Turkish Studies *Educational Sciences*

Volume 14 Issue 3, 2019, p. 445-460

DOI: 10.29228/TurkishStudies.22708

ISSN: 2667-5609

Skopje/MACEDONIA-Ankara/TURKEY

INTERNATIONAL
BALKAN
UNIVERSITY

EXCELLENCE FOR THE FUTURE
IBU.EDU.MK

Research Article / Araştırma Makalesi

Article Info / Makale Bilgisi

✍ *Received/Geliş:* 15.02.2019

✓ *Accepted/Kabul:* 10.06.2019

✍ *Report Dates/Rapor Tarihleri:* Referee 1 (01.03.2019)-Referee 2 (05.03.2019)- Referee 3 (23.03.2019)

This article was checked by intihal.net.

MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ ÖĞRENCİLERİNİN ENERJİ KAVRAMI İLE İLGİLİ BİLİŞSEL YAPILARININ KELİME İLİŞKİLENDİRME TESTİ İLE İNCELENMESİ

Nilüfer CERİT BERBER - Derya YILDIZ***

ÖZ

Enerji eğitimi üzerine yapılan çalışmalar, disiplinler arası bir kavram olan enerji ile ilgili öğrenci algılarının bilimsellikten uzak olduğunu göstermektedir. Enerji kavramının nasıl öğretilmesi sorusunun cevaplanabilmesi için öncelikle enerjinin öğrencilerinin zihninde nasıl yapılandığının belirlenmesi gerekir. Bu nedenle araştırmanın amacı, mühendislik fakültesi öğrencilerinin enerji ile ilgili bilişsel yapılarının ortaya çıkarılmasıdır. Tüm mühendislik dallarının ortak konusu olan enerji kavramının mühendislik fakültesi öğrencilerinin zihninde nasıl yapılandığının belirlenmesi ile enerji eğitimine yön verecek sonuçlara ulaşılabilecektir.

Araştırma deseni, betimsel nitelikli tarama modelidir. Çalışma grubunu, 2017-2018 öğretim yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinde öğrenim gören 163 3. Sınıf öğrencisi oluşturmaktadır. Öğrencilerin bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak amacı ile "Kelime İlişkilendirme Testi" (KİT) kullanılmıştır. Kelime ilişkilendirme testini oluşturmak amacı ile enerji kavramı ile ilişkili olan 6 anahtar kavram seçilmiştir. KİT için seçilen anahtar kavramlar: enerji, ATP, ış, elektromotor kuvvet, fisyon, santraldir. Öğrencilerin anahtar kavramlara verdikleri cevaplardan yararlanılarak hazırlanan frekans tablosu kullanılarak her bölüm için kavram haritası oluşturulmuştur. Araştırma sonuçları mühendis adaylarının verilen kavramlarla ilgili kelime üretmekte zorlandıklarını, enerji kavramı ile ilgili eksikliklerinin olduğunu ve mühendis adaylarının ürettikleri

* Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, A.K. Eğitim Fakültesi, Matematik ve Fen Bilimleri Eğitimi Bölümü, E-posta: nceritberber@gmail.com

** Doç. Dr., Necmettin Erbakan Üniversitesi, A.K. Eğitim Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, dcyildiz@erbakan.edu.tr

kelimeler ile anahtar kavramlar arasında bağlantı kurulamadığını göstermiştir. Bu bağlamda kelime ilişkilendirme testinin alternatif bir ölçme değerlendirme aracı ve akademik düzeyde ise önemli bir veri toplama aracı olarak kullanılabileceği belirtilebilir.

Anahtar Kelimeler: Kelime ilişkilendirme testi, enerji, bilişsel yapı.

AN INVESTIGATION OF THE COGNITIVE STRUCTURES OF ENGINEERING FACULTY UNDERGRADUATES RELATED TO THE ENERGY CONCEPT THROUGH WORD ASSOCIATION TEST

ABSTRACT

In order to answer the question of “how should energy be taught?”, first of all, it is necessary to determine how to structure energy on undergraduates’ minds. Therefore, the purpose of this research is to reveal the cognitive structures of engineering faculty undergraduates related to energy.

The research population included 163 third-year undergraduates who were studying at Necmettin Erbakan University Faculty of Engineering and Architecture. in the 2017-2018. In the research, “Word Association Test” was used to reveal the cognitive structures of the undergraduates. To construct the word association test, 6 key words related to the concept of energy were selected. The key words selected for the WAT are: energy, ATP, work, electric motor power, fission, power plant. By using the frequency table which was prepared by benefitting from the responses given by the undergraduates to the selected key concepts, concept maps were constructed for each section separately. The results of the research showed that the engineer candidates had difficulty in producing words related to the concepts given, that they had deficiencies related to the concept of energy and that the words produced by the engineer candidates could not be established between the key concepts. In this context, it can be stated that word association test can be used as an alternative measurement and evaluation tool and at the academic level it can be used as an important data collection tool.

STRUCTURED ABSTRACT

1. Introduction

Among those concepts about which students have perceptions far from scientific, maybe “energy” is the leading one as it is both abstract and common topic of all science branches. Although energy is abstract, it is a concept that we face in our daily lives and it is something we both require and contain in our bodies. It is also one of the most basic inputs of social and economic development and it is important for all countries in the world. Knowing the cognitive structures of students related to energy might provide significant answers to the question of

how to teach the concept of energy. It is possible to obtain outcomes which may direct energy teaching by determining cognitive sub-structures of engineering faculty undergraduates related to the energy concept which is the common topic of all science disciplines as well as all engineering branches. Therefore, the purpose of this research is to detect the cognitive structures of engineering candidates about energy. The data which is necessary for interdisciplinary teaching will be obtained in this way. By detecting how the energy concept, which is the common topic of all engineering branches, is structured on the minds of engineering faculty undergraduates, results which will shape energy teaching might be obtained.

2. Method

The research design was determined as descriptive survey model. The research population included 163 third-year undergraduates who were studying at Necmettin Erbakan University Faculty of Engineering and Architecture in the 2017-2018 Academic year. In the research, "Word Association Test" (WAT) was used to reveal the cognitive structures of the undergraduates. To construct the word association test, 6 key words related to the concept of energy were selected. The key words selected for the WAT are: energy, ATP, work, electric motor power, fission, power plant. In this method, undergraduates express concepts as responses which occur to them after a key concept on any topic is presented during a given time (30 seconds).

In order to prevent the knock-on effect which might occur because of getting off the key concept, necessary blank is left on an A4-size sheet of paper for association; they were written 10 times one under another. This is because undergraduates may not return to the key concept after writing each concept; they might produce words that the word they previously write reminds instead of the key concept.

This situation will hinder the test from achieving its objective. Face to face interviews were arranged with the engineering candidates while answering the WAT. The duration to answer the WAT is 30 seconds for each section, 3 minutes in total. To construct the word association test, 6 key words related to the concept of energy were selected. The key words selected for the WAT are: energy, ATP, work, electric motor power, fission, power plant. By using the frequency table which was prepared by benefitting from the responses given by the undergraduates to the selected key concepts, concept maps were constructed for each section separately.

Data analysis was done in 3 phases. In the first phase, the responses given to each key concept were examined in detail and those which were valid and meaningful in terms of energy topic were taken into consideration, those which were not valid and meaningful were eliminated. In the second phase, the response words which were taken into consideration were sorted out and a frequency table showing how many times they were repeated was created. Tables and concept maps were prepared considering this frequency table in the third phase.

The breakpoint technique was used while creating the concept map. In the breakpoint technique, 3-5 points below the most frequently given response for any key concept in the word association test is used as the breakpoint. Those responses which are above this response

frequency are written into the first section of the concept network. Afterwards, the breakpoint is periodically lowered and the process is continued until all the key words appear on the concept network. In this research, 648 different response words in total produced by 163 engineering candidates in total for all key words were represented by 3955 frequencies. Since this number is very large, the breakpoint interval was kept wide. The intervals were determined as including 20 frequencies. In these intervals, 4 concept networks were created.

3. Findings, Discussion and Results

According to the research results; 223 concepts related to energy were represented by 803 frequencies; 145 concepts related to ATP were represented by 699 frequencies; 70 concepts about work were represented by 379 frequencies; 183 concepts related to EMP were represented by 724 frequencies; 154 concepts on fission were represented by 521 frequencies and 218 concepts related to power plant were represented by 829 frequencies.

In terms of producing words, the most successful section was EEM in which 371 words represented by 666 frequencies. The least successful sections were EEM and EM It was observed that these sections produced the fewest words, especially about fission.

The response words produced by the engineering candidates were mostly related to energy resources (The Sun, wind, hydraulic, atom, meal), types of energy(electric, nuclear, heat, kinetic, mechanical, hydro-electric, thermal, potential, light, mass), energy functions(power, force, movement, work, time, speed, current, joule), effects of energy(life, production, living , earnings, explosion, yield, body, health, difficulty, the world, science, need, requirement), energy transfer environments(engine, cell, telephone, electron, fission, partitioning, machine, engineer, mitochondrion, disintegration, integration, center, ATP, tension, distribution, car, molecule, protein, respiration, circuit, neutron, proton, dam, dissolution, transformation, storage, plant, resistance, load, generator, power plant). Besides, they were associated with physics, biology and chemistry respectfully.

Particularly, associating ATP with DNA, guanine, RNA, ADP, cytosine and thymine indicates misconceptions because ATP does not have a direct connection with these words.

The response words which were most frequently associated with key concepts were; the Sun for energy, energy for ATP and work, electricity for EMP and power plant, atom for fission.

When concept maps are examined, it is seen that the strongest association is between ATP and energy, electricity and power plant. In addition to this, it is interesting that the concept of EMP was not a response word for any key concept. Again, the concept of fission was the key concept of energy and power plant with only 2 frequencies. Accordingly, EMP fission, EMP power plant and fission electricity associations could not be provided.

Keywords: Word association test, energy, cognitive structure.

1.Giriş

David Ausubel'in eğitime getirdiği en önemli yenilik, öğrencinin bilgi birikiminin öğrenmeyi etkileyen en önemli etken olduğunu vurgulamasıdır. Öğretimin planlanması için öncelikle öğrencinin bilgi birikiminin ortaya çıkarılması gerekir (Karamustafaoğlu ve Yaman, 2013). Ausubel' e göre yeni bilgilerin öğrenilebilmesi için öğrencinin zihninde bağlantılar kurabileceği bir bilişsel yapının var olması gerekir (Ünal, 1999). Öğrenci yeni bilgiyi bu bilişsel yapısını kullanarak anlamlandırır. Yeni bilgiler ile eski bilgiler arasında kurulan ilişki öğrenmeyi kolaylaştırır. Fakat zihindeki mevcut bilişsel yapılar yeni oluşturulacak olan bilişsel yapıları olumsuz da etkileyebilir. Örneğin zayıf bir bilişsel yapı yeni bilgilerin zihinde anlamlı biçimde yapılanmasını engelleyecektir (Tsai ve Huang, 2002; Vosniadou ve diğ., 2001). Bireyin bilişsel yapısı ne kadar gelişmişse, yeni bilgiyi algılaması ve ilişki kurması o kadar kolay olacaktır.

Bilişsel yapılandırıcılığın temelini atan Piaget'e göre ise öğrenme, bireyin çevresiyle olan etkileşimi sonucunda dışarıdan gelen yeni bilgilerin zihinsel olarak özümsemesi ve zihinsel örüntünün sürekli olarak yenilenmesidir (Ünal, 1999). Bilişsel gelişim çevre ile olan etkileşimimiz sayesinde sürekli gelişen ve değişen şemalar ya da bilişsel yapılar yoluyla ilerler (Koç ve Demirel, 2004). Piaget öğrenmeyi özümseme, uyum ve dengeleme kavramlarıyla açıklarken iki önemli kavramdan daha söz eder; bilişsel yapı ve dengeleme süreci (Özden, 2005). Birey karşılaştığı yeni durumu eski bilgi ve deneyimlerinden oluşan bilişsel yapısı ile anlar. Buna özümseme denir. Eski bilgiler yetersizse ya da o konuda bireyin zihninde henüz herhangi bir bilişsel yapı veya şema bulunmuyorsa yeni bir bilişsel yapı oluşturarak uyum sağlar ve denge kurulur. Buna da dengeleme süreci denir (Şirin, 2008).

Bilişsel yapı herhangi bir öğrenme durumunda bilgiyi oluşturan unsurları düzenleyen ve tutan zihinsel şema olarak tanımlanmaktadır (Özenç Uçak ve Güzeldere, 2006). Bu nedenle bilişsel yapı "şema" olarak da isimlendirilmektedir. Bilişsel yapılar ya da şemalar hiyerarşik ve bireysel karakterdedir. Hiyerarşik yapı içinde üst düzeyde kolay hatırlanabilen ve sabit karakterdeki genel bilgiler bulunurken altta daha özel bilgiler bulunur.

Bilişsel yapılar bireyin nesneler, olaylar ve eylemler ile ilgili organize olmuş kavram kümeleridir ve birbirine bağlı fikirler ve ilişkiler sistemidir (Burns, Roe ve Ross, 1992; McInerney ve McInerney, 2002). Dolayısıyla daha önceden edinilmiş bilgilerin anlama sürecine olan etkisini inceleyen araştırmaların ve bilgi işleme sürecinin temelini teşkil ederler. Bu anlamda bilişsel yapı bir kavramı anlamak için rehber niteliğindedir (Senemoğlu, 2003). Ayrıca bilişsel yapılar hangi bilgilere kulak verileceğini, onların nasıl yapılandırılacağını ve ne derecede önemseneyeceğini etkileyerek kişilerin çeşitli durumlara belirli yorumlar getirmelerini de sağlarlar (Gökçakan ve Gökçakan, 2005; Hamarta ve Demirbaş, 2009).

Bir eğitim sisteminin temel amaçlarından birinin öğrencilerin bilişsel yapılarını geliştirmek olduğu söylenebilir. Ancak bilişsel yapıların geliştirilebilmesi için öncelikle bilişsel yapılara ilişkin durum tespiti yapılması gerekmektedir. Böylece öğrencilerin bilişsel yapıları göz önünde bulundurularak uygun öğretim stratejileri tasarlanabilir. Bilişsel yapıları ortaya çıkaran çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin başında kelime ilişkilendirme testleri gelmektedir. Kelime ilişkilendirme testleri öğrencilerin kavramlarla ilgili bilişsel yapısını ve bu yapıda yer alan diğer kavramlar arasındaki bağları ortaya çıkarmak ve haritalamak amacıyla kullanılan veri toplama araçlarıdır (Bahar vd, 2010; İstifçi, 2010). Son yıllarda araştırmacılar öğrencilerin sadece sahip oldukları bilgileri değil, öğrencilerin farklı kavramlar arasında kurdukları ilişkileri, bilişsel yapılarını, anlamlı öğrenmenin gerçekleşip gerçekleşmediğini, zihinlerinde oluşturdukları bilgilerle gerçek ve doğal dünyadaki olayların işleyişini nasıl açıkladıklarını ölçen tekniklere yönelmişlerdir. Bu tekniklerden biri de kelime ilişkilendirme testidir (Ercan, Taşdere ve Ercan, 2010).

Gerek soyut olması gerekse tüm fen dallarının ortak konusu olması sebebiyle öğrencilerin bilimsellikten uzak algılamalara sahip olduğu kavramların başında belki de “enerji” gelmektedir. Enerji soyut olmasına rağmen günlük hayatta iç içe olduğumuz, hem ihtiyaç duyduğumuz hem de bünyemizde barındırdığımız bir kavramdır. Enerji ayrıca sosyal ve ekonomik kalkınmanın en temel girdilerinden birisidir ve tüm dünya ülkeleri için önem arz etmektedir. Öğrencilerin enerji ile ilgili bilişsel yapılarının bilinmesi enerji kavramının nasıl öğretilceği sorusuna ilişkin önemli cevaplar sunabilir. Bütün fen disiplinlerinin olduğu gibi bütün mühendislik dallarının da ortak konusu olan enerji kavramı ile ilgili mühendislik fakültesi öğrencilerinin bilişsel yapılarının tespit edilmesi ile enerji eğitime yön verecek sonuçlara ulaşılabilir. Bu nedenle bu çalışmada mühendis adaylarının enerji ile ilgili bilişsel yapılarının tespit etmek amaçlanmıştır. Böylece disiplinler arası eğitim için gereken verilere de ulaşılabacaktır.

2. Yöntem

2.1. Araştırma Deseni

Araştırma deseni, betimsel nitelikli tarama modeli olarak belirlenmiştir. Tarama modelleri, geçmişte ya da hâlen var olan bir durumu olduğu şekliyle betimlemeyi amaçlayan araştırma modelleridir (Karasar, 2008). Betimleme araştırmaları ise olayların, objelerin, varlıkların, kurumların, grupların ve çeşitli alanların “ne” olduğunu betimleyen incelemelerdir (Kaptan, 1973).

2.2. Çalışma Grubu

Araştırmanın çalışma grubunu, 2017-2018 öğretim yılında Necmettin Erbakan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesinde öğrenim gören toplam 163 3. sınıf lisans öğrencisi oluşturmaktadır.

Tablo 1. Örneklemi Oluşturan Mühendis Adaylarının Bölümlere Göre Dağılımı

Bölüm	Erkek	Kız	Toplam
Çevre Müh.	10	18	28
Elektrik-Elektronik Müh.	15	5	20
Endüstri Müh.	5	9	14
Enerji Sis. Müh.	16	4	20
Gıda Müh.	2	37	39
İnşaat Müh.	17	4	21
Makine Müh.	14	7	21
Toplam	79 (% 48.5)	84 (% 51.5)	163

2.3. Veri Toplama Aracı

Bu çalışmada veri toplama aracı olarak “Kelime ilişkilendirme testi (KİT)” kullanılmıştır. KİT, öğrencilerin bir kavram ile ilgili bilişsel yapısını, bu yapıda yer alan diğer kavramlar arasındaki bağları ortaya çıkarmak ve haritalamak amacıyla kullanılan bir veri toplama aracıdır. Kelime ilişkilendirme testini oluşturmak amacı ile enerji kavramı ile ilişkili olan 6 anahtar kavram seçilmiştir. Anahtar kavramların seçimi bir “alan uzmanı” ile birlikte yapılmıştır. KİT için seçilen anahtar kavramlar: enerji, Adenozin Tri Fosfat (ATP), iş, elektromotor kuvvet (EMK), fisyon ve santraldir. Öğrenci bu metotta, belli bir süre içerisinde (30 saniye) herhangi bir konu ile ilgili verilen bir anahtar kavramın aklına getirdiği kavramları cevap olarak verir. Anahtar kavramdan uzaklaşmanın neden olabileceği zincirleme etkisinin önüne geçebilmek amacıyla A4 kâğıdına ilişkilendirme için gerekli boşluk bırakılarak, alt alta 10 kez yazılmıştır. Çünkü öğrenci her kavram yazımında anahtar kavrama tekrar dönmezse anahtar kavram yerine cevap olarak yazdığı kelimelerin aklına getirdiği kelimeleri yazabilecektir. Bu durum testin amacına ulaşmasını engelleyecektir. KİT’ i cevaplama mühendis adaylarıyla görüşmeler yüz yüze gerçekleştirilmiştir. KİT’ i cevaplama süresi her bir bölüm için 30 saniye toplamda üç dakikadır. Tablo 2’de araştırmacılarca hazırlanmış olan bağımsız ilişkilendirme testi örneği sunulmuştur.

Tablo 2. Kelime İlişkilendirme Test Örneği

Anahtar Kavram: ENERJİ	Anahtar Kavram: ATP	Anahtar Kavram: İŞ
Enerji – 1:	ATP – 1:	İş – 1:
Enerji – 2:	ATP – 2:	İş – 2:
Enerji – 3:	ATP – 3:	İş – 3:
Enerji – 4:	ATP – 4:	İş – 4:
Enerji – 5:	ATP – 5:	İş – 5:
Enerji – 6:	ATP – 6:	İş – 6:
Enerji – 7:	ATP – 7:	İş – 7:
Enerji – 8:	ATP – 8:	İş – 8:
Enerji – 9:	ATP – 9:	İş – 9:
Enerji – 10:	ATP – 10:	İş – 10:

2.4. Verilerin Analizi

Veri analizi 3 aşamada gerçekleştirilmiştir. İlk aşamada her bir anahtar kavrama verilen cevap kelimeler ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve enerji konusu bağlamında geçerli ve anlamlı olanlar değerlendirmeye alınmış, olmayanlar elenmiştir. İkinci aşamada değerlendirmeye alınan cevap kelimeler tasnif edilerek her bir anahtar kavram için kaçar defa tekrarlandığını gösteren bir frekans tablosu oluşturulmuştur. Üçüncü aşamada bu frekans tablosu baz alınarak tablolar ve kavram haritaları oluşturulmuştur.

Kavram haritasının oluşturulmasında Bahar vd. (1999) tarafından ortaya konulan kesme noktası tekniği kullanılmıştır. Kesme noktası tekniğinde kelime ilişkilendirme testinde yer alan herhangi bir anahtar kavram için en fazla verilen cevap kelimenin 3-5 sayı aşağısı kesme noktası olarak kullanılır. Bu cevap frekansının üstünde bulunan cevaplar kavram ağının ilk kısmındaki bölüme yazılır. Daha sonra kesme noktası belirli aralıklar ile aşağıya çekilir ve tüm anahtar kelimeler kavram ağında çıkıncaya kadar işlem devam eder. Bu çalışmada toplam 163 mühendis adayının tüm anahtar kelimeler için ürettiği toplam 648 farklı cevap kelime 3955 frekansla temsil edilmiştir. Bu sayı çok büyük olduğu için kesme noktası aralıkları geniş tutulmuştur. Aralıklar 20 frekans olarak belirlenmiştir. Bu aralıklarda 4 kavram ağı oluşturulmuştur.

3. Bulgular ve Yorum

3.1. Farklı Cevap Kelime Sayısına İlişkin Bulgular

Tablo 3. Farklı Cevap Kelime Sayılarının Bölümlere ve Anahtar Kavramlara Göre Dağılımı

	Enerji	ATP	İş	EMK	Fisyon	Santral	TOPLAM	Ort
Çevre (ÇM)	63	46	31	62	20	51	273	9.75
Elektrik Elektronik (EEM)	83	55	17	53	49	64	371	18.55
Endüstri (EM)	30	31	16	22	11	38	148	10.57
Enerji Sistemleri (ESM)	60	32	14	37	48	41	232	11.60
Gıda (GM)	77	78	33	61	47	81	377	9.66
İnşaat (İM)	68	47	15	44	57	61	292	13.90
Makine (MM)	68	45	20	60	51	42	286	13.60
TÜM ADAYLAR	223	145	70	183	154	218		

Tablo 3'te mühendislik fakültesi öğrencilerinin KİT'te yer alan anahtar kelimeler ile ilişkilendirdikleri farklı cevap kelime sayısına ilişkin nicel sonuçlar görülmektedir. Buna göre sırasıyla enerji kavramı 223, santral kavramı 218, EMK kavramı 183, fisyon kavramı 154, ATP kavramı 145 ve

iş kavramı 70 farklı kelime ile ilişkilendirilmiştir. Tüm anahtar kavramlar için düşünüldüğünde birbirinden farklı toplam 648 cevap kelime üretilmiştir. Farklı cevap kelime sayılarının bölüm ortalamaları incelendiğinde ise ilk sırada EEM, son sırada ise GM adaylarının yer aldığı görülmektedir.

EEM adaylarının cevap kelimelerinin önemli bir kısmı elektrik enerjisi üretiminin uygulama sahasına ilişkin teknik terimlerden oluşmaktadır (Senkron, asenkron, rotor, stator, sincap kafes, nüve kaybı, tetikleme, bobinaj, pano, alçaltıcı, röle, izolatör, vb.). Aynı teknik terimlere MM ve ESM adayları da üretmiştir. Bu durum üç bölümün de enerji üretimiyle ilgili benzer hedeflere sahip olması bakımından olağandır. Benzer biçimde GM adayları da diğer bölümlerden farklı olarak genellikle canlıların ihtiyaç duyduğu, besinlerden sağlanan kas enerjisi ile ilgili ilişkilendirmeler yapmışlardır (Efor, hayat, yiyecek, koşmak, vücut, içecek, biyoenerji, insan, hayvan, bitki, hiperaktiflik, doğa, spor, diyet, karbonhidrat, yağ, vb.). EM ve ÇM adayları fisyon kavramını çok az kelime ile ilişkilendirmiştir. Özellikle nükleer enerjinin doğaya olan olumsuz etkileri düşünüldüğünde ÇM adaylarının bu anlamdaki eksikliği dikkati çekmektedir.

Cevap kelime çeşidi bakımından en düşük değerler iş anahtar kavramına aittir. Mühendis adayları iş kavramını enerji bağlamından ziyade mesleki kaygılar bağlamındaki kelimelerle ilişkilendirmişlerdir (çalışmak, yorgunluk, sıkıcı, meslek, okul, işsizlik, gelecek, çaba, maaş, para, görev, işçi, sağlık, kariyer vs.). Fakat bu kelimeler değerlendirmeye dahil edilmemiştir.

3.2. Cevap Kelime Frekansına İlişkin Bulgular

Tablo 4. Cevap Kelime Frekanslarının Bölümlere ve Anahtar Kavramlara Göre Dağılımı

		Enerji	ATP	İş	EMK	Fisyon	Santral	TOPLAM
Çevre	F	114	96	79	106	23	109	527
	$\bar{X}$	4.07	3.42	2.82	3.78	0.82	3.89	18.82
Elektrik	F	151	101	40	135	96	143	666
	$\bar{X}$	7.55	5.05	2.00	6.75	4.8	7.15	33.3
Elektronik	F	39	48	24	41	14	62	228
	$\bar{X}$	2.78	3.42	1.71	2.92	1.00	4.42	16.28
Endüstri	F	126	79	38	78	105	115	541
	$\bar{X}$	6.30	3.95	1.90	3.90	5.25	5.75	27.05
Enerji Sistemleri	F	151	198	104	154	103	185	895
	$\bar{X}$	3.87	5.07	2.66	3.94	2.64	4.74	22.94
Gıda	F	116	99	41	103	108	123	590
	$\bar{X}$	5.52	4.71	1.95	4.9	5.14	5.85	28.09
İnşaat	F	106	78	53	107	72	92	508
	$\bar{X}$	5.04	3.71	2.52	5.09	3.42	4.38	24.19
Makine	f	803	699	379	724	521	829	3955
	$\bar{X}$	4.92	4.28	2.32	4.44	3.19	5.08	24.26

Tablo 4'den de görüldüğü üzere tüm bölümlerin tüm anahtar kelimeler için ilişkilendirme yaptıkları kelimelerin toplam frekansı 3955'tir ve öğrenci başına 24.26 kelime düşmektedir. Anahtar kelimelere ait cevap kelime frekansı çoktan aza doğru sıralandığında ilk sırada 829 ile santral, son sırada ise 379 ile iş kavramı yer almıştır. Bütün anahtar kelimeler düşünüldüğünde cevap kelime frekanslarının bölüm ortalamaları bakımından ilk sırada 33.3 kelime ile EEM, son sırada 16.28 kelime ile EM adayları yer almıştır. Ayrıca enerji, EMK ve santral kavramları için en yüksek cevap frekansı EEM adaylarına aitken, ATP ve iş için GM, Fisyon için ESM adaylarına aittir.

Farklı cevap kelime sayısı ve cevap kelime frekansı bakımından farklı bölüm adayları arasında paralellik olduğu söylenebilir. Sadece GM adaylarının kelime çeşidi bakımından sonucu olmasına rağmen kelime frekansında ortalamaya yaklaştığı görülmektedir. Bu durum GM adaylarının genellikle

aynı kelimeleri ürettiği anlamına gelmektedir. Bu durum enerji ile ilgili algılarının sınırlı olduğunu göstermektedir.

3.3. Sık Tekrarlanan Cevap Kelimelere İlişkin Bulgular

Tablo 5. Anahtar Kavram ve Cevap Kelimelerden Oluşan Frekans Tablosu

CEVAP KELİMELER	ANAHTAR KAVRAMLAR						TOPLAM
	ENERJİ	ATP	İŞ	EMK	FİSYON	SANTRAL	
1 Enerji		109	67	52	33	77	338
2 Elektrik	24		3	78	3	107	215
3 Güç	38	5	62	54	4	24	187
4 Fizik	8	1	17	38	21	8	93
5 Kuvvet	14		35	25	4	5	83
6 Hareket	21	8	27	14	1		71
7 Biyoloji	2	63			1	2	68
8 Güneş	40	1		1	1	23	66
9 Nükleer	19				16	25	60
10 Rüzgâr	28				1	25	54
11 Atom	3	2			43	1	49
12 DNA		38				6	44
13 Telefon						43	43
14 İş	19	3		15		3	40
15 Üretim	9	7	2	1		20	39
16 Zaman	2	1	31	4			38
17 Motor	1			33	2	1	37
18 Hücre		36				1	37
19 Parçalanma	1	3			28		32
20 Isı	19	2	3		2	5	31
21 Kinetik	23		4	1		1	29
22 Füzyon	2				26		28
23 Mekanik	12	1	4	7	1	2	27
24 Potansiyel	23		3			1	27
25 Hidroelektrik	4					22	26
26 Hayat	19	5			1	1	26
27 Su	6	1	1		2	16	26
28 Akım	1		1	14		10	26
29 Termik	3					22	25
30 Yenilenebilirlik	21				1	3	25
31 Elektronik	1	1		9	10	3	24
32 Adenin		24					24
33 Makine			2	19	1	1	23
34 Yaşam	11	6	3			2	22
35 İnsan	4	16		1	1		22
36 Hız	9	1	4	8			22
37 Hidrolik	9			1		12	22
38 Yol			18	3			21
39 Mühendis	5		6	6	2	2	21
40 Patlama					19		19
41 ATP	14		1				15
42 Santral	9			1	1		11
43 Fisyon	1					1	2
44 EMK							0

Sık tekrarlanan cevap kelimeler incelendiğinde, enerji kavramı için en sık tekrarlanan üç kelimenin sırasıyla güneş, güç ve rüzgar olduğu görülmektedir. Yeryüzündeki enerjinin temel kaynağının güneş olması, güneş ve rüzgârın son yılların popüler konularından olan yenilenebilir enerji

kaynakları arasında başı çekmesi enerji deyince ilk aklı gelen kelimeler olmalarını açıklamaktadır. Güç kelimesi birim zamanda dönüştürülen enerji anlamına gelmesi bakımından sistemin sağladığı enerjinin ölçüsünü vermektedir. Bu anlamda güç, enerji, iş, EMK ve santral olmak üzere dört anahtar kavramın da popüler cevap kelimelerinden biri olmuştur.

ATP anahtar kavramı için en sık tekrarlanan üç kelime sırasıyla enerji, biyoloji ve DNA olmuştur. Buradan mühendis adaylarının ATP kavramı ile yüzeysel bir anlayışa sahip olduklarını çıkarabiliriz. Çünkü ATP deyince % 67 si enerji demiştir. Çünkü hücre içinde kimyasal enerjiyi depolayan moleküllerdir. Biyoloji demiştir çünkü biyoloji dersinin konusudur ama DNA'nın ATP ile yakın bir ilişkisi yoktur. Sadece yapı benzerlikleri vardır. Yine aynı şekilde RNA, ADP, guanin, sitozin, timin gibi cevap kelimeler mühendis adayları tarafından çokça ATP ile ilişkilendirilmiştir. Bu anlamda mühendis adayları ATP ile ilgili kavram yanılgılarına sahiptir.

İş anahtar kavramı için en sık tekrarlanan üç kelime sırasıyla enerji, güç ve kuvvet olmuştur. Doğru ilişkilendirmeler olmakla birlikte sıkça kullanılan iş-güç-enerji üçlü söyleminin de etkili olduğu söylenebilir. Mühendis adaylarının yaklaşık % 40'ı iş kelimesini güç ve enerjiyle ilişkilendirmiştir. Kuvvet ve zaman gibi işin ve gücün belirleyicileri olan cevap kelimeleri ise yaklaşık %20'de kalmıştır.

EMK deyince mühendis adaylarının % 48'i elektrik cevap kelimesini üretmiştir. Bu cevap EMK'nin üretcin birim yük başına dönüştürdüğü elektrik enerjisi olması bakımından doğrudur. Elektrikten sonra en sık tekrarlanan kelimeler sırasıyla güç, enerji ve fiziktir.

Fisyon anahtar kavramı için en sık tekrarlanan cevap kelime atomdur. Ardından enerji, parçalanma ve füzyon gelmiştir. Fisyon kavramının atom ve füzyon ile ilişkilendirilmesi durumu kavram yanılgısına işaret etmektedir. Çünkü fisyon atomun değil, atom çekirdeğinin parçalanması olayıdır. Fakat çekirdek kelimesi hemen hemen hiç kullanılmamıştır. Ayrıca füzyon fisyonla farklı bir olaydır.

Santral kavramı adaylara çoğunlukla elektrik cevap kelimesini hatırlatmıştır. Santral kelimesi çoğunlukla elektrik santralini akla getirmektedir. İkinci sırada enerji üçüncü sırada telefon cevap kelimeleri gelmiştir.

3.4. Anahtar Kavramlar ile Cevap Kelimelerin İlişkilendirilmesine İlişkin Bulgular

Mühendislik öğrencilerinin enerji ve enerji ile yakından ilişkili olan anahtar kavramlarla ilgili bilişsel yapılarını daha net biçimde ortaya koymak amacıyla kesme noktası tekniği ile oluşturulan 4 kavram ağı Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3 ve Şekil 4'te görülmektedir.

Şekil 1. Kesme noktası; 80 ve üstü

İlk aşamada 109 mühendis adayı enerji ile ATP, 107 mühendis adayı da santral ile elektrik kavramlarını ilişkilendirmiştir. 6 anahtar kelimenin 3'ü ortaya çıkmıştır (Enerji, ATP, santral).

Şekil 2. Kesme noktası; 60-80 arası

Bu aşamada iş ve EMK anahtar kelimeleri de ortaya çıkmıştır. EMK elektrikle ilişkilendirilirken, iş enerji ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca güç, iş anahtar kavramına cevap kelime olarak üretilirken, biyoloji, ATP anahtar kavramına cevap kelime olarak üretilmiştir.

Şekil 3. Kesme noktası; 40- 60 arası

Bu aşamada sonuncu anahtar kavram olan Fisyon da ortaya çıkmıştır. Fisyon ilk olarak atom cevap kelimesi ile ilişkilendirilmiştir. Ayrıca EMK anahtar kavramı enerji ve güç ile ilişkilendirilmiştir. Santral için telefon, enerji için Güneş cevap kelimesi üretilmiştir.

Şekil 4. Kesme noktası; 20- 40 arası

Son aşamada enerji anahtar kavramı ile fisyon anahtar kavramının da ilişkilendirildiğini görmekteyiz. Rüzgâr hem enerji hem de santral anahtar kavramları için, hareket ise hem enerji hem de iş anahtar kavramları için ortak cevap kelime olarak üretilmiştir. Benzer şekilde fizik hem EMK hem de fisyon anahtar kavramları için, kuvvet ise hem EMK hem de İş anahtar kelimeleri için ortak cevap kelime olmuştur. Enerji ile elektrik ancak bu aşamada ilişkilendirilebilmiştir. Ayrıca her anahtar kavram bazı özel cevap kelimelerle ilişkilendirilmiştir. Enerji, potansiyel, kinetik ve yenilenebilirlik; ATP, DNA, hücre ve adenin; İş, zaman; EMK, motor; fisyon, füzyon ve parçalanma; santral ise nükleer, hidroelektrik, termik ve üretim cevap kelimeleriyle ilişkilendirilmiştir.

4. Tartışma, Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada mühendis adaylarının enerji ve enerji ile ilgili ATP, iş, EMK, fisyon ve santral kavramlarını hangi kavramlarla ilişkilendirdiklerini tespit etmek ve enerji ile ilgili bilişsel yapılarını ortaya çıkarmak amacıyla mühendis adaylarına KİT uygulanmış, cevaplar kodlanmış, frekans ve yüzde analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre;

1) Enerji ile ilgili 223 kavram 803 frekansla; ATP ile ilgili 145 kavram 699 frekansla; iş ile ilgili 70 kavram 379 frekansla; EMK ile ilgili 183 kavram 724 frekansla; fisyon ile ilgili 154 kavram 521 frekansla ve santral ile ilgili 218 kavram 829 frekansla temsil edilmiştir.

2) Kelime üretme bakımından en başarılı bölüm 371 kelimeyi 666 frekansla temsil eden EEM olmuştur. En başarısız bölümler ise EM ve ÇM olmuştur. Bu bölümlerin özellikle fisyon ile ilgili çok az kelime ürettikleri görülmüştür.

3) Mühendis adaylarının ürettikleri cevap kelimeler çoğunlukla enerji kaynakları (güneş, rüzgâr, hidrolik, kaynak, atom, yemek), enerji türleri (elektrik, nükleer, ısı, kinetik, mekanik, hidroelektrik, termik, potansiyel, ışık, kütle), enerjinin işlevleri (güç, kuvvet, hareket, iş, zaman, hız, akım, yol, joule), enerjinin etkileri (hayat, üretim, yaşam, insan, kazanç, patlama, verim, vücut, sağlık, zorluk, dünya, bilim, ihtiyaç, gereksinim), enerji dönüşüm ortamları (motor, hücre, telefon, elektron, füzyon, parçalanma, makine, mühendis, mitokondri, ayrılma, birleşme, merkez, ATP, gerilim, dağıtım, araba, molekül, protein, solunum, devre, nötron, proton, baraj, ayrışma, dönüşüm, depolama, bitki, direnç, yük, jeneratör, santral) ile ilişkilidir. Ayrıca sırasıyla fizik, biyoloji ve kimya alanları ile ilişkilendirme yapmışlardır.

4) Özellikle ATP kavramının DNA, guanin, RNA, ADP, sitozin ve timinle ilişkilendirilmesi kavram yanlışlarına işaret etmektedir. Çünkü ATP'nin bu kelimelerle doğrudan ilişkisi yoktur.

5) Anahtar kavramların en sık ilişki kurulduğu cevap kelimeler ise enerji için güneş, ATP ve iş için enerji, EMK ve santral için elektrik, fisyon için atom olmuştur.

6) Kavram haritaları incelendiğinde ise en güçlü ilişkinin ATP ile enerji ve elektrik ile santral arasında olduğu görülmektedir. Ayrıca emk kavramının hiçbir anahtar kavram için cevap kelime olmaması dikkati çekmektedir. Yine fisyon kavramı sadece 2 frekansla enerji ve santralin anahtar kavramı olabilmıştır. Dolayısıyla EMK fisyon, EMK santral ve fisyon elektrik ilişkilendirmeleri yapılamamıştır.

Enerji, toplumların sürdürülebilir ekonomik ve sosyal kalkınmalarının en önemli girdilerindendir ve sürdürülebilir enerji modern ülkelerin en önemli hedeflerindendir. Özellikle enerji politikalarının uygulayıcıları konumunda olan mühendislerin kapsamlı, karmaşık ve soyut bir kavram olan enerji ile ilgili her anlamda bilgi sahibi olmaları beklenir. Fakat araştırma sonuçları mühendis adaylarının enerji kavramı ile ilgili eksikliklerinin olduğunu göstermiştir. Doğan ve Sönmez'in (2019) çalışmalarında da matematik kavramı ile ilgili sunulan kelimeler bilgi eksikliğinin olduğunu göstermiştir.

Mühendis adaylarından verilen anahtar kavramla ilgili 10 kelime üretmeleri istenmiştir. Ancak mühendis adayları enerji ile ilgili 4-5, ATP ile ilgili yaklaşık 4, iş ile ilgili 2-3, EMK ile ilgili 4-5, fisyon ile ilgili yaklaşık 3, santral ile ilgili 5 kelime üretebilmişlerdir. Özellikle çevre ve endüstri bölümleri fisyon ile ilgili 0-1 kelime üretebilmiştir. Bu sonuçlar ülkemizin enerji politikalarına yön verecek olan mühendislik fakültesi 3. sınıf öğrencileri için yetersizdir. Ayaz, Karakaş ve Sarıkaya'nın (2016) çalışmasında da üniversite öğrencilerinin enerji kavramı ile ilgili kelime üretmede zorlandıkları ve kavram yanlışlığına sahip oldukları, enerji kavramı açısından da bu çalışma ile benzer şekilde öğrencilerin çoğunlukla enerji kaynakları ve enerji çeşitliliğini dile getirdikleri belirlenmiştir. Özdemir ve Çobanoğlu'nun (2008) araştırmasında da üniversite öğrencilerinin büyük çoğunluğunun enerji konusunda ön bilgisinin yeterli bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Benzer şekilde Töman ve Çimer'in (2011) çalışmasında da öğrencilerin büyük bölümünün enerjiyi yüzeysel ifadelerle tanımladıkları ve özellikle enerji kaynakları ve enerji depolanması konularında bilgi yetersizliklerinin olduğu belirlenmiştir. Bu bulgulardan hareketle en önemli konulardan biri olan enerjinin anlamlı öğretilmesi gereği ve bunun için de disiplinler arası bağlamda öğrenmelerin oluşturulmasının gereği ifade edilebilir. Park & Liu (2016) da enerjinin tüm öğretim düzeylerinde temel ve birleştirici bir kavram olduğuna dikkat çekmiştir. Buradan hareketle öğrencilerin enerji kavramına bütüncül olarak kavraması ile diğer fen kavramları arasındaki anlamalarının da artacağı belirtilebilir.

Araştırmadaki bulgular mühendis adaylarının ürettikleri kelimelerin anahtar kavramlar arasında bağlantı kurulmadığını göstermiştir. Benzer şekilde, Bahar ve Özatlı (2003) ile Polat'ın (2013) çalışmalarında da öğrencilerin kelime ilişkilendirme testine verdikleri cevapların konu ile çok yakın ilgisi olmayan geniş bir alana yayıldığı tespit edilmiştir. Bu bağlamda, kelime ilişkilendirme

testinin öğrencilerin sahip oldukları bilginin düzeyini belirlemede önemli bir araç olduğu ifade edilebilir. Alan yazında yapılan araştırmalarda (Cardellini & Bahar, 2000; Ercan, Taşdere ve Ercan, 2010; Işıklı, Taşdere ve Göz, 2011; Kaya ve Taşdere (2016); Kaya, Ateş ve Taflı, 2018; Nakiboğlu, 2008; Özatl, 2006; Shavelson, Ruiz-Primo, Li, and Ayala 2004; Taflı (2018); Taflı ve Atıcı, 2018; Yalvaç, 2008) da kelime ilişkilendirme testinin bilişsel yapıyı, kavram yanlışlarını ve önceki öğrenmeleri belirlemede etkili bir ölçme değerlendirme tekniği olduğuna vurgu yapılmıştır. Kolsto (2010) da mevcut öğrenmelerin belirlenmesinde alternative tekniklerin işe koşulması gereğine dikkat çekmiştir.

Bu bağlamda kelime ilişkilendirme testinin alternatif bir ölçme değerlendirme aracı, akademik düzeyde ise önemli bir veri toplama aracı olarak kullanılabileceği belirtilebilir.

Gerçek yaşamda karşılaştığımız problemler ya da olaylar ve onların çözümü söz konusu olduğunda yalnızca bir disiplin alanı değil, birden fazla disiplin devreye girmektedir. Bu nedenle öğrencilere çeşitli konular, bilgi ve beceriler bütünleşik hâlde sunulmadığı zaman sorunlar yaşanabilir ve gerçek yaşama aktarımda sıkıntılar olabilir. Öğrenciler ayrı ayrı öğrenmiş oldukları bilgi ve becerileri, yaşamda karşılaştıkları problemleri çözerken birleştirmek zorunda kalmaktadırlar. Bir disiplin etrafında ve teorik bilgilerin ağırlıkta olduğu bir öğretimle, okulda edinilenlerin gerçek yaşama yeterince aktarılamadığı düşünülmektedir. Artık günümüz dünyasının problemleriyle baş edebilmek ve küresel ölçekte yarışabilmek için hem öğretmenlerin hem de öğrencilerin farklı eğitimler almaları gerekmektedir. Bu nedenle ülkemizde özellikle öğretim programlarında ve daha birçok konuda yeniden yapılanma ve düzenlemelere ihtiyaç duyulmaktadır. Örneğin son yıllarda oldukça gündemde olan ve üzerinde durulması gereken eğitim reformlarından biri olarak “FeTeMM (Fen-Teknoloji-Mühendislik-Matematik) eğitimi” dikkat çekmektedir. Bu eğitimde disiplinler arası uygulamaları ve işbirliği, bütünleşik öğrenme ve bireylere 21. yüzyıl becerilerini kazandırma konusunda etkili olma amaçlanmaktadır. Ayrıca öğrenme sürecinde enerji kavramı bütünsel bir anlayışla yer almalı, ilköğretimden başlayarak okutulan ders kitaplarında da enerjinin bütün özellikleri bütünleştirilmelidir.

KAYNAKÇA

- Ayaz, E., Karakaş, H. & Sarıkaya, R. (2016). Sınıf öğretmeni adaylarının nükleer enerji kavramına yönelik düşünceleri: bağımsız kelime ilişkilendirme örneği. *Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 37, 42-54.
- Bahar, M., Johnstone, A.H. & Sutcliffe, R.G., (1999). Investigation of students' cognitive structure in elementary genetics through word association tests, *Journal of Biological Education*, 33(3), 134-141.
- Bahar, M., Nartgün, Z., Durmuş, S. & Bıçak, B. (2010). *Geleneksel- Tamamlayıcı ölçme ve değerlendirme teknikleri: Öğretmen el kitabı*. Ankara: Pegem Akademi.
- Bahar, M. & Özatl, N.S. (2003). Kelime ilişkilendirme yöntemi ile lise 1. sınıf öğrencilerinin canlıların temel bileşenleri konusundaki bilişsel yapılarının araştırılması. *Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi* 5(1), 27-38.
- Burns, P. C., Roe, B. D. & Ross, E. P. (1992). *Teaching reading in today's elementary schools*. Houghton Mifflin Company.
- Cardellini, L. & Bahar, M. (2000). Monitoring the learning of chemistry through word association tests. *Australian Chemistry Resource Book*, 19, 59-69.

- Ercan, F., Taşdere, A. & Ercan, N. (2010). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla bilişsel yapının ve kavramsal değişimin gözlenmesi. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 7(2), 136- 154.
- Doğan, Z. & Sönmez, D. (2019). İlkokul 4. sınıf öğrencilerinin matematik dersine yönelik metaforik algılarının oluşturdıkları görseller aracılığıyla incelenmesi. *Turkish Studies- International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, Volume 14 Issue 1, 2019, p. 245-262. ISSN: 1308-2140, www.turkishstudies.net, DOI: 10.7827/TurkishStudies.14788, Skopje/MACEDONIA-Ankara/TURKEY.
- Gökçakan, Z. & Gökçakan, N. (2005). Depresyonda bilişsel terapi. *Mersin Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 1(1), 91-101.
- Hamarta, E. & Demirbaş, E. (2009). Lise öğrencilerinin utangaçlık ve benlik saygılarının fonksiyonel olmayan tutumlar açısından incelenmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 21, 239- 247.
- Işıklı, M., Taşdere, A. & Göz, N. L. (2011). Kelime ilişkilendirme testi aracılığıyla öğretmen adaylarının Atatürk ilkelerine yönelik bilişsel yapılarının incelenmesi. *Uşak Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 4/1, 50-72.
- İstifçi, İ. (2010). Playing with words: a study on word association responses. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(10), 360-368.
- Kaptan, S. (1973). *Bilimsel araştırma ve teknikleri*. İstanbul: Bilim Yayınları.
- Karasar, N. (2008). *Bilimsel araştırma yöntemi: kavramlar, ilkeler, teknikler*, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Karamustafaoğlu, O. & Yaman S. (2013). *Fen eğitiminde özel öğretim yöntemleri I-II*. Anı Yayıncılık, Ankara.
- Kaya, B., Ateş, A. & Taflı, T. (2018). Pedagojik formasyon öğrencilerinin doğa kavramıyla ilgili düşünceleri. *Uluslararası Bilim ve Eğitim Kongresi Özet Kitabı*, 229.
- Kaya, M.F. & Taşdere, A. (2016). İlkokul Türkçe eğitimi için alternatif bir ölçme değerlendirme tekniği: Kelime ilişkilendirme testi, *Turkish Studies, International Periodical for the Languages, Literature and History of Turkish or Turkic*, 11(9), 803-820.
- Koç, G. & Demirel, M. (2004). Davranışçılıktan yapılandırmacılığa: eğitimde yeni bir paradigma. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 27, 174-180.
- Kolsto, S. O. (2010). Patterns in students' argumentation confronted with a riskfocused socio-scientific issue. *International Journal of Science Education*, 28(14), 1689-1716.
- McInerney, D. M. & McInerney, V. (2002). *Educational psychology: Constructing learning*. Australia: Pearson Education.
- Nakiboğlu, C. (2008). Using word associations for assessing nonmajor science students' knowledge structure before and after general chemistry instruction: the case of atomic structure. *Chem. Educ. Res. Pract*, 9, 309-322.
- Özatlı, S.N. (2006). Öğrencilerin Biyoloji derslerinde zor olarak algıladıkları konuların tespiti ve boşaltım sistemi konusundaki bilişsel yapılarının yeni teknikler ile ortaya konması. Yayımlanmamış doktora tezi, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- Özdemir, N. & Çobanoğlu, O. E. (2008). Türkiye'de nükleer santrallerin kurulması ve nükleer enerji kullanımı konusundaki öğretmen adaylarının tutumları. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 34(34), 25-36.
- Özden, Y. (2005) *Öğrenme ve Öğretme*. Ankara: Pegama.

- Özenç Uçak, N. & Güzeldere, Ş.O. (2006). Bilişsel yapının ve işlemlerin bilgi arama davranışı üzerine etkisi. *Tük Kütüphaneciliği*, 20(1), 7-28.
- Park, M. & Liu, X. (2016). Assessing understanding of the energy concept in different science disciplines. *Science Education*, 100(3), 483-516.
- Polat, G. (2013) 9. Sınıf öğrencilerinin çevreye ilişkin bilişsel yapılarının kelime ilişkilendirme test tekniği ile tespiti, *Necatibey Eğitim Fakültesi Elektronik Fen ve Matematik Eğitimi Dergisi (EFMED)* 7(1), 97-120.
- Ruiz-Primo, M. A., Li, M., Ayala, C. & Shavelson, R. J.(2004). Evaluating students' science notebooks as an assessment tool. *International Journal of Science Education*, 26(12), 1477 – 1506.
- Senemoğlu, N. (2003). *Gelişim öğrenme ve öğretim: kuramdan uygulamaya*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Şirin, A. (2008). Oluşturmacılığın kuramsal temelleri. *Marmara Coğrafya Dergisi*, 17,196 – 205.
- Taflı, T. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının sınıf ve laboratuvar kavramlarına ilişkin zihinsel algıları. X. Uluslararası Eğitim Araştırmaları Kongresi Tam Metin Kitabı, 535-546.
- Taflı, T.& Atıcı, T. (2018). Biyoloji öğretmen adaylarının teknolojik pedagojik alan bilgisi kavramına ilişkin bilişsel yapılarının incelenmesi. V. Uluslararası Eğitim Bilimleri Sempozyumu Tam Metin Kitabı, 275-284.
- Töman, U. & Çimer, O. S. (2011). Enerji kavramının farklı öğrenim seviyelerinde öğrenilme durumunun araştırılması. *Bayburt Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 6, 27-39.
- Tsai, C. C. & Huang, C. M. (2002). Exploring students' cognitive structures in learning science: a review of relevant methods. *Journal of Biological Education*, 36, 163-169.
- Ünal, S. (1999). Aktif öğrenme, öğrenmeyi öğrenmek ve probleme dayalı öğrenme. *M. Ü. Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 11, 373-378.
- Vosniadou, S., Ioannides, C., Dimitrakopoulou, A. & Papademetriou, E. (2001). Designing learning environments to promote conceptual change in science. *Learning and Instruction*, 11, 381-419.
- Yalvaç, G. H. (2008). *İşbirlikli öğrenme yaklaşımının öğretmen adaylarının çevreye ilişkin zihinsel yapılarına etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bolu.