

Başvuru Tarihi: 08.08.2020

Kabul Tarihi: 06.12.2020

Makale Türü: Derleme Makalesi

Aralık 2020 – Cilt: 3 / Özel Sayı: 2

Sayfa Aralığı: 65 - 74

BİLİM LİDERİ VE BİLİM EĞİTİMCİSİ OLARAK RICHARD FEYNMAN

Mustafa Şahin BÜLBÜL¹

Öz

Bu çalışma, 20.yy bilim tarihinde önemli katkıları olmuş bir bilim insanının bilime liderlik edişini ve bilim öğretimi tarzını ele almaktadır. Bilim dünyasına yaptığı katkılar ve özel yaşamının yanında bilime bakışı, yaşadığı zaman dilimi ve doğayı algılamaya liderlik edışı incelenmiştir. Aslen fizikçi olan Feynman, fizik öğrenmenin zor olduğunu düşünenler için öğrenmelerini kolaylaştıran onlara liderlik eden bir bilim insanıdır. Bu ismin ele alınmasının bir diğer önemi ise fizik bilmek ve yapmak ile fizik öğretmenin arasındaki ilişkiyi incelemektir. Biyografik yönleri olmasına karşın çalışma; Feynman hakkında yazılan, Feynman'ın bizzat kendinin yazdığı yazılar ve videoların tutarlı kısımlarının kullanıldığı derleme çalışmasıdır. Çalışmanın bilim ve bilim insanı algısına katkı sağlayacağı ve alanda çalışanlar ile alan eğitiminde çalışanların ilişkisine ışık tutacağı düşünülmektedir. Feynman'ın yaşamı iki kısma ayrılır; atom bombası öncesi başkalarının gözüyle dünyaya bakan ve sonrasında kendi bakış açısıyla dünyayı yorumlamayı seçtiği dönemler. Önce kendini bakışını değiştirdi ve sonra ona bakanlar değişti.

Anahtar Kelimeler: Bilim liderliği, Bilim Eğitimi, Bilim İnsanı.

Richard Feynman as a Science Leader and Science Educator

Abstract

This study deals with the leadership of a scientist who has made important contributions in 20th century science history and the style of science teaching. In addition to his private life and his contributions to the scientific world, his perspective on science, his time frame and his leadership in perceiving nature have been examined. Feynman, who was originally a physicist, is a scientist who leads them, making it easier for them to learn for those who think that learning physics is difficult. Another importance of addressing this name is to know the relationship between knowing and doing physics and teaching physics. Although it has biographical aspects, the study; this is a review study using the consistent parts of the articles and videos written by Feynman himself or by others about him. It is thought that the study will contribute to the perception of science and scientists and will shed light on the relationship between those working in the field and those working in field education. Feynman's life is divided into two parts; periods before the atomic bomb that looks at the world through the eyes of others and then chooses to interpret the world from its own perspective. First he changed his gaze and then those who looked at him changed.

Keywords: Science leadership, Science Educator, Scientist.

¹ Doç.Dr., Kafkas Üniversitesi, Dede Korkut Eğitim Fakültesi, Temel Eğitim Bölümü, E-posta: msahinbulbul@gmail.com, ORCID ID: 0000-0003-1524-6575.

Giriş

Bazen bir alan, bir akım veya bir kavram ilgili bilgiler kitap, yazı ya da belgeseller yerine kurucusunun hayatından öğrenilmelidir. Bazen bir insanın hayatını ortaya koymak, anlamak adına yüzlerce cümleden daha etkilidir. Richard Phillips Feynman (Şekil 1) böyle bir bilim insanıdır. Yaşamı, tarzı ve bakış açısı incelendiğinde sıra dışı bir bilim insanı olduğu görülmektedir. Bu sıra dışılık, hem kendi hayatını renklendirmiş hem de diğer insanları ve yaşadığı dönemdeki bilim dünyasını etkilemiştir. Etkileyici kişiliği beraberinde doğal bir liderlik algısı oluşturmuştur.



Şekil 1. Richard P. Feynman

Kaynak: Açık erişimi olan <https://tr.wikipedia.org> adresinden değiştirilerek kullanılmıştır.

Bilim tarihi ve felsefesi incelendiğinde tümevarım yönteminin yani küçük ve çok sayıda olaydan yapılan bazı çıkarımların genele uyarlanması yönteminin çok yaygın kullanıldığını görmekteyiz. Örneğin elimizdeki topun bırakılınca yere düşeceğine eminizdir. Yaşamımız boyunca elimizden kayan çatal, bıraktığımız kıyafet hep yere düşmüştür. David Hume bu konuda bir eleştiri getirerek tüm zaman ve mekânlar için geçerliliği kanıtlanmadıkça genellenmiş yargıya varamayacağımızı savunmuştur. Belki de evrenin bir köşesinde bir zaman aralığında bıraktığımız halde yere düşmeyecek (yerçekimi etkisi olmayan) bir top olabilir. Karl Kopper bu tümevarım yönteminin bir eleştirisi olarak *yanlışlama* yaklaşımını bilimsel yöntem olarak önermiştir. Karl Kopper'e göre bilim yanlışlayarak ilerleyebilir. Bir şeyi doğrulamak tüm olasılıkları incelemeyi gerektirir ki neredeyse imkânsızdır, yanlışlamak daha kolay ve güvenilir yöntemdir. Tek bir örnek ile yanlışlama yapabilirsiniz ve bu yanlışlamalar ile güvenilir bilgi elde edilebilir. Önerme olarak "Tüm

kuğular beyazdır” ifadesini ele alalım. Dünyanın her yerindeki ve tüm tarih boyunca dünyaya gelmiş ve gelecek kuğuları inceleyen birisi ancak bu ifadenin doğruluğunu ya da yanlışlığını tartışabilir. Hâlbuki bir siyah kuğu görmüş olan araştırmacı “tüm kuğular beyaz değildir” diyebilir ve bunu tek bir siyah kuğuyu göstererek yapabilir (Lakatos, 1978). Feynman, bilim dünyasının siyah kuğusudur.

Bilim İnsanlarının Bilim Eğitimine Katkıları

İnsanın ve toplumların hayatında bilim, önemli bir yere sahiptir. Hastalıkların iyileştirilmesinden daha hızlı ve güvenli seyahate kadar bilim hayatımızın her alanındadır. Dolayısıyla bilimin ne olduğu, bilim insanının kim olduğu ve bilimin nasıl ve kim tarafından yapılabileceği gibi bireylere ve topluma öğretilmesi gereken başlıklar bulunmaktadır.

Bilim insanları bilim yaparken ürettiklerini aktarma esnasında eğitim bilimci olmadıkları halde kendilerince çözüm geliştirmişlerdir. Örneğin fizik eğitimindeki en değerli katkılar fizikçilerden gelmiştir. Hake (1998) başarı değerlendirmelerinde bir problem belirlemiştir. Bir öğrencinin çok düşük nottan orta bir nota gelmesi için sarf etmesi gereken çaba ile orta bir nottan yüksek bir nota çıkması için sarf etmesi gereken çaba, notların değişim oranı sabit olsa da, aynı değildir. Bu durumu fark eden Hake, Kazanç Puanı (Gain Score) kavramını geliştirmiştir. Bir diğer örnek, optik alanında çalışmalar yürüten Harvard profesörü Eric Mazur’dur. Kendisi birinci sınıftaki fizik derslerini yürütürken öğrencilerin birbirlerine anlattıklarında daha iyi öğrendiğini fark etmiştir. Bunun üzerine akran öğretimi konusundaki en geniş çalışmaları yürütmeye başlamıştır (Crouch & Mazur, 2001). Öğrencilerin sorulan soruya dijital cihazlar üzerinden yanıt vermesi, verilen yanıtların (cevabın değil) sunuya yansıtılması ve herkese yanındaki ile konuşma fırsatının verilmesi adımlarının ardından tekrar cihaz üzerinden öğrencilerin soruyu cevaplamasının istenmesi ve en sonunda cevap oranlarının değişmesi durumuna göre yeni soruya geçilmesi ya da ek açıklama yapılması yöntemi Mazur’un kullandığı akran öğretimi yöntemidir. Son olarak Washington Üniversitesi’ndeki fizik eğitimi grubunun yaptığı sorgulama çalışmaları (inquiry) süresince fark edilen bir yöntem örnek verilebilir. Bu çalışmalar esnasında bir öğretim programı geliştirme çalışmalarıdır. Geliştirilen ve her yıl denenen bir deney kitabının her kullanılışında öğrencilere sorular sorulur ve verilen cevaplara göre kitap/program güncellenir (Shaffer & McDermott, 1992). McDermott ve ekibi deneyler süresince öğrencinin zihnindeki değişimleri daha iyi inceleyebilmek için “tahmin et- gözlemlerle- açıkla” isimli bir teknik geliştirmişlerdir. Öğrenci deneyi yapmadan önce neler olacağı tahmin etmektedir. Tahmini esnasında nedenler de tartışılabilir. Gözlemlenen olaylar bir sonraki basamakta açıklanacağı için deney esnasında gözlem yapılması çok önemlidir. Açıklama hem gözlemi, deneyin nedenini hem de tahmin ile uyuşan ve ters düşen yönleri içermelidir. Öğren-deney yap biçimindeki klasik teknik yerine tahmini ve deneyi açıklamanın önüne çeken bu yaklaşım sayesinde daha güçlü bir öğretim programı geliştirmek mümkün olmuştur.

Fark edileceği üzere bilim insanları, çalıştıkları alanın eğitimine ciddi katkılar sağlamışlardır. Richard Feynman da çalıştığı teorik fiziğin anlaşılması için ciddi çaba harcamıştır. Feynman tekniği olarak bilinen ve ileride anlatılacak olan teknik sayesinde “zor” olan fiziğin nasıl “kolay” hale gelebileceğine dair yol göstermiştir.

Richard Feynman’ın en önemli katkılarından birisi karmaşık olaylarla karşılaştığında “bu kadar karmaşık olamaz!” diye verdiği tepki ve bu tepkinin sürekli haklı çıkmasıdır. Feynman, evrenin ve evrende işleyen yasaların aslında basit olduğunu ama durumu insanın zihninin karmaşık hale getirdiğini savunur. Bir hayvanın ismini bilmek ile onun özelliklerini bilmenin farklı olduğunu belirtir ve ekler; “isimleri farklı dillerde farklı olabilir ve bir dildeki adını bilmemek, o hayvanı bilmiyor olduğumuzu göstermez!”. Feynman’a göre gezegen hareketlerini sonsuz sayıda çemberler çizerek açıklamaya çalışmak yerine *elips* kavramını kullanmak daha basit bir anlama ve anlatım yöntemidir (Tuleja, Gazovic, Tomori & Hanc, 2007).

Hayatı

New York'ta 11 Mayıs 1918'de (ABD) doğmuş ve 15 Şubat 1988 yılında (69 yaşında) Los Angeles'ta (ABD) kanserden dolayı ölmüştür. Rus İmparatorluğu'nun yaptığı baskılara dayanamamış ve ABD'ye yerleşmiş Yahudi bir ailenin çocuğu olup üç evliliğinden Carl ve Michelle isimlerinde iki çocuğu olmuştur. İlk eşi ile onun tüberküloz olduğunu, öleceğini bilerek evlenmiş ve hayatı boyunca onu saygıyla anmıştır. Feynman'ın Nobel fizik ödülü (1965) başta olmak üzere beş büyük ödülü daha bulunmaktadır. Massachusetts Teknoloji Enstitüsü'nde lisans Princeton Üniversitesi'nde ise doktora eğitimini tamamlamış bir teorik fizikçidir.

Konuşmaya geç başlamıştır. Üç yaşına geldiğinde hala konuşamıyor olduğu bilinmektedir. Bu durum Einstein gibi başka bazı dâhilerde de görülmüştür. Espri yeteneğini annesinden ve farklı bakış açısı geliştirme becerisini babasından aldığı söyler. Genç yaşlarında türev ve integral çözümlerinde ilerlemiş ve radyo tamiri gibi beceriler kazanmıştır. Feynman hatıralarında babasının her gün ansiklopediden bir bölüm okuduğunu ve yazılanları başka bir açıdan yorumladığını anlatır. Örneğin “Dünya'ya Marslılar gelseydi insanları nasıl algılardı?”. Bu tip soruların kendisinde dünyaya karşı farklı bakışla bakabilme yeteneği kazandırdığını açıklar. Gerçekten de Feynman yaşamı boyunca en karmaşık konularda farklı bakarak daha basit açıklamalar getirmiştir.

Feynman'ın bir diğer belirtmemiz gereken özelliği ise sineztezik bir beyni oluşudur. Sineztezi, beynin sayı, renk, koku ve tat duyularının bazen karışması durumudur. Birbirine yakın olan bu duyuların etkileşmesi ile bazen bireyler, sayıları renklendirir, kokusunu duyar ya da tadından bahseder. Feynman'ın “ne zaman denklemlere baksam renklendirilmiş harfler görüyorum” dediği de bilinmektedir (Ione & Tyler, 2003).

Atom Bombasının Mimarı

Gerek lise yıllarındaki matematiğe ilgisi ve matematik olimpiyatlarındaki gösterdiği performansı gerekse üniversitedeki doktora süresince gösterdiği performansı ve dünyayı farklı algılayış biçimi onun fark edilmesine neden oldu. Kendisine atom bombası hazırlamak amacıyla Manhattan Projesi'nden teklif geldi. Projede Hens Bethe ile birlikte, daha önceleri Robert Serber'in yaptığı çalışmalara dayandırarak fizyon bombasının verimini hesaplamak üzere, teorik çalışmalar yürüttü.

İlk başlarda Almanlardan önce atom bombasını kendilerinin geliştirmesi gerektiğini düşündüğü ama proje sonrasında ölen masum insanlar nedeniyle görevden ayrıldığı, depresyona girdiği ve kendini teorik fiziğe verdiği bilinmektedir. Richard Feynman'ın hayatında bu olay bir dönüm noktasıdır. Artık Yahudi kimliği ile anılmak istemediğini bildirmiştir (Feynman, 1999). Uzun ve karmaşık denklemler onun için pişmanlığından uzaklaşma aracı haline gelmiştir.

Bu süreçte bilim insanlarının uğraştığı karmaşık yapıların aslında basite indirgenebileceğini düşünmeye başlamıştır. Feynman'a göre doğadaki olayların açıklamaları basittir ama onu karmaşık hale getiren insan beyninin kendisidir. Bu nedenle basit anlatılamayan her konunun yeterince bilinmediğini savunmaya başlamıştır. Üniversitelerde ders anlatırken hiç bilmeyen birinin anlayabileceği bir düzeyde anlatma çabası öğrenciler arasında takdir toplamış ve birçok üniversiteden ders vermek üzere teklif almıştır. Atom bombasıyla ölen insanlara karşılık, fiziğin en karmaşık konularını basitleştirip insanların öğrenmesini sağlamayı kendine yeni görev olarak belirlemiştir. Bu anlamda önce kendi bakışını değiştirmiş sonra ona bakanlar değişmiştir.

Nano-teknolojinin Fikir Babası

Dönemindeki teknolojik gelişmeleri yakından takip eden Feynman, kuantum bilgisayarların olabileceğini savunan ilk kişidir. Onun öngöruları teknolojinin ilerlemesinde büyük katkılar sağlamıştır. Bunlardan en çok bilineni nano-teknolojidir (Hsu, 2002). Üniversitede bir süre düzenli olarak yarışma düzenlediği ve yarışmada çalışır durumdaki en küçük makinenin ödülü hak ettiği bilinir.

Caltech'te 1959 yılının Aralık ayında Amerika Fizik Topluluğu'nda "Aşağıda daha çok yer var! (There's Plenty of Room at the Bottom)" isimli bir konuşma yaptığı bilinir (Hey, 1999). Bu konuşmasında yazıların ve makinelerin nasıl küçülebileceğine yönelik ufuk açıcı bir konuşma yapar. Feynman'a göre bir Ansiklopedi bir toplu iğnenin başına sığacak biçimde yazılabilir. Bu düşünce ve açıklamaların nano-teknolojinin başlangıcı olarak kabul edilir (Sagun-Gököz & Akaygün, 2013).

Kuantumelektrodinamiği (KEDİ)

Dirac ve Einstein ile çok sayıda görüşme de yapan Feynman, lise yıllarından beri çalıştığı teorik fizik çalışmalarını Nobel ödülü almasına neden olan "Kuantum elektrodinamiği (KEDİ)" isimli teorisi altında topladı. Kuantum dünyasındaki anlaşılmazlıkları ve karmaşayı daha basit biçime indirgeyen ve birçok problemin çözümünü sunan teorisi iki temel formül üzerine (path integral çözümü ve Feynman diyagramları olarak bilinen gösterimler) kuruluydu. Daha sonraları bu diyagramlar atom altı parçacıklar için genişletildi ve programlama çalışmalarında da kullanıldı. İyi bir matematikçi olmasına karşın bu gösterimler (Şekil 2), etkileşimlerin nedenlerini, öncesini anlama ve anlatmaya yardımcı oluyordu.



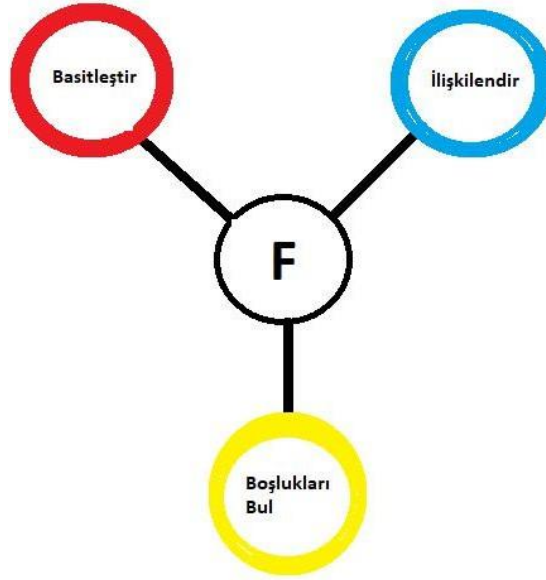
Şekil 2. Feynman diyagramları ve Feynman anısına bastırılan pul

Kaynak: Açık erişimi olan <https://tr.wikipedia.org> adresinden değiştirilerek kullanılmıştır.

Hem aldığı Nobel ödülü hem de en karmaşık konulardan biri olan kuantum dünyasındaki parçacıkların etkileşmesi ve hareketliliğini son derece basit anlatabiliyor olması tanınırlığını arttırmıştır. Ölmeden önce kendi katıldığı televizyon programları, belgeseller ve filmler ile büyüyen bu popülerlik öldükten sonra da devam etmiştir. Hatıralarını yaşatmak adına dergiler, pullar ve ödüller düzenlenmektedir.

Bilim Eğitimi

Bilim eğitimcileri yıllardır bilim eğitiminin nasıl verilmesi, işlenmesi ve ele alınması gerektiğini tartışmışlardır. Tartışmalar ışığında çok sayıda materyal, yöntem ve yaklaşım geliştirilmiştir. Feynman tekniği olarak bilinen herhangi bir konuda daha hızlı ve etkili öğrenmeyi sağlayacak bir teknik mevcuttur. Bu teknik, dört basamaktan oluşmakla birlikte (McGinley, 2018) bilim liderliği ile ilişkilendirmek adına özü korunarak üç başlıkta ele alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Feynman Öğrenme Tekniği'nin ve Feynman Tarzı Bilim Liderliği Modeli'nin Bileşenleri

Yeni bir konuyu çalışırken Feynman belirli adımlar önermiştir. Bu öneriler ilk olarak öğrenilmek istenilen konuya ait bilgilerin toplanması ve ilgili yazıların masaya koyması ile başlamaktadır. Çalışmaya başlayan kişi çalıştığı konu ile ilgili üç önemli işlemi yapmalıdır. Bunlar; çalışmanın boşluklarını bulmak, çalışmayı ilişkilendirmek ve basitleştirmektir (Şekil 3).

Öğrenmeye çalışılan konuyu basitleştirmek için Feynman 5 yaşındaki çocuğa açıklar gibi ele alınması gerektiğini söyler. Bazı açıklamalar içerisinde gereksiz, anlamsız ifadeler içerebilir. Öğrenmeye çalışan birey, tekrar ve gereksiz ifadeleri sadeleştirmeli ve dili teknik terimlerden olabildiğince elemelidir. Feynman tekniğinin bu bileşeni basitleştirmeyi, kolaylaştırmayı esas alır. Yeni öğrenen birinin öğretmeye çalışması, konuyu basitleştirme çabasını gerektirir. Kısaltmak, özetleyebilmek basitleştirme yöntemlerinden birkaçıdır.

Feynman tekniğinin bir diğer bileşeni, boşlukları doldurmaktır. Öğrenmeye çalışan birey, öğrenmeye çalıştığı konu ile ilgili metinlerde gereksiz ve tekrar ifadeleri nasıl azaltıyor ve basitleştiriyorsa aynı biçimde eksik ve yetersiz ifadeler ile de karşılaşacak ve onları araştırma yolu ile tamamlayacaktır. İnsan zihni boşlukları kendi birikimi ile doldurur ve böylece aynı konu ile ilgili farklı algılar oluşabilir. Bu nedenle boşlukları belirlemek analitik ve eleştirel bakış açısını gerekli kılar. Bu konuda kişinin kendine karşı dürüst olması ve neyi ne kadar bildiğini iyi bilmesi gerekmektedir.

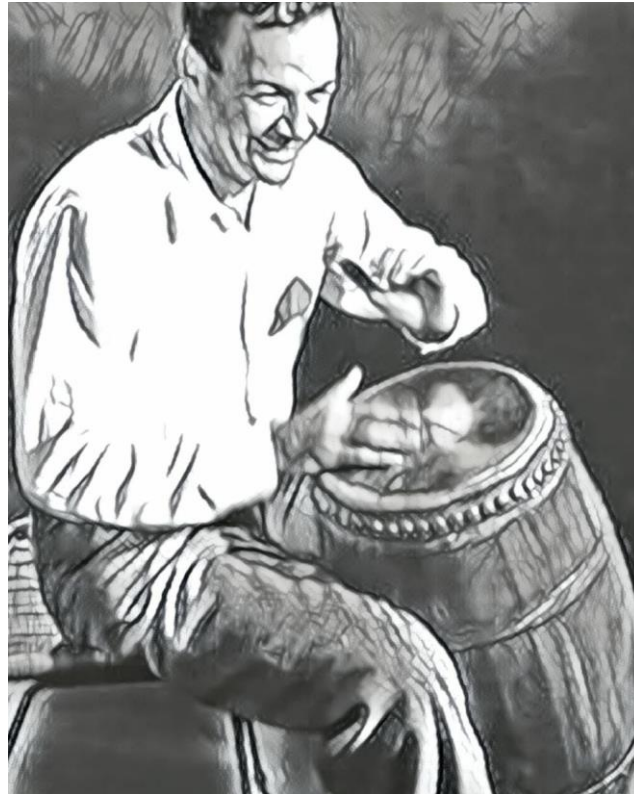
Son olarak Feynman tekniği ile öğrenmek isteyenler, yeni ilişkiler ağı kurarak güçlü ve kalıcı bilgi oluşturmaktadır. Hayattaki diğer konu ve olaylarla ilişkilendirmek, benzetimler ve metaforlar öğrenilen konuyu daha kalıcı biçimde öğrenmeyi sağlayacaktır. Gereksiz ayrıntıları silmek, boşlukları belirlemek kadar eksiklikleri doldurmak yani anlamlı ilişkiler kurmak da öğrenmek için gerekli bir çabadır.

Feynman bilim öğrenmek isteyenler için üç önemli zihinsel işlemi önermektedir. Bunlar; gereksiz ve tekrar bilgileri ayıklayarak basitleştirme, öğrenmeyi kolaylaştırma, derinlemesine inceleyerek eleştirel biçimde boşlukları ve eksiklikleri belirlemek ve son olarak ilişkilendirilmemiş parçaları ilişkilendirerek öğrenmeyi anlamlı hale getirmektir. Birey bu zihinsel işlemleri yapmaz ise öğrendikleri kendine ait olmaz ve geri çağırma/hatırlama ve uygulamaya geçirme kolay olmaz. Feynman bilim eğitimsi olarak REACT ve 5E gibi yapılandırmacı stratejilerin temelini atmıştır.

Bilim Liderliği

Bilim üretmek, bir bilim insanı olmaya yeterli olabilir ancak bilim liderliği için yeterli değildir. Bilim lideri olmak için savunduğunuz değerlere önce kendinizin inanması gerekmektedir. Feynman, insanın kendisini kandırmasının çok kolay olduğunu savunur ve insanın ilk önce kendisine karşı dürüst davranması gerektiğini savunur. Challenger uzay mekiğinin havada patlaması ile ilgili yazdığı raporda kaplamada kullanılan halkaların sıkıştırılma işlemi sırasında esnekliğini kaybettiğini ve güvertenin bahsedilen kadar dayanıklı olmadığını belirtmiştir. Bu raporun sonuna “doğa kandırılmaz, gerçeklik her zaman ön planda olmalıdır” demiştir.

İnsanları ve kendini kandırmamayı tercih etmesi, doğal ve neşeli tavırları bilime merakı ve ilgiyi arttırmış ve Feynman birden bilim lideri haline gelmiştir. *Ofey* takma ismiyle resim sergisi açmış, müzik gruplarında Bongo çalmış (Şekil 4), festivallerde samba dansı yapmış, şifre kırmaya ve kilit açmaya bayılan eğlenceli ve şakacı bir bilim insanıydı Feynman (Anderson, 1993). Bu yönüyle asık suratlı, takım elbiseli ve sıkıcı konuşan bilim insanlarından ayrışıyor ve kendi liderlik ettiği kitleyi oluşturuyordu.



Şekil 4. Feynman Bongo çalarken

Kaynak: Açık erişimi olan <https://tr.wikipedia.org> adresinden değiştirilerek kullanılmıştır.

Bilim liderliği, laboratuvarlar, fakülteler, dernekler gibi bilim ile ilgili kurumlarda karşımıza çıkmaktadır. Bu kavram, bilim alanında ve bilim insanlarına liderlik etmek anlamına gelir. Bilim liderlerinin lider olmayanlara göre (i) daha çok ödülü, (ii) daha çok ve (iii) güçlü bağlantısı olmalı ancak (iv) daha az yoğun bağlantısı olmalıdır (Parker & Welch, 2013). Bağlantı sayısının çok ve güçlü olması ile yoğun bağlantının olması aynı şey değildir. Güçlü bağlantılar genelde aile bağları gibi sorunlar karşısında kopmayan ilişkileri temsil eder. Yoğun bağlantı ise ilişkide olunan kişi ile çok sayıda ve uzun süreli yapılan ilişkiyi temsil eder. Güçlü bağlantılarda karşılıklı güven varken yoğun bağlantılarda mecburiyet ön plandadır.

Feynman'ın bilim öğrenmesine ilişkin modelini bilim lideri algısı açısından tekrar ele alıp "Feynman tarzı bilim lideri modeli"ni tanımlamak gerekmektedir. İlk olarak bilim lideri kolaylaştırıcı, basitleştirmeli ve sorun çözücü olmalıdır. Evrene ve bilime sadeleştirme amacıyla bakılmalıdır. Karmaşık ve anlaşılmasız kılınarak bilimde ilerleme olması mümkün değildir. Bilim liderliği modelinde "basitleştir" bileşeni bilim insanı karakterinde samimiyet olarak karşımıza çıkar. Olduğu gibi görünen bilim insanı aynı zamanda bilim insanı algısını da güçlendirir. Bilim liderleri ile ilgili çalışmada (Parker & Welch, 2013) yoğun ilişkilerin olmaması gerektiği vurgulanmıştır. Yoğun bir ağ; karmaşıklığı betimlerken basitleştirme, sadeleştirme daha az yoğun bir ilişki ağını bize bildirir.

Feynman tekniğinin ikinci bileşeni "boşlukları bulmak"tır. Boşlukları bulan insanlar toplumda daha değerlidir ve daha çok ödül alır. Bazı bilim dallarının boşluğu olduğu gibi hayatında boşlukları vardır. Feynman, her zaman önce kendine karşı dürüst olmayı, gerçekçi olmayı, boşlukları görmeyi önermiştir. Boşluk yokmuş gibi davrananların bilim lideri olması mümkün değildir.

Feynman tekniğinin son bileşeni ise "ilişkiler kurmak"tır. Kavram ve olaylar arasında ilişki kurmak boşlukları görmek kadar farklı bakış açısına sahip olmayı gerekli kılar. Feynman hiç kimsenin görmediği boşlukları gördüğü gibi kimsenin görmediği ilişkileri de kurmayı başarmıştır. Yeni ilişkiler kurmak hayat coşkusu gerektirir. Sınırları ve saptantıları olan bilim insanlarının yaratıcılığa sahip biçimde yeni ilişkiler kurması mümkün değildir. Coşkulu bilim insanı yeni keşifler, icatlar ve ilişkiler bulmaya daha yakındır.

Üç bileşeni olan Feynman tekniğini, Feynman tarzı bilim lideri modeli bileşenleri olarak ele alır ve bilim lideri özellikleri olarak tanımlayacak olursak; kolaylaştırıcı (basitleştir), Dürüst/gerçekçi (Boşlukları bul) ve coşkulu (ilişkilendir) bilim insanları bilim lideri özelliklerine sahiptir diyebiliriz. Bilim liderliğini incelerken liderlik özelliklerini de incelemek gerekmektedir. Vizyon sahibi olması ve küresel okuryazarlığının olması gibi bazı liderlik özellikleri (Erçetin, 2000) bilim liderliği kavramını incelerken göz önünde bulundurulmalıdır. Feynman sadece kendi laboratuvarı, fakültesi ya da çevresi için bir bilim liderliği yapmamıştır. Küresel anlamda bir bilim lideridir.

Sonuç, Tartışma ve Öneriler

Bu çalışmanın son bölümünde başlangıçta neden Feynman'ı bilimin siyah kuşusu olarak tanımlandığı daha net hale gelmiş olmalıdır. Bilimin soğuk ve sıkıcı olmadığına tek başına Feynman delil olarak sunulabilir. Feynman, kolaylaştırıcı, dürüst ve coşkulu bir karaktere sahip bir bilim lideridir.

Feynman'a (1969) göre tüm canlılar tecrübeler sonucunda bilgi üretti. Bazen bu bilgiler başkalarını gözlemleyerek bazen de konuşarak nesilden nesile aktarılmıştır. Dolayısıyla muazzam bir bilgi yığını oluşmuştur. İnsanın bu bilgi yığını eritmesi ancak bilim ile mümkün olmuştur. Bilim, bilgi yığını eritmeye ve basitleştirmeye yardımcı olmuştur. Bu durumu Feynman çok önemsemektedir. Öğrenmenin ve kendi hayat görüşünün önemli bir bileşenidir; basitleştirmek.

Mevlana'ya atfedilen “Ne kadar bilersen bil, anlattıkların karşındakinin anladığı kadardır” sözüne benzer biçimde Feynman birçok defa bilinen bir konuyu anlatamadığını düşündüğünde kendisinin tam anlayamadığına kanaat getirmiştir (Treagust & Harrison, 2000). Bu durum, Feynman'ın dürüstlüğünü ve boşlukları görme becerisini bize hatırlatır.

Feynman'ın çok sayıda ülke ve bilim insanı ile kurduğu iletişim ve ilgi bize küresel bir bilim insanı motifi sunmaktadır. İlişki sayısının çokluğu ve gücü, beyin yapısındaki renkleri ve sayıları ilişkilendirebilme becerisine de dayanmaktadır. Teori ve pratik arasında kurulan sayıca çok, çeşitli ve güçlü ilişkiler yaratıcı bir bilim insanı kimliğini oluşturmaktadır. İnsan beyninin öğrenmesi, anlamlandırmasına ve anlamlandırması da farklı kavramların ilişkilendirilmesine bağlıdır. İnsanlar, özellikle öğrenciler, çok farklı görünen kavramları ilişkilendirebilen insanları tanıdıkça yeni kurulabilecek ilişkileri keşfetme azim ve kararlılığını kendilerinde bulabileceklerdir.

Türkiye'de yapılan bir çalışmada ünlü fizikçileri 11.sınıf öğrencilerinin ne kadar tanıdığı incelenmiştir (Kapucu & Çılgın, 2016). Bu çalışmaya göre Richard Feynman, en az tanınan fizikçidir. Eğitim sistemimizde son derece renkli ve zeki olan bu kişiyi tanımak, bilime olan ilgiyi arttıracak ve öğrencilerde karmaşık olanın aslında daha basit olabileceğine olan inancı/tutumu güçlendirecektir. Bu çalışma ile birlikte bir bilim insanı olan Feynman'ın bilim eğitimine yaptığı önemli katkı (Feynman Tekniği) vurgulanmış ve bilim lideri olarak hayatının, bakış açısının ve çalışmalarının nasıl bir model olabileceği (Feynman Tarzı Bilim Lideri Modeli) örneklendirilmiştir.

Araştırma ve Yayın Etiđi Beyanı

Makale araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyularak kaleme alınmıştır.

Yazarların Makaleye Katkı Oranları

Makale, Mustafa Şahin Bülül tarafından kaleme alınmış olup, başka yazar ve kuruluşların yazım süresince desteği bulunmamaktadır.

Çıkar Beyanı

Bu makale ile ilgili olarak hiçbir kişi ya da kuruluşla çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Anderson, P. W. (1993). Genius: The life and science of Richard Feynman. *Science*, 259(5094), 537-540.
- Crouch, C. H. & Mazur, E. (2001). Peer instruction: Ten years of experience and results. *American Journal of Physics*, 69(9), 970-977.
- Erçetin, Ş. Ş. (2000). *Lider sarmalında vizyon*. Nobel Yayın Dağıtım: Ankara. Feynman, R. P. (1969). What is science. *The Physics Teacher*, 7(6), 313-320.
- Feynman, R. P. (1999). *The relation of science and religion. The pleasure of finding things out*. Helix Books, Perseus, Cambridge, Massachusetts, 245-257.
- Hake, R. R. (1998). Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American Journal of Physics*, 66(1), 64-74.
- Hey, T. (1999). Richard Feynman and computation. *Contemporary Physics*, 40(4), 257-265.
- Hsu, T. R. (2002). Miniaturization—A paradigm shift in advanced manufacturing and education. In International conference on *Advanced Manufacturing Technologies and Education in the 21st Century*.
- Ione, A., & Tyler, C. (2003). Was Kandinsky a synesthete?. *Journal of the History of the Neurosciences*, 12(2), 223-226.
- Kapucu, S. & Çılgın, M. (2016). Lise öğrencilerinin ünlü fizik bilim insanları hakkındaki bilgilerinin belirlenmesi. *Journal of Kırşehir Education Faculty*, 17(2).
- Lakatos, I. (1978). Science and pseudoscience. *Philosophical papers*, 1, 1-7.
- McGinley, M. (2018). University Students Teaching Environmental Science to Primary School Students as Service-Learning: Lessons Learned. In *SHS Web of Conferences* (Vol. 59, p. 01019). EDP Sciences.
- Parker, M., & Welch, E. W. (2013). Professional networks, science ability, and gender determinants of three types of leadership in academic science and engineering. *The Leadership Quarterly*, 24(2), 332-348.
- Sagun-Gököz, B., & Akaygün, S. (2013). Üniversiteden liseye uzanan köprü: Bir nanobilim atölye çalışması. *Boğaziçi Üniversitesi Eğitim Dergisi*, 31(2), 49-72.
- Shaffer, P. S., & McDermott, L. C. (1992). Research as a guide for curriculum development: An example from introductory electricity. Part II: Design of instructional strategies. *American Journal of Physics*, 60(11), 1003-1013.
- Treagust, D. F., & Harrison, A. G. (2000). In search of explanatory frameworks: An analysis of Richard Feynman's lecture 'Atoms in motion'. *International Journal of Science Education*, 22(11), 1157-1170.
- Tuleja, S., Gazovic, B., Tomori, A., & Hanc, J. (2007). Feynman's wobbling plate. *American Journal of Physics*, 75(3), 240-244.