaması nedeniyle bu alanda önemli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (örn: Devi vd., 1996; Gilbert vd., 2000; Tiberghien, 2000; Hestenes, 2006). Bu anlamda son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda fenin doğasını anlamak ve öğretmek için model kullanımının önemine dair vurgulamalar giderek artmaktadır (Cartier vd., 2001). Modellerin fen öğrenimindeki yeri ve kullanılmasına yönelik vurgulamalar nedeniyle modelleri kullanarak öğrenme ile ilgili bir teoriye ihtiyaç duyulduğu dile getirilmekte ve MTÖ yaklaşımı önerilmektedir (Gobert ve Buckley, 2000; Buckley vd., 2002; Hanke, 2008).

MTÖ yaklaşımı öğrencilerin bir bilgiye/olguya dair zihinsel modellerinin yapılandırılmasını temel alır (Nersessian, 1995; Gobert ve Buckley, 2000). Bu alanda gerçekleştirilen pek çok çalışmada öğrencilerin bir bilgiyi/olguyu anlamak için zihinsel model yapılandırmasına gittikleri belirlenmiştir (Driver, 1995; Duit ve Treagust, 1998; Taylor, Barker ve Jones, 2003). Patrick (2006) bireylerin bilgi ve beceri edinimleri sürecinde zihinsel modellerin aktif bir rol üstlendiğini, Lijnse (2006) bireylerin dünyayı zihinsel modelleri ile deneylediklerini ve anlamlandırdıklarını, Coll ve Treagust (2003) bireylerin kendi deneyimlerini ve doğayı yorumlamak için zihinsel sunumlar geliştirdiklerini, Greca ve Moreira (2002) bireylerin zihinsel modellerini var olan zihinsel modelleri ilişkilendirerek oluşturduklarını belirterek öğrenme ile zihinsel model geliştirme arasındaki derin ilişkiye vurgu yapmaktadırlar. Gerçekte zihinsel modeller, bilgi edinme sürecinin yani bireyin zihinsel denge sağlama sürecinin ürünüdürler. Bu





yüzden bilgi edinme süreci aynı zamanda zihinsel model yapılandırma sürecidir. Hanke'ye (2008) göre bu süreç dört aşamadan oluşmaktadır:

- (I) Zihinsel model yapılandırılma süreci zihinsel dengesizliğe neden olan yeni bir bilgi/olgu ile başlar.
- (II) Yeni durumu anlaşılır kılmak için mevcut bilgileri işe koşmak gerekir.
- (III) Daha fazla bilgi edinebilmek için araştırmaya gereksinim vardır.
- (IV) Mevcut bilgi ile yeni durum, bir zihinsel modelde birleştirilerek bu zihinsel model yeni bilgi inandırıcı oluncaya kadar detaylandırılır.

Zihinsel modeller depolanmadığından bilgi yapılandırmaları kalıcı değildir (Norman, 1983). Diğer bir ifadeyle, zihinsel modellerin her ihtiyaç duyulduğunda yeniden yapılandırılmaması yani yapılandırma sürecinin sürekli tekrar etmemesi, kalıcı olması için bir birey o bilgiyi/olguyu birkaç defa tecrübe etmeli ve onu bir şema olarak özümsemelidir (Hanke, 2008). Böylelikle yeni bilgi ve onun kullanımı öğrenilmiş demektir. Buradan hareketle Hanke (2008) öğrenmeyi zihinsel model yapılandırma ve onun şemalaştırılması olarak tanımlamaktadır. MTÖ, yukarıda verilen açıklamalardan hareketle Tablo 1'de görüldüğü gibi özetlenebilmektedir.

Tablo 1. Model tabanlı öğrenme sürecinin aşamaları

Süreç	Aşama	Açıklama	
Öğrenme	Zihinsel model yapılandırma	Zihinsel tetikleme	- Öğrenme karşılaşılan yeni bir durumla başlar.
		Ön bilgileri işe koşma	- Yeni durumu anlamak ve zihinsel dengeyi sağlamak için birey ön bilgilerini işe koşar.
		Yeni bilgiler arama	- Yeni durum ile ilgili daha fazla bilgi toplanır.
		Bir mental modelde bütünleştirme	- Yeni durum mevcut bilgi ile bir mental modelde birleştirilir.
		Şemalaştırma	- Bilginin/olgunun mental model yapılandırma süreci olmadan anlaşılması/hatırlanması için mental model yapılandırma süreci tekrarlı olarak yaşanır ve mental model şema olarak özümser.

Öğretim sürecinde temel yaklaşım öğrenme sürecini kolaylaştırmak olmalıdır (Capel, Leask ve Turner, 1999). Öğrenmeyi kolaylaştırma öğretim sürecinin her aşamasında öğrenme sürecinin aşamalarını dikkate almayı gerektirir (Hanke, 2008). O halde MTÖ temelinde gerçekleştirilecek bir öğretim sürecinde yapılması gereken öğrencilerin öğrenme sürecinin aşamalarını sırasıyla dikkate alma ve öğrencilerin zihinsel modellerini değiştirecek/geliştirecek bir yapı oluşturmaktır. Hanke (2008), MTÖ'nün esas aldığı zihinsel model geliştirme teorisini temel alan bir öğretim modeli olan MOMBI'nin bu yapıyı sağlamada etkin bir rol üstleneceğini belirtmektedir.

MOMBI: MOMBI öğretim modeli, öğretim sürecinde MTÖ'nün Tablo 1'de sunulan aşamalarını yansıtacak adımlar izlenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Buna göre MOMBI, MTÖ'nün aşamaları paralelinde beş aşamalıdır. Bu aşamalar tetikleme/odaklama, aktive etme, edinimi sağlama (sunma), iskelet kurma ve pratik yapmadır. MOMBI'ye ait bu aşamaların her biri MTÖ sürecinin aşamalarını yerine getirmek üzere yapılandırılmıştır. MOMBI aşamalarının uygulama sürecinde nasıl yürütülmesi gerektiğine yönelik içerik ve bu içeriğe ait amaçlar Tablo 2'de sunulmuştur.





Tablo 2. MOMBI'nin temel aşamaları, Hanke'den (2008) uyarlanmıştır.

Aşama	İçerik	Amaç
Tetikleme Odaklama	Bu aşamanın öğrenme sürecindeki karşılığı 'zihinsel tetikleme' aşamasıdır. Öğrenilecek yeni durumun/kavramın sunularak öğrenme-öğretme süreci için öncül zemin oluşturmanın başlatılması bu aşamada gerçekleştirilir. Öğrenilecek yeni durumun/kavramın niçin öğrenilmesi gerektiğinin gerekçelendirilmesi, mevcut bilgilerle çelişkili bilgilerin sunularak öğrenmenin ihtiyaç hissettirilmesi gibi etkinlikler yürütülür.	Bu aşamanın amacı öğrencileri yeni durumla/kavramla ilgili zihinsel olarak provoke etme, motive etme, zihinsel dengesizliği sağlama ve kavramsal değişimi başlatmadır.
Aktive etme	Bu aşamanın öğrenme sürecindeki karşılığı 'ön bilgileri işe koşma' aşamasıdır. Öğrencilerin yeni durum/kavram hakkındaki ön bilgilerini işe koşmak için soruların sorulduğu, hatırlatmaların yapılır. Bu aşama, öğrenme-öğretme süreci için öncül zemin oluşturmanın yoğunlaştırıldığı aşama olarak dikkat çekmektedir.	Bu aşamanın amacı öğrencilerin zihinsel model oluşumunu kolaylaştırmaktır.
Edinimi sağlama (Sunma)	Bu aşamanın öğrenme sürecindeki karşılığı 'yeni bilgi arama' aşamasıdır. Bu aşama öğretmenin en aktif olduğu aşama olup öğretim süreci MTÖ dayalı olarak dışsal/kavramsal modellerle gerçekleştirilir. Bu süreçte resimlerden, kavram haritalarından, tablolardan, değişik internet kaynaklarından, uzmanlardan veya kütüphanelerden vb. yararlanılabilir. Bilginin algılanması, geliştirilmesi ve yapılandırılması için öğrencilerin sahip olduğu tartışmalı kavramların/teorilerin niçin geçerli olmadığı gösterilerek bilişsel derinleştirme sağlanır. Bunun için kavram yanlışlarını giderecek etkinliklere yer verme vb. yöntemlerden yararlanılır. Bu anlamda gerektiğinde düşük seviyede anlamının görüldüğü öğrencilere bilişsel çıraqlığın (cognitive apprenticeship (Colins vd., 1989 aktaran Hanke 2008) belirttiği gibi doğrudan gösterimlerde de bulunabilir.	Uygulamada kullanılacak yöntemlerin kullanımı noktasında esnek bir bakış açısına sahip olan bu aşamada zihinsel modelleri yapılandırmak için ihtiyaçları karşılamak amaçlanır.
İskelet kurma	Bu aşamanın öğrenme sürecindeki karşılığı 'zihinsel modelde birleştirme' aşamasıdır. Edinilen bilgilerle ilgili sorular sorma, ipuçları verme, öğrenci farklılıklarını dikkate alarak rehber onlara rehber olma çalışmaları yürütülür.	Zihinsel modelin inandırıcı ve kullanışlı olduğunun kontrol edilmesi ve öğrenci modellerinin özelliklerini ve içeriklerini bilimsel modeller ile örtüşecek şekilde tamamlama amacı esastır.
Pratik yapma	Bu aşamanın öğrenme sürecindeki karşılığı 'şemalaştırma' aşamasıdır. Öğrencilerin yapılandırdıkları zihinsel modelleri özümsemeleri için zihinsel model geliştirme süreçlerinin tekrarlı olarak yenilendiği aşamadır.	Bu aşamadaki amaç öğrencilerin kaynaklara, arkadaşlarına veya öğretmenine ihtiyaç duymadan yeni durumu açıklamasının ve kullanmasının sağlanmasıdır.





Tablo 2'den de anlaşıldığı gibi, MOMBI'nin temel dayanağı zihinsel modellerin yapılandırılması ve/veya geliştirilmesi ve yapılandırılan bu zihinsel modellerin özümsemesidir. Bu modele ait temel aşamalarının uygulanmasında nelerin yapılması gerektiği özetle Tablo 2'de 'İçerik' başlığı altında ve bu içeriğin hangi hedefe/hedeflere hizmet ettiği 'Amaç' başlığı altında sunulmuştur. Buna göre MOMBI'nin zihinsel model teorisine dayanması, edinimi sağlama aşamasının duruma, konuya, öğrenciye göre öğrenci veya öğretmen merkezli olma noktasında esnek bir yapıda olması ve iskelet kurma aşamasında bilişsel çıraklığı (cognitve apprenticeship) dikkate alınması 4E, 5E, 7E, REACT gibi diğer öğretim modellerinden temel farklılığıdır.

Araştırmanın amacı ve önemi: Bu araştırmanın amacı, üniversite 1. sınıf Temel Fizik I dersi ünitelerinden biri olan enerji kavramının öğrenimine yönelik olarak MTÖ'nün öğretim modellerinden biri olan MOMBI'nin, öğrencilerin alternatif fikirlerini giderme, eksik bilgilerini tamamlama ve başarıları üzerindeki etkilerini değerlendirmektir.

Enerji kavramının öğretiminde kullanılmak üzere geliştirilen, uygulanan ve önerilen farklı yöntemlerin mevcudiyetine rağmen beklenen nitelikte öğrenmelerin gerçekleşmemesi alternatif yaklaşımların etkililiğinin irdelenmesini önemli kılmaktadır. Bu çalışma kapsamında MTÖ'nün öğretim modellerinden biri olarak önerilen MOMBI modelinin enerji kavramının öğretimindeki etkililiğinin araştırılması ve bu çerçevede ulusal ve uluslararası literatürde henüz yeterince çalışmanın gerçekleştirilmemiş olması çalışmanın önemini artırmaktadır. Ayrıca, MOMBI'nin özel bir konu olan enerji kavramının öğretimindeki etkinliğinin ortaya koyulması bu modelin genel olarak etkinliği hakkında da bilgiler sunacağı ve bu durumun daha sonra yapılacak çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

YÖNTEM

Çalışmanın uygulamalı olarak yürütüleceği gerçeğinden hareketle araştırma yöntemi olarak M. Artigue tarafından 1980'li yıllarda geliştirilmeye başlanan Didaktiksel Mühendislik (DM) (Didactical Engineering) benimsenmiştir. DM kavramı, öğretimsel bir çalışmayı adlandırmak amacıyla ortaya atılmıştır. DM bilimsel bilgilere dayanan, bilimsel kontroller içeren, bununla birlikte bilimin yanlışlardan arıtılmış objelerinden daha karmaşık objeler ile de ilgilenmek zorunda olan ve buna bağlı olarak da bilimin dikkate alamadığı veya almak istemediği problemleri, sahip olduğu tüm imkânları kullanıp pratik olarak ele alan bir araştırma yaklaşımıdır (Artigue, 1994). DM araştırma yöntemi kontrol gruplu ön ve son test deneysel desenin kabullerinden farklı yaklaşımları olan bir araştırma yaklaşımıdır (Artigue, 2009). Bu anlamda tek gruplu ön-son test deneysel desenle benzerlik gösterdiği düşünülebilir. Ancak uygulamaları sürecinde temel farklılıklar söz konusudur. DM çalışma grubuna ön test yapılmaksızın uygulamaya olanak tanıdığı gibi ön test uygulamalarının da kullanılması fikrini (bu çalışma kapsamında olduğu gibi) kabul eder (Arslan, 2009). Bu durum çalışmanın tek gruplu ön-son test deneysel desen gibi yürütüldüğü algısını oluştursa da Didaktiksel Mühendislik araştırmanın hedefleri doğrultusunda yapılandırılan öğrenme ortamının, uygulama süreci boyunca öğretim sürecindeki pratiklerden yola çıkılarak yeniden yapılandırılmasına ve eksikliklerinin giderilmesine imkân veren bir araştırma yaklaşımıdır. Didaktiksel mühendislik dört temel fazdan oluşmaktadır: (I) Temel





analizler, (II) Didaktik ortamların oluşumu ve öncü analizi, (III) Uygulama, (IV) Son analiz ve değerlendirme (Artigue, 1990 aktaran Arslan, 2009).

- (I) Temel analizler: araştırmanın bilimsel amaçlarına bağlı olarak hedeflenen öğrenme ortamını hazırlamak amacıyla çalışılan konu/kavram ile ilgili bilgileri ortaya koymak için yürütülür. Bu süreçte yerine getirilmesi gerekenler aşağıdaki gibidir.
 - Öğretilmesi hedeflenen içeriğin epistemolojik analizi,
 - Var olan öğretim durumlarının ve etkilerinin analizi,
 - Etkili bir öğretimin önünde duran engellerin belirlenmesi,
 - Öğrenen algılamalarının, güçlüklerinin ve engellerinin belirlenmesi.
- (II) Ortamların oluşumu ve öncü analizi: bu fazda iki tür değişken analizi yapılır; hazırlanan öğrenme ortamının genel organizasyonu ile ilişkili olan makro didaktik değişkenlerinin belirlenmesi. Hazırlanan ortamın lokal organizasyonu (her bir faz/seans) ile ilişkili olan mikro didaktik değişkenlerinin belirlenmesi.
- (III) Uygulama: hazırlanan ortamın uygulanması ve araştırma problemi ile ilişkili farklı kaynaklardan veri toplama.
- (IV) Son analiz ve değerlendirme: değerlendirme fazı olarak nitelendirilen bu faz, uygulama aşamasında toplanan verilerin analizine dayanmaktadır. Bu faz öğretim sürecinde gerçekleştirilen gözlemlere ve öğrenci ürünlerine odaklanmaktadır. Veriler genellikle farklı zamanlarda gerçekleştirilen anket ve/veya mülakatlarla desteklenmektedir.

Bu çalışma kapsamında temel analizler, enerji kavramı ile ilgili literatürde yer alan çalışmaların belirlenmesi ve içerik analizi yöntemi kullanılarak bu çalışmaların derinlemesine incelenmesi şeklinde gerçekleştirilmiştir. Belirlenen araştırma yönteminin ikinci fazıyla ilişkili olarak MTÖ ve MOMBI öğrenme ortamının oluşumu için temel alınmıştır. MOMBI öğretim modeli kapsamında çoklu sunum (multiple representations) stratejisi ve enerjinin kavramsal tanıtımı için iş kavramına dayanmayan stratejik bir yaklaşım kullanılmıştır. Ayrıca tasarlanan ortamda kullanılması düşünülen materyallerin uygulanması ile ilişkili didaktik değişkenler analiz edilerek öncü analiz gerçekleştirilmiştir. Benimsenen temel yaklaşımlar doğrultusunda gerçekleştirilen uygulama aşaması sonrasında değerlendirmeler ön ve son analiz sonuçlarının karşılaştırması ile gerçekleştirilmiştir.

Araştırmanın çalışma grubu: Araştırmanın çalışma grubu 2009-2010 öğretim yılında KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi matematik öğretmenliği programında öğrenim gören ve Temel Fizik I dersi alan 33 öğrenciden oluşturulmuştur. Eş zamanlı olarak Temel Fizik I dersi alan diğer programlar arasından matematik öğretmenliği programının tercihi, ilgili öğretim üyeleri arasından bu programda derse giren öğretim üyesinin çalışmaya gönüllü olmuş olmasıdır.

Araştırmanın uygulama basamağı: Araştırma MOMBI'ye göre yapılandırılan her biri 90 dakikalık derslerden oluşan 5 seansta uygulanmıştır. Tüm seanslar Temel Fizik I dersini yürüten ilgili öğretim üyesi tarafından uygulanmış olup birinci araştırmacı bu süreçte gözlemci olarak yer almıştır. Uygulamalar öncesinde ilgili öğretim üyesi, tasarlanan öğretim ortamının temel dayanakları hakkında





bilgilendirilmiştir. Her bir seans sonunda, araştırma metodolojisi gereği, öğrenme durumları açık uçlu sorulardan oluşan kısa testlerle belirlenmiştir. Uygulamalar öncesinde yapılan ön test ve her seans sonu testler araştırma yöntemi gereği sonraki uygulamaya ön bilgi yoklaması niteliği taşımaktadır. İkinci araştırmacı uygulanan seanslar sonunda eksikliklerin belirlenmesi ve giderilmesine yönelik öneriler hazırlanması noktasında rehberlik yapmıştır. Araştırmacılar tarafından belirlenen eksiklikler ve giderilmesine yönelik öneriler sonraki seans öncesinde ilgili öğretim üyesine sunulmuştur. İlgili öğretim üyesi sonraki seansı mutlaka belirlenen eksikliklerin giderilmesine yönelik etkinliklerle (öğrencilerin belirlenen eksiklikleri ile yüzleşecekleri tartışma soruları vb.) başlatmıştır.

Dersler ilgili öğretim üyesi tarafından öğrencilerin konu ile ilgili 'zihinsel tetiklemelerini' sağlayacak nitelikte açıklamalarla başlatılmış, ön bilgileri ortaya çıkarma ve işe koşmak üzere yöneltilen tartışma sorularıyla devam ettirilmiştir. Ayrıca öğrencilerin konu ile ilgili edinimlerini sağlamak, öğrencilerde görülen alternatif fikirleri gidermek için resimler, tablolar, grafikler, diyagramlar, kavramsal değişim metinleri, kavram haritaları, kavram ağları, anlam çözümleme tabloları, sütun-süreç grafikleri vb. ile birlikte yapılan derinlemesine açıklama ve tartışmalardan faydalanılmıştır. Yapılan açıklamaları öğrencilerin zihinsel modelde birleştirebilmeleri için örnek sorulara yer verilmiştir. Örnek soruların çözümünde çoklu sunum stratejisinin kullanımına (sözel açıklamalar, grafiksel gösterimler, sütun-süreç grafikleri ve matematiksel çözümler) ve bu konuda onlara rehberlik yapılmasına özen gösterilmiştir. Öğrencilerin zihinsel modellerini şemalaştırmaları içinse derste işlenen konularla ilgili hesaplama, açıklama/yorumlama, görselleme, karşılaştırma, gösterim değişimi gibi farklı nitelikte sorulara yer verilmiştir. Tüm uygulamalar sürecinde öğrenciler çalışmalarına bireysel olarak katılmışlardır.

Veri toplama aracı ve verilerin analizi: Bu çalışmada veri toplama aracı olarak katılımcıların enerji kavramı ile ilgili kavramsal anlamalarını ortaya çıkarmak için açık uçlu sorulardan yararlanılmıştır. Çoktan seçmeli testler yerine açık uçlu soruların tercih edilmesinin nedeni katılımcıları yönlendirmeden derinlemesine bilgi elde etme olanağı sağlamasıdır (White ve Gustone, 1992). Başarı testinin geliştirilmesinde ilgili literatürde yer alan benzer nitelikte çalışmalardan (bkz. Duit, 1984; Kurnaz, 2007; Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2008; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009, 2011; Papadouris vd., 2008; Yürümezoğlu vd., 2009) ve uzman görüşlerinden yararlanılmıştır. Ön ve son test olarak uygulamalarda kullanılan sorular aşağıdaki gibidir:

1. Enerji nedir?
2. Bildiğiniz enerji çeşitlerini örneklendirerek açıklayınız.
3. Enerji çeşitlerini sınıflayınız.
4. Bir cismin enerjisi olduğunu nasıl anlarsınız? Açıklayınız.

Birinci soru için verilen öğrenci cevapları 'kavram olarak enerji', ikinci ve üçüncü soru için verilen cevaplar 'enerji türleri' ve dördüncü soru için verilen cevaplar 'enerji sistem ilişkisi' konuları altında incelenmiştir. Böylelikle birinci soru ile öğrencilerin enerjiyi kavram olarak tanımlayabilme seviyeleri, ikinci ve üçüncü sorularla öğrencilerin enerji çeşitlerini anlama seviyeleri ve dördüncü soru ile cisim enerji ilişkisini anlama seviyeleri incelenmiştir. Soruların Kurnaz (2007), Kurnaz ve Sağlam





Arslan (2008), Kurnaz ve Sağlam Arslan (2009), Sağlam Arslan ve Kurnaz (2009, 2011) ve Sağlam Arslan (2009) tarafından benzer hedeflerle kullanılmış olması, öğrencilerin anlama seviyelerini ortaya çıkarma noktasındaki yeterliliğini göstermektedir.

Verilerin analizi sürecinde katılımcıların anlama seviyelerinin belirlenmesinde ilgili literatürdeki çalışmalarda (bkz. Abraham vd., 1994; Barnett, 2002; Keating vd., 2002) kullanılan kriterler doğrultusunda uzman görüşlerinden yararlanılarak 6 seviyeli bir rubrik geliştirilmiştir (Tablo 3). Verilerin analizi için geliştirilen rubrik belirlenen konu alanlarına göre ayrı ayrı yorumlanmıştır. Analizler birinci araştırmacı tarafından gerçekleştirilmiş ve analizlerin doğruluğu diğer araştırmacı tarafından kontrol edilerek geçerliliği sağlanmaya çalışılmıştır.

Tablo 3. Anlama seviyeleri rubriği

Seviye	Kod	Açıklama
Anlama yok	AY	- Boş bırakılan, belirsiz veya anlaşılmaz cevaplar
Karmaşık anlama	KA	- Öğrenciler enerji ile ilgili alternatif fikirlere sahiptir veya tamamen yanlış cevaplar vermektedirler.
Tamamlanmamış anlama	TA	- Öğrenciler enerjiyle ilgili alternatif fikirlere sahip olmalarına veya kısmen yanlış cevaplar vermelerine karşın bazı temel konuları bilmektedirler.
Temel anlama	TeA	- Öğrencilerin enerji ile ilgili alternatif fikirleri yoktur. Buna karşın temel düzeyde bilgileri vardır.
Kısmen bilimsel anlama	KBA	- Öğrenciler enerji ile ilgili kabul edilebilir düzeyde (beklenenden eksik) bilgiye sahiptir.
Bilimsel anlama	BA	- Öğrenciler enerji ile ilgili bilimsel düzeyde bilgiye sahiptir.

BULGULAR

Bu başlık altında öncelikle geliştirilen rubrik doğrultusunda hangi tür cevapların nasıl sınıflandırıldığı sunulmuştur. Bu anlamda çalışmanın okunabilirliğini artırabilmek için veriler belirlenen konu alanlarına göre sırasıyla verilmiştir.

Kavram olarak enerji

1. sorusu için elde edilen verilerin analizleri kapsamında, öğrenci cevaplarının seviyelere göre nasıl sınıflandırıldığına yönelik örnek cevaplar aşağıda verilmiştir (Altı çizili öğrencilere ait cevaplar son testten alınmıştır).

Seviye KA: Enerji: $\text{kg.m}^2/\text{s}^2$ (Ö1).

Seviye TA: Cismin moleküllerinin etkileşiminde yer çekimine karşı cisme kazandırmış olduğu etki diyebiliriz. Enerji kavramı illa ki belli bir hıza sahipken olabilecek bir kavram değildir. Bir cismin hareket etmezken bile belli bir potansiyel yani durgun enerjiye sahiptir. Cismin dünyanın merkezine yani yerçekimi dediğimiz kavrama karşı belli bir tepkileri vardır (Ö3); Ne olduğunu bilmediğimiz, cismin içinde bulunan, cisme hareket etme gibi özelliklerinden oluşan büyüklüktür (Ö29).





Seviye TeA: Enerji, cismin durgun halinden veya hareketli olma durumundan kaynaklanan durumdur (Ö16); Bir cisme hareket veya hız kazandıran durumdur (Ö22).

Seviye KBA: Enerji ne olduğunu bilmediğimiz, beş duyu organımız ile hissedebildiğimiz, maddenin değiştiricisi olan dediğimiz şeydir (Ö28).

Seviye BA: Enerji, ne olduğunu bilmediğimiz, beş duyu organımızla hissettiğimiz, özdeğin değiştiricisi/hareketlendiricisi olan ve nicel değeri korunan olarak tanımlanabilir (Ö10).

Öğrencilerin enerji kavramını tanımlamalarına ilişkin ön test ve son test anlama seviyeleri arasındaki değişim durumları Tablo 4’te sunulmuştur.

Tablo 4. Katılımcıların enerjinin tanımlanması ile ilgili anlama seviyeleri değişimi

Ön Test Anlama Seviyesi		Son Test Anlama Seviyesi					
Kod	Öğrenci Sayısı	AY	KA	TA	TeA	KBA	BA
AY	11					9	
							2
KA	10				1	6	
				1			
			1				
		1					
TA	2					2	
TeA	3					2	
KBA	7				1	3	
		1					
							2
Toplam	33	2	1	2	2	22	4

Tablo 4’te görüldüğü gibi ön test sonuçlarına göre 11 katılımcının AY seviyesinde, 10 katılımcının KA seviyesinde olduğu, 2 katılımcının TA seviyesinde olduğu, 3 katılımcının TeA seviyesinde olduğu ve 7 katılımcının da KBA seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların anlama seviyelerindeki değişime bakıldığında 3 katılımcının seviyesinde düşüş olduğu, 5 katılımcının seviyesinde değişim olmadığı ve 25 katılımcının seviyesinde artış olduğu tespit edilmiştir. Anlama seviyelerinde düşüş gözlemlenen 3 katılımcıdan ikisinin son testte soruyu yanıtsız bıraktığı için düşüşün gerçekleştiği, diğer öğrencinin KBA seviyesinden TA seviyesine düştüğü tespit edilmiştir. Anlama seviyesinde artış gözlenen 25 katılımcıdan dokuzunun AY seviyesinden KBA seviyesine, ikisinin AY seviyesinden BA seviyesine, altısının KA seviyesinden KBA seviyesine, birinin KA seviyesinden TeA seviyesine, birinin KA seviyesinden TA seviyesine, ikisinin TA seviyesinden KBA seviyesine, ikisinin TeA seviyesinden KBA seviyesine ve ikisinin KBA seviyesinden BA yükseldikleri belirlenmiştir.

Enerji türleri

2. ve 3. sorulardan elde edilen verilerin analizleri kapsamında, öğrenci cevaplarının seviyelere göre nasıl sınıflandırıldığına yönelik örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.





Seviye KA: (2) Kinetik enerji: Cismin herhangi bir hareketi sonucu depoladığı enerjidir. Potansiyel enerji: Durgun cisimlerde olan enerjidir (Ö32).

Seviye TA: (2) Hareket enerjisi: Cisme bir hareket kazandırır. Örneğin; barajlardan elektrik yapımında su bir hareket enerjisi kazanır. Potansiyel enerji: Bir cisme yükseklik ve ivme kazandırır. Örneğin; h yüksekliğinde bulunan m kütleli bir cismin enerjisi mgh ile bulunur. Kinetik enerji: Bir cisme hız kazandırır. Örneğin m kütleli bir cismin kazandığı V hızı ile bir kinetik enerji kazanmış olur. Bu $\frac{1}{2}mV^2$ ile bulunur. (3) Enerji formları: - Hareket enerjisi, - Durum enerjisi (kinetik enerji, potansiyel enerji) (Ö22).

Seviye TeA: (2) Kinetik enerji: cismin hızından dolayı sahip olduğu enerjidir. Hareket eden arabanın sahip olduğu enerjidir. Potansiyel enerji: cismin yerden yüksekliğinden dolayı sahip olduğu enerjidir. Daldaki bir elmanın enerjisidir. Isı enerjisi: yanan odunun enerjisi (Ö23).

Seviye KBA: (2) Ses enerjisi: kulak zarının titreşimi. Termal enerji: kişinin veya cismin sahip olduğu iç enerjisidir. Mekanik enerji: cismin hızından kaynaklanan enerjidir. Kimyasal enerji: kimyasal bağların etkileşimiyle ortaya çıkar. Manyetik enerji: pil. Yerçekimi enerjisi: cismin konumundan dolayı sahip olduğu enerjidir. (3) -Kinetik enerji: Ses enerjisi, Termal enerji, Mekanik enerji. -Potansiyel enerji: Kimyasal potansiyel enerji, Manyetik potansiyel enerji, Elastik potansiyel enerji, Elektriksel potansiyel enerji, Yerçekimi potansiyel enerji. (Ö1)

Seviye BA: (2) Kinetik enerji: hareket enerjisidir. Pencerede duran saksının yere düşerken hıza sahip olması. Termal enerji: cismin içindeki sahip olduğu iç enerjidir. Ayakta duran bir insanın termal enerjisi. Ses enerjisi: cismin yere düşmesiyle sahip olduğu potansiyel enerji bir kısmı (gürültü çıkararak) ses enerjine dönüşür. Mekaniksel kinetik enerji: cismin hızından ve kütesinden kaynaklanan enerjidir. Potansiyel enerji: cisimlerin buldukları durumlardan kaynaklanan enerji formudur. Yerçekimi potansiyel enerjisi: cismin bulunduğu konumunun yüksekliğinden kaynaklanan enerji çeşididir. Mesela masada duran kitabın yüksekliğinden kaynaklanan bir enerjinin olması gibi. Elektriksel potansiyel enerji: elektriksel alandan kaynaklanan enerji çeşididir. Bir + yükün sonsuzdan getirilerek – yüke yaklaştırılması gibi. Kimyasal potansiyel enerji: cismin kimyasal bağları arasındaki enerji. Radyan potansiyel enerji: kaynağı güneş olan enerji. Manyetik potansiyel enerji: mıknatıs enerjisidir. Elastik potansiyel enerji: cisimlerin eğilme, bükülmesi sonucu depolanan enerji çeşididir. Bir yayın sahip olduğu enerji mesela. (3) Kinetik enerji: Ses enerjisi, Termal enerji, Mekanik enerji

Potansiyel enerji: Kimyasal potansiyel enerji, Manyetik potansiyel enerji, Elastik potansiyel enerji, Elektriksel potansiyel enerji, Yerçekimi potansiyel enerji, Radyan potansiyel enerji (Ö29).

Öğrencilerin enerji türleri ile ilgili ön test ve son test anlama seviyeleri arasındaki değişim durumları Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. Katılımcıların enerji türleri ile ilgili anlama seviyeleri değişimi

Ön Test Anlama Seviyesi		Son Test Anlama Seviyesi					
Kod	Öğrenci Sayısı	AY	KA	TA	TeA	KBA	BA
AY	1				1		
KA	1					1	
TA	9			1	2	4	2
TeA	22	1		4	10	6	1
Toplam	33	1	-	5	11	13	3

Tablo 5’te görüldüğü gibi ön test sonuçlarına göre 1 katılımcının AY seviyesinde, 1 katılımcının KA seviyesinde, 9 katılımcının TA seviyesinde ve 22 katılımcının TeA



seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Katılımcıların anlama seviyelerindeki değişime bakıldığında 5 katılımcının seviyesinde düşüş olduğu, 9 katılımcının seviyesinde değişim olmadığı ve 19 katılımcının seviyesinde artış olduğu tespit edilmiştir. Anlama seviyelerinde düşüş gözlemlenen 5 katılımcıdan birinin son teste ilgili soruları yanıtsız bıraktığı, diğer öğrencilerinse TeA seviyesinden TA seviyesine düştüğü tespit edilmiştir. Anlama seviyesinde artış gözlenen 19 öğrenciden birinin AY seviyesinden TeA seviyesine, bir diğerinin KA seviyesinden KBA seviyesine, dördünün TA seviyesinden KBA seviyesine, ikisinin TA seviyesinden BA seviyesine, ikisinin TA seviyesinden TeA seviyesine, altısının TeA seviyesinden KBA seviyesine ve bir diğerinin TeA seviyesinden BA seviyesine yükseldikleri belirlenmiştir.

Enerji-sistem ilişkisi

4. sorudan elde edilen verilerin analizleri kapsamında, öğrenci cevaplarının seviyelere göre nasıl sınıflandırıldığına yönelik örnek cevaplar aşağıda verilmiştir.

Seviye KA: Bir cismin enerjisini; cisme etkileyen kuvvete karşı koyabiliyorsa ya da bir iş sonucu hareket ediyorsa anlayabiliriz (Ö21). Bir cismin yüksekliği veya hızı zamanla değişiyorsa cisme bir hareket kazandırıyor ise cisim bir enerjiye sahip demektir (Ö22).

Seviye TeA: Cisimlerin enerjileri olduğunu hızlarına, yere göre durumlarına bakarak anlayabiliriz. Örneğin, giden bir araba bir hıza sahip olduğundan kinetik enerjisi vardır. Ya da havada uçan bir kuşun yere göre bir potansiyel enerjisi vardır (Ö25).

Seviye KİA: Cisim hareketliyse bunun enerjisi vardır diyebiliriz. Veya h gibi bir yükseklikteyse h yüksekliğinden kaynaklanan enerjisi vardır diyebiliriz. Sabit cisimlerinde bir enerjisi vardır (Ö13).

Bir cismin enerjisi olduğunu çeşitli şekillerde anlarız. Hızı, konumu gibi. Ancak bunların hiçbiri olmasa dahi var olmasından kaynaklanan bir enerji söz konusudur (Ö11).

Seviye BA: Yapıları gereği hemen hemen her cismin ya da maddenin enerjisi daha doğrusu termal enerjisi vardır. Bunun yanında cismin konumu, yapısı, şekli itibari ile de enerjisi olduğu hakkında yorum yapabiliriz. Ya da iş yapabiliyorsa enerjisi vardır diyebiliriz (Ö17).

Öğrencilerden enerji sistem ilişkisi ile ilgili ön test ve son test anlama seviyeleri arasındaki değişim durumları Tablo 6’da sunulmuştur.

Tablo 6. Katılımcıların enerji türleri ile ilgili anlama seviyeleri değişimi

Ön Test Anlama Seviyesi		Son Test Anlama Seviyesi					
Kod	Öğrenci Sayısı	AY	KA	TA	TeA	KBA	BA
AY	12				4		
		5				3	
KA	6				3		
		1					2
		6					
TeA	13					4	
		1					
					2		
KBA	2				1		
		1					
Toplam	33	14	-	-	10	7	2



Tablo 6’da görüldüğü gibi ön test sonuçlarına göre 12 öğrencinin AY seviyesinde, 6 öğrencinin KA seviyesinde, 13 öğrencinin TeA seviyesinde ve 2 öğrencininse KBA seviyesinde olduğu belirlenmiştir. Öğrencilerin anlama seviyelerindeki değişime bakıldığında 10 öğrencinin seviyesinde düşüş olduğu, 7 öğrencinin seviyesinde değişim olmadığı ve 16 öğrencinin seviyesinde de artış olduğu tespit edilmiştir. Anlama seviyelerinde düşüş gözlemlenen 10 öğrenciden dokuzunun son testte soruyu yanıtsız bıraktığı, diğer öğrencinin KBA seviyesinden TeA seviyesine düştüğü tespit edilmiştir. Anlama seviyesinde artış gözlenen 16 öğrenciden dördünün AY seviyesinden TeA seviyesine, üçünün AY seviyesinden KBA seviyesine, üçünün KA seviyesinden TeA seviyesine, ikisinin KA seviyesinden BA seviyesine, dördünün TeA seviyesinden BA seviyesine yükseldikleri belirlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışma, MTÖ’nün öğretim modellerinden biri olan MOMBİ’nin enerji kavramı ile ilgili öğrencilerin alternatif fikirlerini giderme, eksik bilgilerini tamamlama ve başarıları üzerindeki etkilerini değerlendirme amacıyla yürütülmüştür. Enerji kavramının öğrenimi için öğrencilere sunulan temel yapıya bakıldığında, ilköğretim yıllarında ışığın, sesin ve elektriğin bir enerji çeşidi olduğunun tanımlanması ile başlayan öğretim sürecinin, makro düzeyde iş kavramı mikro düzeyde ısı kavramı ile ilişkilendirmeler yapılarak enerjinin dönüşümü temelinde ele alındığı görülmektedir. Ayrıca, güncel hayattan ilişkilendirmeler yapılarak, enerji dönüşümünde enerjinin korunduğu ve enerji kaynakları ile ilgili bilgiler sunulmaktadır. Enerji öğretimi için kurgulanan bu temel çerçeveye rağmen öğrencilerin, üniversiteye güçlü ve kökleşmiş alternatif fikirlerle geldiği dikkat çekmektedir (Thornton, 1999; Köse vd., 2006). Bu anlamda çalışmaya katılan öğrencilerin öğretim uygulamaları öncesi edinimlerine bakıldığında, öğrencilerin önemli bir bölümünün enerjiyi tanımlamadığı veya kısmen tanımlayabildiği (bkz. Tablo 4), bazı öğrencilerin enerji çeşitlerini tanımlamadıkları-tanımlayamadıkları (belirleme, açıklama ve örnekleme noktasında), tamamen veya kısmen yanlış tanımlama yaptığı (bkz. Tablo 5) ve bir kısım öğrencinin de enerji-sistem ilişkisini açıklamadığı/açıklayamadığı, tamamen veya kısmen yanlış açıklayabildiği (bkz. Tablo 6) tespit edilmiştir. Bu tespit gerçekte öğrencilerin üniversite seviyesine kadar olan öğrenim dönemlerinde, enerji kavramı ile ilgili formal bir öğretim sürecinden geçmiş olmalarına rağmen üniversiteye yetersiz ve yanlış edinimlerle geldiklerine dair ilgili literatürde belirtilen sonuçlarla örtüşmektedir (bkz. Thornton, 1999; Köse vd., 2006; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009, 2011). Bu noktada, öğrencilerin üniversite sürecinde görecekleri öğrenimlerine temel oluşturacak edinimleri aldıkları Temel Fizik I dersinde belirtilen yetersizliklerin veya yanlışlıkların giderilmesi gerektiği açıktır. Ancak her 30 üniversite 1. sınıf fizik öğrencisinden sadece bir veya birkaçının konusunda kendisini tam anlamıyla geliştirebildiği (McDermott, 1993), kavram öğreniminin beklenen düzeylerde gerçekleşmediği (Kurnaz, 2007; Kurnaz ve Sağlam Arslan, 2009; Sağlam Arslan ve Kurnaz, 2009, 2011) gibi araştırma sonuçları dikkate alındığında bu alanda yapılan öğretimlerin yetersiz kaldığı görülmektedir. Bu bakış açısıyla çalışma kapsamında yürütülen öğretim sonucunda, katılımcıların önemli bir bölümünün enerjiyi tanımlamada, çeşitlerini belirleme, açıklama ve örneklemede ve enerji-sistem ilişkisini açıklamada başarılı oldukları tespit edilmiştir. Öğrencilerin tasarlanan öğrenme ortamı





temelinde edinimlerini geliştirdikleri ve kullanılan ölçme aracıyla elde edilen verilerin amaçlanan nitelikte olduğu düşüncelerinden hareketle, öğrencilerin öğrenme süreci sonunda belirlenen anlama seviyelerinde istenilen yönde önemli bir değişimin olduğunu söylemek mümkündür. Bu anlamda MOMBI öğretim modeli kapsamında benimsenen çoklu sunum stratejisinin ve enerjinin kavramsal tanıtımı için iş kavramına dayanmayan stratejik yaklaşımın etkili olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak MTÖ yaklaşımının modellerinden biri olarak önerilen MOMBI'ye göre enerji kavramının öğretimi için hazırlanmış öğrenme ortamının öğrencilerin yanlış bilgilerini giderme ve eksik bilgilerini tamamlamalarına yardımcı olduğu söylenebilir. Hanke (2008) ve Hanke ve Huber (2010) tarafından ortaya konan sonuçlarda MOMBI temelli öğretimin öğrenciler tarafından benimsendiğini göstermektedir. Ancak MTÖ'nün öğretim modeli olarak önerilen MOMBI'nin etkinliği ile ilgili farklı nitelikte çalışmaların ilgili literatürde yeterince yer bulmadığı dikkate alınmaktadır. Çalışma kapsamında kullanılan veri toplama aracının sınırlılığı dikkate alındığında, MOMBI ile öğretimin farklı çalışmalarla desteklenmesi gerektiği açıktır.

Ulaşılan sonuçlardan hareketle, MTÖ'nün öğretim modellerinden biri olarak önerilen MOMBI, öğretmenlere/öğretim üyelerine enerji kavramının öğretimi sürecinde kullanılacak bir öğretim modeli olarak ve araştırmacılara farklı konulardaki etkililiğinin araştırılması araştırma konusu olarak önerilebilir.

KAYNAKLAR

- Abraham, M. R., Williamson, V. M., and Wetsbrook, S. L. (1994). A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (2): 147-165.
- Arslan, S. (2009). Matematik Öğretiminde Düşünme Farklılıkları Dersi. Yayınlanmamış Ders Notları, KTÜ Fatih Eğitim Fakültesi, Trabzon.
- Artigue, M. (1994). Didactical engineering as a framework for the conception of teaching products. R. Biehler, R. W. Scholz, R. StraBer, B. Winkelmann (Ed.), *Didactics of Mathematics as a Scientific Discipline*, (27-29). Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Artigue, M. (2009). Didactical design in mathematics education. C. Winsløw (Ed.), *Nordic research in mathematics education* (7-16). Rotterdam: Sense.
- Aydın, G., and Günay Balım, A. (2005). Yapılandırmacı yaklaşıma göre modellendirilmiş disiplinler arası uygulama: Enerji konularının öğretimi. *Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 38 (2): 145-166.
- Barnett, M. (2002). Adressing children's alternative frameworks of the Moon's phases and eclipses. *International Journal of Science Education*, 24 (8): 859-879.
- Boyes, E., and Stanisstreet, M. (1990). Pupils' ideas concerning energy sources. *International Science Education*, 12 (5): 513-529.
- Brook, A. J., and Wells, P. (1988). Conserving the circus? An alternative approach to teaching and learning about energy. *Physics Education*, 23: 80-85.
- Buckley, B. C., Gobert, J. D., and Christie, M. T. (2002). Model-based Teaching and Learning with Hypermodels: What do they learn? How do they learn? How do we know?. Presented as part of the symposium Hypermodel Research in Theory and Practice. April 2002, American Educational Research Association, New Orleans.
- Capel, S., Leask, M., and Turner, T. (1999). *Learning to teach in the secondary school*. London, Routledge.
- Cartier, J., Rudolph, J. and Stewart, J., 2001, *The Nature and Structure of Scientific Models NCISLA*, Working Paper, Wisconsin Center for Education Research, School of Education, University of Wisconsin-Madison, [03.02.2010] <http://www.wcer.wisc.edu/ncisla>





- Coll, R. K., and Treagust, D. F. (2003). Learners' mental models of metallic bonding: a cross-age study. *Science Education*, 87 (5): 685-707.
- Devi, R., Tiberghien, A., Baker, M., and Brna, P. (1996). Modelling Students' Construction of Energy Models in Physics. *Instructional Science*, 24(4): 259-293.
- Driver, R. (1995). Constructivist approaches to science teaching. L. P. Steffe and J. Gale (Ed.), *Constructivism in education* (385-400). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Duit, R. (1984). Learning the Energy Concept in School-Empirical Results from the Philippines and West Germany. *Physics Education*, 19: 59-66.
- Duit, R., ve Treagust, D. F. (1998). Learning in science - from behaviorism towards social constructivism and beyond. B. J. Fraser and K. G. Tobin (Ed.), *International handbook of science education* (3-25). Great Britain: Kluwer Academic Publishers.
- Domenech, J. L., Gil-perez, D., Gras-marti, A., Guisasola, J., Torregrosa, J.M., Salinas, J., Trumper, R., Valdes, P., and Vilches, A., (2007). Teaching of energy issues: A debate proposal for a global reorientation. *Science ve Education*, 16: 43-64.
- Fry, M., Dimeo, L., Wilson, C., Sadler, J., and Fawns, R. (2003). A new approach to teaching "energy and change": using an abstract picture language to teach thermodynamic thinking in junior science classes. *Australian Science Teachers Journal*, 49 (1).
- Gilbert, J. K., Boulter, C. J. and Elmer, R., (2000). Positioning Models in Science Education and in Design and Technology Education. Gilbert, J. K. and Boulter, C. J. (Ed.), *Developing Models in Science Education*, Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- 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.
- Greca, I. M., and Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International Journal of Science Education*, 22(1): 1-11.
- Hanke, U. (2008). Realizing Model-Based Instruction - The Model of model-based instruction. D. Ifenthaler, P. Pirnay-Dummer and J. M. Spector (Ed.), *Understanding Models for Learning and Instruction* (175-186). Springer Science+Business Media, LLC.
- Hanke, U., and Huber, E. (2008). Acceptance of Model-Based Instruction among Students. *IADIS International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age*.
- Hanke, U., and Huber, E. (2010). Acceptance of Model-Based Instruction among Students in Spanish and Mathematics. J. M. Spector, D. Ifenthaler, P. Isaías, Kinshuk, and D. Sampson (Ed.), *Learning and Instruction in the Digital Age* (225-235). Springer Science+Business Media, LLC.
- Hestenes, D. (2006). Notes for a Modeling Theory of Science, Cognition and Instruction. *Proceedings of the GIREP conference: Modelling in Physics and Phycis Education*.
- Heuvelen, A.V. and Zou, X. (2001). Multiple representations of work-energy processes. *American Journal of Physics*, 69 (2): 184.
- Huis C., and Berg E., (1993). Teaching energy: a systems approach. *Physics Education*, 28 (3): 147-153.
- Keating, T., Barnett, M., Barab, S. A., and Hay K.E. (2002). The Virtual Solar System Project: Developing Conceptual Understanding of Astronomical Concepts Through Building Three-Dimensional Computational Models. *Journal of Science Education and Technology*, 11 (3): 261-275.
- Kirkwood, V., and Carr, M. (1988). Final report: Learning in Science Project (Energy), Centre for Science and Mathematics Education Research, University of Waikato, Hamilton.
- Kirkwood V., and Carr M. A. (1989). Valuable teaching approach: some insights from LISP (Energy). *Physics Education*, 24: 332-334.
- Köse, S., Bağ, H., Sürücü, A., and Uçak, E. (2006) Fen bilgisi öğretmen adaylarının canlılardaki enerji kaynaklarıyla ilgili görüşleri. *International Journal of Enviromental and Science Education*, 1 (2): 141-152.
- Kurnaz, M. A. (2007). Enerji Kavramının Üniversite 1. Sınıf Seviyesinde Öğrenim Durumlarının Analizi, *Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*, KTU, Trabzon.
- Kurnaz, M. A., and Sağlam Arslan, A. (2008). Turkish University Freshmen's Understanding of the Energy Concept, XXIII CESE Conference. 7-10 July 2008, Athens.
- Kurnaz, M. A., and Çalık, M. (2009). A thematic review of 'energy' teaching studies: focuses, needs, methods, general knowledge claims and implications. *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 1 (1): 1-26.





- Kurnaz, M. A., and Sağlam Arslan, A. (2009). Using the Anthropological Theory of Didactics in Physics: Characterization of the Teaching Conditions of Energy Concept and the Personal Relations of freshmen to this Concept. *Journal of Turkish Science Education*, 6(1): 72-88.
- McDermott, L. C., (1993). Guest comments: How we teach and how student learn—A mismatch? *American Journal of Physics*. 61: 295-298.
- Nersessian, N. J. (1995). Should physicists preach what they practice? Constructive modeling in doing and learning physics. *Science ve Education*, 4: 203–226.
- Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In D. A. Gentner ve A. L. Stevens (Ed.), *Mental models*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Papadouris, N., and Constantinou C. P. (2006). Design, development and validation of a teaching proposal for energy: results from a pilot implementation, GIREP, Amsterdam.
- Papadouris, N., Constantinou, C.P., and Kyratsi, T. (2008). Students' use of the energy model to account for changes in physical systems, *Journal of Research in science teaching*, 45 (4): 444-469.
- Patrick, P.G. (2006). *Mental Models Students Hold of Zoos*. Unpublished Doctora Thesis, The University of North Carolina, Greensboro.
- Sağlam Arslan, A. (2009). Cross-grade comparison of students' understanding of energy concepts. *Journal of Science Education and Technology*, 19 (3): 303-313.
- Sağlam-Arslan, A., and Kurnaz, M. A. (2009). Prospective physics teachers' level of understanding energy, power and force concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 10 (1): Article 6.
- Sağlam Arslan, A., and Kurnaz, M. A. (2011). Students' conceptual understanding of energy: Do the learning difficulties in energy concept discovered in the 1990s persist still? *Energy Education Science and Technology Part B: Social and Educational Studies*, 3 (1&2): 109-118.
- Taylor, I., Barker, M., and Jones, A. (2003). Promoting mental model building in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 25 (10): 1205–1225.
- Thornton, R. K. (1999). Using the results of research in science education to improve science learning. *International conference on science education*, Nicosia, Cyprus. [Internet-04.03.2010] <http://probesight.concord.org/what/articles/thornton.pdf>
- Tiberghien, A. (2000). Designing teaching situations in the secondary school. R. Millar, J. Leach and J. Osborne (Ed.), *Improving science education: the contribution of research*, (27-47). Buckingham, UK: Open University Press.
- Trumper R. (1990). Being constructive: An alternative approach to the teaching of the energy concept, part one. *International Journal of Science Education*, 12: 343-354.
- Trumper, R. (1998). A longitudinal study of physics' students' conceptions on energy in pre-service training for high school teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 7 (4): 311-318.
- Solomon, J. (1992). *Getting to know about energy –in school and society*. London, The Falmer Pres.
- Warren, J. W. (1983). Energy and its carriers: A critical analysis. *Physics Education*, 18 (5): 209-212.
- Watts, D. M. (1983). Some alternative views on energy. *Physics Education*, 18: 213–217.
- White, R. and Gustone, R. (1992). *Probing understanding*. London, The Falmer Press.
- Yıldırım, A., and Şimşek, H. (2006). *Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri*. 5. Baskı, Ankara, Seçkin Yayıncılık.
- Yürümezoğlu, K., Ayaz, S., and Çökelez, A. (2009). İlköğretim İkinci Kademe Öğrencilerinin Enerji ve Enerji ile İlgili Kavramları Algılamaları. *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)*, 3 (2): 52–73.





THE EFFECTS OF 'MODEL OF MODEL BASED INSTRUCTION' TEACHING MODEL TO STUDENTS' UNDERSTANDING LEVEL ABOUT ENERGY CONCEPT

Dr. Mehmet Altan KURNAZ
Ministry of National Education-Turkey
altan.kurnaz@gmail.com

Yrd. Doç. Dr. Ayşegül SAĞLAM ARSLAN
Karadeniz Technical University-Turkey
asaglam_arslan@yahoo.fr

Extended Abstract

Introduction: Although there are many alternative approaches in related literature to teach energy effectively, students are still hard to learn it. Also, teachers are hard to teach it. Thus, it is believed that effectiveness of new approaches should also be researched. The objective of this paper is to investigate students' understandings about energy concept in a learning environment designed in terms of 'Model Based Instruction'. For this purpose, Model of Model Based Instruction (MOMBI) as one of the model of Model Based Instruction Approach was accepted as the teaching model for the study.

Method: Didactical engineering was used as the research method owing to its potential to carry out experimental study. The sample consisted of 33 students enrolled in an introductory physics course in Karadeniz Technical University in Turkey. To emerge students' understandings, the data was collected with pre and post tests including open-ended questions. The obtained data analyzed through the rubric developed in terms of related literature. Analyzes were realized by first author of the study and checked its correctness by the second author. The effectiveness of the learning environment was determined with comparing the pre and post tests results.

Results: In the study, analyzes of student answers put forth three main points about students' understandings related with energy. These are energy as a concept, energy types, and relationship between energy and a system/object. The analysis of pre-test showed that the students did not try to define energy or explain it truly. It is also noticed that students did not have adequate understandings about energy types and relationship between energy and a system/object before the instruction process. Hereby, it was determined that the students came inadequate and incorrent acquisitions to university. The analysis of post-test revealed that the students defined energy, its types and relationship of it with a system sufficiently. Thus, it was decided that the students' understandings increased at the expected quality after the instruction process. Moving from here, the study was concluded that the learning environment designed in terms of MOMBI had an effective nature to teach energy subject.

Suggestions: Based on the results, MOMBI was recommended to lecturer or teachers in the instruction processes. Also, since Model Based Instruction Approach and its MOMBI model was highlighted in recent years, it is recommended to researchers to carry out new researches on this field.

Keywords: Model Based Learning, MOMBI, Energy, Didactical Engineering

