

## **Problem Çözme Sürecinde Beyin Dalgalarının İncelenmesi\***

### **The Investigation of Brain Waves in Problem Solving Process**

DOI: <http://dx.doi.org/10.17556/jef.72111>

---

Sefa DÜNDAR \*\*, Mehmet BULUT \*\*\*, Sinan CANAN \*\*\*\*, Özkan ÖZLÜ \*\*\*\*\*  
Sezgin KAÇAR \*\*\*\*\*, İlyas ÇANKAYA \*\*\*\*\*

#### **Özet**

Bilişsel sinirbilimin eğitime sunduğu fırsatlardan birisi de öğrenme sürecinde bireysel farklılıkların anlaşılmasını sağlamasıdır. Dolayısıyla eğitimde sinirbiliminden faydalanabilmek için disiplinler arası çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu disiplinler arası araştırmalar matematiksel düşüncenin nerde ve nasıl oluştuğuna dair bulgulara ulaşabilmek için önemli görevler üstlendiklerini söyleyebiliriz. Sinirsel mekanizmaların anlaşılmasına katkı sağlayabilmek için bu araştırmada farklı bilişsel stillere sahip öğrencilerin aritmetik problemlerini çözme sürecindeki beyin aktiviteleri elektrofizyolojik olarak incelenmiştir. Bilişsel stilleri farklı olan öğrencilerin aritmetik problemleri çözerken beyin dalgalarına ait asimetri indeks değerlerinin loblara göre analizi yapıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar belirlenmiştir. Analiz sonuçları belirlenerek yorumlar yapılmıştır. Bu bağlamda, bilişsel stilleri farklı olan öğrencilerin problem çözme sürecinde beyin aktivasyon yapısı farklılık göstermektedir.

**Anahtar Sözcük:** matematik eğitimi, beyin dalgaları, bilişsel stil

#### **Abstract**

One of the opportunities offered in education by cognitive neuroscience in the learning process is to provide an understanding of individual differences. Therefore, in order to benefit from educational neuroscience, interdisciplinary studies are needed. It can be said that interdisciplinary researches take on an important mission to reach findings of how and where the mathematical thinking is formed. The aim of the study is to investigate the brain activities of students with different cognitive styles as electrophysiological in the process of solving different mathematic problems to contribute the understanding of neural mechanisms in mathematics education. Statistically significant differences were found between the two groups when the asymmetry index values of the brain waves of students with different styles were analyzed in terms of cerebral lobes while they were solving

---

\* Bu çalışma, Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü Matematik Eğitimi (ilköğretim) ABD'nda Sefa DÜNDAR tarafından tamamlanmış "Öğrencilerin Beyin Dalgalarının Problem Çözme Sürecinde İncelenmesi" adlı doktora tezinin bir kısmından faydalanılmıştır.

\*\* Yrd.Doç.Dr., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, sefadundar@gmail.com

\*\*\* Doç.Dr., Gazi Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, mehmetbulut@gazi.edu.tr

\*\*\*\* Doç.Dr., Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Tıp Fakültesi, sinancanan@ybu.edu.tr

\*\*\*\*\* Uzm., Abant İzzet Baysal Üniversitesi, ozkanozlu@ibu.edu.tr

\*\*\*\*\* Arş.Gör., Sakarya Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, skacar@sakarya.edu.tr

\*\*\*\*\* Doç.Dr., Yıldırım Beyazıt Üniversitesi, Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi, icankaya@ybu.edu.tr

arithmetic problems. Brain activation structures of the participants with different cognitive styles diverge in the process of solving arithmetic problems..

**Keywords:** mathematics education, brain waves, cognitive styles

## Giriş

Disiplinler arası araştırmaların, matematiksel düşüncenin nerde ve nasıl oluştuğuna dair bulgulara ulaşabilmek için önemli görevler üstlendiklerini söyleyebiliriz (Dünder ve Bulut, 2014). Yapılan araştırmalar sonucunda matematiksel sinir aktivitenin nasıl olduğu ile ilgili bilgilere sahip olmaktayız. İnsan beyinde öğrenmenin nasıl gerçekleştiği sorusuna cevap arayan disiplinler arası çalışmaların amacı, öğrenmenin doğasını anlayabilmek, öğrenme sırasında bir hücrenin diğerine nasıl bağlandığını, beyin hangi bölgelerinin aktif olduğunu ve bu bölgelerde oluşan diğer olayların birbirleriyle olan ilişkisini incelemektir (Goswami, 2004). Bu bağlamda disiplinler arası çalışmalar, öğrenmenin beyinde gerçekleşmesi nedeniyle beyin yapısının bilinmesi, öğrenme sürecinde beyin fonksiyonları konusunda detaylı bilgiler edinilmesi, öğrenim sürecinin yeniden değerlendirilmesine katkı sağlayacaktır.

Son yıllarda, eğitim sistemi içerisinde öğrencilerin nasıl düşündükleri ve nasıl öğrendikleri tartışılan konular arasında yer almaktadır (Güven ve Kürüm, 2004). Dolayısıyla günümüzde eğitim ve öğretim alanında yapılan çalışmaların ön plana çıkardığı en önemli kavramlardan birisi de bireysel farklılıklardır (Karaçam ve Ateş, 2010). Farklı bilişsel stillere sahip öğrencilerin bilgi işleme becerileri ve eğilimleri arasında bireysel farklılıklar olduğu bilinmektedir. Bu alandaki araştırmalar büyük bir hızla artsa da henüz çözüme kavuşturulamamış birçok soru bulunmaktadır (Dünder, 2013). Özellikle son on yılda, insan beyinin çalışması konusunda yapılan araştırmalar “öğrenme, hafıza, zekâ ve duygu” gibi eğitim için olmazsa olmaz olan bilişsel davranışları anlamamızı büyük ölçüde zenginleştirmiştir (Geake ve Cooper, 2003).

Sinirbilimin yer aldığı disiplinler arası araştırmalar eğitim ve eğitimcilerle ilgili fırsatlar sunmaktadır (Van Nes, 2011). Özellikle bilişsel sinirbilimin özel eğitim gereksiniminin erken teşhisinde, çeşitli öğretim materyallerinin etkilerinin izlenmesi ve karşılaştırılmasında, öğrenmede bireysel farklılıkların daha iyi anlaşılması ve öğrenciye en

uygun öğretim yolunun bulunması gibi fırsatları sunduğu görülmektedir (Goswami, 2004).

Son zamanlarda bilişsel sinirbilim ile eğitim arasındaki ilişki üzerine büyüyen bir ilgi ve tartışma olduğu görülmektedir (Ansari ve Coch, 2006). Yapılan literatür incelemesinde beyin araştırmalarının hızla arttığı ve eğitim-öğretimde sinirbilim gibi disiplinlerin öğretmen yetiştirme programlarında yer alması gerekliliği ortaya çıkmıştır. Eğitimde daha iyi sonuçlar almak için bilişsel sinirbilimciler ya da öğretim elemanları tarafından öğretmen adaylarına bilişsel sinirbilim donanımı sağlanmalıdır (Ansari ve Coch, 2006).

Bilişsel sinirbilim zihnin psikolojik kuramlarının durumlarında beyin aktivitelerini yorumlamak ve bilişsel fonksiyonlarını anlamak için Fonksiyonel Manyetik Rezonans Görüntüleme (fMRI), Elektroensefalografi (EEG) gibi araçlar beyin aktivitesinin ölçümlerinde kullanılmaktadır. Son on yıl içinde bilişsel sinirbilim ve eğitim araştırmalarının her ikisinde matematik öğrenme üzerine verimli araştırmalar yapılmıştır. Temel sayı işleme ve aritmetik öğrenmenin sinir ilişkileri hakkında Ansari (2008), Zamarian, Ischebeck ve Delazer (2009) tarafından yapılan çalışmalar örnek olarak gösterilebilir. Ayrıca bilişsel sinirbilim disleksi, diskalkuli gibi öğrenme güçlüklerini anlamayı da amaçlamaktadır. Bilişsel ve eğitim kuramları ile sinirbilim araştırma sonuçlarının birleşimi sayesinde çocukların öğrenme anlayışının daha iyi ve derinlemesine anlaşılacağı umulmaktadır.

Sinirbilim ve eğitim arasındaki ilişki konusunda çok kuramsal tartışmalar olurken, araştırmacılar sinirbilim ve eğitimi açısından disiplinlerarası araştırma alanına sebebiyet veren her iki disipline karşı işbirliği başlatmışlardır (Smedt, Ansari, Grabner, Hannula, Schneider, ve Verschaffel, 2010). Sinirbilim araştırmalarının matematik eğitimine önemli katkıları olduğu görülmektedir (Dünder, 2013). Örnek olarak yapılan bir araştırmada öğrencilerin nitelikleri bilindiği takdirde, destekleyici eğitim materyallerinin kullanılmasıyla ve eğitim ortamlarının düzenlenmesi sonucunda öğrencilerin öğrenme sürecinde yaşadıkları zorlukların giderilebildiği gözlenmiş ve öğrencilerin zihinsel etkinliklerinin de arttığı sonucuna ulaşılmıştır (De Jong ve diğ., 2009).

Geleceğin beyni, tüm gücünü düşünceye, düşünmeyi düşünmeye, düşünmeyi öğrenmeye ve beyin dalgalarını çözmeye,

anlamaya ve yorumlamaya vereceği düşünülmektedir (Duman, 2007). Beynin yapısı ve nasıl çalıştığını öğrenmek oldukça karmaşık olmasına karşılık biyolojinin beyin ve sinir sistemi ile ilgilenen dalı olan sinirbilim sayesinde çeşitli veriler ortaya çıkarılmaktadır (Demirel, 2003). Sinirbilim çalışmalarıyla elde edilen bu veriler sayesinde eğitimde yeni yönelimler sağlanacağı düşünülmektedir. Bu bağlamda Wolfe'ye (2007) göre öğrenmenin beyin ile ilgili bir organ olması nedeniyle eğitimcilerin beyin araştırmalarına ayrı bir önem verdiğini ifade etmiştir.

Dünyada ve ülkemizde yürütülen çalışmaların bulguları eğitimciler için önemli veriler sağlamaktadır. Örneğin görüntüleme teknikleri ile incelenen yetenekli ve yetenekli olmayan öğrencilerin problem çözme sürecinde beyin dalgalarının lokalizasyonları farklı yerlerde belirginleşmektedir (Singh ve O'Boyle, 2004). Kullanılan yöntemlerle problem çözme gibi zihinsel işlev durumlarında beyinde ne gibi etkinlikler olduğunu anlamamıza yardımcı olmaktadır. Bu bağlamda bireylerin beyin karakteristik özellikleri hakkında da bilgi sahibi olmaktayız. Bu sonuç bizlere bireyler arasındaki farklılığı göstermektedir. Bu ve benzeri sonuçların eğitimde kullanılması eğitim ortamlarının bireylerin niteliklerine göre düzenlenmesi gerektiğini göstermektedir.

Lin, Jung, Wu, Lin ve She (2012) yaptıkları çalışmada katılımcıların zihinsel matematik problemi çözerken beyin aktivitelerini incelemeyi amaçlamışlardır. Bu çalışmada elektroensefalogram (EEG) kullanılarak katılımcıların problem yanıtlarına göre farklı beyin bölgelerinin nasıl etkilendiği araştırılmıştır. Genel olarak, matematik problemlerinin çözüm latanslarının (süre) problemlerin zorluğuna bağlı olarak arttığı bulunmuştur. EEG sonuçları, problemlerin zorluğu arttıkça katılımcıların genelinde sağ-central beta, sol-parietal teta, sol oksipital teta ve alfa, sağ-parietal alfa ve beta, orta-frontal beta ve orta-central teta gücünün azaldığını göstermektedir. Bu çalışmada problem çözme performansının etkileri de araştırılmıştır. Problemi yavaş çözenlerin sağ hemisferinde daha fazla frontal teta aktivitesi, hızlı çözenlerde ise ters hemisferik asimetri örüntüsü bulunmuştur. Ayrıca, problem çözme sürecinde spatio-temporal beyin dinamiğinin analizleri, katılımcıların çözüme ulaşmada teta gücünün arttığı, bastırılmış beta ve alfa gücünün de giderek arttığını göstermektedir.

Jaušovec (1996) ortalama bireyler (IQ=105) ile yetenekli bireyler (IQ=137) arasında EEG alfa aktiviteleri arasındaki farklılıkları incelemiştir. EEG aktivitesi 16 kafa elektrodu üzerinden incelenmiş ve hızlı fourier dönüşümü alfa bandı (7,5-13Hz) içerisinde spektral güç ortalaması çıkarılarak yapılmıştır. İlk deneyde, gözler açık ve kapalı rahat durumdayken ortalama bireyler ile yetenekli bireylerin EEG kayıtları alınmıştır. Yetenekli bireylerin sadece rahat durumda, gözler açıkken EEG alfa gücünün yüksek olduğu gözlenmiştir. İkinci deneyde, yetenekli ve ortalama bireyler problem çözme sürecine (okuma, problem çözmeye yönelik plan yapma) göre verilen iki problemi çözmüşlerdir. Önemli farklar sadece soru çözerken elde edilmiştir. Bu iki problemi çözerken, yetenekli bireylerin ortalama bireylere göre daha yüksek alfa gücü (daha az zihinsel çaba) gösterdiği ortaya çıkmıştır. Sonuçlar, problemleri çözerken ve bilişsel bazı süreçlerden geçerken yetenekli bireylerin yüksek EEG alfa gücü göstermeleri nedeniyle karşılaşılan problem ve sorunlarda gerekli olmayan birçok beyin bölgelerinin kullanılmadığını ifade eden hipotezi teyit etmektedir.

Eğitim ve öğretim alanında yapılan çalışmalarda en önemli kavramlardan birisi de bireysel farklılık olduğu bilinmektedir (Karaçam ve Ateş, 2010). Cross'a (1976) göre, her bireyin sahip olduğu bilişsel stile göre edinilen bilgiyi yönettiğini ifade etmiştir. Green (1985), bireysel farklılıkla ilgili çalışmalar incelendiğinde ön plana çıkan bilişsel stiller olduğunu ifade etmiştir. Son yıllarda bilişsel stiller öğrenciler arasında çeşitli alanlardaki akademik başarı farklılıklarını açıklamak amacıyla da kullanılmaktadır (Çakan, 2005).

Bireylerin hangi bilişsel stillere sahip olduğunu bilmek ve bu alandaki araştırma sonuçlarından yararlanmak hem program geliştirmecilere hem de uygulayıcılara daha etkili öğretim programlarının hazırlanması, öğretim yöntem ve tekniklerinin, materyallerinin, değerlendirme yöntemlerinin seçilmesi, geliştirilmesi ve uygulanması aşamalarında yol gösterici olacağı düşünülmektedir (Çakan, 2005). Bu bağlamda daha etkili bir eğitim-öğretim modeli oluşturulabilir.

Bilişsel stile sahip ve üstün yetenekli öğrenciler gibi bireylerin bilgi işleme becerileri ve eğilimleri arasındaki farklılıklar bireysel farklılıklardan doğmaktadır. Bir taraftan, davranış düzeyinde önemli farklılıklar görülmekte, diğer taraftan ise bilişsel süreçlerde gözlenen

ve ölçülen farklılıklar anlamlı bir yorumlama için yetersiz kalmaktadır (Jausovec, 1994). Belirli bir düzeyde bu tür bireysel davranış farklılıklarının sinir sisteminde de bireysel farklılıkları beraberinde getirmesi beklenebilir. Bu çalışmada, bilişsel stillerine göre farklılık gösteren öğrencilerin aritmetik problemleri çözme sürecindeki beyin aktivasyonları arasındaki farklılıklar araştırılmıştır.

### **Yöntem**

Bu çalışmada nicel ve nitel araştırma yöntemlerinin birlikte kullanıldığı karma yöntem modellerinden açıklayıcı (explanatory) model kullanılmıştır. Çünkü bu modelde araştırmanın hedefleri yönünde öncelikle nicel veriler elde edilir, daha sonra da nicel verilerin desteklenmesi, açıklanması ve ayrıntılı olarak incelenmesi için nitel veriler elde edilerek analizler yapılır (Creswell, Plano Clark, Gutmann ve Hanson, 2003).

Bu araştırmanın birinci kısmında katılımcıların aritmetik sorularını çözerken beyin dalgalarından elde edilen nicel veriler toplanarak analiz edilmiştir. İkinci aşamada ise yapılan istatistiksel analizler sonucunda katılımcıların tümüyle görüşmeler yapılarak nitel veriler toplanmıştır. Araştırma kapsamında nitel yöntemlerden durum çalışması ve nicel yöntemlerinden tarama modelinden yararlanılarak veriler toplanmış ve analiz edilmiştir.

#### ***Katılımcı grup***

Araştırmada tarama modeli kullanıldığından evren ve örneklem tayinine gidilmemiştir. Araştırmada katılımcıların seçiminde amaçlı örnekleme yöntemlerinden ölçüt örnekleme kullanılmıştır (Yıldırım ve Şimşek, 2006). Bu çalışmada katılımcı grup bir devlet üniversitesinin eğitim fakültesinin ilköğretim bölümü 1. sınıf 149 öğretmen adayının katılımıyla oluşturulmuştur. Araştırmaya katılan katılımcıların dağılımı Tablo 1’de verilmiştir.

**Tablo 1.** Araştırmaya Katılan Katılımcıların Dağılımı

Anabilim Dalı	Cinsiyet	Bilişsel stil	n	El asimetri Puanı			
				>60	<60, -60<	<-60	
Matematik Öğretmenliği	Erkek	11	Alan bağımlı	7	4	2	1
			Alan bağımsız	4	2	2	-

	Kız	47	Alan bağımlı	19	14	5	-
			Alan bağımsız	28	18	9	1
Sınıf Öğretmenliği	Erkek	22	Alan bağımlı	11	10	1	-
			Alan bağımsız	11	10	-	1
	Kız	69	Alan bağımlı	35	30	3	2
			Alan bağımsız	34	29	5	-

Araştırmaya katılan öğrencilerin katılımcı gruba dâhil olması ve olmaması için uygulanacak seçim kriterleri Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2.** Araştırmaya Katılan ve Katılmayan Öğrencilerin Seçim Kriterleri

Araştırmaya dâhil olma kriterleri	Araştırmaya dâhil olmama kriterleri
Sağ elini kullanma (El asimetri testi puanı, >60)	Sol elini kullananlar (El asimetri puanı, <60)
Bilişsel stil olarak alan bağımlı ve alan bağımsız olma	
Görmeyle ilgili problemi olmama	Görmeyle ilgili problemi olan
Nörolojik bozukluğu olmama	Nörolojik bozukluğu olan
Araştırmaya gönüllü olma	Araştırmaya katılmak istemeyen

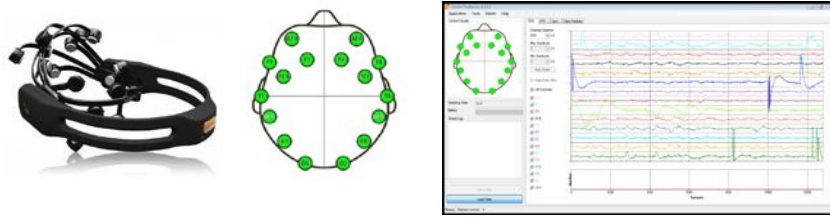
Araştırmada yer alacak katılımcıların belirlenmesi için yukarıda verilen seçim kriterleri uygulanarak katılımcı grup oluşturulmuştur. Çalışmaya seçim kriterlerini sağlayan 55 öğretmen adayı uygulamaya dâhil olmuştur. Fakat araştırmacı tarafından bilişsel ayırımın artırılması amacıyla katılımcı grup sayısı 20 ile sınırlandırılmıştır. Bu sınırlandırma işlemi bilişsel stilden en fazla puan alanlar ile en düşük puan alanlar dahil edilerek yapılmıştır. Sonuç olarak bu araştırma; 10 alan bağımsız ve 10 alan bağımlı bilişsel stile sahip öğrenciler ile gerçekleştirilmiştir.

#### **Veri toplama araçları**

*Neuroheadset Cihazı (Emotiv Epoc)- Kayıt Yazılımı (EEG veri kayıt yazılımı-TestBench)*

EEG araştırmalarında kullanılabilen bir cihaz olmasının yanında beyin-bilgisayar arayüz iletişimini sağlayan bir cihazdır. Bu cihaz 14

kanallı yüksek çözünürlüklü, nöro-sinyal toplama ve işleme kablosuz başlıklı özelliklerini içermektedir. Cihazın portatif ve kablosuz olması ve çözünürlüğün yüksek olması nedeniyle bu cihaz araştırmacı tarafından tercih edilmiştir. Uluslararası 10-20 elektrot yerleşim düzenine uygun elektrot isimleri şu şekildedir; AF3, F7, F3, FC5, T7, P7, O1, O2, P8, T8, FC6, F4, F8, AF4. Cihaz saniyede 128 örnekleme oranına sahiptir. Öğrencilerin problem çözme sürecindeki EEG verilerini kayıt altına alabilmek için TestBench yazılımı kullanılmıştır. EEG (elektroensefalografi) kafa derisi dataları TestBench kayıt yazılımı ile sürekli kayıt altına alınmıştır. TestBench yazılımı ile elde edilen kayıt verilerini kayıt bittikten sonra da izlemek mümkündür. Bu kayıtlar edf formatı olarak kayıt edilmektedir. Ayrıca edf formatında alınan bu veriler TestBench yazılımı ile csv formatına dönüştürülebilmektedir.

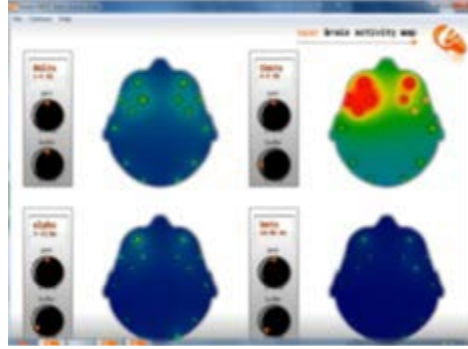


**Şekil 1.** Emotiv EPOC cihazı, elektrotların 10-20 dayalı yerleşimi ve TestBench yazılımı

#### *Haritalama 2-D Yazılımı (Brain Activity Map Yazılımı)*

Bu yazılımla beyin dalga frekansının bantlardaki zihinsel aktivite gerçek zamanlı olarak 2-D şeklinde görüntülenebilmektedir. Beyin bölgeleri arasındaki farklılığı görsel olarak görmemizi sağlar. Gerçekleştirilen araştırmada bu yazılımın kullanılması alınan verilerin güvenilirliğini artırmak içindir.





**Şekil 2.** Haritalama 2-D yazılımı

*El Asimetri Testi- Grup Saklı Figürler Testi*

El baskınlığı ile hemisfer baskınlığı arasında doğrudan bir ilişki vardır. El tercihinin göre kullanılan beyin bölgesi saptanmaktadır (Soysal, Arhan, Aktürk ve Can, 2007). El tercihi sağ ve sol hemisfer işlevleriyle ilintilidir (McMahon ve McMahon, 1982). Dolayısıyla katılımcıların hangi elini kullandığını belirlemede literatürde kullanılan anketler göz önünde tutularak Oldfield El tercihi anketi (düzenlenmiş) kullanılmıştır (Kalaycıoğlu, 1995; Oldfield, 1971; Tan, 1988).

Witkin ve diğ. (1971) tarafından geliştirilen ve birçok araştırmacı tarafından da kullanılan (Aydın, 2009; Çakan, 2005; Green, 1985; Güven, 2007; Messick, 1984; Taşar, 2001; Witkin ve Goodenough, 1981) “Grup Saklı Figürler Testi”, katılımcıların alan bağımlı ya da alan bağımsız bilişsel stillerden hangisine sahip olduğunu belirlemek amacıyla kullanılmıştır. Grup Saklı Figürler Testi öğretmen adaylarına Taşar (2001) tarafından uygulanarak test - tekrar test sonucunda Pearson korelasyonuna bakılmış ve kararlılık katsayısı ,671 olarak bulunmuştur. Testin basıklık ve çarpıklık değerlerine bakıldığında ise normal bir dağılım olduğu görülmektedir. Ayrıca asıl uygulama sürecinde de kullanılan testin iç tutarlılığına da bakılmış ve iç tutarlık katsayısını ise ,85 olarak tespit etmiştir.

Bu testin puanlaması 18 puan üzerinden olmaktadır. Literatürde alan bağımsız ve alan bağımlı bilişsel stillerine göre sınıflandırmak için farklı hesaplamalar mevcuttur (Blanton, 2004; Banks, 2002; Bahar ve Hansell, 2000). Araştırmacı bu hesaplamaları ulusal normları göz önüne alarak hesaplamalar yapmıştır. Seçim kriterlerinde yapılan

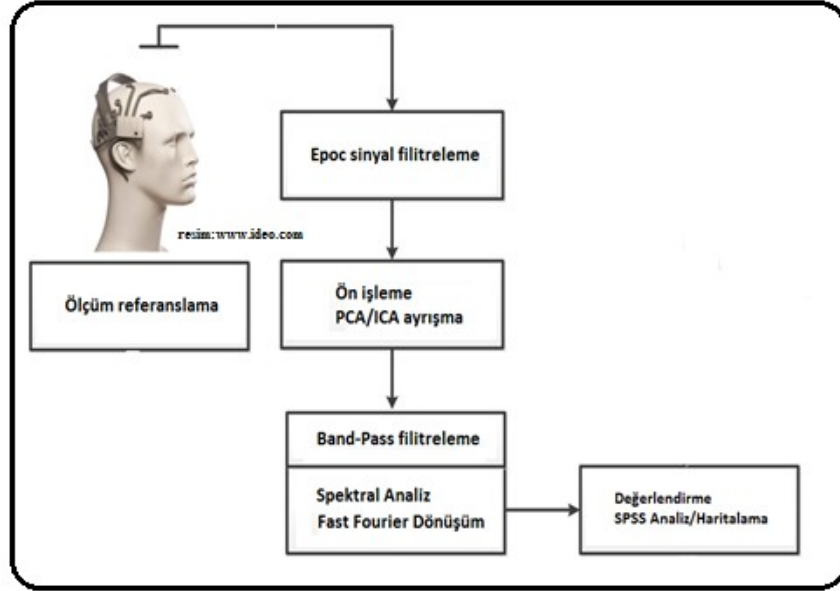
hesaplamalar 10 ve üzeri puan alanlar alan bağımsız, 8 ve altında puan alanlar alan bağımlı olarak kabul edilmiştir.

#### *Görüşme Formu- Problem Testi*

Elektrofizyolojik verilerin toplanması sonrasında katılımcılarla araştırmacı tarafından yarı yapılandırılmış görüşmeler yapılmıştır. Bu yarı yapılandırılmış görüşmede öğrencilerin uygulama ile ilgili görüşlerini ve uygulamada çözdükleri problemleri değerlendirmek için görüşme formu hazırlanmıştır. Görüşme formu araştırmacı tarafından geliştirildikten sonra öncelikle dil uzmanı tarafından gerekli düzeltmeler yapılmış ve daha sonra matematik eğitimi alanından 5 uzman seçilerek formun geçerliliğini sağlamak amacıyla görüşlerine başvurulmuştur. Görüşme formunda katılımcılardan soruların zorluk derecesi, problem çözerken heyecan, kaygı vb. sıra dışı bir durumla karşılaşp karşılaşmadığını, soruyu çözerken nasıl bir strateji izlediğini ve sorulan soruyu nasıl çözdüğü (kalem-zihin) ile ilgili sorular yer almaktadır.

Araştırmacı problem testini (PT) hazırlarken alan uzmanlarının desteğine başvurmuştur. Uzmanlardan gelen dönütler incelenerek araştırmacı tarafından geliştirilen PT'ye son hali verildikten sonra PT'nin geçerliliğini sağlamak amacıyla matematik eğitimi 5 alan uzmanının görüşüne başvurularak PT'nin geçerliliği sağlanmıştır. Geçerliliği sağlanan bu testin güvenilirliğine bakmak için farklı bir üniversitede öğrenim gören eğitim fakültesi 1. sınıf öğrencilere uygulama yapılarak test tekrar test sonucunda ,78 bulunmuştur. Bu sonuç literatürde kabul görmüş güvenilirlik sonuçlarındandır (Büyüköztürk ve diğ., 2011). Bu bağlamda PT'nin uygulanmasına karar verilmiştir.

Katılımcılara araştırmacı tarafından geliştirilen problem testi içerisinde yer alan 2 aritmetik soru uygulanmıştır. Waisman, Leikin, Shaul ve Leikin (2013)'in yaptıkları çalışmadaki gibi sorular katılımcılara bilgisayar ortamında sunulmak üzere bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu aktarım Adobe Flash tabanlı bir yazılım kullanılarak yapılmıştır. Adobe Flash tabanlı bu yazılım kod içerikli olup hazırlanan problemler bilgisayar ekranından yansıtılarak sorulmakta ve katılımcıların her soruya verdikleri cevaplar ile her soruya ait harcadıkları çözüm süresi kaydedilmektedir. İstenildiğinde de bu yazılım sayesinde raporlanması yapılabilmektedir.



Şekil 3. Emotiv EPOC cihazıyla verilerin elde edilme ve analiz süreci

#### Verilerin Analizi

Emotiv EPOC cihazından alınan veriler TestBench yazılımıyla kayıt altına alınmaktadır. Kayıt altına alınan bu verileri işlemek amacıyla MATLAB programı kullanılarak SİMSS arayüz programı geliştirilmiştir. Bu programla cihazdan alınan veriler belli işlemlere tabii tutularak artefaktların giderilmesi ve dalga bantlarının sınıflaması yapılabilmektedir. SİMSS yazılımının veri işlemesi şu şekildedir; EEG sinyallerinin alınması, sinyal filtreleme, ön işleme (ICA), band-Pass filtreleme (0,5hz-50hz), FFT (Fast Fourier Dönüşüm).

Dalga bantlarına ayırma işlemi şu (Hz) aralıkta yapılmıştır (Aftanas ve Golocheikine, 2002; Timofeeva ve Gordon, 2002); Delta: 0.5- 3.5 Hz, Theta 1: 4 - 6 Hz, Theta 2: 6 -8 Hz, Alpha 1: 8 - 10 Hz, Alpha 2: 10 - 12 Hz, Beta 1: 12 - 18 Hz, Beta 2: 18 - 30 Hz, Gamma 1: 31 - 40 Hz, Gamma 2: 41 - 50 Hz.

Bu yazılımla birlikte işlenen sinyaller sonrasında alınan veri kaynakları excel formatında elde edilmektedir. Elde edilen band değerlerinden bireyler arasındaki kortikal aktivasyon farklılığını belirlemek için asimetri indeks değeri kullanılmıştır (Glass, Butler ve

Carter, 1984; O'boyle, Alexander ve Benbow, 1991). Görüşme formundan elde edilen veriler de içerik analizine tabii tutularak katılımcılara ait görüşler değerlendirilmiştir.

#### *Asimetrik İndeks Puanlarının Hesaplanması*

Problem çözme sürecine ait frontal, temporal, parietal ve oksipital loblarının asimetri indeks puanı hesaplanmıştır. Problem çözme durumu için asimetri indeks değerinin hesaplanması için kullanılan formül aşağıdaki gibidir (O'boyle ve diğ., 1991);

$$AI = \frac{R-L}{R+L} - \frac{R-L}{R+L}$$

Negatif değer problem çözme sürecinde sol hemisfer aktivasyonun arttığını, diğer taraftan pozitif değer sağ hemisfer aktivasyonun arttığını göstermektedir.

Alan bağımlı ve alan bağımsız bilişsel stillere sahip bireyler arasındaki kortikal aktivasyon farklılığını belirlemek için (AF3, F7, F3, FC5, P7, O1, T7, T8, O2, P8, FC6, F4, F8, AF4) elektrot yerlerindeki band değerleri kullanılmıştır. Her problemin çözülme durumu hesaplanmıştır (Glass, Butler ve Carter, 1984). Bu değerlerle birlikte bilişsel stilleri farklılık gösteren katılımcıların problemleri çözme sürecindeki beyin dalgalarından elde edilen asimetri indeks değerlerinin elektrot konumu dikkate alınarak loblar arasında farklılığı incelemek için istatistik hesaplamaları yapılmıştır.

#### **Bulgular**

Bilişsel stillerine göre sınıflandırılmış öğrencilerin Soru1'i çözme sürecinde asimetri indeks değerlerinin dalga bandlarına göre beyin lobları arasındaki farklılık Tablo 3'de sunulmuştur.

**Tablo 3.** Bilişsel stilleri farklı olan katılımcıların Soru1'e ait beyin dalgalarının loblar arasındaki farklılık

Bilişsel Stiller	Dalga Bandı	Loblar	Elektrot	N	Hemisfer	$\mu$	S	sd	t	p*
Alan Bağımsız	alfa 1	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sağ	0,257	0,198	18	2,438	0,025
Alan Bağımlı	alfa 1	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sağ	0,029	0,219			

\*p<.05 anlamlılık

Tablo 3 incelendiğinde temel aritmetik işlemlerini içeren Soru1'i çözerken alan bağımsız ve alan bağımlı bilişsel stilli öğrenci-

lerin alfa 1 dalga bandına göre Fronto-Santral lobda istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmiştir. Alan bağımsız bilişsel stile sahip öğrencilerin sağ fronto-santral lobunda alan bağımlı öğrencilere göre daha fazla aktivasyon bulunmuştur.

Alan bağımsız ve alan bağımlı öğrencilerin Soru 1'e verdikleri cevaplar incelendiğinde, her iki bilişsel stile sahip öğrencilerin Soru 1'i doğru cevapladıkları görülmüştür. Alan bağımsız öğrencilerin ortalama 20,517sn'de, alan bağımlı öğrencilerin ise ortalama 23,683sn de bu problemi çözdükleri görülmüştür. Alan bağımsızların %80'ni kalem %20'si ise zihinden, alan bağımlıların %100'ü kalem kullanarak bu problemi çözmüşlerdir. Bu soruya ait zorluk durumu görüşleri incelendiğinde bilişsel stile sahip öğrenciler problemin kolay olduğunu ifade etmişlerdir. Kaygı veya heyecan durum görüşlerine bakıldığında her iki grubun %10'luk kısmı kaygı ya da heyecan duymuşlardır.

**Tablo 4.** Bilişsel Stilleri Farklı Olan Katılımcıların Soru2'ye Ait Beyin Dalgalarının Loblar Arasındaki Farklılık

Bilişsel Stiller	Dalga Bandı	Loblar	Elektrot	N	Hemisfer	S	sd	t	p*	
Alan Bağımsız	alfa 2	Temporal	T7-T8	10	Sol	-0,096	0,183	18	2,274	0,035
Alan Bağımlı	alfa 2	Temporal	T7-T8	10	Sağ	0,203	0,373			
Alan Bağımsız	alfa 2	Frontal	F3-F4	10	Sağ	0,055	0,194	18	3,073	0,007
Alan Bağımlı	alfa 2	Frontal	F3-F4	10	Sağ	0,286	0,135			
Alan Bağımsız	gama2	Frontal	F7-F8	10	Sol	-0,125	0,230	18	2,213	0,041
Alan Bağımlı	gama2	Frontal	F7-F8	10	Sol	-0,382	0,285			
Alan Bağımsız	teta1	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sağ	0,128	0,281	18	2,213	0,031
Alan Bağımlı	teta1	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sol	-0,151	0,249			
Alan Bağımsız	teta 2	Temporal	T7-T8	10	Sol	-0,064	0,162	18	2,194	0,042
Alan Bağımlı	teta 2	Temporal	T7-T8	10	Sağ	0,150	0,262			
Alan Bağımsız	teta 2	Oksipital	O1-O2	10	Sağ	0,155	0,262	18	2,126	0,048
Alan Bağımlı	teta 2	Oksipital	O1-O2	10	Sol	-0,077	0,226			
Alan Bağımsız	teta 2	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sağ	0,129	0,341	18	2,120	0,048
Alan Bağımlı	teta 2	Fronto-Santral	FC5-FC6	10	Sol	-0,166	0,276			

\*p<.05 anlamlılık

Tablo 4 incelendiğinde alan bağımsız ve alan bağımlı bilişsel stillerine sahip öğrencilerin Soru 2 problemini çözerken dalga

bandlarına göre asimetri indeks değerlerinin beyin lobları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık olduğu görülmektedir.

Alan bağımsız ve alan bağımlı öğrencilerin Soru2'ye verdikleri cevaplar incelendiğinde, alan bağımsız öğrencilerin %90'ının, alan bağımlı öğrencilerin %60'ının bu problemi doğru cevapladıkları görülmüştür. Alan bağımsız öğrenciler ortalama 32,463sn, alan bağımlı öğrenciler ortalama 35,142sn'de bu problemi çözmüşlerdir. Alan bağımsızların %90'ı kalem kullanarak %10'u zihinden, alan bağımlıların %100'ü kalem kullanarak bu problemi çözmüşlerdir. Bu soruya ait zorluk durumu görüşleri incelendiğinde bilişsel stile sahip öğrenciler problemin kolay olduğunu ifade etmişlerdir. Kaygı veya heyecan durum görüşlerine bakıldığında alan bağımsız öğrencilerin %20'si heyecan veya kaygı yaşadıklarını alan bağımlıların ise yaşamadıklarını dile getirdikleri görülmüştür.

### **Sonuç ve Tartışma**

Farklı bilişsel stillere sahip öğrencilerden matematiksel temel işlemleri gerektiren ağırlıklı olarak rasyonel ifadeleri içeren, işleme dayalı rutin bir problem türü olan Soru 1'i alan bağımsız bilişsel stile sahip öğrenciler alan bağımlı öğrenci grubuna göre daha kısa sürede çözmüşlerdir. Richardson ve Turner (2000) çalışmasında da alan bağımsızlıkların bilgiyi çabuk ve doğru kodlayabildiğini ifade etmiştir.

Temel aritmetik işlemleri içeren Soru 1'i çözerken alan bağımsız ve alan bağımlı bilişsel stile sahip öğrencilerin beyin dalgalarına ait asimetri indekslerinin analizi yapıldığında alfa 1 dalga bandına göre elektrot konumu FC5-FC6 olan fronto-santral lobda anlamlı farklılık gözlenmiştir. Alan bağımsız bilişsel stile sahip bireylerin sağ fronto-santral lobda alan bağımlı bireylere göre daha fazla aktivasyon görülmüştür. Bu farklılık alan bağımsızların lehinedir. Singh ve O'Boyle (2004) ve Prescott, Gavrilescu, Cunnington, O'Boyle ve Egan (2010) çalışmalarında matematik yeteneklilerin beyinlerinin sağ hemisferinin aktivasyonun aktif olduğunu belirtmektedirler. Alan bağımsız öğrencilerinde frontal lobunun sağ lobunun aktivasyonu olduğu bulunmuştur. Bununla birlikte Carter ve Frith (1998) ve Gazzaniga (1998) çalışmalarında sağ hemisferi kullananların problemleri bütüne bakarak çözdüklerini ifade etmişlerdir. Alan bağımsız ve alan bağımlı öğrencilerin de Soru 1

problemine yaklaşımları bu şekilde olmuş olabilir. Diğer taraftan da Krause (1992) yaptığı çalışmada yetenekli bireylerin ortalama bireylere göre daha yüksek alfa gücü gösterdiklerini ifade etmiştir. Bu çalışmada da Soru 1 problemine alan bağımsız öğrencilerin alan bağımlı öğrencilere göre daha fazla alfa 1 gücü sergilemişlerdir. Farklı bir çalışmada matematiksel işlem etkinliklerinin parietal lobda ve frontal lobun orta kısmında görülebileceğini bulgusuna rastlanılmıştır (Fulbright ve ark., 2000). Kemalşari ve Purnomo (2009) çalışmalarında da frontal lobun beynin ön bölümde olduğunu ve duygusal, davranışsal, kişilik planlama ve problem çözme gibi durumları kontrol ettiğini ifade etmişlerdir.

Temel matematik işlemleri gerektiren ağırlıklı olarak ondalıklı sayıları içeren Soru 1'e göre biraz daha dikkat isteyen işlemsel rutin bir problem olan Soru 2'de, alan bağımsız öğrenciler alan bağımlı öğrencilere göre daha başarılıdır. Bahar ve Hansell (2000) çalışmalarında alan bağımsız öğrencilerin akademik olarak daha başarılı olduklarını ifade etmişlerdir. Bu probleme ait ortalama çözme süreleri karşılaştırıldığında alan bağımsızların alan bağımlılara göre kısmen kısa sürede çözdükleri görülmüştür (Richardson ve Turner, 2000; Rickards, Fajen, Sullivan ve Gillespie, 1997). Soru 2 problemini çözme sürecinde herhangi bir durumla (kaygı, stress, heyecan vb.) karşılaşmaları karşılaştırıldığında alan bağımsızların alan bağımlılara göre karşılaştıkları görülmüştür. Bunun sebebi olarak da alan bağımsızların içsel yönelimli olduğunu söyleyebiliriz (Jonassen ve Grabowski, 1993). Soru 2'yi çözerken bilişsel stillerine göre sınıflandırılmış öğrencilerin bu problemi çözerken beyin dalga bandlarına göre asimetri indeks değerlerinin beyin lobları arasında farklılık olduğu bulunmuştur.

Alfa 2 bandına göre alan bağımsız öğrencilerin sol temporal, alan bağımlı öğrencilerin sağ temporal lobda aktivasyonun arttığı, sağ frontal lobun alan bağımlılarda daha aktif olduğu görülmüştür. Temporal lob uzun vadeli hafızayı kontrol ettiği ayrıca konuşma, dil, yazma, algılama gibi işlevlerden de sorumlu olduğu düşünülerek bu farklılık ortaya çıkmış olabilir. Bu problemi kalem-kağıt kullanarak çözdüklerinden temporal lob da aktif olmuş olabilir (Duman, 2007; Kim, 2011).

Gama 2 dalga bandında da alan bağımlı öğrencilerin alan bağımsızlara göre sol frontal lobun aktif olduğu görülmüştür. Carter ve Frith (1998) göre sol hemisferin aktivasyonun zihinsel aktivasyon ile olduğu, bu bağlamda alan bağımsızlarda sol temporal lobun aktif olduğu söylenebilir. Frontal lobda matematiksel işlem görevini üstlendiği bilinmektedir (Fulbright ve ark., 2000). Alfa gücünün zihinsel çaba ile ters ilişkili olduğu bilindiğine göre (Cooper, Croft, Dominey, Burgess ve Gruzelier, 2003) alan bağımsızlarda alfa gücü alan bağımlılara göre sağ frontal lobda düşüktür. Kemalşari, Purnomo (2009) çalışmalarıyla bu soruya ait bulgular paralellik göstermektedir.

Teta dalgaları erişkinlerde sevinç, keder gibi durumlarda belirginleştiği ifade edilmektedir (Canan, 2013). Teta dalga bandında fronto-santral, temporal, oksipital loblarda farklılıklar gözlemlenmiştir. Teta 1 dalga bandında ise fronto-santral lobundaki aktivasyonun bilişsel stillerine göre farklılık gösterdiği görülmektedir. Alan bağımsız öğrencilerde sağ fronto-santral lob aktif iken alan bağımlılarda sol fronto-santral lob aktiftir. Teta 2 dalga bandının alan bağımsız ve alan bağımlı bilişsel stiline sahip öğrencilerde; sol temporal lobun alan bağımsızlarda aktivasyon olduğu, alan bağımlılarda ise sağ temporal lobda aktivasyon olduğu, sağ oksipitalin alan bağımsızlarda sol oksipitalin ise alan bağımlılarda aktif olduğu ve fronto-santral lobda da alan bağımsızlar lehine farklılık bulunmuştur. Alan bağımsız öğrencilerde sağ fronto-santral lob aktivasyonu olmasına karşın, alan bağımlılarda sol fronto-santral lobun aktivasyon içinde olduğu görülmektedir. Dolayısıyla aritmetik işlemler gerektiren bu soruda teta dalga bandında temporal, oksipital ve fronto-santral kısımlarının aktivasyonu görülmektedir. Teta bandındaki farklılıklar alan bağımsız öğrencilerin Soru 2 problemini çözerken kısmen de olsa kaygı, stres, heyecan vb. durumla karşılaşmalarından dolayı olduğu düşünülmektedir. Prescott ve diğ. (2010), Singh ve O'Boyle (2004) çalışmalarında matematik yeteneklilerin beyinlerinin sağ hemisferinin aktivasyonu olduğunu ifade etmişlerdir. Lin, Jung, Wu, Lin ve She (2012) çalışmalarında problem çözme performanslarının etkilerini araştırmışlardır. Yavaş çözenlerde sağ hemisfer de daha fazla frontal teta aktivitesi sergilendiğini, hızlı çözenlerde de ters hemisferik asimetri örüntüsünü bulmuşlardır. Yapılan bu çalışmada Soru 2'nin



bulgularıyla Lin ve diğ. (2012) yaptıkları çalışmanın sonuçlarıyla paralellik göstermemektedir. Bunun sebebi Lin ve diğ. (2012)'nin çalışmalarındaki katılımcı grup ve sorulan problemde kaynaklandığı düşünülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, Soru 1 probleminin çok fazla zihinsel bir aktivite ihtiyacı duymadan da çözülebilir olmasından dolayı Soru 2'ye göre daha az beyin dalga bandlarının asimetrik değerleri arasında farklılıkların olduğu ifade edilebilir.

Bu çalışmanın sonuçları eğitimde bilişsel durumların beyinde nerde ve nasıl gerçekleştiğine dair yeni yönelimlere yol açacağı gibi daha sonraki araştırmalar için yol gösterici ve fayda sağlayacak niteliktedir. Farklı bilişsel stil testlerin uygulanması ve zihinsel etkinliklerin yapılmasıyla bireylere ait beyin karakteristik yapısına dair örüntüler bulunabilir. Bu ve benzeri çalışmalar yapılacaksa çalışmalara katılacak olan bireylerin sınıflandırmasının derinlemesine yapılması ve geniş katımlı bireylerle yapılması önerilmektedir.

### **Kaynaklar**

- Aftanas, L.I. ve Golocheikine, S.A., (2002). Non-linear dynamic complexity of the human EEG during meditation. *Neuroscience letters*, 330(2), 143-146.
- Ansari, Daniel. (2008). Effects of development and enculturation on number representation in the brain. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(4), 278-291.
- Ansari, Daniel, & Coch, Donna. (2006). Bridges over troubled waters: Education and cognitive neuroscience. *Trends in Cognitive Sciences*, 10(4), 146-151.
- Aydın, F. (2009). Teknolojinin Doğasına Yönelik Fen Bilgisi Öğretmen Adaylarının Görüşlerinin ve Kavramlarının Gelişimi ve Öğretimde İkilemlerin Etkililiği. (Doktora Tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bahar, M. ve Hansell, M.H., (2000). The relationship between some psychological factors and their effect on the performance of grid questions and word association tests. *Educational Psychology*, 20(3), 349-364.
- Banks, A. S. (2002). The Relationship Among Teachers Who are Field Dependent or Field Independent in an Online Course on Their Perceptions of Computer Self – Efficacy, Computer Anxiety, and Computer Usefulness. Ph.D. Thesis, New York University.
- Blanton, E. L. (2004). The Influence of Students' Cognitive Style on A Standardized Reading Test Administered In Three Different Formats. Dissertation for the degree of Doctor of Education. University of Central Florida Orlando, Florida.
- Canan, S., (2013). Merkezi Sinir Sistemi. Retrieved 01.06.2013, from <http://www.sinancanan.net.tr/>

- Carter, R. ve Frith, C.D., (1998). Mapping the mind: *University of California Press*.
- Cooper, N.R., Croft, R.J., Dominey, S.JJ., Burgess, A.P. ve Gruzelier, J.H., (2003). Paradox lost? Exploring the role of alpha oscillations during externally vs. internally directed attention and the implications for idling and inhibition hypotheses. *International Journal of Psychophysiology*, 47(1), 65-74.
- Creswell, J.W., Plano, C., Vicki L., Gutmann, M.L. ve Hanson, W.E., (2003). Advanced mixed methods research designs. *Handbook of mixed methods in social and behavioral research*, 209-240.
- Cross, K. P. (1976). Accent on Learning. Improving Instruction and Reshaping the Curriculum.
- Çakan, M. (2005). Bilişsel stiller ile yabancı dil başarısı arasındaki ilişki: 8. sınıf Fransızca örneği. İlköğretim-online [Online]: <http://ilkogretim-online.org.tr>, 53-61.
- De Jong, Ton, Van Gog, Tamara, Jenks, Kathleen, Manlove, Sarah, Van Hell, Janet, Jolles, Jelle, . . . Boschloo, Annemarie. (2009). Explorations in learning and the brain: On the potential of cognitive neuroscience for educational science: Springer.
- Duman, B., (2007). Neden beyin temelli öğrenme? : Pegem A Yayıncılık.
- Dündar, S., (2013). *Öğrencilerin Beyin Dalgalarının Problem Çözme Sürecinde İncelenmesi*. (Yayınlanmamış doktora tezi), Gazi Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dündar, S. ve Bulut, M. (2014). Öğrencilerin örüntü problemlerini çözerken beyin dalgalarının incelenmesi. *İstanbul Tıp Fakültesi Dergisi*, 77 (1).
- Fulbright, R.K., Molfese, D.L., Stevens, A., Skudlarski, P., Lacadie, C.M. ve Gore, J.C., (2000). Cerebral activation during multiplication: A functional MR imaging study of number processing. *American Journal of Neuroradiology*, 21(6), 1048-1054.
- Gazzaniga, M.S., (1998). The mind's past: *University of California Press*.
- Geake, John, and Cooper, Paul. (2003). Cognitive Neuroscience: implications for education? *Westminster Studies in Education*, 26(1), 7-20.
- Glass, A., Butler, S.R., ve Carter, J.C., (1984). Hemispheric asymmetry of EEG alpha activation: Effects of gender and familial handedness. *Biological psychology*, 19(3), 169-187.
- Goswami, U., (2004). Neuroscience and education. *British Journal of Educational Psychology*, 74(1), 1-14. doi: 10.1348/000709904322848798
- Green, K. E. (1985). Cognitive style: A review of the literature. Chicago: Johnson O'Connor Research Foundation.
- Güven, B. (2007). Öğretimde Bireysel Farklılıklara Bakış: Bilişsel Stiller. *Yeditepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi (EDU7)*, 2(2), 2-3.
- Güven, M., ve Kürüm, D., (2004). Öğrenme Stilleri ve Eleştirel Düşünme Arasındaki İlişkiye Genel Bir Bakış. Paper presented at the *XIII. Ulusal*

*Eğitim Bilimleri Kurultayı*, 6-9 Temmuz 2004 İnönü Üniversitesi, Eğitim Fakültesi, Malatya.

- Jausovec, N. (1994). Flexible thinking: An explanation for individual differences in ability: *Hampton Press Cresskill*, NJ.
- Jaušovec, N. (1996). Differences in EEG alpha activity related to giftedness. *Intelligence*, 23(3), 159-173. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896\(96\)90001-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0160-2896(96)90001-X)
- Jonassen, D.H. ve Grabowski, B.L., (1993). Handbook of individual differences learning and instruction: *Routledge*.
- Kalaycıoğlu, C., (1995). Görsel Kognitif Testler Sırasında Serebral Lateralizasyonun Kantitatif EEG İle İncelenmesi. Uzmanlık Tezi, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Karaçam, S. ve Ateş, S., (2010). Ölçme Tekniğinin Farklı Bilişsel Stilllerdeki Öğrencilerin Hareket Konusundaki Kavramsal Bilgi Düzeylerine Etkisi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 10(1).
- Keleş, Esra, & Çepni, Salih. (2006). Beyin ve öğrenme. *Türk Fen Eğitimi Dergisi*, 3(2), 66-82.
- Kemalasari ve 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.
- Kim, Sung-il, (2011). Nörobilim ve Eğitim. Paper presented at the *II. Okul Öncesi Eğitimi Sempozyumu*, İstanbul
- Krause, W., (1992). Zur Messung geistiger Leistungen: Eine alte Idee ein never Ansatz. [Measuring intellectual ability: An old idea and a new approach.]. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte psychologie*, 1, 114-128.
- Lin, C., Jung, M., Wu, Ying Choon ve She, Hsiao-Ching. (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.
- McMahon, F.B. ve McMahon, J.W., (1982). Psychology, the hybrid science: *Dorsey Press*.
- Messick, S. (1984). The nature of cognitive styles: Problems and promise in educational practice. *Educational psychologist*, 19(2), 59-74.
- O'boyle, M.W., Alexander, J.E. ve Benbow, C.P., (1991). Enhanced right hemisphere activation in the mathematically precocious: A preliminary EEG investigation. *Brain and Cognition*, 17(2), 138-153.
- Oldfield, R.C., (1971). The assessment and analysis of handedness: the Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*, 9(1), 97-113.
- Prescott, J., Gavrilesco, M., Cunnington, R., O'Boyle, M.W. ve Egan, G.F., (2010). Enhanced brain connectivity in math-gifted adolescents: An fMRI study

- using mental rotation. *Cognitive Neuroscience*, 1(4), 277–288. doi: 10.1080/17588928.2010.506951
- Richardson, J.A. ve Turner, T.E., (2000). Field dependence revisited I: Intelligence. *Educational psychology*, 20(3), 255-270.
- Rickards, J.P., Fajen, B.R., Sullivan, J.F. ve Gillespie, G., (1997). Signaling, notetaking, and field independence–dependence in text comprehension and recall. *Journal of educational psychology*, 89(3), 508.
- Singh, H. ve O'Boyle, M.W., (2004). Interhemispheric interaction during global-local processing in mathematically gifted adolescents, average-ability youth, and college students. *Neuropsychology*, 18(2), 371-377.
- Soysal, A.Ş., Arhan, E., Aktürk, A. ve Can, H., (2007). El Tercihi Ve El Tercihini Belirleyen Etkenler. *Türkiye Çocuk Hastalıkları Dergisi*, 1(2).
- Tan, U. (1988). The distribution of hand preference in normal men and women. *Int J Neurosci*, 41, 35-55.
- Taşar, M. F. (2001). A Case Study of a Novice College Student's Alternative Framework and Learning of Force and Motion. (Phd. Thesis), The Pennsylvania State University.
- Timofeeva, O.A. ve Gordon, C.J., (2002). EEG spectra, behavioral states and motor activity in rats exposed to acetylcholinesterase inhibitor chlorpyrifos. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 72(3), 669-679.
- Van Nes, Fenna. (2011). Mathematics Education and Neurosciences: Towards interdisciplinary insights into the development of young children's mathematical abilities. *Educational Philosophy and Theory*, 43(1), 75-80.
- Waisman, I., Leikin, M., Shaul, S. ve Leikin, R., (2013). Brain potentials during solving area-related problems: effects of giftedness and excellence in mathematics. *Paper presented at the Eighth Congress of European Research in Mathematics Education (CERME 8)*, Antalya.
- Witkin, H. A. and Goodenough, D. R. (1981). Cognitive styles: essence and origins. Field dependence and field independence. *Psychological issues*(51), 1.
- Witkin, H.A., Oltman, P.K., Raskin, E., ve Karp, S.A. (1971). A manual for the embedded figures tests: *Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press*.
- Wolfe, Pat. (2007). Brain Research and Education: Fad or Foundation? 10.10.2013 tarihinde indirildi. <http://commons.emich.edu/loexconf2007/38/>
- Yıldırım, A. ve Şimşek, H., (2006). Sosyal bilimlerde nitel araştırma yöntemleri. *Ankara: Seçkin Yayınevi*.
- Zamarian, L, Ischebeck, A, & Delazer, M. (2009). Neuroscience of learning arithmetic—Evidence from brain imaging studies. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 33(6), 909-925.

### **Extended Summary**

#### **Purpose**

We can state that the interdisciplinary researches take on important tasks in order to be able to attain the findings as to where and how the mathematical reasoning has occurred. (Dünder and Bulut, 2014). As the results of the researches carried out, we get information about how the mathematical nerve activity functions. The objective of the interdisciplinary studies seeking answers to the question as to how the learning process takes place in the human brain is to be able to understand the nature of learning and to study how each cell is connected to the other in the process of learning, what regions of the brain is active and the relationship of the other activities occurring in these regions with each other. (Goswami, 2004). In this context, thanks to the interdisciplinary studies, having the knowledge of the structure of the brain and acquiring detailed information on the brain functions during the learning process will contribute to the re-evaluation of the learning process since the learning process takes place in the brain.

The differences between the information processing skills and tendencies of the individuals, such as the highly gifted and talented students with cognitive style, originate from the individualistic differences. On one hand, there are significant differences on the behavioural level, while, on the other hand, the differences/diversities observed and assessed in the cognitive processes fall short of a sensible interpretation. (Jausovec, 1994). It can be expected that a certain level of such individualistic behavioural differences bring along individualistic differences in the nervous system, as well.

In this study, the differences among the brain activations of the students showing diversities according to their cognitive styles in the process of solving arithmetical problems were investigated.

#### **Method**

In this study, the explanatory model, one of the combined method model in which quantitative and qualitative research methods are used together, was applied. In the participant selection of the research, the criterion sampling, which is one of the purposive sampling methods, was used. (Yıldırım and Şimşek, 2006). In this research, the group of participants were formed with the participation of 149 teacher candidates of the 1st grade elementary department of the Faculty of Education in a state university. In order to determine the participants to take part in the research, a participant group was formed by applying the selection criteria. 55 teacher candidates who provided the selection criteria for the study were incorporated in the practice. However, the number of participant groups was limited to 20 people for the cognitive differentiation to be enhanced by the researcher. This limitation process was performed by including those getting the highest and the lowest scores from the cognitive style.

Consequently, this research was carried out along with 10 field-independent and 10 field-dependent students with cognitive style. In the research, 7

different materials were used to collect data, which were Neuroheadset device (Emotiv Epoc), Register software (EEG data register software- TestBench-), Mapping Software (2-D) (Brain Activity Map software), Hand Asymmetry Test, The Group Embedded Figures Test (GEFT), Interview Form and Problem Test. (PT). The data obtained from the Emotiv Epoc device are recorded through medium of TestBench Software. In order to process these recorded data, the SIMSS interface program was developed by using the MATLAB program. The data acquired from the device through this program are subjected to certain processes, and thus, the elimination of artifacts and the classification of wavebands can be performed. With this software, the data sources obtained in the wake of the signals processed are acquired in the Excel format. From the obtained band values, the Asymmetry Index value was used for determining the cortical activation difference among individuals. (Glass, Butler and Carter, 1984; O'boyle, Alexander and Benbow, 1991). The data obtained from the interview forms were also subjected to the content analysis, and the views of the participants were, hence, evaluated.

### **Result**

While solving Question 1 which involved the basic arithmetic operations, a statistically significant difference was observed in the Fronto-Central Lobe according to the Alfa 1 waveband of the field-independent and field-dependent students with cognitive style. More activation was found in the right fronto-central lobes of the field-independent students with cognitive style in comparison to the field-dependent ones. When the answers given to Question 1 by the field-independent and field-dependent students were analyzed, the students with both of the cognitive styles were seen to have answered Question 1 correctly. It was also seen that the field-independent students solved this problem in 20,517 seconds on average, whereas the field-dependent ones solved it in 23,683 sec on average. 80% of the field-independent students solved this problem by using a pencil, while 20% of them solved it in their minds ; on the other hand, 100% of the field-dependent ones solved the problem by using a pencil. Considering the views on the difficulty level of this question, the students with cognitive style stated that the problem was easy. Considering the views on the anxiety or excitement levels, 10% of both groups were seen to have felt anxious or excited while solving the problem. When Table 2 is analyzed, it is seen that while solving Question 2, there was a statistically significant difference in the asymmetry index values among the brain lobes of the field-independent and field-dependent students with cognitive styles according to their wavebands. When the answers given to Question 2 by the field-independent and field-dependent students were analyzed, it was seen that 90% of the field-independent students and 60% of the field-dependent ones answered this problem correctly. The field-independent students solved this problem in 32,463sec on average, while the field-dependent ones solved it in 35,142sec on average. 90% of the field-independent students solved this problem by using a pencil, while 10% of them solved it in their minds; on the other hand, 100% of the field-dependent ones solved the problem by using a pencil. Considering the views on the difficulty level of this question, the students with cognitive style stated that the problem was easy.

Considering the views on the anxiety or excitement levels, it was observed that 20% of the field-independent students stated that they felt anxiety or excitement in solving the problem, whereas the dependent ones said they did not experience it.

The results of this study, as well as paving the way for new tendencies in the educational field as to where and how the cognitive conditions occur in the brain, are of an instructive and worthwhile quality for the prospective researches. By applying different cognitive style tests and performing mental activities, patterns of the characteristic structure of the brains of individuals can be found. If such studies as this one or similar ones are going to be conducted, it is recommended that a detailed classification of the individuals to participate in the studies be made as well as performing it with a wide range of participation of those individuals.

\* \* \* \*