

# FİZİK EĞİTİMİNDE METAFORVE ANOLOJİ ARASINDAKİ FARKLAR ÜZERİNE BİR META-ANALİZ ARAŞTIRMASI<sup>1</sup>

Havva Sibel KURT

Doktora Öğrencisi, Gazi Üniversitesi, sibelkurt\_@hotmail.com

Musa SARI

Prof. Dr.,Gazi Üniversitesi, msari@gazi.edu.tr

## ÖZET

Ülkemizde Fizik Eğitimi alanında yaşanan aksaklıklar, öğrenme zorlukları ve öğrenci başarısının düşük olması, Fizik eğitimcilerini sınıf içi öğrenme ortamlarında, soyut kavramları nasıl daha anlamlı hale getirebiliriz, sorusuna yönelmiştir. Bu bağlamda yapılan araştırmalar, model oluşturma, analogiler geliştirme, tablo ve grafik oluşturma, şekiller sunma, matematiksel formüller kullanma gibi temsil (Representation) konularında ivme kazanmıştır. Bu çerçevede, Fizikte kullanılan Fizik dilinin araştırılması, analogiler ve metaforlar çerçevesinde şekillenmiştir. Soyut kavramları somutlaştırmak için, bilinen kavramdan bilinmeyen kavrama ulaşmayı hedefleyen eğitimciler, bugün Fizik ders kitaplarında da birçok analogi kullanmaktadır. Ancak kullanılan bu analogiler ve dilde yansımaları olan metaforların, öğrenmeyi nasıl etkilediği, kavram yanlışlığına yol açıp açmadığı, dilde bir belirsizlik yaratıp yaratmadığı, öğrenme sürecine olumlu olumsuz etkilerini araştıran, yeterli sayıda araştırma bulunmamaktadır. Bu yetersizlik aynı zamanda, Fizikte hangi kavramlar için analogi oluşturmanın uygun olduğu, hangi kavramların metafor olduğu, metaforik algıların öğrenme sürecindeki etkisi konularında ortaya çıkmaktadır. Ülkemizde, metaforlar ve analogiler arasında farkları ve benzerlikleri ortaya koyan kapsamlı bir araştırmaya henüz rastlanmamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Analogiler, Metaforlar, Fizik Eğitimi

## ABSTRACT

The disruptions in the field of physics education in our country, the difficulties of learning and the low student achievement led the physicists to question how we can make abstract concepts more meaningful in classroom learning environments. Research in this context has gained momentum in representation, such as modeling, developing analogies, creating tables and graphics, presenting forms, and using mathematical formulas. In this framework, there search of the physics language used in physics has been shaped by analogies and metaphors. Educators, who aim to reach unknown concepts from conventional concepts, use many analogies in the Physics textbooks in order to objectify abstract concepts. However, there are not enough studies to analyze how the analogies and metaphors which have reflections on language affect learning, whether they result in positive effects, misconceptions or uncertainty in the language. At the same time, this insufficiency also show up in different contexts such as

<sup>1</sup> Bu araştırma Gazi Üniversitesi Eğitim Fakültesi, Fizik Öğretmenliği Bölümü'nde, 2017-2018 Eğitim- Öğretim yılında devam eden, Havva Sibel Kurt'un, Prof. Dr. Musa Sarı danışmanlığında yürütülen, metafor araştırmalarını içeren Doktora araştırmasının teorik kısımlarından yararlanılarak oluşturulmuştur.

which concepts are appropriate to create analogies in physics or which concepts are metaphors or the effects of metaphorical perceptions in the learning process. In our country, there has not been encountered a comprehensive study that shows the difference and similarities between analogies and metaphors, yet.

**Key Words:** Analogies, Metaphors, Physics Education.

## GİRİŞ

Fizik Eğitiminde, metaforlar ve analogiler “Anlamlı Öğrenme” açısından etkili öğrenme araçları olarak görülmektedir. Kaynak alan ve hedef alan arasındaki bu süreç oldukça dinamiktir. Analogilerde, bilinen A kavramı ile B kavramı arasındaki benzerlik yönü, “A, B kavramına benzer” olarak tanımlanırken, metaforlarda ise A kavramı B kavramı yerine geçebilmekte, “A kavramı B kavramıdır.” şeklinde ifade edilmektedir. Fizikte kullanılan temel kavramların sınıf içi aktivitelerde ve ders kitaplarında sunumu açısından bu ayrım oldukça önemlidir.

Meta- analiz araştırmaları, belirli bir amaca veya konuya yönelik daha önceden yapılan araştırmaların, birlikte incelenerek bir senteze ulaşma yöntemidir. Bu araştırmanın amacı, analogi ve metaforlar arasındaki farkların ve benzerliklerin ortaya sunulması, daha sonraki araştırmalar açısından, genellenebilir bir sonuca ulaşılmasına katkıda bulunmak, böylece ülkemizdeki bulunan yetersizlik açısından teorik bir çerçeve sunmaktır. Araştırma, Mekanik, Elektrik ve Kuantum Fizikinde örneklerle desteklenmiştir. Bu kapsamda, aşağıdaki 12 adet önemli araştırma incelenerek bir senteze ulaşılmaya çalışılmış ve bu doğrultuda, teorik bir çerçeve oluşturulmuştur. Araştırmaya kaynaklık eden araştırmalar ve araştırmacılar aşağıda belirtildiği gibidir:

Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Metaphor and Analogy	Aubusson vd 2006
Teaching and Learning With Analogies	Harrison vd 2006
Post Festum and Heuristic Analogies	Wilbers vd 2006
Metaphors for Genes	Venville, vd, 2006
Role Play as Analogical Modelling in Science	Aubusson vd, 2006
The Role of Metaphor in a New Science Teachers' Learning from Experience	Russell vd 2006
Metaphors We Write By	Ritchie, 2006
Metaphorically Thinking	Ritchie vd, 2006
Analogies: a key to understanding physics	Herrman, 2009
A new Analogy Between Mechanics and Electricity	Ludovic, vd, 2010
Aspects of Metaphor in Physics	Pulaczewska, 1999
The Role of Language in Learning Physics	Brookes, 2006.

**BULGULAR**

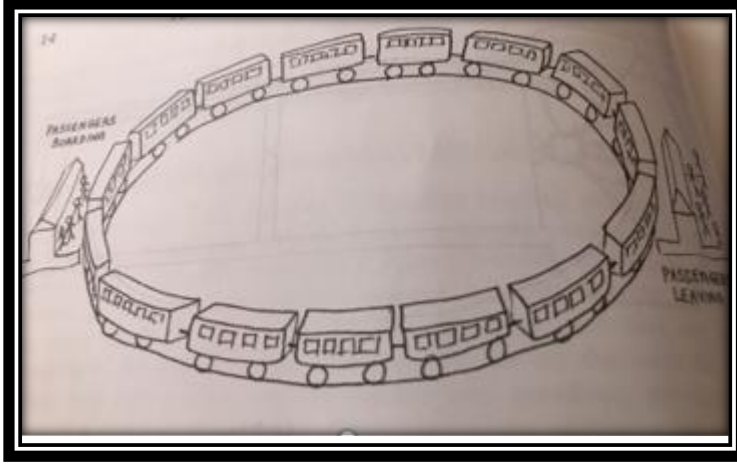
1. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
MetaphorandAnalogy	Peter J. Aubusson, allan G. Harrison ve Stephen M. Ritchie (2006)

Bu araştırmaya göre, metaforlar ve anolojiler fizikte çok farklı şekilde; bazen de birbiri yerine geçerek kullanılabilir. Bir metaforda, A kavramı B kavramı olarak ifade edilirken, anolojilerde ise A kavramı ile B kavramının benzerlik yönü vurgulanarak, A benzer B kavramına olarak ifade edilmektedir. Bu bakış açısına göre, metafor kullanımında, öğrencilerin zihinleri *tabularasa* olarak görülmekte, ön bilgilerinin eğitimsel gücü çok da dikkate alınmamaktadır.19. yüzyılda gerçekleşen, metafor ve analogi arasındaki farklardan kaynaklanan bilimsel çatışmalar Hesse (1966) yılında tartışılmıştır. Bu tartışma, Lakoff ve Johnson'un (1980), "algıladığımız tüm düşünce sistemi metafordur." görüşünü destekler biçimdedir. Bu düşünce, fizik eğitiminde kullanılan anolojilerin daha çok didaktik, sonradan oluşmuş ve bilinen kavramdan bilinmeye doğru bir köprü vazifesi üstlendiğini işaret etmektedir.

Hem anolojiler hem de metaforlar, Fizik Eğitiminde, temsil (representation) konularında incelenmektedir. Metaforlar daha çok zihinsel araçlar olarak sunulurken, anolojiler daha çok didaktik modeller olarak görülmektedir. Her iki kavram da, anlamlı öğrenme açısından, yapılandırıcı bakış açılarıdır ve üst düzey düşünme biçimini ve yaratıcılığı desteklemektedir.

2. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Teachingand Learning withAnalogies FriendorFoe?	Allan G. Harrison ve David F. Treagust (2006)

Bu araştırmaya göre, metaforlar ve anolojilerin dost mu yoksa düşman mı olduğu tartışılmıştır. Birçok Fen Eğitimcisi, kendi görüşlerini bu anlamda açmaktadır. Anolojiler "*iki uçlu kılıç*" olarak görülmektedir. Anlamlı öğrenmenin sağlanmasında, eski bilgilerin yeni bilgilerle ile yapılandırılmasında anolojiler bir öğrenme aracı olarak görülmüş, ancak bu modelleme, bazen yetersiz bazen de yanlış olarak kullanılmıştır. Bu anlamda anolojiler, bilimsel model olarak kullanılırken, metaforda bunu görmek pek mümkün olmamaktadır.



**Resim 1: Elektrik Akımını Gösteren Tren Analjisi (Harrison & Treagust, 2006).**

Fizik Eğitimi'nde, ilk analogi kullanımı, Stephan Hawking'in, astrofizik ve kuantum fikirlerini ifade etmek amacıyla, 74 tip analogi kullanması ile başlamıştır. Bu analogiler, "A brief history of time" adlı çalışmasında bulunmaktadır. Bu araştırmada, analogilerin didaktik modelleme ürünü olduğu metaforların ise kendiliğinden fizik literatüründe bulunduğu örneklerle açıklanmıştır.

3. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Post- FestumandHeuristicAnalogies	JensWilbers ve ReindersDuit (2006)

Bu araştırmaya göre, analogiler güçlü öğrenme araçlarıdır. Analogiler, hedef alan ve kaynak alan arasında oluşturulan bir süreçtir. Bu süreç görsel (visual) olarak betimlenir ve oldukça dinamiklidir.



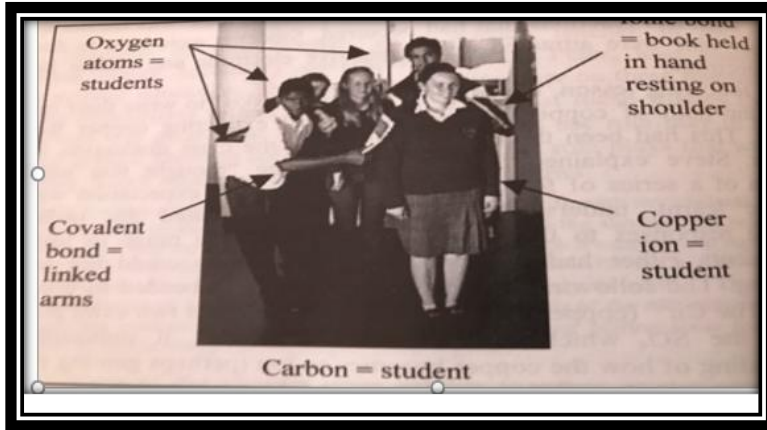
Analogilerin, iki görevi vardır, bunlar, haritalama ve üretim olarak da nitelendirilebilir. Bilgilerin yapılandırılmasında bu bakış açısı oldukça önemlidir. Metaforlarda da, kaynak ve hedef alanın varlığı mevcuttur ancak bu süreç, planlı programlı bir model oluşumu olarak sentezlenmez.

4. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
MetaphorsforGenes	Grady J. Venville, Susan J. Gribbleve JenniferDonavan (2006).

Bu araştırmaya göre, metaforlar şaşırtıcı ve dengelenmemiş ve anarşist kavramlardır. Metaforlar, dilin temsilleri olarak bulunur. Yapılan bu araştırmada, öğrencilere DNA modeli sorulmuş, öğrencilerin kendi fikirlerine ulaşılmaya çalışılmıştır. Bu araştırma, kendinden sonra gelen birçok araştırmaya da böylelikle kaynaklık etmektedir. Metaforlar, öğrencilerin bir kavram hakkında sahip oldukları alguları ortaya çıkarmak gibi eğitsel bir vazife üstlenmektedir. Metaforlar, öğrencilerin kendi kavramsal dünyasına inişte bir merdiven olarak betimlenmekte, ancak analogilerde ise bu yön bulunmamaktadır.

5. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Role Play as AnalogicalModelling in Science	Peter J. Aubusson ve StephenFogwill. (2006).

Bu araştırma ile, analoginin farklı bakış açılarına değinilmiştir. Araştırma kapsamında öğrenciler, bir karbonat molekülü temsil etmişlerdir. Öğrencilerden bazıları oksijen atomları olmuş, bazıları karbon olarak bir grup öğrenci el ele tutuşarak, bağları temsil etmiş, bu bağlar ile de öğrenciler rol oynamışlardır.



(Aubussuon ve Fogwill, 2006.)

Araştırmada, metafor ve analogilerin modelleme araçları olduğu, bu modeller anlamlı öğrenme için etkili araçlar olduğu ancak yine de modellerin kavram yanılgısına sebep olabilen yapısı vurgulanmıştır.

6. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
The Role of Metaphor in a New Science Teachers' Learning from Experience	Russell ve Hrycenko, (2006.)

Bu araştırmaya göre metaforlar, bilginin görünen ve görünmeyen arasındaki boşlukta bir köprü görevi üstlenir. Bu araştırmada, metaforların işlevi, öğrencilerin bilgiyi yansıtmasında eğitici bir görev üstlendiği olmuştur. Böylelikle, kavramların değiştirilmesinde, metaforların epistemolojik ve bilişsel yönü açığa çıkmıştır. Öğrencilere, elektrik konusunda 7 ayı aşkın sürede, kendi fizik kavramlarını açıklamak için kendi metinleri oluşturulmuş ve öğrenmeleri bu şekilde sınanmıştır. Öğrenciler, metaforlar aracılığıyla sahip oldukları kavramları yansıtmışlardır. Bu araştırmadan itibaren, metaforların yansıtıcı rolü yaygınlaşmıştır. Analogilerde, bir öğrenme ürünü kendi bilgileri ışığında yansıtma rolü bulunmamaktadır.

7. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Metaphors We Write by	Stephen M. Ritchie

Araştırmaların metafor ile yazılmasını konu alan bu araştırmada, metaforların yaratıcı unsurlar olduğundan ve imajinatif bir rol üstlendiğinden bahsedilmiştir. Fen eğitiminin öğretilmesinde ve öğrenilmesinde bu roller açıklanmıştır. Lakoff ve Johnson (1980)'un, tartıştığı gibi, metaforların kavramsal sistemimizin bir parçası olduğu, bilginin yapılanmasında birleştirici bir görevinin olduğunu ifade etmiştir. Bu araştırmada, metaforların bilişsel (cognitive) bileşenlerine yer verilmiş olup, analogiler hakkında böyle bir görev üstlendiği ifade edilmemiştir.

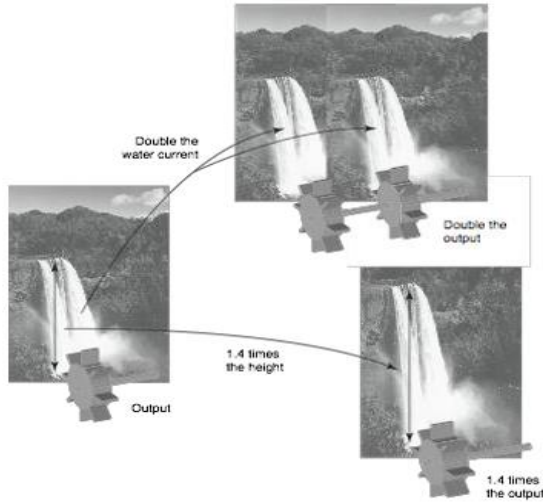
8. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Metaphorically Thinking	Stephen M. Ritchie, Peter J. Aubusson ve Allan, G. Harrison (2006).

Bu araştırmada, metafor ve analogilerin Fen Eğitiminde oldukça önemli kavramlar olduğu ifade edilmiştir. Aubusson, dinamik örneklerinde analogi kullanmıştır. Ancak, karmaşık durumlarda, kavramların hikaye ile anlatımında metaforlara başvurulması gerektiği savunulmuştur. Hem analogilerin hem de metaforların, Fen Eğitiminde karmaşık süreçlerde kullanılması gerektiği ve olayların anahtar noktalarında her iki yöntemin de kalıcı öğrenmeyi desteklediği belirtilmiştir. Buna rağmen, metaforların hikayeleştirme özelliğinin daha fazla olduğu, Fen Eğitiminde metaforların bu anlamda olayların yazı ile ifade edilmesinde daha baskın bir işlevi olduğu anlatılmaktadır.

9. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Analogies: a key to understanding physics.	Herrmann, F., Guobin, W., Pohlig, M.,

Fuchs, H., D'Anna, M., Rosenberg, J (2009).

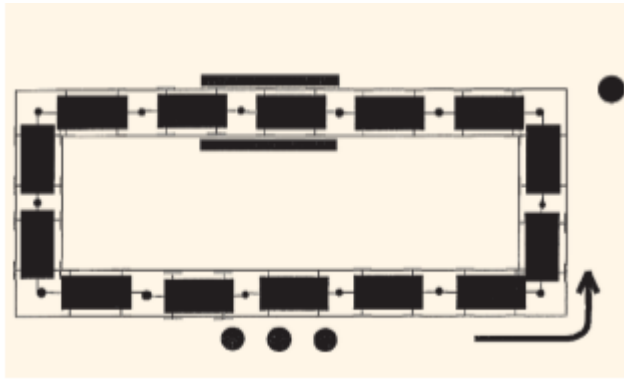
İki veya daha fazla alt alanın benzetme yönüyle açıklanabileceğini anlatan bu araştırmada, anolojiler doğrudan benzetme olarak sunulmuştur. İlköğretim, Ortaöğretim ve Yükseköğretimde ve diğer ders kitaplarında anolojilerin kullanılmasının, didaktik bir rolü olduğunu savunan bu araştırmada, mekanik ve elektrik konularında bazı anolojilere de yer verilmiştir. Metaforlar da anolojiler gibi figüratif düşünme sistemleridir. Analoji, bilişsel bilimde ve bilişsel dilbiliminde, insan yaratıcılığının altında yatan temel ve vazgeçilmez düşünce biçimi olarak kabul edilmektedir. Bu açıdan, anolojiler motive edici işleve sahiptir. Anolojiler insan zihninde türetilen analog düşünme sistemiyle kurulur. Metaforlar ve kavramlar arasındaki bağlantı yaratıcı süreçler içerisinde, anolojilerden farklı olarak zıtlıklar içerir ancak insan zihni bunu benzerlik olarak algılar. Bu süreç analoji oluşumunda önemlidir. Örneğin, bir insanın öfkesinin artması; sıvı maddelerin potansiyel enerjisi ile ilişkilendirilebilir. İnsanlar, öfkelendikçe vereceği tepkilerin şiddeti artar. Örneğin bir şelalede suyun akışı, suyun kütlesi, yükseklik ve farkı ve yerçekimine bağlıdır. Bunu göstermek için analoji kullanılabilir. Ancak bunu gerçekleştirme fikri, bir insanın şiddetlenmesi gibi bir fikir orijininin doğmuştur. Bu araştırmada, şelale-potansiyel enerji analojisi aşağıdaki gibi betimlenmiştir.



(Hermannvd, 2009).

10. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
A newAnologyBetweenMechanicsandElectricity	Ludovic, vd, 2010

Seri devrelerde, analogi kurulması üzerine odaklanan bu araştırmada, öğrencilerin öğrenme zorluğunu gidermek amacıyla, analogilerin nasıl akıl yürütme fikrinden yola çıkılarak, öğrenme sürecine anlamlılık kattığı tartışılmıştır. Öğrencilerin Elektrik konusunda var olan bazı kavram yanlışlarına da yer veren bu araştırmada, analogilerin öğrencileri, bir bilim insanı gibi düşünmeye sevk ettiği vurgulanmıştır. Bu araştırmada, analogilerin kavram yanlışlarını önlemek amacıyla kullanıldığında işe yaradığını ancak aynı zamanda yeni kavram yanlışlarını da ortaya çıkardığı ifade edilmiştir. Araştırmada, elektrik yüklerinin bir devredeki hareketi, işçi tarafından hareket ettirilen, raylı kamyon hareketine benzetilmiştir. Ancak, bu analoginin kavram yanlışına neden olduğu da açıklanmıştır. Bu araştırmada metaforlar ile analogilerin orijin bakımından, benzerlik odaklı kurulduğu, öğrencileri bilimsel düşünmeye sevk ettiği ancak bununla birlikte bazı kavram yanlışlarına da sürüklediği açıklanmaktadır.



(Johsua ve Dupin, 1989)

11. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
Aspects of Metaphor in Physics	Pulaczewska, 1999

Ağırlıklı olarak, metafor araştırmalarına yer verilen bu kitabın bazı bölümlerinde, diğer araştırmaların sentezi olarak analogilere de yer verilmiştir. Pulaczewska'ya (1999) göre, hem analogiler hem de metaforlar, modellerin alt bileşenidir. Metaforlar, kendiliğinden oluşan plansız süreçlerdir. Planlı süreç, modellemede analogi olarak tanımlanmıştır. Analogiler bilimsel modeller olarak tanımlanırken, metaforlar bazen bilimsel olmayan benzetmelerden oluşabilir. Kitapta, fizik kavramlarının birçoğunun teorik olarak metaforlardan oluştuğu ifade edilmektedir.

Kitapta, metafor analogi arasındaki farklardan birisi aşağıdaki gibi betimlenmiştir:

Metaforlar	Analogiler
Bilimsel olmayabilir.	Bilimseldir.
Literatürde kendiliğinden bulunur.	Literatürde oluşturulur.



Eğitsel vazife zorunluluğu yoktur.	Didaktiktir. Eğitim süreçlerinde kasıtlı kullanılır.
Benzetilen ve benzeyen arasındaki bağ, benzerlik yönüyle oluşmak zorunda değildir.	Benzetilen ve benzeyen arasındaki bağ, kavramların benzerliği ilkesiyle oluşur.
Ontolojik yapısı vardır.	Ontolojik yapısı genellikle yoktur.

Kitapta, metaforların bir dil süreci olduğu, kavramların ontolojik ya da analogik olarak gruplama yaptığımızda, metaforların bazı durumlarda analogilerin tamamen karşısında olduğu da ifade edilmiştir. Araştırmanın tüm bölümlerinde, fizikte kullanılan metaforlara yer verilmiş ve analizler yapılmıştır.

12. Araştırmanın Adı	Araştırmacılar
The Role of Language in Learning Physics.	Brookes, 2006.

Uzun yıllar süren bu araştırma, fizikte öğrenme zorluklarına sebep olduğu düşünülen, metaforlardan yola çıkılarak başlamıştır. Bu çalışmada, hem analogiler hem de metaforlar, yapı bakımından birbirine benzer. Bilinen kavramlardan bilinmeyen kavramı öğretme sürecinde, her ikisi de çok önemlidir. Analogilerde, bilinen A kavramı, bilinmeyen B kavramına benzer. Metaforda ise, benzeyen ve benzetilen yönü arasındaki bağ, çoğunlukla kendiliğinden, bazen saçma, bazen kültürel, bazen varlıksal, bazen de direkt, A , B kavramıdır. Metaforlar, dilde oluşan bir süreçtir. Metaforlar, sözlük anlamı ile de genellikle benzerlik olarak açıklanır.

Brookes (2006), bu doktora araştırmasından sonra, metaforlar konusunda birçok araştırma yapmıştır. Newton mekaniğinden, kuantum fiziğine kadar birçok alanda metafor araştırmaları, dil araştırmaları olarak da betimlenmiştir. Bu çalışmada, metafor ve analogiler arasındaki en önemli farklardan birisi, kuruluş amaçlarıdır. Analogilerin kurulma amaçları belli iken, metaforların kurulma amaçları genellikle yoktur. Kendiliğinden dilde oluşan süreçlerdir. Bu süreçler de oldukça dinamiktir. Metaforlar linguistiklidir. Analogilerde böyle yapılara rastlanmaz. Analogiler ve metaforlar, modellemenin alt basamaklarıdır. Hem analogiler hem de metaforlar, yaratıcı süreçlerin ürünüdür. Bu süreç Fen Eğitiminde de öğrencilere, yaratıcılık fikri sunar. Bu süreç, öğrencileri öğrenme sürecinde çoğu zaman pekiştirirken bazı zamanlarda da, öğrencileri kavram yanılgısına sürüklemektedir.

## SONUÇ VE YORUM

Bu kongre kapsamında, metaforlar ve analogiler arasındaki farklara ve bazı benzerliklere değinilmiştir. Gerek metaforlar gerekse analogiler kendi disiplinleri altında oldukça kapsamlı konulardır. Ülkemizde, Fen eğitiminde analogiler konusundabirçok araştırma sürdürülmüştür ancak metaforlar konusunda oldukça sınırlı araştırmalar vardır (Kurt, 2010). Metaforlar ve analogiler arasındaki farkların sunulması için bu kongre kapsamında bir meta- analiz

araştırması sunulmuştur. Ülkemizde bulunmayan bu araştırmalar, Türkçeye çevrilerek analiz edilmiştir. Metafor ve analogiler arasındaki farklar ve benzerlikler, bu meta- analiz çerçevesinde açıklanmıştır.

Araştırmamız sonucunda araştırmaya kaynaklık eden araştırmalardan elde edilen bulgulara göre, analogiler ve metaforlar arasındaki farklar, aşağıdaki tablodaki gibidir:

<b>Analojiler</b>	<b>Metaforlar</b>
“A kavramı B kavramına benzer” olarak tanımlanır.	“A kavramı B kavramıdır” olarak tanımlanır.
Planlı bir sürecin ürünüdür.	Planlı bir sürecin ürünü değildir.
Linguistik değildir.	Linguistiktir.
Bilinmeyen kavram bilinen kavrama benzer.	Bilinmeyen kavram bilinen kavrama benzerlik yönü ile bağlı değildir.
Öğrencilerin kendi bilişsel haritalarını yansıtmaz.	Öğrencilerin kendi bilişsel haritalarına ulaşmakta kaynaklık eder.
Kavramları hikayeleştirme özellikleri yoktur.	Kavramları hikayeleştirme özelliği vardır.
Bilimseldir.	Bilimsel olmayabilir.
Kasıtlı oluşturulur.	Kendiliğinden vardır.
Ontolojik yapısı bulunmaz.	Ontolojik yapısı vardır.
Sınırlandırılmıştır.	Ucu açık düşünme birimleridir.
Genellikle somut modellerdir.	Genellikle soyut modellerdir.
Benzeyen ve benzetilen kavramlardır gerçektir.	Benzeyen ve benzetilen kavramlar gerçek olmayabilir.

Edindiğimiz bu teorik çerçeve, Avrasya Zirvesi, Uluslararası EJONS Matematik-Mühendislik ve Fen Bilimleri Kongresi kapsamında, (17-21 Temmuz 2017) Ankara’da sözel bildiri olarak sunulmuştur. Araştırma sonuçlarının, geliştirilip daha sonraki araştırmalara kaynaklık etmesi amacı da kongre sunumunda bildirilmiştir.

### **Kaynakça**

Aubusson, P.J. et al. (eds.) (2006). MetaphorandAnology. MetaphorandAnology in ScienceEducation. Springer, 1-9.

Aubusson, P. J, &Fogwill, S. (2006). Role Play as AnalogicalModelling in Science. MetaphorsandScienceEducation. Springer, 93-104.

Brookes, D. (2006). The Role of Language in Learning Physics. PhD Thesis. Rutgers, The State University of New Jersey.

Harrison, A. G., & Treagust, D. F. (2006). Teaching and Learning With Analogies. Metaphor and Analogy in Science Education. Springer, 11-24.

Herrman, F., et al. (eds) (2009). Analogies: a key to understanding physics. [https://home.zhaw.ch/fuh/MATERIALS/Reims\\_Symposium\\_Analogies.pdf](https://home.zhaw.ch/fuh/MATERIALS/Reims_Symposium_Analogies.pdf).

Kurt, H. S. (2010). Kuantum Fiziğinde Kullanılan Metaforların Öğrencilerin Algıları Üzerine Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü. Ankara.

Ludovic, M., & Dequidt, M. (2010). A new Analogy Between Mechanics and Electricity: Pupil's Misconceptions, Physical Quantities and Electrical Components, Laboratoire ACTé EA 4281, ESPE Clermont-Auvergne, Clermont Université, Université Blaise Pascal, France.

file:///C:/Users/Casper/AppData/Local/Packages/Microsoft.MicrosoftEdge\_8wekyb3d8bbwe/TempState.

Pulaczewska, H. (1999). Aspects of Metaphor in Physics. Linguistische Arbeiten. Tübingen: Niemeyer.

Ritchie, S. M. (2006). Metaphors We Write By. Metaphors and Science Education. Springer, 177-187.

Ritchie, S. M., & et al. (eds) (2006). Metaphorically Thinking. Metaphors and Science Education. Springer, 189-195.

Russell, T., & Hrycenko, M. (2006). The Role of Metaphor in a New Science Teacher's Learning from Experience. Metaphors and Science Education. Springer, 131-142.

Venville, G. J. Et al. (eds) (2006). Metaphors for Genes. Metaphors and Science Education. Springer, 79-81.

Wilbers, J., & Duit, R. (2006). Post-Festum and Heuristic Analogies. Metaphors and Science Education. Springer, 37-49.