

Fizik Eğitiminde Biyomimikri Verileri Kullanımın Yeri ve Önemi

Cem Cüneyt ERSANLI
Doç. Dr. Sinop Üniversitesi, Türkiye
ccersanli@sinop.edu.tr

Özet

İnsanoğlu varolduğu günden beri sürekli olarak bir yandan kendini diğer yandan da çevresinde olup bitenleri anlama gayreti içinde olmuştur. Bilimler bu gayretle ilgili deneysel gözlemler ve nicel ölçümlere dayanarak elde edilen bilgilerin sistematize edilmesinin bir ürünüdür. Bilimler tarihine baktığımızda ilk temel bilim olarak fiziği görmekteyiz. Çünkü tüm bilimler fiziğin verilerine muhtaçtır.

Fizik evrenin yapısını, evreni oluşturan en küçük temel parçacıktan başlayarak en büyük galaksilere kadar tüm maddeleri ve bu maddelerin özelliklerini, değişimlerini, etkileşimlerini inceleyen; doğadaki olayların işleyişine hükmeden en genel yasaları bulan ve bu yasaları, hizmet üretmekte kullanan temel bir bilimdir. Bu açıklamalardan tüm doğa bilimleri kaynağının fizik olduğu gibi teknoloji ve mühendislik alanlarının da fizik ilkelerine göre işletildiği anlaşılmaktadır. Bu nedenle de hayatımızda bu denli önemli olan fizik eğitimine her geçen gün daha bir özen göstermek zorunda olduğumuzu söyleyebiliriz.

Hangi alanda olursa olsun eğitimde motivasyonu artırmanın yolu, o alandaki bilginin hayatımızdaki yeri ve öneminin anlaşılmasının yanında, doğadaki modelleriyle de eşleştirilmesinden geçmektedir. Bu yaklaşım, aynı zamanda eğitilenlerin yaratıcılık düzeyini de yükseltmeye hizmet edecektir.

Bu çalışma ile fizik dersinin öneminin öğrencilere kazandırılması ve onların bilim okur-yazarlıklarının geliştirilmesi için, varlıkların evrimsel süreç içinde doğal seçim yoluyla kazandıkları ve buldukları çevreye uyum sağlayan bazı davranış ve yapılarını teknolojiye taklit ederek çalışmalar yapan biyomimikri bilim dalından ve doğada biyomimikriye örnek oluşturacak mekanizmalar ve ürünler hakkında bilgiler verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Fizik, biyomimikri, doğadaki modeller

The Significance and Place of Biomimicry Data in Physics Education

Abstract

Mankind, from the first day of his existence, has always tried to make sense of himself and the things happening in his surroundings. Science is a result of the data systematized which is gathered by the help of experiential observations and quantitative measurements related to this effort of the mankind. When we look at the history of sciences, we see physics as the first basic branch of science because all other sciences depend on the findings of physics.

Physics is a basic science which investigates the structure of the universe, and all substances from the smallest basic particles to the biggest galaxies that make up the universe, and the features of these substances, their changes, and interactions, and it finds the most general laws that organize the events in the nature, and uses these laws to produce a service. It is understood from these explanations that physics is the source of all natural sciences and also the fields of technology and engineering depend on the principles of physics. Therefore, we can say that we have to give much more importance to physics education which has vital importance in our lives.

The way to increase motivation in every field of education is not only to understand the place and importance of that knowledge in our lives but also to match it with its models in the nature. This approach will definitely help to increase trained peoples' level of creativity.

This study aims at arousing awareness in students for the significance of physics education and aims to develop their science literacy skills and make them more knowledgeable about biomimicry science branch which have studies imitating the assets' behaviors gained through natural selection in the evolutionary process and the harmony in their surroundings and mechanisms and products which may be samples of biomimicry in nature.

Keywords: Physics, biomimicry, models in nature

GİRİŞ

Eğitim; toplumların hayatına yön veren, bireyi doğduğu andan itibaren etkileyen, onların eğitimi sorgulamasına, araştırmasına, üreten olmasına ve sorumluluk sahibi olarak yetişmesine olanak sağlayan bir olgudur. Başka bir ifadeyle eğitim; yeni kuşakların toplum yaşayışlarında yerini almak için hazırlanırken, gerekli bilgi, beceri ve anlayışlar elde etmelerine ve kişiliklerini geliştirmelerine yardım etme etkinliği, belli bir konuda bir bilgi ya da bilim dalında yetiştirme ve geliştirme, her kuşağa geçmişin bilgi ve deneyimlerini düzenli bir biçimde aktarma ya da kazandırma işidir (Gürdal vd., 1995:96).

Eğitim içerisinde fen bilimleri eğitimi ise, toplumların gelişimi açısından çok önemli bir yere sahiptir. Günümüzde fen bilimleri, insanın kendisi ve doğal çevresiyle ilgili düzenli bilgiler edinmesini, bu bilgileri durmadan geliştiren, yenileştiren bilgi edinme yolları içerisinde olmasını gerektirmektedir. Fen bilimleri, fiziksel ve biyolojik dünyayı tanımlamaya ve açıklamaya çalışan bir bilimdir. Fen bilimleri sadece, bilim insanlarının çeşitli araştırmalar sonucu elde ettiği kesinliği kanıtlanmış bilgiler kümesi değil, aynı zamanda hayal gücü ve yaratıcılık gerektiren, içinde yaşadığı toplumun yapısından etkilenen, doğal dünyayı daha iyi anlamak için gösterilen insan gayretleridir (aktaran Polat vd., 2013:371). Bu nedenlerden dolayı fen öğretiminin etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Fen bilimleri, doğa olgularını araştıran doğa bilimleri (eski adıyla “doğal felsefe”) ve insan davranışlarını ve toplumları araştıran sosyal bilimler (eski adıyla “moral felsefe”) olarak iki geniş kategoriye ayrılabilir. Doğa bilimleri de fizik bilimleri (fizik, kimya, astronomi, vs.), yer bilimleri (fiziki coğrafya, jeoloji, hidroloji, meteoroloji, vs.) ve hayat bilimleri (biyoloji, zooloji, botanik, genetik, tıp, vs.) olarak gruplanır. Sosyal bilimler psikoloji, sosyoloji, antropoloji ve ekonomiyi kapsar. Her dal bir çok alt dala ayrılmıştır (örneğin fiziğin mekanik, optik, elektrik, parçacık fiziği, termodinamik gibi alt dalları vardır). Fizik ve kimya gibi, esas olarak deneye ve ölçüme dayalı bilim dallarına “katı bilimler” (hard sciences) denilirken, psikoloji ve sosyoloji gibi ağır ve ağırlıklı olarak istatistiğe dayalı bilim dallarına da “yumuşak bilimler” (soft sciences) denir. Bir bilim dalının “fen bilimi” kapsamına girmesi için temel kriter, bir şekilde gözleme ve mümkün olduğunca deneylere dayalı olmasıdır (Çengel, 2013:1).

Fen bilimleri derslerinin içerdiği birçok konu ve kavramların soyut olmasından dolayı öğrencilerin bu kavramları algılamakta güçlük çektikleri, öğrendikleri bilgileri günlük hayatla ilişkilendiremedikleri ve bu nedenle fen bilimlerine karşı olumsuz tutum geliştirdikleri tespit edilmiştir. Öğrencilere kendi günlük hayatlarındaki olay ve olguları fen dersleriyle ilişkilendirebilme becerilerini kazandırmak, anlamlı öğrenmeyi ve fen bilimlerine karşı olumlu tutum geliştirmeyi sağlar (aktaran Dede Er vd., 2013:210).

Fen bilimleri günlük yaşam ile yakından ilgilidir. Günlük hayatta karşılaşılan birçok durum ise fen bilimlerinin alt kolu olan fizik, kimya ve biyoloji ile yakından ilişkilidir. Bu bilim dallarından fizik doğa bilimleri içerisinde çok önemli bir yere sahiptir. Fizik; doğa olaylarına ilişkin kavramların açıklandığı, yasaların oluşturulduğu ve kuramların kabul edildiği; gözlemlere, öngörülere ve ölçümlere dayanarak oluşturulan bilimsel bir disiplindir (aktaran Öztürk ve Yıldız, 2015:15). Fizik doğayı anlama, doğal olayların neden ve sonuçlarını öğrenme ve bunları matematiksel metotlarla ifade etme işidir. Buna doğayı doğru okuma işi de diyebiliriz. Burada asıl amaç doğaya insanlığın yararına olacak şekilde yön verebilmektir. Tüm doğa bilimlerinin kaynağı fiziktir ve tüm mühendislik dalları fizik prensiplerini kullanır. Fizik dersinde başarılı olmak için, doğa olayları yorumlanmalı ve olaylar arasındaki ilişkileri çözümlenmelidir (Öztürk ve Yıldız, 2015:15). Fizik dersinin asıl amacı, öğrencilere fizik kavramlarını ezberletmek değil, öğrenmeyi öğretmek onların düşünme becerilerinin gelişmesini sağlamak, araştırmacı ve sorgulayıcı bireyler olarak yetiştirmektir. Bu açıdan bakıldığında okullarda, etkili bir fizik öğretiminin gerçekleştirilmesi gerekmektedir.

Bireyin zihnine yapılan bir yatırım olan eğitim, sürekliliğinin yanında ilke ve kuralları olan zorunlu etkinlikler dizisinden oluşan bir süreçtir. Bireyin kendini gerçekleştirme hedefleyen bu sürecin hedefine ulaşabilmesi, eğitimin temel paydaşı olarak kabul ettiğimiz öğretmenin, sorumluluklarını bilmesi ve gereğini bilimsel bir temele dayalı ve profesyonelce yerine getirmesine bağlıdır. Çünkü bireyde davranış değişikliği yaratmayı amaçlayan çok önemli bir süreç olan eğitimin lokomotifidir (Öztürk Aynal vd., 2013:429).

Öğrencilerin fizik dersinde başarısız olmaları pek çok çalışmaya konu olmuştur. Öğrencilerin fizik problemlerini çözmek için yeterli seviyede matematik bilgisinden yoksun olmaları, fizik kavram ve

kanunlarını anlama ve kavramlar arası ilişkileri kurmak için gerekli olan akıl yürütme becerilerinin yetersiz olması, bununla birlikte bazı fizik konularının soyut olması ve öğrencilerin kavramları zihinlerinde canlandırmakta zorlanmaları gibi nedenlerin öğrencilerin fizik dersindeki başarılarını engelleyen başlıca etkenler olduğu tespit edilmiştir (Ergün, 2015:32).

Öğrencilerin fizik konularında zorlanma nedenlerini Şahin ve Yağbasan (2012:316) ise kavramların çok soyut olması, öğrencinin konuya karşı önyargısının olması, konunun öğrencinin ilgisini çekmemesi, öğrencinin kavramları hayalinde canlandırmakta zorlanması, öğrencinin bilgilerini pratikte uygulayamıyor olması, öğrencinin konuyu günlük hayatla bağdaştıramıyor olması, konunun ezberle dayalı işlenmesi olarak sınıflandırmışlardır.

Fizik dersinde bilimsel kavram ve prensiplerin çok fazla olması ve bu kavramların öğrencilere yabancı gelmesi, öğrencilerin fizik derslerini gerçek yaşamla ilişkilendirememesi, fiziği sıkıcı bir ders haline getirmekte ve zamanla fiziğe karşı olumsuz bir tutuma neden olmakta buda fizik öğretimini zorlaştırmaktadır. Fiziğe karşı olan bu olumsuz önyargıları ortadan kaldırmak, öğrencilerin fiziğe ilgi duymasını sağlamak ve öğrencilerde fiziğin günlük yaşamla iç içe olduğu bilincini oluşturmak gerekmektedir. Bu zorluğu aşmada en önemli görev üstte bahsedildiği gibi öğretmene düşmektedir. Öğretmen, öğretim sürecinde iyi bir öğrenme çevresi sunarak bunu gerçekleştirebilir. Ayrıca, öğretmenin dersi daha iyi öğretebilmesi için seçeceği öğretim yöntemi ve bu yöntemi destekleyen materyalleri de iyi belirlemesi gerekmektedir (aktaran Ayvacı vd., 2015:24).

Öğrencilerin fizik konularını öğrenirken en çok sordukları sorular; “Bu bilgilere neden ihtiyacım var?” veya “Bu bilgileri nerede kullanacağım?” şeklindedir. Öğrencilerin motivasyonlarının yetersiz olduğunu gösteren bu tür soruların, fiziğin gerçek yaşamdan uzak olarak algılanan soyut bir doğaya sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir (Tekbıyık, 2013:1). Bu nedenle öğrencilerin bilgilerini uygulama, en azından gerçeğe yakın bir model üzerinden kullanmaları için uygun öğretim ortamlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu amaçla bu çalışmada fizik konularının, bilim ve teknolojinin en temel konularından biri olduğunu ve fizik dersini, fen ve teknoloji dersinin devamı olarak görüp, fizik dersinin öneminin öğrencilere kazandırılması ve onların bilim okur-yazarlıklarının geliştirilmesi için, varlıkların evrimsel süreç içinde doğal seçim yoluyla kazandıkları ve buldukları çevreye uyum sağlayan bazı davranış ve yapılarını teknolojide taklit ederek çalışmalar yapan biyomimikri bilim dalından ve doğada biyomimikriye örnek oluşturacak mekanizmalar ve ürünler hakkında bilgiler verilmiştir.

Biyomimikri

Doğa, ilk çağlardan beri insanlığa esin kaynağı ve yol gösterici olmuştur. İnsanlar birşeyler üretirken bilinçli veya bilinçsiz şekilde doğadan referans almış, onu taklit etmiş, araştırmış ve yorumlamıştır. Gelişen teknoloji ile birlikte doğayı taklit etmenin şekli de değişmiştir. Daha sistemli ve bilimsel araştırma yöntemleri kullanarak doğayı etüd etmeye ve anlamaya başlayan araştırmacılar, bulgularını birçok alana ve tasarıma aktarmışlardır. Biyomimikri, biyomimetik, biyonik, biyotasarım, biyomekanik gibi kavramların tümünün temelinde ana fikir “doğadan öğrenme” dir. Bunlardan biyomimikri kavramı bilim literatürüne ilk olarak 1962’de girmiştir. O dönemde, bir yaşam formunun bir başkası tarafından taklit edilmesi anlamıyla kullanılan terim siberetik ve biyonik alanlarını kapsıyordu (aktaran Boğa, 2013:10). 1980’lerde ise malzeme bilimciler arasında kullanımı artmıştır. Bazı bilim insanları biyomimetik veya biyonik kavramlarını kullanmayı tercih etmişlerdir. Julian Vincent biyomimetik kavramı, “doğanın iyi tasarımının soyutlaması” olarak açıklarken, Janine Benyus, “doğanın dehasına bilinçli öykünme” olarak açıklamaktadır (Aldemir, 2014:6). Biyomimetik ve biyomimikri kavramları arasındaki en belirgin fark, biyomimikri daha çok sürdürülebilir tasarım üzerine yoğunlaşan bir alan olarak görülürken biyomimetik ise askeri teknoloji gibi uygulama alanlarında kullanılan bir kavram olarak görülmesidir. İki kavramın ortak bulunduğu payda, biyolojik formları işlevsel, süreçsel ve sistemsel açıdan taklit ederek sürdürülebilir çözümler üretmektir (Pawlyn, 2011:2).

Doğa bilimci Janine Benyus 1997’de yazdığı “Biomimicry: Innovation Inspired by Nature” adlı kitabında, bilimi ve felsefeyi doğadan öğrenmeyi amaçlayan bir tür yeni “doğadan öğrenme” yaklaşımını anlatmıştır. Biyomimikri, etimolojik olarak Yunanca bios (hayat) ve mimesis (taklit) kelimelerinin birleşimiyle Benyus tarafından adlandırılmış bir kavramdır. Biyomimikri temel olarak iki yaklaşımla ele alınabilir (Biomimicry Guild, 2007). Bu yaklaşımlardan birincisi biyolojiden

tasarıma yönelik yaklaşım olup, bu yaklaşımda biyolojik bir olgu, tasarım sorununu çözmek için yeni bir seçenek sunar. İkinci yaklaşım ise, tasarımdan biyolojiye yönelik yaklaşımdır. Tasarım sorunuyla başlanarak ihtiyaç duyulan çekirdek işlev tanımlanır. Sonra organizmaların ve ekosistemlerin bu işlevi nasıl gerçekleştirdikleri gözlemlenir. Benyus kitabında biyomimikriyi üç ilkeyle tanımlamaktadır:

- 1) Bir örnek olarak doğa - Biyomimikri doğadaki örnekleri inceleyip doğanın tasarımlarını ve gelişim süreçlerini taklit ederek ya da onlardan ilham alarak sorunlarımızı çözmeye çalışan yeni bir bilim dalıdır.
- 2) Bir ölçüt olarak doğa - Biyomimikri ekolojik standartları kullanarak gelişimimizin “adillliğini” yargılar. 3.8 milyar yıllık evrimden sonra doğa neyin işler, neyin uygun ve neyin kalıcı olduğunu öğrenmiştir.
- 3) Bir akıl hocası olarak doğa - Biyomimikri doğayı gözlemleyip ona değer vermenin yeni bir türüdür. Doğadan neler alınabileceğini değil, ondan neler öğrenilebileceği üzerine kurulmuştur (aktaran Kramer, 2012:41).

Benyus, bilim insanlarının yaptıkları çalışmalarını inceleyerek, bu üç ilkeyi genişletip doğanın kanunları, stratejileri ve prensipleri olarak aşağıdaki maddeleri kabul etmiştir:

- a) Doğa güneş ışığıyla işler.
- b) Doğa sadece ihtiyaç duyduğu kadar enerji kullanır.
- c) Doğa biçimi işleve uydurur.
- d) Doğa her şeyi geri-dönüştürür.
- e) Doğa dayanışmayı ödüllendirir.
- f) Doğa çeşitliliğe bağlıdır.
- g) Doğa yerel uzmanlık ister.
- h) Doğa savurganlığa engel olur.
- i) Doğa limitlerin gücüyle sınırlıdır.

İnsanlar için limitler aşılması gereken tavanlar olarak algılanırken, doğa için limitler mevcut kaynaklarla uyum sağlanması gereken eşiklerden oluşmaktadır. Dünyadaki diğer canlıların, insanlar gibi, diğer canlı ve kaynakları kullanma olanağı olmadığı için doğa ile canlılar arasında limitlerle çizilen sınırlara dayanan uyum düzeni oluşmuştur (aktaran Kramer, 2012:42).

Biyomimikri aslında hayat ve doğayı taklit etmek üzere doğadan ilham alan tasarım (Kennedy, 2004:1) olarak ifade edilir ve önemli bir inovasyon kaynağıdır. Biyomimikri sadece doğadaki gözlemlerin doğrudan ürüne dönüştürülmesi değil, aynı zamanda biyoloji temelli kavramların ürünlerin ve/veya süreçlerin yaratıcı olarak geliştirilmesinde kullanılması olarakta değerlendirilebilir (Volstad ve Boks, 2012:190). Biyomimikri her ne kadar 20. ve 21. yüzyıllarda ortaya çıkmış olarak gözükse de aslında tarih boyunca insanlar doğadan etkilenmiş ve bilim ve teknoloji alanındaki ilerlemelerinde doğayı örnek almışlardır. Günlük hayattaki ihtiyaçlarına çözüm arayan insanlar akıl ve sezilerini kullanarak bilgileri olmasa dahi sorunlarına doğada var olan çözümleri üretmişlerdir (Senosiain, 2003:2). Örneğin uçma tutkusunun en eski hikayesi olarak Yunan Mitojisinde geçen **Daedalus** ve oğlu İkarus'un başından geçenler sayılabilir. Efsaneye göre Kral Minos, baba Daedalus'u ve oğlunu Girit Adasına hapseder. Hapis hayatından sıkılan Daedalus'un aklına kaz tüylerinden kanatlar yapıp bunları kullanarak adadan kaçmak gelir. İşte böylece bilinen en eski efsanevi insanlı uçuşu gerçekleştirmiş olurlar. **Hezarfen Ahmet Çelebi** ise, bir efsane olarak

bugünlere kadar ulaşmış kişiliğiyle tarihimizin ilk ‘**uçan insan**’ı olarak kabul edilir. 17. yüzyılda ve IV. Murad zamanında yaşamış olan Ahmet Çelebi’ye ‘bin fenli’ anlamına gelen ‘**hezarfen**’ lâkabı halk tarafından verilmişti. Hezarfen Ahmet Çelebi, hava akımlarını ve kuşların uçuşunu inceleyerek birtakım sonuçlara varmış, tarihi uçuşundan önce, kanatlarının dayanıklılığını denemek amacıyla Okmeydanı’nda denemeler yapmıştı. Bir sabah, kıyılarda biriken halkın gözleri önünde Galata Kulesi’nden aşağıya atlamış ve rüzgârın etkisiyle uçarak Boğaz’ı aşmış, Üsküdar dolaylarına inmeyi başarmıştı (aktaran Çelik, 2015:1). Canlıyı ele aldığımızda canlılardaki organların ve sistemlerin boyutlarının çok küçük, kendi kendilerini onarabilir, sessiz çalışır, estetik, dayanıklı ve uzun ömürlü, fazla ürün ve verim sağlamaları bakımından teknolojik çalışmalara örnek teşkil ettikleri görülmüştür. Canlıların, biyomimikriye örnek gösterebileceğimiz bazı davranış ve ürünleri şunlardır:

Tavukgiller (Galliformes) takımından olan *Megapodius freycinet* sönmüş volkan küllerine yumurta bırakır. Kül sıcaklığı ise ayakları ve gagası ile saptanır. Bu şekilde embriyo gelişimini sağlayacak sıcaklığı sağlar. Günümüzdeki *kuluçka makinelerinin* çalışma esası hayvanların bu davranışlarından taklit edilerek geliştirilmiştir (Kuru, 2015:11).

Doğal analogiye örnek olarak yalıçapkını kuşunun gaga biçiminden yararlanarak geliştirilmiş tren tasarımı verilebilir. Bu tasarım yalıçapkınının avlanırken hiç ses çıkarmadan ve su sıçratmadan suya dalışından esinlenilerek başarılmıştır. Bu biçim sayesinde trenin tünelden geçişi esnasında *titreşim ve gürültü* oluşmamaktadır.

Otomobil şirketi Mercedes-Benz’e bağlı Daimler Chrysler’in tasarladığı otomobil için aynı zamanda hem aerodinamik hem de hacimli olma özelliği taşıyan kutu balığından (*Ostracion meleagris*) ilham alınmıştır. Kutu balığı kübe benzeyen formuna rağmen çok düşük bir *sürtünme katsayısına* sahiptir (Pawlyn, 2011:6).

“Pit Viper” olarak isimlendirilen çingiraklı yılanlar çöllerde yaşarlar ve gece avlanırlar. Bu hayvanlarda sıcaklık değişimlerine karşı duyarlı organlar vardır. Gözler ile burun delikleri arasında yer alan bu organlara ‘pit organı’ denir. Pit organı çok sayıda sinir ucu taşır (1 mm²’de 1.000 kadar sinir ucu) ve bu organlar 0.0003°C’lik bir sıcaklık değişimini algılayabilir. Pit Viper’in görme, işitme ve genellikle koku alma duyarları gelişmediğinden sıcaklık değişimlerine hassas pit organları sayesinde geceyin sıcaklığı düşen çöllerde yaşayan ve 40°C’lik vücut sıcaklığına sahip olan kemiriciler (*Rodentia*)in yerleri kolaylıkla saptayabilir. Böylece görme duyusuna ihtiyaç hissetmeden avlanabilirler. Çingiraklı yılanların pit organlarından yararlanılarak *termosensör* cihazlar yani *termal kameralar* yapılmıştır.

Meyve yiyen yarasalarda (Takım: Megachiroptera) gözler gelişmiş olduğundan geceleri rahatlıkla avlanırlar. Böcek yiyen yarasalarda (Takım: Microchiroptera) ise gözler gelişmemiş, ancak ekolojyon (şekli duyma) mekanizması gelişmiştir. Yani ekolojyon yöntemiyle yönlerini ve besinlerini bulurlar.

1900’lü yılların başında İtalyan Spallanzani bir odaya dikey olarak iplikler germiş, böcek yiyen yarasaların gözlerini bağlamış ve bu yarasalar ipliklere çarpmadan uçmuş. Yarasaların kulakları kapatılınca ise, ipliklere çarpıp yere düştükleri saptanmıştır. Bu deneyin sonuçları o günlerde kavranamamıştır. Ancak 1930 yılında; Hollandalı Dijkgraaf ve Amerika’lı Griffin birbirlerinden bağımsız olarak, böcek yiyen yarasaların yüksek frekanslı ses dalgaları (saniyede; 80.000-100.000 kez titreşim yapabilen) oluşturduklarını saptamışlardır. Oluşturulan bu ses uçarken açık olan ağızdan veya burundan dışarı verilir. Yüksek frekanslı ses dalgaları cisimlere ve böceklere çarpıp geri yansıtınca işitme organlarıyla algılanıp değerlendirilir. Bu sayede besin ve cisimlerin yerleri yanılmadan tespit edilir. Bu algılama mekanizması “şekli duyma” olarak adlandırılır. Bugün havacılıkta ve askeri amaçlarla kullanılan *radarlarla*, denizin derinliklerindeki balık sürüleri ile Kuzey Buz Denizi’ndeki aysberglerin saptanmasında kullanılan *sonarlar* ekolojyon mekanizmasından yararlanılarak geliştirilmiştir. Ekolojyon mekanizması yunuslarda ve balinalarda da mevcuttur (aktaran Kuru, 2015:12).

Hemidactylus turcicus ülkemizde yaşayan bir Gekko türüne ait bir kertenkeledir. Geceleri kapı başlarında ve sokaklardaki lambaların etrafında pusu kurup avlanırlar. Gekko’lar cam ve mermer gibi kaygan yüzeylerde yürüyebilir ve tavana asılı kalıp koşabilirler. Gekko kertenkelelerinin ayaklarında ‘seta’ adı verilen yüz binlerce tüycük bulunur. Her seta yaklaşık 1 mm uzunluğunda ve 5 µm çapındadır. Bu tüycükler insan saçından 10 kat daha incedir ve mikroskop altında uçlara doğru çatallandığı ve daha da incelendiği görülür. Bu tüycüklerin uçları o kadar incedir ki kertenkelenin tutunduğu yüzey ile moleküler düzeyde bir etkileşim sağlanır. Moleküler etkileşim nedeniyle ortaya

çıkan kuvvet *Van Der Waals kuvveti*dir. Van der Waals kuvvetleri moleküller veya atomlar arasında elektronların anlık dizilimlerinden meydana gelen geçici kuvvetlerdir. Diğer kimyasal bağlara göre çok daha zayıftır. Bu kuvvet her ne kadar zayıf da olsa Gekkoların ayaklarındaki 2 milyon tüycüğün her biri Gekko'nun duvara tutunmasına destek olur. Stanford Üniversitesi'nde yapılan bir AR-GE çalışmasında yapay Gekko ayaklarını kullanan bir robot üretilmiştir (aktaran Yabaş, 2015). Bu sayede, en dik duvarlarda yürüyebilen, yangınlara müdahale eden ve camları temizleyen robotlar geliştirilebilecek, nano-ameliyatlarda kaygan vücut parçalarını bir arada tutmada bu tekniklerden yararlanılabilecektir. Tekstil tasarımcıları da Gekko'nun bu özelliğinden yararlanarak örtüldüğü yere *statik elektrik* ile tutunan kumaşlar üretmeye başlamışlardır.

Örümcekler sahip oldukları salgı bezlerinden ipek proteinleri salgırlar. Bu proteinler keratin yapısındadır. Ayrıca bu proteindeki amino asitler helezonik yapıda olup gevşek hidrojen bağlarıyla birbirlerine bağlanmıştır. Örümcek ağını yuva yapımında, böceklerin avlanmasında, yavrularının korunmasında kullanır. Örümcek ağları yeryüzündeki en sağlam malzemelerden biridir. Çapı 1 mm'nin binde birinden daha küçük olan bir örümcek ağı aynı kalınlıktaki çelikten 5 kat daha sağlamdır. Bir ağ kendi uzunluğunun 4 katı kadar esneyebilir. Son derece hafiftir. Dünyanın etrafını saracak uzunluktaki örümcek ağının ağırlığı 320 gr'dır. Bu özelliklerin hepsini aynı anda bu gün üretilen hiçbir malzemede bulmak mümkün değildir. Örneğin; çelik halatlar çok sağlamdır, fakat esnek değildir. Kauçuk halatlar ise esnektir fakat yeterince sağlam değildir. Örümcek ağları kullanılarak son derece sağlam dikişler, iz bırakmayan ameliyat iplikleri, kurşungeçirmez elbiseler ve tınısı çok güzel ve sağlam olan keman telleri üretilmektedir. Örümcek ağları direkt olarak sanayide kullanılamaz. Bunların yapaylarının üretilmesi gereklidir. Bu gün keçilerin süt bezleri genlerine eklenen, örümceklerdeki ağ yapma genleri sayesinde, örümcek ipeğine benzeyen çok sağlam *protein ipliklerinin* üretimi gerçekleştirilmiştir. Örümcek ağlarının bazı bitkilere tutturulan gergin iplikçiklerle taşınma tekniği de, bazı büyük mekanların üzerlerini kapamak amacıyla kullanılmıştır (aktaran Kuru, 2015:12). Münih Olimpiyatları Stadyumu, Kanada ve Münih'teki hayvanat bahçeleri, ABD'deki Denver Havaalanı, Cambridge'deki Schlumberger Araştırma Merkezi ve Cidde Havaalanındaki Hac Terminali bu şekildedir.

Biyolüminesens (soğuk ışık), organizmalarda kimyasal bir reaksiyon ile ışık üretimidir. Biyolüminesens, fosforesens ve fluoresens olaylarından farklıdır. Bir ışık kaynağından absorbe edilen ışık fluoresens ve fosforesensde değişik dalga boyunda farklı bir ışımaya olarak yansıtılırken, biyolüminesensde ise ışık oluşumu için gerekli enerji kimyasal bir reaksiyonla hücre içinde sağlanır. Bazı karasal canlılarda (örneğin ateş böcekleri, bazı şapkalı mantarlar, bazı toprak solucanları, vb.) da görülmekle birlikte, biyolüminesens esas olarak deniz canlılarında görülür. Okyanuslarda yaşayan organizmaların %90'dan fazlasının biyolüminesens özelliğe sahip olduğu bilinmektedir. Biyolüminesens, derin denizlerin başlıca ışık kaynağıdır. Eskiden endişe ve korku ile izlenen bu olay, günümüzde doğanın en büyüleyici ve harika olaylarından biri olmuştur (aktaran Sukatar ve Karaboz, 2001:1). Diğer bazı canlılar ise, ortak yaşadığı bakterilerin çıkardığı ışıktan yararlanırlar. Soğuk ışık mekanizmasında, kimyasal enerjinin yaklaşık %80'i ışığa, %20'si ise ısıya dönüşür. Normal ampüllerde ise, elektrik enerjisinin %97'si ısı olarak kaybedilir. Floresan ve neon lambalarında ise kayıp daha azdır. Bu nedenle ışığı yanan (patlayan) ampüller çok sıcak olur. Fakat ışık çıkaran bir ateş böceğini elimize aldığımızda sıcaklık hissetmeyiz (soğuk ışık). Canlılar ışığı, karşı cinsi veya avını kendine cezbetmek için kullanır. Balıkların *sürtünmeyi* en alt düzeye indiren vücut şekli fusiform yapıdır. Fusiform yapıda, vücudun en yüksek kısmı burun ucundan itibaren boy uzunluğunun ilk 1/3'lük kısmından geçer. Vücudun enine kesiti de elips şeklindedir. Bu kesit ne kadar daire şekline yaklaşırsa sürtünme o kadar artar. Balıklardaki en ideal fusiform vücut şekli; Palamut (*Sarda sarda*) ve Karkariyas Balıkları (*Isuridae* = Dev Köpek Balıkları)'nda görülür. Ayrıca bu balıklarda kuyruk sapında manevra yeteneğini artıran Karina'lar mevcuttur. Ayrıca; Yalı Çapkinlarında vücut şekli, suya dalış yaparken ve uçarken sürtünmeleri en alt düzeye indirgeyecek şekildedir. Bu özelliklerden yararlanarak: Karina takılan gemilerde manevra alanı yarıçapının yarıya indiği saptanmıştır. Uçak ve diğer araçlarda sürtünme azaltılmıştır. Hızlı trenlerde rahatsız edici *ses azaltılmış*, hız %10 artırılmış ve *elektrik* kullanımı %15 azaltılmıştır. Kuşlar en mükemmel uçuş makineleridir. Bir Skorsky Helikopteri, bir Boeing 747 yolcu uçağı, hatta bir F-16 savaş uçağı kuşlar kadar mükemmel değildir. Kuşlar bu özelliklerini: Vücutlarının aerodinamik yapısı, kemiklerinin ince olması, kemik içlerinde ve iç organları arasında hava boşluklarının bulunması, üreme zamanı dışında gonadların küçülmesi, hatta dişilerde sağ ovaryumun körelmesi, diş ve ağır çenelerin bulunmaması, vücutlarında tüylerin varlığı,

vücutlarına yağ depolamamaları, besin değeri yüksek ve az miktarda besinlerle beslenmeleri, hızlı sindirim yapmaları, metabolizmanın yüksek oluşu ve çok kuvvetli uçuş kaslarına sahip olmaları sayesinde kazanırlar. Bu özellikleri nedeniyle kuşlar; saatlerce havada kalabilir, havada durabilir, takla atabilir ve hatta geriye doğru hareket edebilirler (Kolibriler). Kanatların şekli ve büyüklüğü bir kuşun yaşam tarzı ile yakından ilgilidir. Hızlı uçan kuş Sivri Kanat (Kırlangıç'larda), uzun süre havada kalan kuş ise Parmaklı Kanat (Akbabalarda) dır. Kuşların bu özellikleri *havacılığın gelişmesine* büyük katkılar sağlamıştır.

Bu nedenle hava araçları:

- Sert ve hafif malzemelerden yapılmıştır.
- Kanatların arkasına kuşlarınkine benzer, hareketli flaplar yerleştirilmiştir.
- Konumları kalkış, uçuş ve inişlere göre değiştirilebilen hareketli kanatlar yapılmaktadır.

Concerde uçağının burnu aşağı-yukarı hareket edebilen bir yunus balığı burnuna benzetilmiştir (aktaran Kuru, 2015:13).

Fiber optik, ışığı iletmede çok etkili bir malzemedir. *Lazer ışınlarının* fiber optik kablodan geçirilmesiyle elde edilen iletişim imkanları, normal malzemeden yapılmış kablodakilere göre olağanüstü bir artış gösterir. *Rossella racovitzae* adlı su süngeri, insanoğlunun en yeni teknolojilerde kullandığı fiber optikten yapılmış uzantılara sahiptir. Antartika kıyılarının 120 m derinlikte yaşayan bu sünger türü, fiber optikten yapılmış olan diken şekilli uzantıları sayesinde kolayca ışığı toplamakta ve çevresi için de bir ışık kaynağı olmaktadır. Aynı ortamda yaşayan tek hücreli yosunlar da bu süngere yapışmakta ve yaşamaları için gereken ışığı elde etmektedirler (aktaran Bar-Cohen, 2012:284). Bilindiği gibi fiber optik teknolojisi son yüzyılın en ileri teknolojilerinden biridir. Japon mühendisler bu teknolojiyi güneş ışığını gökdelenlerin ışık almayan bölümlerine aktarmada kullanırlar. Gökdelenlerin çatısına yerleştirilen dev mercekler güneş ışığını fiber optik ileticilerin ucuna odaklar. Fiber iletkenler vasıtasıyla da *güneş ışığı* binanın en karanlık noktalarına kadar ulaştırılır.

SONUÇ

Fizik, öğrencilerin bilimsel düşünme, inceleme, araştırma yeteneklerinin gelişmesinde ve onların pozitif düşünen bireyler olmalarını sağlaması bakımından önemli bir yeri vardır. Öğrencilere bu yeteneklerin kazandırılmasında ve etkili öğretim yöntemleriyle anlatılması büyük önem oluşturmaktadır (Sarı, 2013: 1). Fizik öğretiminde en iyi öğretimi elde etmek için birçok yöntem ve teknikler geliştirilmiştir. Fizik kavramlarının öğretilmesi, öğretmenler tarafından farklı öğretim yöntemlerinin kullanılması ile gerçekleşir. Fizik, değişik öğretim yöntemleri ile anlatılırsa hem kalıcı hem de bu sayede öğrencilerin derse katılımı sağlanmış olur.

Verilen örneklerle görülmüştür ki bilim adamları her geçen gün doğada keşfettikleri benzersiz yapılar ve sistemler karşısında hayrete düşmekte ve bunlara duydukları hayranlığı insanlık yararına yeni teknolojiler üretmek için kullanarak göstermektedirler. Doğada var olan mükemmel sistemlerin, uygulanan olağanüstü tekniklerin insanoğlunun akıl ve bilgisinin çok üstünde olduğunun, mevcut problemlere benzersiz çözümler sunduğunun farkına varan bilim adamları, artık senelerce uğraşarak çözüm getiremedikleri pek çok konuda doğadaki tasarımların yardımına başvurmaktadırlar. Bunun sonucu olarak da kısa zamanda, başarılı sonuçlar elde etmeleri mümkün olmaktadır. Ayrıca doğanın taklidi ile birlikte bilim adamları gerek vakit ve emek açısından, gerekse maddi kaynakların isabetli kullanılması bakımından da çok önemli kazançlar sağlamaktadırlar. Doğadan esinlenilerek geliştirilen teknolojilerin özünde fizik olduğunu ve fiziğin öğrencilere aktarılmasında ana fikri “doğadan öğrenme” olan biyomimikri kavramı ve bu kavramla ilgili örnekler vererek fizik dersinin daha etkin bir şekilde işlenilmesi yönünde farklı bir bakış açısı getirilmeye çalışılmıştır.

Fizik dersini alan öğrencilerin teorik deneysel ve uygulama çalışmaları mutlaka ders bünyesinde olmazsa olmazlardandır. Ancak bu dersin yaşamımızda da yer aldığını insanlığın var olduğu andan itibaren fiziğin kullanıldığını ve bu kullanımı sonucunda doğadan esinlenerek üretilen yeni teknolojilerde fiziğin olduğunu örneklerle öğrencilere aktarmak dersin daha sağlıklı anlaşılır ve akılda kalması, gözünde canlandırması açısından önemli olduğunu vurgulamak için bu çalışmada

biyomimikriden bahsedilmiş ve örneklerle günlük yaşamdaki kullanımına yer verilmiştir. Fizik dersini alan öğrenciler, fizikteki bilgilerin soyut olmadığını, aksine kendi yaşantularıyla direkt ilişkisi olduğunu algıladıkları, ona karşı ilgi ve tutumları artacağı için fizik bilimini hissederek öğrenirler. Hatta bu ilişkilendirme, hem öğrenmeyi hem de öğretmeyi kolaylaştırdığı gibi aynı zamanda eğitilenlerin yaratıcılık düzeyini de yükseltmeye hizmet eder. Öğrenmeyi zevkli hale getirmenin ve öğrenilenin kalıcılığını atırmanın yolu “ya okul hayatın içine götürülmeli, ya da hayat okulun içine getirilmeli” ilkesinin uygulamaya geçirilmesinden geçmektedir. Fizik dersinde bunun adının kısaca, fizik eğitiminde bilginin doğadaki modelleriyle de eşleştirilmesi olduğunu söyleyebiliriz.

REFERANSLAR

- Aldemir, B. C. (2014). Bina kabuğunun biçimlenmesinde doğal süreçlere dayalı üretken yaklaşımlar, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 113 s.
- Ayvacı, H. Ş., Ürey, M., Bebek, G. ve Bülbül, S. (2015). Öğretim yazılımlarının önemi ve uygulanabilirliğine ilişkin fen bilgisi öğretmenlerinin görüşleri. *Journal of Instructional Technologies and Teacher Education*, 4(1), 19-26.
- Bar-Cohen, Y. (2012). *Biomimetic Nature-based innovation*. Taylor and Francis Group, LLC, USA, p 768.
- Biomimicry Guild. (2007). *Innovation Inspired by Nature Work Book*. Biomimicry Guild, April.
- Boğa, M. (2013). Tasarımda doğal analogi: endüstri ürünleri tasarımı öğrencilerinin yaklaşımı üzerine bir çalışma, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 137 s.
- Çelik, A. F. (2015). Uçuşun kısa tarihi. <http://gezgindergi.com/ucusun-kisa-tarihi/> adresinden 14 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
- Çengel, Y. (2013). Fen, felsefe ve ideoloji. <http://akademikplatform.net/fen-felsefe-ve-ideoloji/> adresinden 10 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
- Dede Er, T., Şen, Ö. F., Sarı, U. ve Çelik, H. (2013). İlköğretim öğrencilerinin fen ve teknoloji dersi bilgilerini günlük hayatla ilişkilendirme düzeyleri. *Journal of Research in Education and Teaching*, 2(2) 24, 209-216.
- Ergün, H. (2015). Dönme ve yuvarlanma hareketi ile ilgili üniversite öğrencilerinin yaşadıkları güçlüklerin belirlenmesine yönelik bir araştırma, 2. *Ulusal Fizik Eğitimi Kongresine sunulmuş bildiri*, 32-34.
- Gürdal, A., Aksoy, M. ve Macaroğlu, E. (1995). İlköğretimde kavram kargaşası, *Bilim ve Teknik*. Tübitak Yayınları, 334, 96-97.
- Kennedy, S. (2004). *Biomimicry/biomimetics: general principles and practical examples*. The Science Creative Quarterly.
- Kramer, K.-L. (2012). *User experience in the age of sustainability: A practitioner's blueprint*. Waltham MA, USA, p 209.
- Kuru, M. (2015). Biyomimikri (biyomimetik=biyotaklit=doğayı taklit), 6. *Ulusal Ekoloji Sempozyumuna sunulmuş bildiri*, 11-13.
- Pawlın, M. (2011). *Biomimicry in Architecture*. RIBA Publishing, London, p 136.
- Polat, M., Şendur, G. ve Şenay, M. A. (2013). Kentsel ve kırsal bölgede öğrenim gören öğrencilerin fenedeposu eğitim portalına ilişkin görüşlerinin değerlendirilmesi. *Amasya Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi* 2(2), 370-392.
- Sarı, M. (2013). Fizik konularının öğretiminde deneysel çalışmanın öğrenci başarısına etkisi ve öğretmenlerin karşılaştıkları zorlukların belirlenmesi. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi* 2(3) 18, 143-147.
- Senosiain, J. (2003). *Bio architecture*, Architectural Press, Elsevier Ltd, Oxford.
- Sukatar, A. ve Karaboz, İ. (2001). Bioluminescence in aquatic organisms. Ege University, *Journal of fisheries and aquatic sciences*, 18, 547-554.
- Şahin, E. ve Yağbasan, R. (2012). Determining which introductory physics topics pre-service physics teachers have difficulty understanding and what accounts for these difficulties. *European Journal of Physics*, 33(2), 315-325.
- Tekbıyık, A. (2013). Makaralar konusunda rekabet ortamında bir gerçek yaşam uygulaması. 1. *Ulusal fizik eğitimi kongresine sunulmuş bildiri*, 65-66.
- Öztürk Aynal, Ş., Kumandaş, H. ve Ersanlı, K. (2013). Okul öncesi öğretmenlerine yönelik mesleki etik ilkeleri ölçeği geliştirme çalışması. *Ahi Evran Üniversitesi Kırşehir Eğitim Fakültesi Dergisi (KEFAD)*, 14(1), 429-442.
- Öztürk, İ. ve Yıldız, F. (2015). Fizik dersinde soru çözmenin öneminin fizik öğretmeni gözüyle değerlendirilmesi, 2. *Ulusal Fizik Eğitimi Kongresine sunulmuş bildiri*, 15-17.
- Volstad, N. L. ve Boks, C. (2012). On the use of biomimicry as a useful tool for the industrial designer. *Sustainable Development*, Dec. 20, 189-199.
- Yabaş, M. (2015). Gecko kertenkelesi ve Geckoları taklit eden teknolojiler. <http://www.fizikist.com/gecko-kertenkelesi-ve-geckolari-taklit-eden-teknolojiler/> adresinden 14 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.
- http://www.populerbilgi.com/bitki/biyomimetik_fiberoptik_tasarim.php, Biyomimetik:Okyanus derinliklerindeki fiber optik tasarım adresinden 14 Mart 2016 tarihinde alınmıştır.