

# EĞİTİM VE ÖĞRENMENİN FİZYOLOJİK TEMELİ: NÖROPLASTİSİTE

Eda ÇOBAN KAPUOĞLU\*

## ÖZ

Son yıllarda, beyin ve sinir sistemi üzerine yapılan çalışmalar yeni sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Bu sonuçlardan en dikkat çekici olanı Nöroplastisitedir. Beyindeki değişim ve dönüşümü temsil eden nöroplastisite, insan beyninin sabit olmaktan ziyade değişken bir yapıda olduğunu göstermektedir. Bu durum beyinle ilişkili bilgilerimizin yeniden gözden geçirilmesine neden olmaktadır. Ancak bunun için yalnızca tıp değil, diğer çalışma alanlarının da söz sahibi olması gerekmektedir. Bunlardan ilki ve belki de en önemlisi ise eğitim alanıdır. Bu kapsamda eğitsel sinirbilim beyin ve eğitim ilişkisini inceleyen bir disiplindir.

İnsan değişim ve gelişimini eğitime borçludur. O, zihinsel ve fiziksel değişimin gerçekleşmesi için gerekli olan içerik, amaç ve süreci kapsamaktadır. Eğitim süreçlerinde söz edilen değişim veya gelişim olgusunun fizyolojik bağlamda nöroplastisiteye karşılık geldiğini öne sürülebilir. Bu makalenin amacı, eğitim ve öğrenmenin fizyolojik temel itibarıyla de betimlenmesi gerektiğini göstermek; eğitim olgusunu nöroplastisite olgusu/kavramı ile birlikte değerlendirmektir. Buradan hareketle de mevcut eğitim anlayışının gelişmesi ve genişlemesinin yollarını aramanın gerekliliğini vurgulamaktır.

**Anahtar Kelimeler:** eğitim, öğrenme, eğitim felsefesi, nöroplastisite, nörobilim, nöroegitim, eğitim fizyolojisi.

## PHYSIOLOGICAL BASIS OF EDUCATION AND LEARNING: NEUROPLASTICITY

### ABSTRACT

In recent years, studies on the brain and nervous system have revealed new results. The most striking of these results is Neuroplasticity. Neuroplasticity, which represents change and transformation in the brain, shows that the human brain has a variable structure rather than a fixed one. This situation causes our brain-related knowledge to be reconsidered. However, for this, not only medicine, but also other fields of study should have a say. The first and perhaps the most important of these is the field of education. In this context, educational neuroscience is a discipline that examines the relationship between the brain and education.

Man owes his change and development to education. It encompasses the content, purpose and process necessary for mental and physical change to occur. It can be argued that the phenomenon of change or development mentioned in educational processes corresponds to Neuroplasticity in the physiological context. The purpose of this article is to show that education and learning should also be described on a physiological basis; to evaluate the educational phenomenon together with the neuroplasticity phenomenon/concept. From this point of view, it is to emphasize the necessity of looking for ways to develop and expand the current understanding of education.

**Keywords:** brain, neuroplasticity, education, neuroscience, philosophy of education, , neuro education, educational physiology.

\* Dr., E-posta: ecoban11@posta.pau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-0728-5518

Makalenin geliş tarihi: 13.09.2023  
Makalenin kabul tarihi: 22.11.2023

Submission Date: 13 September 2023  
Approval Date: 21 November 2023

## Giriş

Eğitimden söz ederken aslında insanlık dünyasının en eski ve vazgeçilmez olgusunu ele almış olmaktadır. İnsan ve insanlık, değişim ve gelişimini eğitime borçludur. Önceki kuşaktan alınan bilgilerin ve becerilerin üzerine yeni kuşaklar yeni kazanımlar koymuşlar, bunlar da eğitim yoluyla daha sonraki kuşaklara aktarılmıştır. Bu durum bize, tarihsel, toplumsal ve insani varoluşta gözlemlenen gelişim ve değişim de bu şekilde gerçekleştiğini düşündürmektedir. Dolayısıyla eğitim hem devam etmekte olan bir süreci hem de bu süreç sonunda gerçekleşen olguyu anlatmaktadır. Bu, herkesin bildiği, bizim de içinde ve bir parçası olduğumuz tablodur. Bireyin eğitimi, muhtemelen doğumundan hemen sonra başlayıp ölümüne kadar devam eden bir süreç olarak da düşünülebilir. Bu süreç içinde birey, belirli dönemlerde hem bedensel hem de zihinsel olarak farklı donanımlar, beceriler veya özellikler kazanır.<sup>1</sup> Eğitimin insandaki birtakım niteliklerin değişmesi için insanın bilgi, beceri, anlayış, tavır, karakter gibi önemli sayılan kişilik nitelikleri yönünden değişmesini sağlamak amacıyla yürütülen düzenli bir etkileşim olduğunu savunan yorumlar da vardır.<sup>2</sup> O halde eğitimin, zihinsel ve fiziksel değişimin gerçekleşmesi için gerekli olan içerik, amaç ve süreci kapsadığı söylenebilir.

Genel bir kabul olarak eğitim, bireylerde belirli bir süre sonunda gerçekleşen değişim ve dönüşüm olarak değerlendirilir. Ancak eğitime ilişkin yapılan tanımlama veya betimlemelerde, öncelikli olarak dikkati çeken şey, eğitimin daha çok gözlenen yönünün söz konusu edilmiş olmasıdır. Örneğin bir değerlendirmeye göre eğitim, bireyin içinde yaşadığı toplumun değerleri başta olmak üzere yetenek, beceri, tutum ve olumlu kabul edilen tüm davranışların çok yönlü iyileştirilmesini ve geliştirilmesini kapsayan karmaşık bir süreçtir.<sup>3</sup> Başka bir yoruma göre eğitim, birbiriyle iç içe olan iki temel süreci kapsamaktadır. Bunlar değişim ve gelişimdir. Eğitimin amacı da bireyin mevcut durumdan yeni bir duruma geçmesini, yani değişmesini sağlamaktır. Ardından gelişmesi beklenmektedir. Bu nedenle eğitim sürecindeki amaç bireyin bilgi ve davranışlarında değişiklik yapmaya çalışmaktır.<sup>4</sup> Görüldüğü gibi eğitim araştırmaları ve tartışmaları büyük ölçüde, eğitimin dıştan tanıklık edilmesi mümkün yönünü kapsamaktadır. Oysa eğitimin bir süreç veya gözlenen bir davranış değişikliğinden ibaret olmadığı da düşünülebilir. Eğitimin zihindeki

<sup>1</sup>Şafak Ural, *Bireyin Eğitimi ve Toplumun Eğitimi, Değerler ve Eğitim Arasındaki Mantıksal İlişki. Türkiye 2. Eğitim Felsefesi Sempozyumu Bildiriler*. Ankara: Kozan Ofset,1997, s.51.

<sup>2</sup> Cemal Yıldırım, *Eğitimde Ölçme Değerlendirme*, Ankara: ÖSYM Yayınları, 1983, s.25.

<sup>3</sup> Selahattin Turan, *"Eğitim Felsefesi ve Çağdaş Eğitim Sistemleri"* Eğitim Sosyolojisi ve Felsefesi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2008, s.5

<sup>4</sup> Firdevs Güneş, *"Eğitim ve Zihinsel Değişim"*. Bartın University Journal of Faculty of Education, 4/1, (2015), s.7 Erişim Tarihi: Ekim, 7, 2023.

temeli yanında, bizzat beyin fizyolojisindeki karşılığı da bilinmeyi beklemektedir. Dijital teknolojinin keşfedilmesiyle birlikte araştırma ve ölçüm araçlarının fevkalade mükemmelleşmesi beyin fizyolojisinin aydınlatılması yolunda önemli adımlar atılmasını sağlamış, özellikle bugün gelinen noktada, sinir sistemi ve beyin üzerine yapılan araştırmalar, eğitim olgusunun organizmadaki temellerini de açığa çıkarabilecek düzeye gelmiştir. Bu başarılar, eğitim konusunun kavranmasını, eğitim ve öğrenmenin gerçekleşmesine ilişkin kavrayışımızı daha ileri noktaya taşıyabilecek gibi görünmektedir.

### Nöronların Keşfi ve Nörobilim

Beyin araştırmaları tıp tarihinde gördüğümüz kadarıyla çok eskiye dayanmasına ve çeşitli aşamalardan geçmesine rağmen bu alandaki asıl gelişme hem nöronların keşfedilmesi hem de nöronlar arası bağlantının çözümlenmesidir. Beyin üzerine yaptığı çalışmalarla nöronları mikroskopik ortamda ilk kez inceleyen Camillo Golgi olmuştur. Ancak Golgi her ne kadar modern anatomi çağını başlatmış olsa da bu metodun tanınmasını sağlayan tıpcı Ramon Kajal'dır. Çünkü Kajal, nörondan nörona sinyaller iletildiğini öne sürmüştü; mikroskopta gördüğü nöronların birbirinden ayrı olduğunu ve bir şekilde iletişim kurduğunu, birbirleri ile adeta konuştuklarını keşfetmiştir.<sup>5</sup> Nöronların keşfedilmesinin beyin ve davranış hakkında birçok şeyin anlaşılmasına yönelik kapı araladığı söylenebilir.

Sinir sistemi bütün vücudu bir ağ gibi sarar. Bu sistemin en küçük yapı taşı, yani hücreleri nöronlardır. "Nöronlar, beyindeki bilgiyi almak, birleştirmek ve aktarmakla görevli olan sinir hücreleridir".<sup>6</sup> Dolayısıyla beyin ile beden arasındaki tüm bağlantı; algılama ve eylemde bulunma gibi fiiller sinir sistemi yoluyla gerçekleşir. Bu sistemin işleyişinin temelini de nöronlar arasındaki bağlantı ve etkileşim oluşturur. Başka bir görüşe göre, nöronlar, dünya hakkında bilgi edinilmesini, gerçekleşen değişikliklere çabucak tepki verilmesini ve vücudun farklı bölümlerinin tek bir beden gibi çalışmasını sağlar. Buna ek olarak nöronlar, vücudun kumanda merkezi gibi çalışan beyinden gelen emirlerin gerekli yerlere iletilmesinden sorumludurlar. Bu haliyle nöronlar, vücutta bilgi taşıyan karayollarına benzetilebilir.<sup>7</sup> Karayolu ağı ne kadar gelişmiş olursa taşımanın da o kadar hızlı ve yaygın olacağı fikri açıktır. Benzer şekilde

<sup>5</sup> Simge Aykan Zergeroğlu, "Santiago Ramon y Cajal ve Nöron Doktrini", Turk J Neurol (2015): 21, 81-84, Erişim Tarihi: Ekim, 9, 2023.

<sup>6</sup> John E. Dowling, *Beyni Anlamak*, çeviren. Filiz Bolat, İstanbul: Ketebe Yayınları, 2022, s.21.

<sup>7</sup> Gerald Schroeder, *The Hidden Face of God: How Science Reveals the Ultimate Truth*. NewYork: Free Press. 2001, s.82.

nöronların miktarı ne kadar fazlaysa işleyişi ve işlevinin kapsamının da o kadar geniş olacağı düşünülebilir. “İnsan beyinde tam olarak kaç nöron olduğu bilinmemektedir. Fakat en iyi tahminler seksen milyar olduğunu ileri sürmektedir. Her bir nöron kendi yapısında mevcut olan dalları sayesinde birbiriyle temasa geçmektedir. Genellikle nöronlar diğer nöronlarla yüz ila on bin bağlantı kurar, hatta nöron türlerinden birisi yüz bin kadar bağlantı yapmaktadır.”<sup>8</sup> Bir başka çalışmaya göre, insan beyindeki nöron sayısının yüz milyar olduğu tahmin edilmektedir.<sup>9</sup> “İnsan beyni biyolojik sistemler arasındaki en karmaşık olgudur ve yaklaşık yüz milyar nörondan oluştuğu kabul edilmektedir.”<sup>10</sup> Her ne kadar nöronlarla ilgili sayısal değerler konumuzu doğrudan ilgilendirmiyor gibi görünse de gerek bağlantı sayıları gerekse bağlantı kurabilecek nöron miktarı, beynin mevcut ve olası kapasitesi ve işleyişi bakımından bir fikir sunmaktadır. Nöronlar arasında henüz kurulmamış bağlantı gelecekte kurulduğunda bu, beynin işleyişinde bir ölçüde bir farklılaşma olabileceği anlamına gelir.

Nöronların keşfedilmesi ve onların işlevlerinin araştırılmasına yönelik yapılan çalışmalarla birlikte birçok disiplin de beynin işleyişi hakkındaki verileri kendi perspektiflerinden analiz etmişlerdir. Örneğin, beyinle ilintili olan zihin, duyu, algı, bellek, düşünce gibi kavramlar nöronlarla birlikte açıklanırken psikoloji bilimi de bütün bunları incelemeye başlamıştır. Dolayısıyla nöronlar ve beyin arasındaki ilişki keşfedilmeye devam ettikçe ortaya çıkan yeni olgular spesifik disiplinler tarafından analiz edilmiştir. Özellikle görüntüleme teknolojilerinde meydana gelen yeniliklerin de bu durumu destekler nitelikte olduğu söylenebilir. Böylece öncelikle nörobilim, ardından nöro anatomi, nörofizyoloji, deneysel nörobilim, nöropsikoloji, nöro eğitim gibi farklı çalışma disiplinleri beynin içeriğini, işlevini ve işleyişini kendi perspektiflerinden yorumladıkları görülebilir.

Nörobilim en bilindik tanımıyla sinir sisteminin yapısını, gelişimini ve işleyişini inceleyen bir disiplindir.<sup>11</sup> Özellikle beynin işleyişi, akıl yürütme, duyu, bellek, karar verme gibi süreçlerin ardındaki sinirsel mekanizmaları açıklamaya

<sup>8</sup> Dowling, *Beyni Anlamak*, 27.

<sup>9</sup> Simo S. Oja, Pirjo Saransaari, *Neurons, Action Potentials and Synapses*, Physiology and Maintenance Neurophysiology, Plant Physiology and Synopsis, England: EOLSS Published, 2010, s.54

<sup>10</sup> Joan Stiles, Terry L. Jernigan, *The basics of brain development*. Neuropsychol Rev. 2010; 20(4), 327-348. Erişim Tarihi: Kasım, 17, 2023.

<sup>11</sup> Nordqvist, C. (2014), “What is neuroscience?” Medical News Today, <http://www.medicalnewstoday.com/> Erişim Tarihi: Ekim, 08, 2023

çalışmaktadır.<sup>12</sup> Bir başka yoruma göre nörobilim, bireyin çevresiyle etkileşimi yoluyla beyinde gerçekleşen biyokimyasal süreçlerin nasıl işlediğini, beynin işleyiş ve yapısının anlaşılması yoluyla müdahale (intervention) programlarını nasıl maksimize edebileceğini araştırır.<sup>13</sup> Sinir sistemi, bilinç, algı, hafıza ve öğrenmenin biyolojik temeli ile ilgili çalışmaların nörobilim kapsamında değerlendirildiği görülmektedir. Nörobilim, bilişsel davranış hakkındaki gözlemlerimizi bu tür davranışları destekleyen gerçek fiziksel süreçlerle ilişkilendirmektedir.<sup>14</sup> Nörobilim bu manada hem beynin iç işleyişini hem de bu işleyişten meydana gelen fizyolojik durumları yorumlamaktadır. Örneğin, davranışların temelinde beyin ve sinir sisteminin var olduğu kabul edilir. Molekülden hücreye, hücreden sinir ağlarına, sinir ağlarından tüm beyne ve tüm beyinden davranışlara ve tersine davranışlardan moleküllere doğru izlenen yoldaki ilişkiler nörobilimin çatısı altındaki araştırmalara aittir. Burada özellikle nöroloji, yani tıp bilimi yetkindir. Örneğin, nörobilim çatısı altındaki kognitif nörobilim bu manada tıp ile birlikte çalışır. Kognitif nörobilim, sinir sisteminin, işleme sürecindeki durumu ile ilgilenmektedir. Ve insan vücudundaki elektriksel iletim ağı olan nöronların çevresel uyarıları nasıl algılayıp, anlamlandırıldığını sorgulamaktadır.<sup>15</sup>

Tüm bunların yanı sıra özellikle teknolojik gelişmelerle birlikte nörobilim, tıp ve nöroteknoloji sayesinde de birçok çalışma yapılmaktadır. "Beyin görüntüleme ile beynin çeşitli bölgelerinin özellikle hücresel ya da hücre altı düzlemlerdeki işleyiş ya da mekanizmaları arasında birtakım farklılıklarının ortaya çıkarılması ve bu durumun Transkraniyal Elektriksel Stimülasyon (TES), Transkraniyal Manyetik Stimülasyon (TMS) ve Derin Beyin Stimülasyonu (DMS) gibi bir takım sinirbilimsel uygulama ya da modalitelerle çeşitli nöromodülasyonlarının gerçekleştirilebilmesi de önemlidir."<sup>16</sup>

Nörobilim genellikle sinir sisteminin yapı ve işleyişini araştıran, tüm bu araştırmaları beyin görüntüleme teknikleriyle açıklayarak pek çok farklı disipline de veri sunan disiplinler arası bir bilim dalıdır.<sup>17</sup> Tanımdan da

<sup>12</sup> Custodio, P. "Use of EEG as a Neuroscientific Approach to Advertising Research" Nature Reviews. Neuroscience, 11/4 284-292. Erişim Tarihi: Ekim, 9, 2023.

<sup>13</sup> Selma Coecke, "Eğitimsel Nörobilim: Pedagoji İçin Çıkarımlar", içinde Eğitsel Sinirbilim, ed. Esra Keleş, Ankara: Nobel Akademi, 2022, 7.

<sup>14</sup> Nezih Oktar, "Theory of neuroscience". Journal of Neurological Sciences (2006)154 Erişim Tarihi: Ağustos, 12, 2023.

<sup>15</sup> Sirel Karakaş, Kognitif Nörobilimde Açıklamalar: Kuram ve Modeller, İstanbul: Nobel Tıp, 2010, s.5.

<sup>16</sup> Sergio Canavero, Criminal minds: neuromodulation of the psychopathic brain. Frontiers in Human Neuroscience, 8, (2016):124. Erişim Tarihi: Kasım, 16,2023

<sup>17</sup> Esra Keleş, Salih Çepni, Beyin ve öğrenme. Türk Fen Eğitimi Dergisi, (2016): 3(2), 66-82. Erişim Tarihi: Kasım, 16, 2023

anlaşılacağı üzere nörobilim öncelikli olarak beyne odaklanarak tüm sinir sistemini incelemesinin yanında nöronların birbirleriyle, sinir sisteminin diğer bölümleriyle ve vücudun geri kalanıyla nasıl bağlantı kurduğunu da araştırmaktadır. Bu sayede ise sinir sistemlerimizin nasıl geliştiğini ve neyin ters gidebileceğini öğrenebilmektedir. Farklı yaklaşımları yeni teknolojilerle birleştirerek, sinir sistemini etkileyen hastalık ve rahatsızlıkların tedavisine yönelik araştırmalara da öncülük etmektedir. Daha önceleri beyin görüntüleme teknikleri genel olarak; girişimsel olmayacak (noninvaziv) şekilde insan beyninin yapısını, anormalliklerini ortaya koyan “yapısal görüntüleme teknikleri” ile insan beynindeki nöronal aktiviteyi ölçerek beyin fonksiyonu hakkında bilgi elde edilebilmesini sağlayan “fonksiyonel görüntüleme” tekniklerinden ibaretti. Dolayısıyla nörobilimin buradaki amacı, beyin hastalıklarına tanı koyabilmektir. Ancak günümüzde daha çok bellek, düşünce, karar verme, öğrenme gibi zihinsel süreçlerin analizini de sağlamaktır.<sup>18</sup>

Buna ek olarak nörobilim, sinir hücrelerinin moleküler biyolojisinden, duyu ve bilişin biyolojik temeline kadar çok çeşitli araştırma çabalarını kapsamaktadır.<sup>19</sup> Nörobilim, sinir sisteminin anatomisi, fizyolojisi, biyokimyası veya moleküler yapısı üzerine önemli bilgiler sağlasa da bu veriler başka araştırma alanlarına da ışık tutar. Çünkü beyin üzerine yapılan araştırmalarda derinleştikçe onun çalışma ilkelerinin insanın faaliyet alanlarına göre ayrıldığı anlaşılmıştır. Bu da psikoloji, dilbilim, eğitim gibi insani varoluş üzerine çalışma yapan diğer disiplinlerin de konu üzerine eğilmesini gerekli kılmıştır. “Nörobilim, akıl yürütme, duyu, bellek, karar verme ve benzeri gibi düşünceler ardındaki sinirsel mekanizmaları anlamaya; nörobilimsel yöntem/araçlarla beyin yapısı ve işlevini açıklamaya çalışmaktadır. Teknolojik gelişmeler sayesinde biyolojik bilimlerin en hızlı büyüyen alanlarından biri haline gelen nörobilim, sosyal bilimlerde felsefe, sosyoloji, psikoloji ve iktisat gibi farklı disiplinlerde de büyük çalışılan bir alan haline gelmiştir.”<sup>20</sup> Örneğin sinir sistemi ve davranış ilişkisi, sinir sistemi ve öğrenme bağlantısı sadece tıp alanını değil, belki daha çok psikolojiyi ve eğitimi ilgilendirir.

Artık beyindeki aktivite, farklı etkinlik türlerine göre analiz edilmekte, bu etkinlik topyekûn tek bir olguya dayandırılmamaktadır. İnsani eylemlere ya da insanın faaliyet alanı türlerine göre beyin yapısında bunun yansıması veya

<sup>18</sup> Ünsal, Çağrı Zeybek, *Biyotıpta Gelişen Teknolojilerdeki Etik ve İnsan Hakları Sorunları*, Doktora. Tezi, Hacettepe Üniversitesi, 2008.

<sup>19</sup> Eric R. Kendell ve Larry Squire, *Neuroscience: Breaking Down Scientific Barriers to the Study of Brain and Mind*. *Science*, 290(5494), 1113-1120. <https://doi.org/10.1126/science.290.5494.1113>

<sup>20</sup> McMullen, J.S., Wood M.S. ve Palich L.E. *Entrepreneurial Cognition and Social Cognitive Neuroscience*, England: Edward Elgar Publishing, 2014, s.725

etkisinin olduğu görülmektedir. Nörobilim, insanın eğitim ve öğrenmeyle ilgili süreçlerde beyinde ne olup bittiğini incelemeye başlamıştır. “Nörobilim, disiplinler arası bir alan olarak elde ettiği verileri pek çok disiplinle paylaşmaktadır, eğitim de bu alanlardan biridir. Bu manada eğitsel nörobilimin veya diğer bir ifadeyle nöroeğitimin ortaya çıkmasına ve gelişmesine katkı sunmuştur.<sup>21</sup> Eğitimcilerin nörobilim temelinde yaptıkları çalışmalar ise eğitsel sinirbilim veya nöroeğitim şeklinde isimlendirilmiştir.

### Nöroeğitim

Beyin gelişimi başlı başına ilgi çekici bir konu olsa da öğretim ve öğrenme süreçlerinin beyin gelişim seviyesi ile bağlantılı olması konuyu eğitim açısından daha da çekici hale getirmektedir. Cüceloğlu yakın zamana kadar öğrenme, hatırlama, düşünme ve algılama gibi bilişsel davranışları da içeren her türlü insan davranışlarında nöronların ve beyin önemi olduğunu vurgular.<sup>22</sup> Bu perspektiften bakıldığında, nörobilimin öncülüğünde yapılan beyin araştırmalarının sonuçlarının eğitim alanında kullanılabileceği görülmüştür. Beyin araştırmaları sonucu tespit edilen ve nöronsal aktivitelerle ilişkilendirilen öğrenme, düşünme, bellekte tutma gibi süreçler aslında eğitim bilimlerinin temel kavramlarıdır ve bu alanda çalışılmaktadır. Bu nedenle nöroeğitim beyin işlevlerinin ve öğrenme süreçlerinin eğitimle olan ilişkisini araştırmaktadır. Howard-Jones’na göre nöroeğitim, kendi yöntem ve teknikleriyle benzersiz şekilde karakterize edilen; deneysel, toplumsal ve biyolojik kanıtlara dayanan bilgilerin eğitimi daha iyi bir seviyede açıklamak için kullanılmasıdır.<sup>23</sup>

Nöroeğitim beyin ile öğrenme arasındaki ilişkiyi analiz eden, buradan hareketle de yeni eğitim-öğretim stratejileri geliştiren alandır. “Öğrenme süreci ve davranışların oluşumunda beyin oynadığı rol yeni bir konu olmamasına karşılık eğitimciler arasındaki önemini yakın zamanda artırmış bir konudur”.<sup>24</sup>

Nöroeğitim araştırmaları kapsamında okuma-yazma, matematik, dikkat, hafıza, akıl yürütme becerileri gibi süreçlere ilişkin nörolojik mekanizmaları hassas ölçümlerle görselleştirmek için Manyetoensefalografi (MEG), Olaya İlişkin Potansiyel (OİP), Manyetik Rezonans (MR), kan akışını temel alan fMR gibi

<sup>21</sup> Michel Ferrari, What can neuroscience bring to education? *Educational Philosophy and theory*, 43(1), 2011, s.34. Erişim Tarihi: Mayıs, 6, 2023.

<sup>22</sup> Doğan Cüceloğlu, *İnsan ve Davranışı*, İstanbul:Remzi Kitabevi, 2018, s.54.

<sup>23</sup> Howard-Jones, P. A. (2011). A multiperspective approach to neuroeducational research. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 24-30, Erişim Tarihi: Ekim,12,2023

<sup>24</sup> Dale Schunk, *Learning theories: An educational perspective*, London: Pearson Press, 2012, s.28.

araçların kullanımı oldukça yaygındır.<sup>25</sup> Bu alan, nörobilim, eğitim ve psikolojiden elde edilen araştırma bulgularının, öğretme ve öğrenme hakkındaki anlayışımıza nasıl bilgi sağlayabileceğini ve bunların öğrenme ve öğretim uygulamaları için doğru çıkarımlar olup olmadığını araştırmaktadır. Bu disiplinler arası yaklaşım, beyin hakkındaki bulguların eğitim ve öğrenme alanına uygulanmasına yönelik çalışmalar yapmaktadır.<sup>26</sup> Başka bir yoruma göre nörobilim iki ana disiplinle ilişkilidir. Bunlar, sinirbilim ve eğitimidir.<sup>27</sup>

Nöroeğitim, beyin görüntüleme teknolojilerinin beyin hakkında ortaya koyduğu bilgileri, eğitim alanına taşıyıp çözümlenmeye çalışmaktadır. Bu durum bir nevi beynin öğrenme süreçlerine dair analizidir. Beynin çalışma prensipleri, belleğe ve düşünmeye dair bulgular, yeni bir bilgi edindiğinde beyinde meydana gelen değişimler aynı zamanda öğrenmeyle ilgili birçok çalışma alanının da kapısını aralar. Bu konu hakkındaki bazı araştırmacılara göre nörobilimin beyin hakkında ileri sürdüğü bilimsel veriler, eğitimsel sinirbilim alanının eğitimde kullanabileceği öğrenen ve öğrenme sürecindeki bilişsel durumlara ilişkin anlayışımızı derinleştirecektir.<sup>28</sup> Nöroeğitim hem eğitimde karşılaşılan olguları beyin analizinden hareketle yorumlayacak hem de daha iyi bir öğrenmenin nasıl sağlanacağı sorusuna cevap arayacaktır. Öğrencinin eğitim ortamı, onun bilgiyi öğrenmesini ya da bir başka ifadeyle beynin işleyişini etkileyen olgu, durum veya problemler de nöroeğitimle ilgilenen eğitimciler tarafından çalışılmaktadır.

Nöroeğitim sayesinde; beyinde meydana gelen süreçleri, beyindeki nöral ağları, nörofizyolojik değişimleri, öğrenmeye etki eden dikkat, stres, kaygı gibi biyolojik kaynaklı faktörleri, beyindeki oluşum nedenleriyle beraber açıklamak öğrenmeye daha geniş bir tanım getirmekle kalmayacak, öğrenmenin daha kalıcı hale gelmesi için yeni kapılar aralayacaktır.<sup>29</sup> Başka bir ifadeyle, nöroeğitim, nörobilimden aldığı veriler ışığında öğrenmenin nasıl gerçekleştiğinden onu etkileyen faktörlere kadar adım adım inceleyecektir. Bütün bunların hem eğitim sürecinde hem de öğrenme olgusundaki kalıplaşmış birtakım bilgilerin, tanımların, yöntemlerin değişmesine neden olması muhtemeldir. Örneğin, son

<sup>25</sup> Selma Coecke, "Nöromodülasyon: Eğitim ve Nörobilim Kavşağından Geleceğe Bakış". *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi*, 19(1) (2021):544, Erişim Tarihi: Mayıs, 8, 2023, <https://doi.org/10.37217/tebd.868102>

<sup>26</sup> David Sousa, "Commentary: Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching". *Learning Landscapes*, 5(1), (2011): 38, DOI: <https://doi.org/10.36510/learnland.v5i1.529>

<sup>27</sup> Ferrari, M., & McBride, H. *Mind, Brain, and Education: The Birth of a New Science. Learning Landscapes*, 5 (2011): s.87 DOI:<https://doi.org/10.36510/learnland.v5i1.533>

<sup>28</sup> Ferrari, *What can neuroscience bring to education?* 35.

<sup>29</sup> Stephen Campbell, "Educational Neuroscience: Motivations, Methodology, and Implications". *Educational Philosophy and Theory*, 43(2011):10 Erişim Tarihi: Haziran, 15, 2023. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00701.x>



yıllarda beyin ve nöroegitim çalışmalarının ışığında ortaya çıkan yeni bir öğretim yöntemi vardır. Beyin temelli öğrenme olarak nitelenen bu yönteme göre, beyin hakkındaki analizler aynı zamanda öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini bize göstermektedir. Greenleaf'e göre beyin temelli öğrenme, beynin bilgileri nasıl aldığını, işlediğini, yorumladığını, bağlantı kurduğunu, depoladığını ve hatırladığını dikkate alan öğrenmedir.<sup>30</sup> Bu sayede beynin çalışma prensipleri ve yapısının bilinmesi eğitim sürecinde verimi artıracaktır.

Beyin temelli öğrenmenin öncülerinden olan Caine and Caine, beyin temelli öğrenmeyi "anlamalı öğrenmeyi sağlamak için beynin çalışma ilkelerini kabul etmek ve öğretimi bu ilkelere göre tasarlamak" şeklinde açıklamaktadır. Buna ek olarak bazı araştırmacılar, ilerleyen süreçte eğitimsel sinirbilim sayesinde eğitimcilerin, nörobilime ait verileri pedagojik olarak analiz edip sınıf ortamına uygulamalarının öğrenmenin kalıcılığında önemli bir basamak olacağını düşünmektedir.<sup>31</sup> Ancak bütün bu veriler, beynin nörolojik aktivitesinde gerçekleşen aralıksız değişimin keşfine kadar, eğitimin fizyolojisini aydınlatamamış değildi. Sözü edilen bu aralıksız değişim nöroplastisite olarak adlandırılmaktadır.

Beyindeki değişim ve dönüşümü ifade eden nöroplastisite, beynin öğrenme süreçlerinin temelini anlayabilmek için önemli ve merkezi bir kavram gibi görünmektedir. Nöroplastisite belki de eğitim olgusunu başka perspektiflerden de kavrayabilmeyi sağlayabilecek, eğitim tanımlarının yeniden gözden geçirilmesini gerektirecektir. Nörobilim ve ondan doğan diğer nöro alanlar, insanın eylem alanlarının beynin bir fiil işleyişi üzerindeki etkisini sinirlerden ve beyin bölgelerinde oluşan durumlardan hareketle incelemiştir. Nörobilim alanında aşama kaydedildikçe ve daha derin bilgilere ulaşıldıkça, bu alandaki verilerin bağlantılı başka bir alanda da kullanılması mümkün olacaktır. Bunlardan birisi de eğitim ve öğrenme gibi görünmektedir.

### **Nöroplastisite Nedir?**

Nöroplastisitenin keşfedilmesinden önce beynin yapısal olarak herhangi bir değişim geçirmediği kabul edilmekteydi. 1900'lerin başına kadar yapılan çalışmalarda beynin değişim geçirmediği kabul edilmekte, onun yapısının ve işlevinin yetişkinlik boyunca sabit kaldığı düşünülmekteydi.<sup>32</sup> Bu durum bize,

<sup>30</sup> Robert K. Greenleaf, Motion and Emotion. *Principal Leadership*, 3(9), (2003): 14, Erişim Tarihi: Haziran, 18, 2023.

<sup>31</sup> Campbell, Educational Neuroscience: Motivations, Methodology, and Implications, 10.

<sup>32</sup> Pedro Mateos-Aparicio, Antonio Rodríguez-Moreno, *The Impact of Studying Brain Plasticity, Cellular Neuroscience*, 13:66. doi: 10.3389/fncel.2019.00066

beyindeki nöronların sayısında adeta doğumdan ölüme kadar olan süreçte herhangi bir değişiklik olmadığını da göstermektedir. Fakat son yıllarda yapılan çalışmalar beyin hücrelerinin kendini ömür boyu onarabileceği, sınırlı olsa da yeni nöron oluşumunun devam ettiği ve bu durumun beynin farklı bölümlerinde gerçekleştiğini göstermektedir.<sup>33</sup> Tıp literatürü için beynin adeta yeniden yorumlanması anlamına gelen bu önemli buluş, beyin-öğrenme ilişkisinde başka bir boyutu ifade etmektedir. İşlevsel manyetik rezonans görüntüleme tekniği (functional magnetic resonance imaging, fMRI) üzüntü, öfke ve sevinç vb. duygusal değişiklikler esnasında veya uzun bir metni okuma gibi mental/zihinsel eylemleri yaparken beyni gözleme ve görüntüleri kaydetme olanağı vermiştir. Hassas ölçümler yapabilecek şekilde gelişen bu teknik sayesinde dinamik beyin izlenmiş ve düşünce-eylem-beyin değişiklikleri ilişkisi kayıt altına alınmıştır. Başka bir ifadeyle nöronal aktivitenin artışı, nöron sayılarındaki değişiklik ve nöronlar arasındaki iletişimin doğrudan haritalandırılması yapılmıştır.<sup>34</sup> Bütün bu çalışmalar beyin ve sinir sistemindeki tüm hücrelerin, yani nöronların sabit kaldığı varsayımının geçerliliğini kaybetmesine neden olmuştur. Böylece beynin değişim ve dönüşüm geçiren yapısının keşfedilmesiyle birlikte nöroplastisite kavramının da öne çıktığı söylenebilir.

Beyinde mevcut nöronların çeşitli uyaranlar aracılığıyla yeni sinaptik bağlantılar üretmesi, yani beynin değişim beceresi nöroplastisitedir. "Nöroplastisite, insan beynindeki nöronların ve bunlar arasındaki bağlantı noktaları olan sinapsların vücudun içinden ya da dışından gelen uyarılara bağlı olarak oluşturdukları işlevsel ve yapısal değişimdir."<sup>35</sup> Nöroplastisite kavramı, şekillendirmek, biçim vermek anlamında kullanılmakta olup, insan vücudu açısından merkezi sinir sisteminin çevresel değişimlere karşı uyum gösterebilme yeteneğini ifade etmektedir. Bu anlamda nöroplastisite, insan beynindeki nöronların ve bunlar arasındaki bağlantı noktaları olan sinapsların vücudun içinden ya da dışından gelen uyarılara bağlı olarak oluşturdukları işlevsel ve yapısal değişikliklerdir.<sup>36</sup>

Diğer yandan nöroplastisiteyle ilgili çok kapsamlı tanımlamalar da görmekteyiz. Nöroplastisite nörobiyolojik düzeyde, çok boyutlu, çok katmanlı,

<sup>33</sup> Robert Livingston, R. B. Brain Mechanisms in Conditioning and Learning. *Neurosciences Research Program Bulletin*, 4(3), 1966: 347. Erişim Tarihi: Haziran, 25, 2023.

<sup>34</sup> Seong-Gi Kim ve Seiji Ogawa, "Insights into new techniques for high resolution functional MRI", *Current Opinion Neurobiology*, 12(2002): Erişim Tarihi: Ekim, 08,2023. DOI:10.1016/S0959-4388(02)00355-0

<sup>35</sup> Rakic, P. "Limits of Neurogenesis In Primates". *Science* 1985: 227. Erişim Tarihi: Kasım, 16, 2023.

<sup>36</sup> Pasko Rakic, Limits of Neurogenesis in Primates. *Science*, 227(1985): 1055. Erişim Tarihi: Haziran, 18, 2023. <https://doi.org/10.1126/science.3975601>

doğrusal olmayan, düşünme ve öğrenme biçimlerini ortaya koymak, sinaptik bağlantıların sayısını artırmak, çeşitli beyin bölgeleri düzeyinde özelleşmek, çeşitli okuryazarlıklar düzeyinde gelişim kaydetmek böylelikle nöral yolların sayısının artırılmasına aracılık etmek, başka bir deyişle, insan beyninin işlevselliğini, yapısını, arkitektürünü, organizasyonunu ya da işleyişini, değiştirmek ve iyileştirmek ya da rehabilite etmek anlamına gelir.<sup>37</sup> Bu tanımda dikkati çeken şey, insan beyninin çevresel uyaranlara karşı yeniden biçim alabilir bir yapıda olmasını, yani değişim ve dönüşümlere kendini uyarlayabileceğini göstermektedir. Bu durumun, sinir ağlarının sabit olmayıp, her türden duyuş, düşünüş, davranış, hareket ya da deneyimlerimize bağlı olarak tüm yaşamımız boyunca dinamik bir şekilde dönüştüğünü gösterdiği düşünülebilir. “Herhangi bir hareket veya eylem ortaya koyarken ya da herhangi bir bilişsel, davranışsal dışavurum gerçekleştirirken, bir aktiviteyi tekrar tekrar uygularken, nöronal devreler oluşmakta, bu da yapılmakta olan söz konusu görevin daha az enerji israfıyla daha etkin bir biçimde yapılabilme yeteneğinin geliştirilmesini beraberinde getirmektedir.”<sup>38</sup>

Nöroplastisite üzerine yapılan çalışmalar ve beyin değişim geçirdiğinin ortaya çıkarılması eğitimin bu konu üzerine eğilmesini gerekli kılmaktadır. Çünkü yapılan analizler, nöroplastisitenin beyin öğrenme aktivitesi sırasında nasıl bir değişim geçirdiğini de ortaya çıkarmıştır. Bu noktada nöroeğitim alanında yapılan değerlendirmeler nöroplastisite ve öğrenme arasında ilişki kurulabileceğini göstermektedir.

Nöroplastisite, beyin öğrenme ile ilgili nörobilişsel süreçler içerisinde, edinimsel, deneysel (ampirik) ya da çevresel faktörlerden, uyaran ve etkileşimlerden nörobiyolojik olarak nasıl etkilendiğini açıklamaktadır.<sup>39</sup> Öğrenme süreci ve yeni deneyimler yeni işlevsel bağlantıların oluşumuna katkı sağlamaktadır.<sup>40</sup> Öğrenme bir değişim-dönüşüm olarak değerlendirildiğinde bunun beyindeki nöroplastisite ile bağlantılı olduğu sonucuna varılabilir. Bütün bunlar bize, nöroplastisitenin bütün boyutlarıyla kavranmasının eğitim ve öğrenme süreçlerinin açıklanmasına etki edebileceğini hatta o açıklamanın temeline yerleştirilebileceğini düşündürmektedir.

<sup>37</sup> Fary Kahn ve Bhasker Amatya, “Neurorehabilitation: Applied neuroplasticity”, *Journal of Neurology*, 264(3),2017: 609. Erişim Tarihi: Nisan, 14, 2023. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8307-9>

<sup>38</sup> Vida Demarin, Sandra Morovic, “Neuroplasticity”, *Periodicum biologorum*, 116 (2014): 210. Erişim Tarihi: Temmuz, 5, 2023.

<sup>39</sup> Bryan Kolb ve Robbin Gibb, “Principles of neuroplasticity and behavior”, *Cognitive neurorehabilitation: Evidence and application*, 2008, 15.

<sup>40</sup> Coecke, “Nöromodülasyon: Eğitim ve Nörobilim Kavşağından Geleceğe Bakış” 550.

Beyinde öğrenme ile birlikte iki şekilde değişim meydana geldiği ileri sürülür. Birincisi nöronların iç yapısında özellikle sinapslarda görülen değişiklikler; ikincisi, nöronların arasındaki sinapsların sayılarındaki artıştır.<sup>41</sup> Sousa'ya göre öğrenme sürecinde beyin, gelen uyarıcılar için bir yol istasyonu olarak görev yapmaktadır. Uyarıcıları değerlendirir ve ona göre hareket eder. Tüm dışsal girdiler beyin tarafından işlendiği gibi aynı zamanda depolanır, işlem görür ve öncelik sırasına konur.<sup>42</sup>

Eğitim ya da öğrenme davranış değişikliği ve teorik boyutu itibariyle zihnimize yeni bilgilerin eklenmesi olduğuna göre, kişide gerçekleşen farklılaşmanın aynı zamanda beynin fizyolojisinde de karşılığı olmalıdır. Görselde gerçekleşen davranışın beyindeki karşılığı, beynin işleyişinde ya da yapısındaki bir değişim olması mümkündür. Yukarıda tanımlanan nöroplastisite kavramı bize bunu düşündürmektedir.

Londra'daki taksi şoförleri üzerinde yapılan bir araştırma bize nöroplastisiteyle ilgili deneysel veriler de sunmaktadır. Eğitimin beynin yapısı ve elastikiyeti üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışma, navigasyon becerileri eğitiminin, taksi sürücülerinin, beyinlerinde mekânsal navigasyonla ilişkili olan ve mekânsal entite ve görüngülerin kaydedildiği bir beyin bölgesi olan hipokampüste morfolojik-yapısal değişikliklere neden olduğunu ve eğitim süresinin uzunluğunun beyinde gözlenen morfolojik değişikliklerin ve plastisitenin büyüklüğü ile doğru orantılı olduğunu ortaya koymuştur. Araştırma ile ilgili en önemli nokta ise şudur: Eğitimsel süreçler içerisinde öğrenilen bilgiler, edinilen deneyim ya da tecrübeler, gözlemlenen görüngü ya da entiteler beyin yapısını büyük ölçüde etkileyerek geliştirir, değiştirir ve dönüştürür.<sup>43</sup> Bütün bunlar bize, nöroplastisitenin, eğitimin fizyolojisi olarak nitelendirilebileceğini anlatmaktadır.

### **Eğitim ve Öğrenmenin Fizyolojisi: Nöroplastisite**

Eğitim ve öğrenme arasındaki ilişki çeşitli kaynaklarda ifade edilmektedir. Ancak tanımlarda gördüğümüz ortak nokta, öğrenmenin, eğitim süreci içinde gerçekleşen birtakım yaşantı durumları olduğudur. Dolayısıyla

<sup>41</sup> Begümhan Turhan ve Yaşar Özbay, "Erken Çocukluk Eğitimi ve Nöroplastisite" *Uluslararası Erken Çocukluk Eğitimi Çalışmaları Dergisi*, 1 (2016): 55. Erişim Tarihi: Nisan, 17, 2023.

<sup>42</sup> Sousa, "Commentary: Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching", 40.

<sup>43</sup> Katherine Woollett ve Eleanor Maguire Woollett, "The effect of navigational expertise on wayfinding in new environments", *Journal of Environmental Psychology*, 30, (2010): 566. Erişim Tarihi: Mayıs, 19, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.003>

eğitim süreci beynin işlevsel yapısında birtakım değişikliklere yol açıyorsa, öğrenme durumlarının da beynin bu yapısı içinde bir karşılığının olması gerektiği düşünülebilir. Daha uzun sürece yayılan, eğitim dediğimiz olgunun beyindeki nöroplastik değişimi de incelenebilir. Ama süreç araştırması ve ölçümü, beyinle ilgili karşılaştırmalarda yeterli veri sunamayabilir. Bu nedenle daha kısa süreli ve sık gerçekleşen öğrenme/öğretim durumları olarak öğrenme olgusunu esas almak daha doğru olacaktır.

Eğitim daha önce ifade edildiği gibi, insan davranışlarında bilgi, beceri, anlayış, tavır, karakter gibi önemli sayılan kişilik nitelikleri yönünden belli değişimler sağlamak amacıyla yürütülen bir süreçtir.<sup>44</sup> Başka bir ifadeyle eğitim, bireyin davranışlarında kendi yaşantıları yoluyla ve kasıtlı olarak istendik değişme meydana getirme sürecidir.<sup>45</sup> Öğrenme ise daha farklıdır. "Öğrenme, genel olarak, kişinin çevresi ile etkileşimi sonucu oluşan düşünce, duygu ve davranış değişikliği olarak tanımlanmaktadır."<sup>46</sup> Bu tanımlamalar öğrenmenin daha çok dışsal yönünü ifade ediyor gibi görünmektedir.

Yapılandırmacı kuram, "insan nasıl öğrenir?" sorusuna cevap arayan ve dolayısıyla öğrenmenin oluşumuna ilişkin bir teoridir.<sup>47</sup> "Kavramsal açıdan ele alındığında yapılandırmacılık, genel olarak bilginin insan tarafından oluşturulduğunu ve bu oluşumun zihinsel bir tutamağının bulunduğunu iddia eder."<sup>48</sup> "Yapılandırmacılık bireyin "zihinsel yapılandırması" sonucu gerçekleşen biliş temelli bir öğrenme yaklaşımıdır. Öğrenen yeni bir bilgi ile karşılaştığında, dünyayı tanımlama ve açıklama için önceden oluşturduğu kurallarını kullanır ya da algıladığı bilgiyi daha iyi açıklamak için yeni kurallar oluşturur."<sup>49</sup> Bu tanımlamalar yapılandırmacı kuramda öğrenmenin nasıl gerçekleştiğini anlamak için öncelikle bireyin bilişsel ve fizyolojik evrelerinin çözümlenmesi gerektiğini gösterir. Sözünü ettiğimiz bu evrelerin temeline inildiğinde, öğrenme bireylerin yalnızca davranış boyutunda açığa çıkardıkları bir şey olmanın ötesinde beynin iç yapısında meydana gelen birtakım değişim ve dönüşümü de ifade etmektedir.

Öğrenmenin başlıca noktaları olan nöron ve sinaps bağlantıları tekrar tekrar kullanıldıkça güçlenir. Düşünme esnasında üretilen her bir soru, üretilen

<sup>44</sup> Ertürk, "Eğitim Felsefesi ve Çağdaş Eğitim Sistemleri" s.6

<sup>45</sup> Selahattin Ertürk, *Eğitimde 'Program' Geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları. 1984, s.12.

<sup>46</sup> Everet M. Rogers, *Diffusion of innovations*. NewYork: Simon and Schuster, 2010, s.20.

<sup>47</sup> Mehmet Taşpınar, *Kuramdan Uygulamaya Öğretim İlke ve Yöntemleri*, Ankara: Edge Akademi, 2010, s.57

<sup>48</sup> Hasan Aydın, *Felsefi Temeller Işığında Yapılandırmacılık*, Ankara, 2012, s.14

<sup>49</sup> Brooks G. ve Brooks M. G. *The case for constructivist classrooms*, Virginia: ASCD Alexandria, 1993, s.75

her bir fikirler bu bağlantılar artmaya devam etmektedir.<sup>50</sup> “Beyindeki nöroplastisitenin öğrenme ve hafızanın temeli olduğu ve bunun yanı sıra öğrenmenin olduğu merkezin de yine burası olduğunu görmekteyiz. Nöroplastisite, aynı zamanda çevresel faktör ve deneyimle birlikte nöronlar arası bağlantı kurma, var olan bağlantıları değiştirme, kendi kendini yeniden düzenleyebilme ve yenileyebilme yeteneğidir.”<sup>51</sup> Eğitim sürecinin sonundaki bireyin, eğitime ilk başladığı andan çok daha gelişmiş düzeyde olması beynin gelişiminde deneyimlerin zenginliğinin rolü olduğunu düşündürmektedir. Bu durum aynı zamanda beyin nöroplastisitesine de işaret etmektedir.

Öğrenme olgusunu sinir sistemiyle ve beyindeki nörofizyolojik değişimleri inceleyerek açıklayan araştırmacılardan birisi Hebb'dir. Ona göre beyin, farklı varyasyonlarda sinaptik bağlantılar oluşturarak kendini sürekli yenileyebilme özelliğine sahiptir ve dolayısıyla yeni şeyler öğrenmek beyni değiştirmekte, bu değişim ise öncelikle nöronlar düzeyinde gerçekleşmektedir.<sup>52</sup> Hebb'in düşüncelerinden hareketle, deneyim yoluyla beyindeki sinirsel bağlantıların değişip dönüşmesinin nöroplastisiteyi gösterdiğini söylenebilir. Hebb'in kuramında çocuk, birbiriyle ilişkilendirilmiş bir sinir ağıyla doğmakta ve bu sinirsel ağ, duyuşsal yaşantılar yoluyla organize olmaktadır. Çocuk çevreyle etkili iletişim kurduktan sonra nöronlar arasındaki bağlantılardan oluşan ağ şekillenerek, ağ sisteminden eski bağlantılar elenmekte ve/veya yeni bağlantılar sisteme dahil edilmektedir.<sup>53</sup> Buradan hareketle eğitimin öncelikli olarak beyin ve plastisiteye yoğunlaşarak yeniden tartışılması gerektiği ifade edilebilir. Nöroplastisiteyi temele alarak yapılan beyin incelemeleri, kişilerin öğrenme/bilgi edinmelerinin nöronal aktiviteyle ilişkili olduğunu göstermektedir. Öyleyse beyin, öğrenmenin başladığı ve olduğu işlevsel mevcudiyettir. Öğrenme gerçekleştikçe beyindeki değişim ve dönüşüm süreci devam eder ve dolayısıyla nöroplastisite olur. O halde öğrenmenin, beynin nöroplastisite yetisiyle birlikte kendi kendisini inşa etmesi olduğu düşünülebilir. Bu inşanın sınırı ve süresiyle ilgili bir bitiş çizgisi yok gibi görünmektedir. Beynin deneyimledikçe gelişip değişmesi bireylerin öğrenme süreçlerinde nihai bir noktanın olmadığına işaret etmektedir.

<sup>50</sup> Bilal Duman, *Neden Beyin Temelli Öğrenme?* Ankara: Pegem Akademi, 2015, s.42.

<sup>51</sup> Robert Sylwester, *A Biological Brain in a Cultural Classroom*. United States: Corwin Press, 2003, s.45.

<sup>52</sup> Hebb, *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, 80.

<sup>53</sup> Donald O. Hebb, *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*, New York: Psychology Press, 2002, s.75.

## Sonuç

Son yıllarda beyin üzerine çok daha etkili bilimsel araştırmalar yapıldığı görölmektedir. Özellikle dijital teknolojinin de gelişmesiyle birlikte bu araştırmaların sonuçları beynin yalnızca nöron kitlesinden ibaret olmadığını, beynin farklı bölgelerini farklı işlevsel yetkinliklerinin de olduğunu göstermiştir. Bu nedenle beynin yapısının ve işleyişinin tam olarak anlaşılabilmesinin nörobilimin yanı sıra başka alanların da dahil olacağı multidisipliner çalışmalarla mümkün olduğu düşünölmektedir. Fizyolojik çalışmalar ilerledikçe ve yeni veriler elde edildikçe, özellikle eğitim bilimleri, psikoloji, dil bilim gibi disiplinler beyin hakkında elde edilen verileri kendi perspektiflerden ele alarak iş birliği içinde çözümlenmeye girişebilirler.

Nöroplastisite hem beynin işleyişini hem de beyindeki değişim ve dönüşümü ifade etmektedir. Bundan dolayı da eğitim ve öğretimle bağlantısının olduğu ve olması gerektiği sonucuna varmak yanlış olmayacaktır. Nöroplastisite beynin fizyolojik olarak değil işlevsel olarak değişimidir. Bu değişimin, birtakım edinimler sonrası gerçekleşebileceği düşünölebilir. Eğitim ve öğrenme, genellikle teorik veya pratik edinimler sonrası, bireyin davranışlarında belirli bir zaman içinde oluşan değişmeyi anlatmaktadır. Gözlenen ve ölçölen bu değişimler, beynin işleyişinin sonuçları veya işleyişindeki farklılaşmalar olarak değerlendirilebilir.

Eğitim ve öğrenme sırasında beyinde neler olduğu, nöroplastisiteyi artırıcı unsurların eğitim sürecinde nasıl kullanılacağı gibi sorular da cevaplanmayı beklemektedir. Bu çerçevede sorulan sorulara verilecek cevaplar öğrenmenin fizyolojik yönünün aydınlatılması, beyin yapısını temele alan öğrenme kuramlarının gelişmesinin önünü açacaktır. Başka bir ifadeyle, nöroplastisite konusunda bilgiler derinleştikçe, bu olgu daha çok aydınlatıldıkça, bu başarılar, eğitim ve öğrenme konusundaki bilgilerimizi de geliştirir.

Diğer yandan, dijital teknoloji geliştikçe, canlı hücrelerden oluşan beyne cansız nesnelere (çipler) veri transferi yapıp yapılamayacağına ilişkin araştırmaların da yoğunlaştığı görölmektedir. Şayet bu başarılabılırsa, o takdirde beyin nöroplastisitesinin başka bir boyut kazanması kaçınılmaz olur. Bu durumda da öğretimin fizyolojisinin, hatta yöntemlerinin bile yeniden ele alınması gerekebilecektir. Bu nedenle, öğretimin fizyolojik temeli sorunu, dijital çağda gerçekleşen teknik gelişmelerle, özellikle tıp biliminde yaşanan değişimle, yeni araştırmaların alanı olacak gibi durmaktadır.

#### KAYNAKÇA

- Aparicio, P. M. "The Impact of Studying Brain Plasticity, Cellular". Neuroscience, (2019):13 (66): 1-5. DOI: 10.3389/fncel.2019.00066
- Brooks J. G. ve Brooks M. G. (1999). The courage to be constructivist. l'Alucational Leadership, Nov., 18- 24
- Campbell, Stephen. "Educational Neuroscience: Motivations, Methodology, and Implications". *Educational Philosophy and Theory* 43 (2012): 7-16. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2010.00701.x>.
- Canavero, S. "Criminal minds: neuromodulation of the psychopathic brain". *Frontiers in Human Neuroscience*, (2014): 8, 124.
- Coecke, S. "Nöromodülasyon: Eğitim ve Nörobilim Kavşağından Geleceğe Bakış". *Türk Eğitim Bilimleri Dergisi* (2021):19 (1): 542-67. <https://doi.org/10.37217/tebd.868102>.
- . "Eğitimsel Nörobilim: Pedagoji İçin Çıkarımlar". *İçinde Eğitimsel Sinirbilim*, editör Keleş, E., 1. bs. Ankara: Nobel Akademi, 2022.
- Custodio, P. (2010). "Use of EEG as a Neuroscientific Approach to Advertising Research" *Nature Reviews. Neuroscience*, 11/4 284-292. DOI: 10.31590/ejosat.849788
- Cüceloğlu, D. *İnsan ve Davranışı*. İstanbul: Remzi Kitabevi, 2018.
- Demarin, V., ve S. Morovic. "Neuroplasticity". *Periodicum biologorum* (2016):116 (2): 209-11.
- Dowling, J. E. *Beyni Anlamak*. Çeviren Filiz Bolat. İstanbul: Ketebe Yayınları, 2022.
- Duman, B. *Neden Beyin Temelli Öğrenme?* Ankara: Pegem Akademi, 2015.
- Ertürk, S. *Eğitimde Program Geliştirme*. Ankara: Yelkentepe Yayınları. 1984.
- Ferrari, Michel. "What can neuroscience bring to education?" *Educational Philosophy and theory* (2013)43 (1): 31-36.
- Ferrari, Michel, ve Hazel McBride. "Mind, Brain, and Education: The Birth of a New Science". *LEARNing Landscapes* (2011): 5. 85-100. <https://doi.org/10.36510/learnland.v5i1.533>.
- Greenleaf, R. K. "Motion and Emotion". *Principal Leadership*, (2003) 3 (9): 14-19.
- Güneş, P. D. F. (2015). Eğitim ve Zihinsel Değişim. *Bartın University Journal of Faculty of Education*, 4 (1), 1-20.



- Hebb, D. O. *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. New York: Psychology Press. (2002). <https://doi.org/10.4324/9781410612403>.
- Jones, P. A. "A Multiperspective Approach To Neuroeducational Research". *Educational Philosophy and Theory*, 2011: 43(1), 24-30. DOI:10.1111/j.1469-5812.2010.00703.x
- Kandel, Eric R., ve Larry R. Squire. "Neuroscience: Breaking Down Scientific Barriers to the Study of Brain and Mind". *Science* (2002):290 (5494): 1113-20. <https://doi.org/10.1126/science.290.5494.1113>.
- Keleş, E., ve Çepni, S. (2006). Beyin ve öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 66-82.
- Khan, Fary, Bhasker Amatya, Mary P. Galea, Roman Gonzenbach, ve Jürg Kesselring. 2017. "Neurorehabilitation: Applied Neuroplasticity". *Journal of Neurology* 264 (3): 603-15. <https://doi.org/10.1007/s00415-016-8307-9>.
- Kolb, Bryan, ve Robbin Gibb. "Principles of neuroplasticity and behavior". İçinde *Cognitive neurorehabilitation: Evidence and application, 2nd ed*, 6-21. NewYork: Cambridge University Press.2008. <https://doi.org/10.1017/CBO9781316529898.003>.
- Livingston, R. B. "Brain Mechanisms in Conditioning and Learning". *Neurosciences Research Program Bulletin* 1966: 4 (3): 235-347.
- McMullen, J.S., Wood M.S. *Entrepreneurial Cognition and Social Cognitive Neuroscience*, England: Edward Elgar Publishing, 2014.
- Nordqvist, C. "What is neuroscience?" *Medical News Today*, <http://www.medicalnewstoday.com/> Erişim Tarihi: Ekim, 08,2023
- Oktar, Nezih. "Theory of neuroscience". *Journal of Neurological Sciences* 23 (3): 155-58.
- Rakic, Pasko. "Limits of Neurogenesis in Primates". *Science* 227 (4690): 1054-56. <https://doi.org/10.1126/science.3975601>.
- Rogers, Everett M. *Diffusion of innovations*. Simon and Schuster. 2010.
- Schroeder, Gerald L. *The Hidden Face of God: How Science Reveals the Ultimate Truth*. Free Press.2021.
- Schunk, Dale H. *Learning Theories: An Educational Perspective*. 6th ed. Boston: Pearson. 2012.

- Simo S. Oja, Pirjo Saransaari, *Neurons, Action Potentials and Synapses*, Physiology and Maintenance Neurophysiology, Plant Physiology and Synopsis. EOLSS Published, 2010.
- Stiles, J. Jernigan, T.L. *The basics of brain development*. Neuropsychol Rev. 2010: 20(4), 327-348. Erişim Tarihi: Kasım, 17, 2023.
- Sousa, D. A. "Commentary: Mind, Brain, and Education: The Impact of Educational Neuroscience on the Science of Teaching". *Landscapes* (2011). 5 (1): 37-43. <https://doi.org/10.36510/learnland.v5i1.529>.
- Sylwester, R. *A Biological Brain in a Cultural Classroom*. California: Corwin Press. 2003.
- Taşpınar, M. Kuramdan Uygulamaya Öğretim İlke ve Yöntemleri, Ankara: Edge Akademi, 2010.
- Turan, S. "Eğitim Felsefesi ve Çağdaş Eğitim Sistemleri" Eğitim Sosyolojisi ve Felsefesi, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları, 2008.
- Turhan, Begümhan, ve Yaşar Özbay. "Erken Çocukluk Eğitimi ve Nöroplastisite Early Childhood Education and Neuroplasticity" (2016)1 (2): 54-63.
- Ural, Ş. "Bireyin Eğitimi ve Toplumun Eğitimi, Değerler ve Eğitim Arasındaki Mantıksal İlişki". *İçinde Türkiye 2. Eğitim Felsefesi Sempozyumu Bildiriler*. Ankara: Kozan Ofset. 1997.
- Woollett, K. ve Eleanor A. Maguire. "The Effect of Navigational Expertise on Wayfinding in New Environments". *Journal of Environmental Psychology* (2010): 30 (4), 565-73. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2010.03.003>.
- Yıldırım, C. *Eğitimde Ölçme Değerlendirme*. Ankara: ÖSYM Yayınları. 1983.
- Zergeroğlu, S. "Santiago Ramon y Cajal ve Nöron Doktrini", *Türk J Neurol* (2015):21, 81-84. DOI:10.4274/tnd.83436
- Zeybek Ünsal, Ç. "Biyotıpta Gelişen Teknolojilerdeki Etik ve İnsan Hakları Sorunları". Yayınlanmamış Dr. Tezi, Hacettepe Üniversitesi. 2020.