

# Beyin Araştırmalarının Eğitime Yansımaları: Matematik İle İlgili Görüntüleme Çalışmaları

Güler KOÇAK<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dr., MEB, *elmiralinda2003@gmail.com*

**Geliş Tarihi/Received:**

04.05.2020

**Kabul Tarihi/Accepted:**

07.11.2020

**e-Yayım/e-Printed:**

30.12.2020

## ÖZ

Bu araştırmanın amacı beyin araştırmalarının önemine dikkat çekmek, öğrenmenin doğasını anlamak, bilişsel bir süreçte beynin davranışını inceleyen teknolojiler hakkında bilgi vermek ve araştırma bulgularının matematik eğitimi açısından doğrularını tartışmaktır. Son yıllarda sinirbilim ve eğitimin yer aldığı disiplinlerin iş birliği içerisinde bulunduğu araştırmaların arttığı gözlenirken bu araştırmalar incelendiğinde eğitim araştırmaları ve sinirbilim arasında karşılıklı bir şekilde paylaşımları olduğu görülmüştür. Bu tür çalışmaların kişinin nasıl daha iyi öğreneceği sorularına cevap oluşturacağı düşünülmektedir. Sinirbilim alanında yapılan çalışmaların eğitimsel boyutu düşünülerek araştırma sonuç ve bulgularının sınıf düzeyine indirgenerek uygun şartlarda uygulanmasıyla araştırma sonuçlarının önemseneceği düşünülmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Beyin araştırmaları, matematik eğitimi, sinirbilim

## Reflections of Brain Researches to Education: Toward Education of Future

### ABSTRACT

In recent years, it is seen that the numbers of researchers including the cooperation of neuroscience and education has been increasing. When these researches are examined, it appears that a reciprocal interaction exists between the researches of neuroscience and education. It is thought that this kind of research contributes to the understanding of how people learn. Together with the application of findings of researchers which will be conducted with neuroscience into classroom, it is thought that these research findings would be more focused. Therefore, the aim of this study is to point out the importance of neuroscience research, to inform about technologies used in neuroscience education and to discuss the findings in terms of education (mathematics education).

**Keywords:** Brain researches, mathematics education, neuros

## 1. GİRİŞ

Son yıllarda yaşanan gelişme ve değişimler, birçok alanda dönüşüme yol açtığı gibi (Arslan, 2015) gelişen teknolojilerle birlikte disiplinler arası çalışmaların gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Disiplinler arası çalışmaların amacını Goswami (2004) öğrenmenin nasıl gerçekleştiği sorusuna cevap aramak olduğunu belirtmiştir. Bu amaç için öğrenmenin doğasını anlamak, öğrenme

sırasında sinaptik bağlantıların nasıl olduğunu bilmek, bilişsel bir süreçte beynin hangi bölgelerinin aktif olduğu ve bu bölgelerinin birbirleriyle olan ilişkisinin ne olduğunu ortaya çıkarmak için araştırmalar yürütülmektedir. Bu bağlamda eğitim ve sinirbilim çalışmalarının birlikte yürüttüğü disiplinler arası çalışmalar önem arz etmektedir. Bunun nedeni ise beynin yapısının bilinmesi, öğrenmenin gerçekleştiği süreçte beyin fonksiyonları noktasında edinilen etraflı bilgiler, eğitimsel sürecin yeniden değerlendirilmesine katkı verebileceğidir. (Dündar, 2013; Dündar, 2014; Dündar ve diğ., 2014).

Beyin büyüleyici bir organdır (Schunk, 2012). “Bu büyüleyici organın çevresini gözlemleyerek olanları öğrenmesi ve aldığı bilgileri birikim haline getirerek daha sonra kullanmak için toplaması en önemli görevlerindedir.” (Dolu, 2015). Beynin yapısını, işlevlerini ve nasıl çalıştığını öğrenmek oldukça karmaşıktır. Bu karmaşıklığı inceleyen, beyin ve sinir sistemine eğilen sinirbilim disiplini sayesinde beyin ile ilgili bilgiler ortaya çıkarılmaktadır. İnsan beyni yapısal açıdan benzerlik gösterse de bireyler arasında farklılıklar (Byrnes, 2001) olduğundan beyin araştırma sonuçlarının dikkatli yorumlanması gerekmektedir.

Beyin gelişimi başlı başına ilgi çekici bir konu olsa da öğretim ve öğrenme süreçlerinin beynin gelişim seviyesi ile bağlantılı olması konuyu eğitim açısından daha da çekici hale getirmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde beyin araştırma sonuçlarının eğitim ve öğretim için kullanıldığında eğitimde yeni yönelimler sağlayacağı düşünülmektedir (Dündar ve diğ., 2014). Bu durumu yansıtan günümüzde çok sayıda kitaplar yazılmış ve seminerler düzenlenmiştir (De Smedt ve diğ., 2010). Bu durumdan dolayı günümüzde yapılan sinirbilim ve eğitim araştırmalarına eğitimciler ilgi göstermektedir. Byrnes ve Fox (1998) eğitimcilerin beyin araştırmalarına ayrı bir önem vermesinin nedenini ise öğrenmenin beyin ile ilgili olmasıdır. Öğrenme süreci ve davranışların oluşumunda beynin oynadığı rol yeni bir konu olmamasına karşılık eğitimciler arasındaki önemini yakın zamanda artırmış bir konudur (Schunk, 2012).

Duman'a (2015) göre geleceğin beyni tüm çalışmalarını düşünmenin öğretisini öğrenmeye ve beyin dalgalarının iletişim havuzu çözerek yorumlamaya yöneleceğini belirtmiştir. Modern teknolojinin ışığı sayesinde beynin yapısının görüntülenmesi ve beyin inceleme ekipmanlarının gelişmesi beyni keşfetmemiz ve anlayarak yorumlamamız için yeni imkanlar oluşturmuş ve insanın kendi beynini nasıl kullandığını bilebileceğini ve geliştirebileceğini ortaya çıkarmıştır (Dündar ve diğ., 2014). Schunk'un (2012) ifadesiyle beyin araştırmalarında kullanılan teknolojiye göz kamaştırıcı bir gelişme yaşanmıştır. Örneğin, bu alandaki çalışmalar öğrenme ve beyin hakkında önemli bilgileri ortaya koymaktadır. Bu bağlamda beynin nasıl çalıştığı veya bilgiyi nasıl işlediği ile ilgili süreçleri kavramak, öğrenme sırasında beynin nasıl değiştiğini ve öğrenilen bilgileri eylemler ve yeni öğrenme süreçleri için nasıl kullandığını anlamak mümkün hale gelmektedir (Schunk, 2012). Yapılan araştırmaların sonuçlarıyla elde edilen bu yeni bilgiler değerlendirildiğinde ise geleneksel eğitim hakkındaki inançların çoğunun parçalanmaya başladığı görülmektedir. Bu nedenle bu araştırmanın amacı beyin araştırmalarının önemine dikkat çekmek, bu araştırmalar yapılırken hangi cihazların kullanıldığı ve yapılan araştırmaların bulgularının eğitim açısından doğrularını tartışmaktır. Bu kapsamda

makalimizde öncelikle insanların yetenekleri ile beyin yapısı arasında ilişkiyi inceleyen Frenoloji ve öğrenme problemlerine biyolojik çözümler sunan Nöromit incelenecektir.

### 1.1 Frenoloji

Beyin araştırmalarına etki eden bir alan olan Frenoloji, Joeph Gall tarafından 1800'lerde ortaya atılmıştır. Frenoloji insanların çeşitli yetenekleri ile beyin yapısı arasında ilişki kurmaktadır. Bu ilişkiyi de insanların kafatasları üzerinde bulunan girinti ve çıkıntılar sayesinde kurmaktadır. Frenoloji kurduğu bu ilişki ile insanların karakteristik özelliklerini ortaya çıkardığını iddia etmektedir. Bunun yanı sıra frenoloji, zihin inceleme bilimi anlamına da gelmektedir. Gall'a göre bir müzisyene veya şaire kabiliyetini veren özelliğin bu girinti ve çıkıntılarının olduğunu iddia etmiştir. Ya da bir matematikçinin dehası da kafatasındaki çıkıntılara bağlı olurken, bir kişinin suça yatkın olup olmaması da kişinin kafatası şekli ile ilişkilendirilmiştir (Çakıroğlu, 2015). Yapılan uygulamalarla Frenoloji davranış psikolojisi, nöroanatomi, sinirbilim, psikoloji, psikanaliz gibi birçok disiplinin öncüsü haline gelmiştir.

### 1.2 Nöromit

Sinirbilim başlı başına bir disiplin olduğundan bu yana “öğrenme süreçleri” sinir bilimciler arasında tartışılan anahtar bir konu haline gelmiştir. Ancak eğitim uygulamalarında sinir bilimin yerinin hala açık olmaması, eğitim alanında yaygın hale gelen beyinle ilgili yanlış anlamlandırmaların çoğunun kaynağını oluşturmaktadır (Geake, 2008). Bu yanlış anlamlandırmalar farklı akademik alanlar arasında var olan boşluktan kaynaklanmaktadır. Mit adı verilen bu farklı anlamaların yayılması eğitimle ilgili birkaç alandaki bilişsel sinir bilimin ilerlemesini engelleyen temel problemlerden biridir. Sinirbilim alanındaki çalışmaların sonuçlarından türeyen yanlış yorumlamalar veya aşırı genelleştirmeler, literatürde nöromit olarak tarif edilen kavramın oluşmasına neden olmuştur.

Eğitimciler arasında sinirbilim konulu çalışma bulgularının eğitim talimlerinde kullanması konusunda epeyce muazzam bir ilginin olduğu görülmektedir. Sinirbilim araştırmaları özellikle 1990-2000 yılları arasında ilgi görmüş ve bu yıllara Amerika'da “Beynin 10 yılı” olarak isimlendirilmiştir. Ancak, sinirbilim alanının karmaşık olması sebebiyle araştırma bulgularının sınıf ortamına aktarılmasında zorluk yaşanacağı belirtilmiştir (Ansari ve diğ., 2011). “Sinirbilim ve eğitim arasındaki bu uzaklık birçok kavramın yanlış algılanmasını beraberinde getirmiştir” (Goswami, 2006).

OECD sözde Nöromit'in hızla yaygınlaşmasına dikkat çekmiştir. Nöromitler beyin araştırmalarının sonuçlarıyla oluşturulan bilimsel gerçeklerin yanlış anlama, yanlış okuma veya yanlış sorgulanmasıyla yapılmaktadır (OECD, 2002). Nöromitler, beynin öğrenme süreciyle alakalı, tamamen kanıtlanmış iddialar olmamasına karşılık kaynağı bilimsel çalışmalar sonucu ortaya çıkan bulgu ve bilgilere dayanır. Eğer çocuklar kendi tercih ettiği öğrenme stillerine göre

sınıflandırılırsa ve öğretim yapılırsa, öğrenmenin daha çok gelişeceği düşüncesi nöromite örnek verilebilir. Bununla birlikte bireyler bilgiyi almak için bir yöntem tercih etmiş olsalar bile (görsel, işitsel veya kinestetik), araştırmalar öğrencilerin kendi tercih ettikleri öğrenme stiline göre eğitilmesinin daha etkili bir bilgiyi işleme süreci olmadığını göstermiştir. Benzer şekilde beynin yalnızca %10'luk kısmının kullanıldığı ifadesi OECD (2002) tarafından nöromit olarak tanımlanmıştır ve halk arasında en yaygın kullanılan nöromittir. Nöromitler öğretmen adayları arasında da yaygın olarak bulunmaktadır. Öğretmenlerde de yaygın olarak bulunan nöromitlerin düzeltilmesi gerektiği çünkü bunun sonucunun eğitim ve öğretim de yanlış doğurgulara neden olabilecektir.

Beynin bölgelerine ait işlevler değerlendirdiğinde bu işlevlerin tamamen beynin o yerine ait olmadığı diğer bölgelerin bağlantısallık sağladığı yapılan çalışmalarla bilinmektedir. Fakat Byrnes ve Fox'un (1998) belirttiği "Beyinde neredeyse bütün işlemler, iki yarıkürenin katılımını gerektirmekte fakat bazı bilgiler bir yarı kürede; bazı bilgilerin ise diğer yarı kürede daha etkili işlenmektedir". Fakat beynin farklı bölgelerine (sağ beyin, sol beyin) ait işlevlerin öğretimi desteklediğine dair deneysel kanıtlar bulunamamıştır (Schunk, 2012). Bu bağlamda araştırma bulgularından ya da popüler bilim dergilerinden oluşturulmuş bilgilerden kaynaklı nöromitlerin olduğu ve bunların sınıf ortamında yanlış kullanılmasından kaçınılması gerekmektedir.

### 1.3 Eğitim ve Sinirbilim

Sinirbilim biyolojik bir bilimdir ve doğal olarak öğretimden ziyade, öğrenme problemlerine biyolojik çözümler sunmakta ve ayrıca eğitim araştırması için faydalı olabilecek gelişmelerin çalışılmasına yeni bakış açıları getirmektedir (Varma, McCandliss, & Schwartz, 2008). Sinirbilim ile birlikte diğer disiplinler ile yapılan araştırmaların sonuçları; insanın kendi beyninin öğrenmeyi hangi süreçlerden geçerek gerçekleştirdiği ve işleyişi bilmesinin daha bilinçli bir birey olmasına katkıda bulunacağı düşünülmektedir. Bireylerin kendi beyinlerinin öğrenmeyi nasıl gerçekleştirdiğine ilişkin bilgileri kazanarak bilişsel farkındalığın artması öğrenmelerinin kendi yönlendiricisi, yöneticisi ve yapılandırıcısı olması yolunda büyük edinimler oluşturabileceği öngörülmektedir (Duman, 2015). Sinirbilim ile eğitim arasında bir ilişkinin olup olmayacağı konusunda bazı araştırmacılar tartışmaya düşmüşlerdir. Örneğin, Bruer (1997) zorlama bir şekilde sinirbilim ve eğitim arasında ilişkinin olabileceğini düşünmektedir. Buna karşın eğitimcilerin ise öğretim ve öğrenimde yeni ilerlemeler sağlayabilmek için sinirbilimsel bulgulara daha fazla yöneldikleri görülmektedir (Byrnes & Fox, 1998; Schunk, 2012).

Bilişsel sinirbilimin önemli bir amacı bilişin sinirsel temellerini anlamaktır (Varma ve diğ., 2008). De Smedt ve Verschaffel (2010) bilişsel sinirbilimin matematikle ilgili bilişsel süreçlerdeki bireysel farklılıkların daha iyi anlaşılmasına yardımcı olabileceğini belirtmişlerdir. Bilişsel sinirbilim açısından öğrenme süreci, sinirsel bağlantılar ve ağlar kurmayı içermektedir (Schunk, 2012). Fakat Varma ve diğerleri (2008) temel bilişsel fonksiyonların yerlerini bilmenin, bize öğretimin dizayn edilmesi konusunda hiçbir şey söylemeyeceğini belirtmiştir. Ayrıca Schunk

(2012) belirli bir iş öğrenmek, beyinde o işle ilgili bölgelerde, lokal değişiklikler oluşturacağını ve bu değişikliklerinde beyinde yeni bir düzen oluşturacağını ifade etmiştir.

Sinirbilim, eğitimde öğrenimi anlamak ile kalmayıp kültürel etkenlerinin etkinlerini de araştırmaktadır (Varma ve diğ., 2008). Örneğin, Tang ve diğ. (2006) doğuştan İngilizce ve Çince konuşan katılımcıların beyin yapılarını, katılımcılar Arap sayılarını toplarken ve karşılaştırırken incelemiştir. Çinli katılımcılar motor alanlarda daha fazla aktivasyon sergilerken, İngiliz katılımcılar dil alanlarında daha büyük aktivasyon sergiledikleri görülmüştür. Araştırmacılar Çin’li çocuklara aritmetiğin abaküs kullanılarak öğretildiği ve bu çocukların sayılara ilişkin bir görsel-motor anlama oluştuğuna dikkat çekmişlerdir. Bu çalışma, bir grup ilginç eğitimsel soruları ortaya atmaktadır.

#### 1.4 Uygulamada Kullanılan Teknolojiler

Yeni teknolojilerin hızlı bir şekilde gelişmesi ve sosyal bilimlerdeki araştırma sorularına sinirbilim metotlarının uygulanmasıyla insan davranışlarındaki beyin aktivitesi ortaya çıkarılmaktadır. Yeni sinirbilim araçları araştırmacılara, davranışsal değerlendirmelerden sonuç çıkarmaktan ziyade beyin fonksiyonlarını doğrudan inceleme fırsatı sunmaktadır (Varma ve diğ., 2008).

Modern görüntüleme cihazları ve değişik türdeki ölçüm ve analiz metotlarıyla birlikte sinirbilim alanındaki çalışmaların eğitime verdiği katkı gün geçtikçe artmaktadır. Sinirbilim ve eğitim alanlarının disiplinler arası çalışmalarla birlikte öğrenme, zihinsel etkinlikler gibi insan beyniyle ilgili konulardaki merak edilen sorulara cevap bulunabileceği öngörülmektedir (Ansari, Coch, & De Smedt, 2011). Örnek olarak, günümüzde kullanılan modern teknolojiler arasında bulunan Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI) (Atherton ve Bart 2001), Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) (Alkire ve diğ. 1995), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI) (Arenaza-Urquijo ve diğ. 2013), Elektroensefalografi (EEG) (Tabakcıoğlu, Çizmeci ve Ayberkin, 2016; Antonenko, Paas, Grabner ve Van Gog, 2010) sayesinde araştırmalar, testler yürütülmekte ve birçok faktörün öğrenmeye etkisi araştırılmaktadır. Bunların yanında konuşma, dil, düşünme, akıl yürütme, okuma, algı, problem çözme gibi birçok kompleks süreç daha detaylı bir şekilde incelenebilmektedir (Dündar, 2013; Dündar ve diğ., 2014; Varma ve diğ., 2008). Kullanılan bu modern teknolojilerin birbirleri arasında güçlü ve zayıf yönlerinin bulunduğu bilinmektedir. Bu teknolojiler arasında yaygın olarak kullanılan EEG ve fMRI cihazlarının zamansal ve uzaysal çözümlemede farklılıkları olduğu bilinmektedir (Debener ve diğ., 2006).

fMRI, milimetreler mertebesinde iyi bir uzaysal çözümleme sağlar. Ancak fMRI’ın zamansal çözümlemesi zayıftır. Beyin aktivitesinin ölçümü, birkaç saniyede oluşan kan akış hızındaki değişimle sınırlıdır. fMRI deneylerinde, katılımcıların silindirik şeklindeki manyetik bir alan içerisinde yatmaları gerekir. Tarama cihazı oldukça seslidir. Bu durum çocuklarla çalışmayı zorlaştırmaktadır. Birçok fMRI paradigmasında, katılımcılar küçük asılı ayna üzerinde

yansıtılan uyarıcıyı görmektedir. Katılımcılar uyarıcıların durumuna göre buton kullanarak cevaplama yapabilmektedirler. fMRI da sözel cevaplar genellikle tercih edilmemektedir çünkü sesli bir ortam olduğu için kayıt yapmakta zorlanılmakta ve çene hareketleri artefektlere neden olabilmektedir. fMRI'nin güçlü ve zayıf yönleri sinir bilimin amacı ile örtüşmektedir ki sinirsel mekanizma araştırmalarını içerisinde yer almakta ancak öğrenme veya değerlendirme üzerine olan bağlamların etkisini içermemektedir (Varma ve diğ., 2008).

Yapılan bir fMRI çalışmasında çocukluk ve gençlik dönemlerinde beyindeki bağlantısallıkların arttığı gözlemlenmiştir. Bir başka çalışmada zihinsel aritmetik ile ilgili, öğrencinin yaşıyla birlikte beyin aktivasyonundaki değişikliklerin ortaya çıkmasıdır (Rivera, Reiss, Eckert, & Menon, 2005). fMRI çalışmaları, matematiksel işlemlerdeki belli beyin bölgelerinin rolünü açıklayabilir. Örneğin, nicel sezgisel anlamayla intra parietel sulcusun ilişkili olduğu (Dehaene, 1997) ve oran, tündengimsel akıl yürütme gibi sayı karşılaştırmalarındaki kompleks işlemler gibi çeşitli matematiksel görevlerin parietel korteksle ilişkili olduğu ortaya çıkmıştır.

Sinirbilim çalışmalarında kullanılan birkaç temel metottan biriside elektrofizyoloji çalışmalarıdır. Bu çalışmalarda beyin aktiviteleri EEG ile ölçülebilmektedir. Araştırmacılar kafa derisine yerleştirilen elektrotlarla sinirsel aktiviteyi ölçmeyi hedeflemektedir. EEG milisaniye mertebesinde zamansal çözümüleme vermektedir. Ancak EEG zayıf bir uzaysal çözümlemeye sahiptir (Varma ve diğ., 2008). EEG araştırmacıya belli bir zamandaki beynin bir bölgesindeki beyin dalgalarının oluşumuna izin verir hem nöral cevap sürecini hem de bilişsel fonksiyonlar arasındaki farklılaşmayı gözlemeleme yeteneği sağlar. Belli bir olaya ilişkin sinirsel aktiviteleri ölçme yeteneğinden dolayı bazı çalışmalar olay bağımlı çalışmalar olarak tanımlanır. Sinirbilim çalışmalarını anlamak için beynin anatomisini temel seviyede anlamak gereklidir. Örneğin yaptıkları çalışmada Kemalasari ve Purnomo (2009) ön lobtaki (frontal) beyin aktivitelerinin baskın olduğu bölgeleri analiz etmişlerdir. Frontal lob planlama, problem çözme, kişilik, davranış ve his fonksiyonlarının kontrolünü sağlayan beynin ön parçası olarak bilinmektedir. Bu çalışmada katılımcıların bulmaca ve matematik sorularını çözerken sol frontal lobun aktif olduğu ortaya çıkmıştır.

### **1.5 Beyin Araştırmaları ile İlgili Literatür Taraması**

Son yıllarda her alanda olduğu gibi matematik eğitiminde de disiplinler arası araştırmalar yaygın eğitimin değerler dizisini sorgulayarak bunun yerine modern ve yenilik anlayışı benimseyen, aktif öğrenme ve öğretmeyi kapsayan metotlardan getirmektedir. Örneğin, matematik eğitimi alanına katkıda bulunan disiplinler arasında eğitim bilimleri, psikoloji, tıp (fizyoloji, sinirbilim vb.), mühendislik bilimleri gibi disiplinler yer almaktadır (Dündar, 2013).

Küresel ölçekte ve ülkemizde uygulanan bu disiplinler arası uygulamaların sonuçları eğitimcilerin önemli veri kaynaklarından. Örnek olarak görüntüleme yöntemleriyle gözlenen problem çözmede kabiliyetli ve kabiliyetsiz öğrencilerin problem çözerken beyin dalgalarının

lokalisasyonlarının başka bölgelerde belirginleştiği görülmektedir. Uygulanan yöntemlerin sorunlara çözüm bulunması gibi durumlarda beyinde ne kadar etkinlik olduğunun anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Bu sayede kişiden kişiye değişen beyin karakteristik detaylarıyla alakalı bilgi sahibi olunmaktadır. Bu sonucu değerlendirdiğimizde bizlere kişiler arasında oluşan farklılığında bir göstergesi olduğu anlamına gelmektedir. Bu çalışmalar sonucunda bulunan çıkarımların eğitimde yararlanılması bireysel farklılığın farkında olunarak öğretim niteliğinin artmasını sağlayacaktır (Dündar ve diğ., 2014).

Kao ve Anderson (2008) yaptıkları çalışmada sol parietel ve sağ prefrontal korteksinin geometrik görevlere en çok cevap veren alanlar olduğunu bulmuşlardır. Kao ve Anderson sağ hemisfer bölgesinde özellikle geometrik bilgileri geri çağırın bölge ile aralarında güçlü bir ilişki olduğunu belirtmişlerdir. Aynı zamanda beyin aktivitesinin güçlüğünün bireylerin matematiksel yetenekleriyle ilişkili olduğu bulunmuştur. Matematiksel üstün yetenekli bireylerin beyinlerinde sağ yarı kürede zengin gelişimler ve aktifliklerin olduğu ortaya çıkmıştır. Bu grup bireylerin bir diğer özellikleri zengin beyin bağlantıları (Geake, 2009) ve iyi yönetilen ve organize edilen durumlarda her iki beyin yarım küresindeki görev uyumlu bölgeyi aktif edebilme yeteneğidir.

Okuma, yazma ve öğrenme gibi karmaşık zihinsel süreçlerde olduğu gibi, matematiksel süreçlerde farklı beyin bölgeleri veya bir takım beyin alanları daha aktif olmaktadır (Sousa, 2001). Beynin frontal ve parietel lobları (üst düzey düşünme becerilerinden sorumlu beyin bölgeleri) matematiksel anlamayı içeren bölgelerdir. Öğrenciler çoğu matematik problemini görmeye ihtiyaç hissederler ve görsel korteks sadece problemi görmekten daha karmaşık bir süreçtir. Sousa (2001) hemen hemen bütün matematiksel düşünmede görsel korteksin katılımının matematiksel problemleri görselleştirmede gerekli olan durumlardan biri olduğunu ileri sürmüştür. Bununla birlikte çocukların matematiksel yeteneği ile görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkileri rapor eden bazı araştırmalar da mevcuttur.

Matematik ile ilgili sinirbilim çalışmaları halen istenilen konumda değildir. Ama bize sayma süreçlerinin ve hesaplama süreçlerinin nasıl geliştiğiyle ilgili bir çerçeve sağlayacak birçok çalışma vardır. Dehaene ve Cohen (1995) sayı kelimelerinin baskın olarak sol yarı kürede Arap harflerinin ise sağ yarı kürede olduğunu ileri sürmüşlerdir. Görüntüleme çalışmaları parietel lobtaki bilateral alanların insanlara iki sayının karşılaştırılması sorulduğunda aktif olduğunu ve bu aktivasyonun sayıların sunuş biçiminden bağımsız olduğunu göstermiştir. Ancak diğer araştırmacılar sayısal karşılaştırma aktivitelerinde sol parietel lobdaki sayısal aktivasyonun daha güçlü olduğunu ve sağ parietel lobda ise çalışan hafızanın ve dikkatin, görsel uzamsal sürecin daha aktif olduğunu ileri sürmüşlerdir (Pesenti, Thioux, Seron, & Volder, 2000).

Waisman vd., (2014) yaptıkları çalışmada matematiksel bilişin kullanımının sinirsel temellerini inceleyen araştırmaları incelemişlerdir. Araştırmaların birçoğu sayı işleme ve temel aritmetik ile ilgili çalışmalardır. Parietal korteksin sözel problem çözme (Newman, Willoughby, & Puce, 2011), cebirsel denklem ve geometri ispatları oluşturma (Anderson, Betts, Ferris, &

Fincham, 2011) gibi karmaşık matematiksel işlemeye dâhil olduğu bulunmuştur. Görüntüleme araştırmaları frontal korteksi, özellikle lateral inferior prefrontal korteksi, kısmen ileri matematiksel problem çözme ile bağlantılandırmıştır (Anderson ve diğ., 2011). Cebirsel problem çözme ile ilgili araştırmaların çoğu yetişkinlerle yapılmış araştırmaları içermektedir.

Lin vd., (2012) yaptıkları çalışmanın amacı, mental problemleri çözerken katılımcıların beyin aktivitelerini incelemektir. Araştırmada problem zorluğunun katılımcıların cevaplarını nasıl etkilediği ve farklı beyin bölgelerindeki EEG aktivitelerinin nasıl değiştiği incelenmiştir. Çözüm sürelerinin problem zorluğu arttıkça arttığı bulunmuştur. EEG sonuçları katılımcılar arasında sağ-orta beta, sol parietel teta, sol oksipital teta ve alfa, sağ parietel alfa ve beta, orta frontal beta ve orta central teta güçlerinin görev zorluğu arttıkça düştüğü bulunmuştur. Yavaş problem çözenler sağ hemisferde daha büyük frontal teta aktivitesi sergilerken, hızlı çözenlerde ters hemisferik asimetri örnekleri ortaya çıkmıştır. Bununla birlikte, problem çözme sırasında uzamsal-temporal beyin dinamiklerinin analizi, deneklerin çözüme vardıkça daha güçlü alfa ve beta güç baskısı ve teta güç artışı olduğunu göstermiştir. Bu bulgular, matematik tabanlı problem çözmeye aracılık eden kortikal aktivitelerin daha iyi anlaşılmasını ve matematik öğrenme ve eğitiminde kullanılacak faydalı bilgiler edinilmesini sağlamaktadır.

Literatür araştırması sonucunda beynin nasıl çalıştığı veya bilgiyi nasıl işlediği ile ilgili süreçlerin Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), Pozitron Emisyon Tomografisi (PET), Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRI), Elektroensefalografi (EEG) gibi yöntemler yardımıyla daha iyi anlaşılabilirliği görülmektedir. Bununla birlikte yapılan bir çok araştırmada matematik yeteneği olan bireylerin beyin aktivitelerinin diğer bireylere göre farklı olduğu ortaya konulmaktadır. Literatürde yer alan bu tür çalışmaların kişinin nasıl daha iyi öğreneceği sorularına cevap oluşturacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda literatürdeki çalışmalar değerlendirilmiş ve sonuçları eğitimsel boyutu düşünülerek makalemizin sonraki bölümünde analiz edilmiştir.

## 2.YÖNTEM

Bu çalışmada öncelikli olarak, bibliyotmetrik yöntemler kullanılarak derin bir literatür taraması yapılmış ve bu alanda yapılan çalışmalara genel bir bakış sağlanmıştır. Literatür taramasında çalışmamızın amacını yansıtan matematiksel problem çözme, sinirbilim ve eğitim, Nörofizyoloji ve Frenoloji gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Araştırmamızda bu alanda yayınlanan bir çok çalışma incelenmiş ve çalışmamız amacı ve kapsamı açısından uygun olan on adet çalışma analiz edilmeye çalışılmıştır. Araştırma sonuçları bulgular bölümünde sunulmuş ve tartışılmıştır. Son olarak, çalışma sonuçları ve gelecekteki çalışmalar için öneriler sunulmaktadır.

## 3.BULGULAR

Son yıllarda yaşanan gelişmeler ve değişimler, birçok disiplinler arası çalışmaların beraber yürütülmesi gerektiğinin önemi ortaya çıkarmıştır. Beyin ve öğrenme üzerine yapılan, öğrenmenin nasıl gerçekleştiği sorusuna cevap arayan araştırmaların bulgularına bakıldığında



geleneksel eğitim hakkındaki inançların yerini kaybederek yeni ve bilimsel eğitim metodların önem kazandığı görülmüştür. Öğrenmenin yapısının öğrenilmesi, beynin fonksiyon ve işlevleri, doğru öğrenimin sürecisinin gerçekleşmesi için yol gösterici olmaktadır.

Beyin görüntüleme alanındaki cihazların teknolojik olarak gelişim göstermesi ile birlikte sinirbilim metotlarının uygulanmasıyla insan davranışındaki beyin aktivitesi ortaya çıkarılarak net bulgular elde edilmektedir. Bu teknolojiler beyin fonksiyonlarının doğrudan incelenmesine olanak sağlamaktadır. Modern görüntüleme cihazları ve değişik türdeki ölçüm ve analiz metotlarıyla birlikte sinirbilim alanında yapılan çalışmaların eğitime verdiği katkı gözlemlenmiştir.

Çocukların matematik yeteneği ile görselleştirme yetenekleri arasındaki ilişkiler rapor edilmiş, sayı kelimelerinin baskın olarak sol yarı kürede, Arap harflerinin ise sağ yarı kürede beyin dalgalarının lokalizasyonunu yükselttiği görülmüştür. Ayrıca sayısal karşılaştırma aktiviteleri sonucunda sol parietal lobdaki sayısal aktivasyonunun sağa göre daha yüksek olduğu ve sağ parietal lobda hafızanın, dikkatin ve görsel uzamsal sürecin daha aktif olduğuna dikkat çekilmiştir.

Dünya genelinde ve ülkemizde uygulanan bu uygulama ve araştırmaların sonuçları eğitim ve öğrenim sürecini sağlayan öğretmenler için önemli bir veri kaynağı haline gelmiştir. Örnek olarak görüntüleme yöntemleriyle gözlenen başarılı ve başarısız öğrencilerin problem çözerken beyin dalgalarının lokalizasyonlarının farklı bölgelerde aktifleştiği ve belirgenleştiği görülmektedir. Beynin yapısının ve işlevlerinin kişiden kişiye farklılık göstererek kişiler üzerinde daha ön plana çıkması anlamı gelmektedir. Bu çalışmalar sonucunda bulunan çıkarımların eğitimde yararlanılması bireysel farklılığın farkında olunarak eğitim ve öğretimin kalitesinin artmasına olanak sunacaktır.

**Tablo 1. Literatürde Öne Çıkan Çalışmalar**

Yazar(lar)	Makalelerin Amacı	İnceleme Unsurları
Kao, Y. S., Douglass, S.A., Fincham, J. M., & Anderson, J. R. (2008).	Geometri görevlere cevap veren alanların fMRI ile tespit edilmesi	Sol parietal ve sağ prefrontal korteksinin geometrik görevlere en çok cevap veren alanlar olduğunu bulmuşlardır
Geake, J. (2008)	Eğitimde nöromiyolojiler	Bireylerin yarı kürelerini aktif edebilme yeteneği
Dehaene, S. (1997).	Anatomik ve işlevsel bir sayı işleme modeli geliştirme	Sayı kelimelerinin baskın olarak sol yarı kürede Arap harflerinin ise sağ yarı kürede olduğunu ileri sürmüşlerdir. Ayrıca parietal lobtaki

		bilateral alanların insanlara iki sayının karşılaştırılması sorulduğunda aktif olduğunu bulmuştur.
Pesenti, M., Thioux, M., Seron, X., & Volder, A. D. (2000).	Arapça sayı işleme, sayısal karşılaştırma ve basit eklemenin nöroanatomik substratlarının PET ile incelenmesi	Sayısal karşılaştırma aktivitelerinde sol parietal lobdaki sayısal aktivasyonun daha güçlü olduğunu ve sağ parietal loba ise çalışan hafızanın ve dikkatin, görsel uzamsal sürecin daha aktif olduğunu ileri sürmüştür.
Waisman, I., Leikin, M., Shaul, S. ve Leikin, R. (2014).	Matematiksel üstün yetenekli bireylerde beyin aktivitesi.	Parietal korteksin sözel problem çözmede etkili olduğu bulunmuştur.
Newman, S. D., Willoughby, G., & Pruce, B. (2011).	Matematiksel ve beyin aktivitesi.	Parietal korteksin sözel problem çözme etkili olduğu bulunmuştur.
Anderson, J.R., Betts, S., Ferris, J.L., & Fincham, J.M. (2011).	Matematiksel problem çözmede bilişsel ve üstbilişsel aktivite	Parietal korteksin cebirsel denklem ve geometri ispatları oluşturmada etkili olduğu bulunmuştur. Ayrıca frontal korteksi, özellikle lateral inferior prefrontal korteksi, kısmen ileri matematiksel problem çözme ile bağlantılandırmıştır
Lin, C.-L., Jung, M., Wu, Y. C., Lin, C.-T., & She, H.-C. (2012).	Mental problemleri çözerken katılımcıların beyin aktivitelerini incelenmiştir.	Sağ-orta beta, sol parietal teta, sol oksipital teta ve alfa, sağ parietal alfa ve beta, orta frontal beta ve orta central teta güçlerinin görev zorluğu arttıkça düştüğü bulunmuştur. Ayrıca Yavaş problem çözenler sağ hemisferde daha büyük frontal teta aktivitesi sergilerken, hızlı çözenlerde ters hemisferik asimetri ortaya çıkmıştır.

Kemalasari, & Purnomo, M. H. (2009).	Beyin aktivitelerinin baskın olduğu bölgelerin analizi.	Bulmaca ve matematik sorularını çözerken sol frontal lobun aktif olduğu
Rivera, Reiss, Eckert, & Menon, 2005	fMRI ve matematiksel işlemler	Nicel sezgisel anlamayla intra parietel sulcusun ilişkisi

#### 4.TARTIŞMA ve SONUÇ

Sinirbilim alanında yapılan araştırmaların son yıllardaki sonuçlarına bakıldığında matematik eğitime değerli katkılar sunduğu görülmekte ve birtakım araştırmaların bulgu ve çıkarımları matematik alanında önem arz eden noktalara işaret göstermektedir. Örnek olarak öğrenme sürecinde yaşanan zorluklarda kişilerin özellikleri bilindiği takdirde, destekleyici eğitim gereçlerinin kullanılması ile birlikte eğitim koşullarının yeniden dizayn edilmesiyle bu zorlukların giderilmeye çalışıldığı gözlemlenmiş ve kişilerin zihinsel faaliyetlerinin de artış gösterdiği sonucuna varılmıştır. Beyin araştırmaları, akademik bilginin temel olarak sol yarıkürede, bağlamın ise sağ yarıkürede işlendiğini yapılan araştırmalar sonucunda ortaya çıkmıştır. Öğrenmenin daha anlamlı hale getirilmesi ve böylece daha kapsamlı sinirsel bağlantıların kurulabilmesi için öğretmenlerin içeriğin yanında bağlama da mümkün olan en geniş şekilde yer vermeleri gereğini ortaya koymaktadır (Schunk, 2012).

Susac ve Braeutigam (2014) sinirbilimin matematik eğitime nasıl etki edeceğini tartışmaya açmışlardır. Bu tartışmada hangi matematik müfredatı hangi yaşta verilmeli, paralel olarak hangi beceriler geliştirilmeli ve özel öğrenme güçlüklerinin erken teşhis ve müdahalelerinin etkilerinin güvenilir bir biçimde nasıl değerlendirileceği şeklindedir. Tartışma konularının sinirbilim tarafından ele alınması eğitim ile iş birliğini gerektirmektedir. Ayrıca bu konuların boyutsal araştırmalar ile incelenmesi gerektiği düşünülmektedir. Susac ve Braeutigam'ın ortaya koydukları bu konuların araştırılıp sınıf ortamına adapte edilebilmesi eğitim-öğretim açısından fayda sağlayacaktır.

Yapılan araştırmalarla bilişsel sinirbilim ile eğitim araştırmaları arasında karşılıklı etkileşimlerin olduğu görülmüştür. Eğitimciler öğretme ve öğrenme gayretinde olduklarından ve bu bilişsel durumların beyinde oluşması sebebiyle beyin incelemelerine özel olarak ilgi duydukları gözlemlenmiştir. Beyin tarama ve görüntüleme araçlarının gelişen teknolojiyle birlikte daha iyi seviyelere gelmesiyle birlikte beynin yapısını keşfetmek ve işlevlerini anlamak için yeni imkanlar yaratmaktadır. Eğitimsel sinirbilim ve bilişsel sinirbilim gibi disiplinler arası çalışmaların kişinin nasıl daha iyi öğrendiği ile öğrendiği ile ilgili anlayışa katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Keleş ve Çepni'nin (2006) ifade ettiği gibi beynin işleyişinin temel aşamalarının öğrenilip, beynin yapısını ve çalışma anlayışını tanımlamayı amaç haline getiren model ve fikirlerin bilinmesi ve öğrenmeye etken olan başlıca faktörlerin daha iyi anlaşılmasını sağlayacaktır. Sinirbilim ile yapılacak eğitimsel boyuttaki çalışmaların ve sonuçlarının sınıf koşullarında uygulanmasıyla ilgili çalışma sonuçlarına değinilmesiyle beraber bu çalışma sonuçlarının önem kazanacağı düşünülmektedir. Fakat beyin araştırmalarının birçoğu beyin

işlevlerinin bozuklukları üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Schunk'a (2012) göre sınıflarda engelli öğrenciler bulunduğu için bu araştırmalar bir oranda eğitimle bağlantılı olsalar da öğrencilerin çoğunda beyin işlevleri bozukluğu bulunmadığından, bulgular tipik öğrenciye pek uygulanabilir olmadığını ifade etmiştir.

Eğitimsel sinirbilimin ilk günlerinden itibaren, sinirbilimsel verinin doğrudan sınıf uygulamasının olabilirliği ile ilgili şüpheli görüşler bulunmaktadır (Bauer, 1997). Sinirbilime ilişkin artan toplum ilgisi, bazı bilim adamlarının nöromit olarak adlandırdığı durumlara yol açmıştır. Öyle ki neredeyse birçok yayın organı ile inançlar gerçeklere dönüştüğü ortaya çıkmıştır (bazı insanların sol beyinli bazılarının ise sağ beyinli olması veya insanların beyninin sadece %10'unu kullanması gibi). Doğrulanmamış nöromite dayalı öğretim ve öğrenme metotları kullanılmakta ve bu durumda endişe oluşturmaktadır. Ayrıca öğretmenlere ve eğitimsel uzmanlara bu durumların reklamı da yapılmaktadır (Goswami, 2006). Ansari ve Coch (2006) bu ve benzeri durumların öğrenmeyi etkilediğini ifade etmiştir.

Sonuç olarak, herhangi bir bilişsel bir durumda beynin karakteristik özelliklerini bilmek, yapılan aktivitenin amaca ulaşmasında en büyük etkenlerden birisi olacağı ve bireyin kendi beyin potansiyelinin farkına varmasını sağlanacağı düşünülmektedir. Bireylerin bilişsel, yetenek gibi durumlarda beyin bölgelerinin aktivite durumlarının nasıl olduğunu bilmenin, onlara karşı nasıl eğitim-öğretim verileceği konusunda en büyük yardımcı kaynağın olacağı düşünülmektedir. Ayrıca verilen göreve uygun beyin bölgelerinin aktifliklerinin bilinmesi bireysel farklılıkların dikkate alarak daha nitelikli öğrenme ve öğretme süreçlerini olabileceği düşünülmektedir.

Eğitim alanında beyin araştırmalarının ülkemizde hızla artmasının sağlanması için gerek lisans gerekse lisansüstü eğitimlerde temel fizyolojik derslerin verilmesi önerilir. Bunun nedeni ise bir bireyin beynin çalışma mekanizmasını ve hangi bilişsel faaliyetlerde bireysel farklılıklara göre beynin bölgelerinin aktiflik durumunu bilmesi daha etkin öğrenme-öğretme süreci içereceği düşünülmektedir. Bu çalışmada teoriksel bilgi ile birlikte matematik ile ilgili yapılan çalışmaların bulguları ortaya konarak farkındalık oluşturulmaya çalışılmıştır. Ayrıca ülkemizde sinirbilim ve eğitim ilişkisine değinen Türkçe çalışmaların az olması araştırmacıların farkındalığın artmamasına neden olduğu düşünülerek bu çalışma hazırlanmıştır. Benzer çalışmalarda diğer disiplinler ile ilgili hazırlanarak yapılacak deneysel araştırmalar ve araştırmacılar için yol gösterici olacaktır.

## KAYNAKÇA

- Alkire, M. T., Haier, R. J., Barker, S. J., Shah, N. K., Wu, J. C., & Kao, J. Y. (1995). Cerebral metabolism during propofol anesthesia in humans studied with positron

emission tomography. *Anesthesiology: The Journal of the American Society of Anesthesiologists*, 82(2), 393-403.

Anderson, J.R., Betts, S., Ferris, J.L., & Fincham, J.M. (2011). Cognitive and metacognitive activity in mathematical problem solving: prefrontal and parietal patterns. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, 11(1), 52-67.

Ansari, D., & Coch, D. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in cognitive sciences*, 10(4), 146-151.

Ansari, D., Coch, D., & De Smedt, B. (2011). Connecting Education and Cognitive Neuroscience: Where will the journey take us? *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 37-42.

Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R., & Van Gog, T. (2010). Using electroencephalography to measure cognitive load. *Educational Psychology Review*, 22(4), 425-438.

Arenaza-Urquijo, E. M., Landeau, B., La Joie, R., Mevel, K., Mézenge, F., Perrotin, A., ve ark. (2013). Relationships between years of education and gray matter volume, metabolism and functional connectivity in healthy elders. *Neuroimage*, 83, 450-457

Arslan, M. (2015). *Öğrenmenin nörofizyolojisi ve öğretimde yeni yaklaşımlar*. Ankara: Anı Yayıncılık.

Atherton, M., & Bart, W. (2001). Education and fMRI: Promise and cautions.

Bruer, J.T. (1997). Education and the brain: A bridge too far. *Educational researcher*, 4-16.

Byrnes, J.P. (2001). *Minds, brains, and learning: Understanding the psychological and educational relevance of neuroscientific research*. New York: Guilford Press.

Byrnes, J.P., & Fox, N.A. (1998). The educational relevance of research in cognitive neuroscience. *Educational Psychology Review*, 10(3), 297-342.

Çakıroğlu, M.(2015). *Frenoloji'nin bilim tarihindeki yeri ve bilim anlayışına etkileri*. Paper presented at the Felsefe, Eğitim ve Bilim Tarihi Sempozyumu, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi.

De Smedt, B., Ansari, D., Grabner, R.H., Hannula, M.M., Schneider, M., & Verschaffel, L. (2010). Cognitive neuroscience meets mathematics education. *Educational Research Review*, 5(1), 97-105.

De Smedt, B., & Verschaffel, L. (2010). Traveling down the road: from cognitive neuroscience to mathematics education... and back. *ZDM*, 42(6), 649-654.

Debener, S., Ullsperger, M., Siegel, M., & Engel, A. K. (2006). Single-trial EEG-fMRI reveals the dynamics of cognitive function. *Trends in cognitive sciences*, 10(12), 558-563.

Dehaene, S. (1997). *The number sense*. NewYork, NY: Oxford University Press.

Dehaene, S., & Cohen, L. (1995). Towards an anatomical and functional model of number processing. *Mathematical cognition*, 1(1), 83-120.

- Dolu, N. (2015). Öğrenmenin nörofizyolojisi. In M. Arslan (Ed.), *Öğrenmenin nörofizyolojisi ve öğretimde yeni yaklaşımlar* (pp. 1-27). Ankara: Anı Yayıncılık.
- Duman, B. (2015). *Neden beyin temelli öğrenme?* Ankara: Pegem Akademi.
- Dündar, S. (2013). *Öğrencilerinin beyin dalgalarının problem çözme sürecinde incelenmesi*. (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Dündar, S. (2014). *Disiplinler araştırmalara yönelim: Sinirbilim ve Eğitim*. I. Uluslararası Avrasya Eğitim Araştırmaları Kongresi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Dündar, S., Canan, S., Bulut, M., Özlü, Ö., & Kaçar, S. (2014). The investigation of brain waves in problem solving process. *Journal of Education Faculty*, 16(2), 1-23. doi:http://dx.doi.org/10.17556/jef.72111
- Geake, J. (2008). Neuromythologies in education. *Educational Research*, 50(2), 123-133.
- Geake, J. (2009). Neural interconnectivity and intellectual creativity: Giftedness, savants and learning styles. In T. Balchin, B. Hymer, & D. J. Matthews (Eds.), *The Routledge international companion to gifted education* (pp. 10-17). London: Routledge.
- Goswami, U. (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 1-14.
- Goswami, U. (2006). Neuroscience and education: from research to practice? *Nature Reviews Neuroscience*, 7(5), 406-413.
- Kao, Y. S., Douglass, S.A., Fincham, J. M., & Anderson, J. R. (2008). Traveling the Second Bridge: Using fMRI to Assess an ACT-R Model of Geometry Proof Department of Psychology. Paper 94. <http://repository.cmu.edu/psychology/94>.
- Keleş, E., & Çepni, S. (2006). Beyin ve öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 66-82.
- Kemalasari, & Purnomo, M. H. (2009). *Analysis the dominant location of brain activity in frontal lobe using K-means method*. Paper presented at the Instrumentation, Communications, Information Technology, and Biomedical Engineering (ICICI-BME), 2009 International Conference on.
- Lin, C.-L., Jung, M., Wu, Y. C., Lin, C.-T., & She, H.-C. (2012). *Brain dynamics of mathematical problem solving*. Paper presented at the Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC), 2012 Annual International Conference of the IEEE.
- Newman, S. D., Willoughby, G., & Pruce, B. (2011). The effect of problem structure on problem-solving: an fMRI study of word versus number problems. *Brain research*, 1410, 77-88.
- Organisation for Economic Cooperation, and Development [OECD], (2002). *Understanding the Brain: Towards a New Learning Science*, Paris.
- Pesenti, M., Thioux, M., Seron, X., & Volder, A. D. (2000). Neuroanatomical substrates of Arabic number processing, numerical comparison, and simple addition: A PET study. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, 12(3), 461-479.

Rivera, S. M., Reiss, A., Eckert, M. A., & Menon, V. (2005). Developmental changes in mental arithmetic: evidence for increased functional specialization in the left inferior parietal cortex. *Cerebral Cortex*, 15(11), 1779-1790.

Schunk, D. H. (2012). *Learning Theories: An Educational Perspective*. Boston: Pearson Education.

Susac, A., & Braeutigam, S. (2014). A case for neuroscience in mathematics education. *Frontiers in human neuroscience*, 8. doi:10.3389/fnhum.2014.00314

Tabakcioğlu, M., Çizmeci, H., & Ayberkin, D. (2016). Neurosky EEG biosensor using in education. *International Journal of Applied Mathematics Electronics and Computers*, (Special Issue-1), 76-78.

Tang, Y., Zhang, W., Chen, K., Feng, S., Ji, Y., Shen, J., . . . Liu, Y. (2006). Arithmetic processing in the brain shaped by cultures. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 103(28), 10775-10780.

Varma, S., McCandliss, B. D., & Schwartz, D. L. (2008). Scientific and pragmatic challenges for bridging education and neuroscience. *Educational researcher*, 37(3), 140-152.

Waisman, I., Leikin, M., Shaul, S., & Leikin, R. (2014). Brain activity associated with translation between graphical and symbolic representations of functions in generally gifted and excelling in mathematics adolescents. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(3), 669-696.

## **Reflections of Brain Researches to Education:**

### **Toward Education of Future**

#### **Summary**

Changes and developments in recent years revealed the necessity of interdisciplinary work together with emerging technologies as causing transformation in many areas. It was stated that the aim of interdisciplinary research is to search answers for the question of how learning occurs. With this aim, researches has been conducted to understand the nature of learning, to know how synaptic connections are constructed through learning, to reveal which brain areas are active during a cognitive process and what relationship exists between these areas. The aim of this study, therefore, is to point out the importance of brain research, introduce which devices are used while conducting research and discuss implications of conducted research in terms of education.

It is seen that important contributions of neuroscience research exist for mathematics education and results of some research indicate some important points. As an example, in the situation of knowing the features of students with learning difficulties in learning process, it was

seen that these difficulties were tried to overcome as a result of organizing learning environment together with the use of promotive education materials and it was found that intellectual activities of the students increased. As a result of conducted research, brain research revealed that academic knowledge is basically related with left hemisphere while context is processed in right hemisphere. Therefore, research results showed that teachers should give importance to context together with content for making learning more meaningful and therefore more comprehensive neural connections to be created.

It is seen in conducted studies that there is a reciprocal interaction between cognitive neuroscience and education research. Since educators are in pursuit of learning and teaching and these cognitive situations occurs in brain, it was observed that educators are interested in brain research. Together with emerging technology, appearing of brain imaging tools provide new opportunities to investigate and understand brain. It is thought that interdisciplinary studies as cognitive and educational neuroscience contribute to the understanding of how people learn better. Learning of brain functioning at basic level will provide better understanding of ideas and models aiming to explain the structure and functioning of brain and basic factors affecting learning. By giving place to research results related with application of findings of studies conducted about neuroscience in the dimension of education to classroom environment, it is thought that these research results will be cared.

As a consequence, it is thought that knowing characteristic features of brain during any cognitive activities will be one of major factors for the activity to achieve its aim and will provide an individual to notice his/her own brain potential. It is also thought that knowing activity status of brain areas in the situation of ability will be the most effective source about educating these individuals. Moreover, it is thought that knowing the activity status of brain areas appropriate to task will provide more qualified learning and teaching processes by taking individual differences into account.