

# Her İki Hemisferden Alınan Görsel Uyarılmış Potansiyelleri Kullanılarak Korpus Kallosum Lif Sayı Oranlarının Tahmin Edilmesi

İlkay Ulusoy<sup>+</sup>, Uğur Halıcı<sup>+</sup>, Kemal Leblebicioğlu<sup>+</sup>, Erhan Nalçacı<sup>\*</sup>, Canan Başar-Eroğlu<sup>⊕</sup>

<sup>+</sup>Orta Doğu Teknik Üniversitesi Elektrik Elektronik Mühendisliği,

Bilgisayarlı Görme ve Yapay Sinir Ağları Laboratuvarı

ilkay@metu.edu.tr

tel: 312-2104558

fax: 312-2101261

<sup>\*</sup>Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı, Bilişsel Nörofizyoloji Birimi

<sup>⊕</sup>Bremen Üniversitesi, Psikoloji ve Bilişsel Araştırma Enstitüsü

## Özetçe

Beynin hemisferlerinin kabuk bölgeleri arasındaki iletişimde korpus kallosum (KK) adı verilen kalın sinir lifi büyük rol oynamaktadır. KK farklı akson çaplarına sahip liflerden oluşmuştur ve bu yapılar farklı frekans kanalları olarak düşünülmektedir. Bu çalışmada, her iki hemisferden alınan yarı görme alanlarından sunulan uyarılara karşı elde edilen görsel uyarılmış potansiyelleri incelenmiş ve KK'da uyarı ile ilgili enformasyonun karşı hemisfere aktarılmasına katılan farklı sinir liflerinin sayı oranları tahmin edilmiştir.

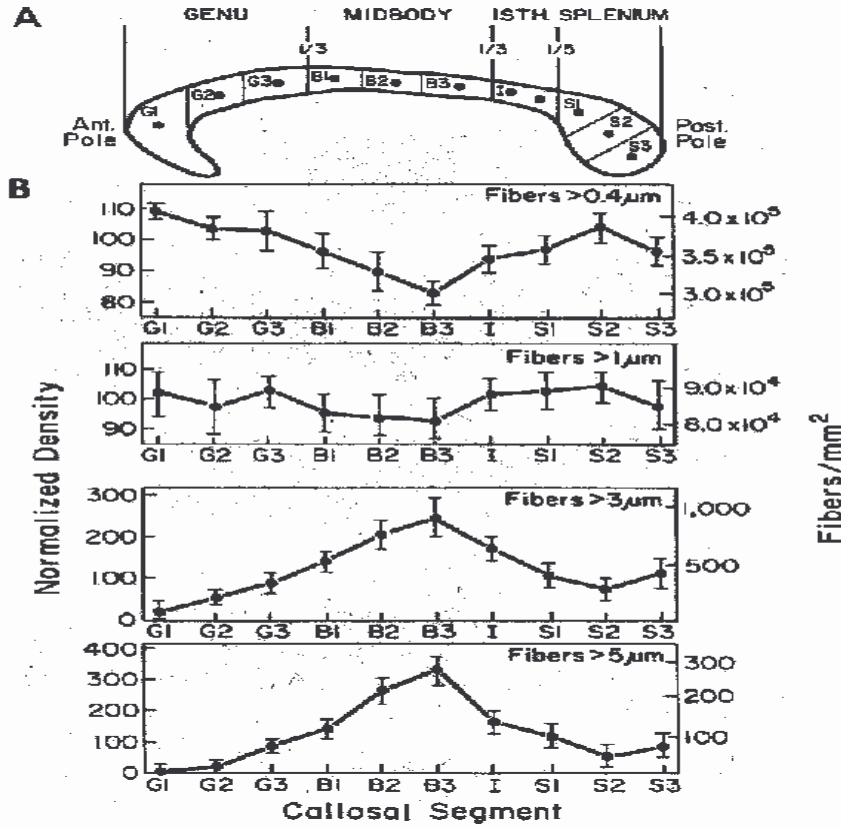
## 1 Giriş

İnsan beyni iki hemisferden oluşmuştur ve her iki hemisferin de kendine özgü işlevleri vardır. Bununla beraber, hemisferler arasında iletişim mevcuttur ve beyin kabukları arasında kalın bir sinir lifi olan korpus kallosum (KK) bu iletişimde en büyük role sahiptir [5]. KK'un korteks bölgelerinin topografyasını bünyesinde barındırdığı ve KK bölümlerinin özel bir takım fonksiyonlarla bağlantılı olduğu düşünülmektedir [4]. KK'un farklı bölgelerinde bu bulguları doğrular nitelikte histolojik farklar bulunmuştur. Bu durum, KK'un yapısında, hemisferler arası iletişim amaçlı, birbirine geçmiş ve özel fonksiyonlara sahip pek çok geçişin mevcut olduğunu işaret etmektedir [1]. İçerdikleri lif kompozisyonlarına bağlı olarak, bu geçişlerden herbirinin kendine has özellikleri bulunmaktadır.

Liflerin çeşitliliği değişik akson çaplarına sahip olmalarından ileri gelmektedir. KK yapısında bulunan miyelin kılıfa sahip lifler çaplarına göre 0.4µm, 1µm, 3µm ve 5µm'den büyük olmak üzere belli başlı dört gruba ayrılmışlardır. Bu liflerin KK yapısal bölgelerine göre yoğunluk dağılımı **Şekil 1**'de gösterilmiştir [1]. Aboitiz ve ark., KK'ü G1, G2, G3, B1, B2, B3, I, S1, S2 ve S3 olmak üzere 10 bölgeye ayırmıştır (**Şekil 1.A**). Bu bölgelerin merkezleri şekilde nokta ile belirtilmiştir. Bu bölgelerde lifler sayılmış ve yoğunlukları her lif grubu için ayrı grafikte gösterilmiştir (**Şekil 1.B**). Çaplardaki bu değişiklik sinir liflerinin farklı hızlarda ve frekanslarda iletim yapmasına yol açmaktadır. Daha büyük çaplı bir lif kendine göre daha küçük çaplı bir liften daha yavaş ve daha düşük bir frekansla iletmektedir. Örneğin, yüksek bilişsel işlem kapasiteli beyin bölgeleri arasındaki iletişim küçük çaplı liflerle yapılırken duyu ve motor bölgeler büyük çaplı liflerle birbirlerine bağlanmaktadır [1]. Dolayısıyla, KK'daki farklı çaptaki lif gruplarını, aktarılan enformasyonun tipine özgü kanallar olarak da düşünebiliriz. KK yapısında bulunan, hemisferler arasında belli bir fonksiyon amacıyla iletişimi sağlayan bir geçişin, değişik lif sayıları içeren frekans kanallarının birleşmesiyle oluştuğunu söyleyebiliriz.

KK yapısının anlaşılması için bu bilgilerin ışığında pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda deneklere yarı görme alanlarından uyarı verilerek uyarıların görme yollarının özgün çaprazlaşması nedeni ile bir hemisfere ulaşması sağlanmaktadır. Uyarının sunulduğu görme alanının karşı tarafındaki hemisfer doğrudan uyarılırken aynı taraftaki hemisfer KK aracılığı ile dolaylı olarak uyarılmaktadır. Beynin tepkisi her iki

hemisferden EEG sinyali olarak kaydedilmekte ve elde edilen görsel uyarılmış potansiyeller (GUP) incelenmektedir. İki hemisferden elde edilen GUP'lar arasındaki zaman gecikmeleri hemisferler arası iletişim zamanının tahmininde kullanılmıştır.[3, 9, 10]. İlk kez Nalçacı ve ark. elde edilen GUP'ların hemisferler arası iletişimin kaba bir tahminini verdiğini ve frekans analizi ile GUP'un bileşimine katılan farklı salınımlardan yararlanılarak farklı KK liflerine ait gecikme zamanlarının tahmin edilebileceğini ileri sürdüler [7]. Bu hipotezi sınamak üzere yaptıkları denemeler sonucunda teta (4-8 Hz), alfa (8-15 Hz), Beta1 (15-20 Hz) ve Beta2 (20-32 Hz) bandlarında farklı hemisferler arası iletişim zamanı bulduklarını bildirdiler [7, 8].



Şekil 1. A. Korpus Kallosum bölgeleri. B. Lif gruplarının bölgesel yoğunluk dağılımı. [1]

Sunulan çalışmada Nalçacı ve ark.'nın elde ettiği farklı frekans bandlarındaki uyarılmış potansiyellerin farklı genliklere sahip olduğu gözleminde yola çıkılmıştır ve genlik farklarından yararlanılarak uyarının aktarılmasına katılan farklı çaptaki liflerin oranının hesaplanabileceği tezi ileri sürülmüştür. Genlik değişiklikleri gözönüne alınarak, sunulan uyarı ile ilgili beyin bölümlerinin hemisferler arasındaki iletişimde hangi geçişin ve frekans kanallarının etkili olduğu, her bir kanaldaki sinir lifi yoğunluğu bulunmaya çalışılmıştır.

KK içinde görsel enformasyonun geçişini sağlayan başlıca geçişin oksipital, pariyetal bölgeler olduğu bilinmektedir [6]. Belli başlı frekans bantları da etkin olan kanalları göstermektedir. Ancak kanallardaki lif sayılarının tam olarak bulunması çok zor bir problemdir. Çünkü, herhangi bir uyarı ile ve herhangi bir zamanda her sinir grubundan farklı miktarda sinir uyarılmış olabilmektedir. Bu nedenle bu çalışmada problem, bu sinir liflerinin aktif olan tüm sinir liflerine sayıca oranlarının tahmini şeklinde incelenmiştir. Bulguların daha sonra deneylerle ispatlanması gereklidir. İkinci bölümde çalışmada kullanılan verilerin toplanması anlatılacaktır. Üçüncü bölümde deneyler neticesi elde edilen GUP'nin incelenmesi için kullanılan metodlar ve sonuçları belirtilecek, dördüncü bölümde sonuçlar değerlendirilecektir.

## 2 Verilerin Toplanması

Bu çalışmada kullanılan EEG sinyalleri Bremen Üniversitesi , Psikoloji ve Bilişsel Araştırma Enstitüsü'nde yapılan deneyler sonucunda elde edilmiştir [7]. Sol ve sağ yarı görme alanlarından sunulan 'değişen dama tahtası' uyarısı neticesi 9 denekten, her iki hemisferde görsel bilginin işlendiği oksipital ve pariyetal bölgelerden, EEG sinyalleri 512 Hz örnekleme frekansında 2 saniye boyunca (uyarının verilmesinden 1 saniye öncesinden uyarıdan 1 saniye sonrasına kadar) kaydedilmiştir. Elde edilen kayıtların seçilmiş ortalaması alınarak GUP'lar elde edilmiştir. Sol yarı görme alanından sunulan uyarı doğrudan sağ hemisferi, dolaylı yoldan, büyük çoğunlukla korpus kollosum üzerinden, sol hemisferi uyarmaktadır. Doğrudan ve dolaylı yolla uyarılan hemisferlerden elde edilen GUP'ların karmaşık yapılarının, farklı frekanslarda etkin olan farklı sinir gruplarından kaynaklandığı ileri sürülmektedir [2]. Bu grupların hemisferler arasındaki iletişimde de korpus kallosumu oluşturan farklı sinir liflerinin etkin olduğu tezlenmiştir [7]. Farklı sinir liflerinin farklı frekanslar anlamına geldiğinden yola çıkılarak, her iki hemisferden alınan sinyallerin değişik frekans bantlarına ayrılıp incelenmesi ile farklı bantların hemisferler arasındaki ilişkisi ölçülmüştür ve dolaylı uyarılan hemisfer sinyalinin doğrudan uyarılana göre gecikmiş olduğu ve genliğinin daha küçük olduğu gözlenmiştir [7].

## 3 GUP'nin İncelenmesinde Kullanılan Yöntemler ve Sonuçları

Deneyler neticesi elde edilen GUP'nin denekler arası ortalaması alınarak frekans analizi yapıldığında belli başlı dört bant ortaya çıkmıştır. Bu bantlar literatürde adı geçen teta, alfa, beta1, beta2 bantlarıdır ve sırasıyla 4-8 Hz, 8-15 Hz, 15-20 Hz, 20-32 Hz frekans aralıklarına karşılık gelmektedir [7]. Beynin her iki hemisferinden alınan GUP, belirlenen bu bant filtrelerden geçirilmiş ve taraflar arası karşılaştırma yapılmıştır. Doğrudan ve dolaylı uyarılan hemisferler arasındaki gecikmeler ve genlik farklılıkları incelenmiştir. Bu karşılaştırma literatürde sıklıkla kullanılan P100 ve N160 noktalarında yapıldığında aralarındaki gecikme ve genlik farkı net bir şekilde gözlenebilmektedir. Burada 'P' pozitif, 'N' negatif anlamında olup '100' ve '160' sayıları uyarı verilmesinden itibaren geçen süreyi milisaniye olarak göstermektedir. P100, 80 ile 130 milisaniye aralığında, N160 ise 130 ile 190 milisaniye aralığında yer almaktadır. P100, uyarı verilmesinden sonra GUP'de oluşan bu zaman aralığındaki en yüksek pozitif tepe noktasını, N160 ise belirtilen zaman aralığındaki en negatif tepe noktasını temsil etmektedir. **Şekil 2**'de P100 ve N160 bölgeleri oldukça net olan doğrudan ve dolaylı uyarılan hemisferlerden alınmış alfa bandında salınım yapan GUP'ler gösterilmiştir. P100 ve N160 noktalarının önemi, bu zamanlarda ilgili geçişteki tüm KK kanallarının bir oranda aktif olması ve hemisferler arası iletimin çoğunlukla KK üzerinden yapıyor olmasıdır. Daha erken zamanlarda iletimin henüz başlamamış olması, daha geç zamanlarda da başka iletimlerin etkin olması olasılığı mevcuttur. P100 ve N160 noktalarında yapılan karşılaştırmalar neticesinde dolaylı uyarılan hemisferden alınan sinyalin doğrudan uyarılan hemisfer sinyaline göre daha geciktiği ve genliğinin daha küçük olduğu gözlenmiştir. Bu noktalar etrafındaki bölgeler gözönüne alınarak yapılan hesaplamalarla bulunan gecikme miktarları ve denekler arası ortalamaları ile ikinci bölümde bahsedilen deneylerde elde edilen gecikme miktarlarının denekler arası ortalamaları ve standard sapmaları **Tablo 1**'de verilmiştir. Görüldüğü gibi, hesaplanan ortalama gecikmeler deneysel değerlere uygundur. Denek sayısının çok az olması deneylerin oldukça zahmetli ve zor olmasından kaynaklanmaktadır. Çalışmanın geleceği açısından daha fazla denekli deneyler düşünülmektedir.