

İyi – kötü koku uyarılarının EEG aktivitesine etkisinin Welch metodu ile incelenmesi

Mesut ŞEKER^{*1}, Mehmet Sıraç ÖZERDEM¹,

¹ Dicle Üniversitesi, Elektrik Elektronik Mühendisliği Bölümü, Diyarbakır

Makale Gönderme Tarihi: 29.12.2016

Makale Kabul Tarihi: 27.03.2017

Öz

Görsel, işitsel ve koku gibi dış uyaranların beynin elektriksel aktivitesi üzerinde etkileri olduğu bilinmektedir. Görsel ve işitsel öğelere çalışmalarda oldukça yer verilmesine karşın daha karmaşık bir yapıya sahip olan koku uyarısının merkezi sinir sistemi üzerindeki etkileri pek az bilinmektedir. Bu çalışmanın amacı iyi-kötü kokuların Elektroansefalografi (EEG) sinyallerindeki dalgalanmaları nasıl etkilediğini incelemek ve beyin aktivitesi üzerinde nasıl değişimler oluşturduğunu gözlemlemektir.

Çalışmada kullanılan EEG verileri 14 kanallı EMOTIV EPOC başlığı ile 6 kişinin gözler kapalı konumdayken 8 farklı koku (4 iyi- 4 kötü) kullanılarak alınmıştır. Başlığın içindeki filtreler aracılığı ile önışleme tabii tutulmuş halde alınan koku verilerinin Welch yöntemi kullanılarak güç spektrum yoğunluk grafikleri her kanal için ayrı ayrı incelenmiştir.

Yapılan analizler neticesinde kokulara ait verilerin tüm bant içerisindeki bağıl gücünün yaklaşık %50-70'ını delta bantının oluşturduğu ve yoğunluğun küçük bant frekansında biriktiği görülmüştür. Genel anlamda iyi kokular yüksek bant gücünde salınım gösterirken, kötü kokular daha düşük seviyede salınım gerçekleştirmişlerdir. Veriye ait 14 kanal incelendiğinde genel olarak beyin kabuğunda bir asimetri (cortical asymmetry) olduğu görülmektedir. Kokunun subjektif bir kavram olduğu, aynı kokunun her kişide her zaman aynı etkiyi göstermediği anlaşılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: EEG; koku; EMOTIV EPOC; Welch yöntemi.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Mesut ŞEKER. mesut.seker@dicle.edu.tr; Tel: (412) 241 10 00 (3637)

Giriş

Koku fonksiyonu birçok nörolojik hastalıktan (Parkinson, Alzheimer, motor nöron rahatsızlıkları, vb.) etkilenmektedir. Tüm bu durumlarda kokuya olan hassasiyet azalmakla birlikte, farklı kokuları ayırt etme ve kokuyu tanıma algısı azalabilmektedir. Klinik tedavilerde bazen bu durum gözden kaçırılmaktadır (Barresi vd., 2012). Birçok çalışma, kokuların beyin elektriksel aktivitesi üzerinde etkisinin olduğunu göstermektedir (Lorig ve Schwartz, 1998; Bauchli vd., 1995). Bundan dolayı insan beynine ait elektriksel aktivitelerin kokulara olan tepkisi hala çalışma konularının başında gelmektedir.

Koku; bilme yetisi ve hisle oldukça alakalı olduğundan, karmaşık bir kavramdır (Lawless ve Engen, 1977). Kokunun kişinin hislerine, davranışlarına ve ruhsal moduna etkisi yadsınmaz. Buradan yola çıkarak, farklı kokuların beyindeki salınım gücüne nasıl etki ettiği, bir araştırma konusu haline gelmiştir. Birçok çalışmada görsel ve işitsel öğelere yeterince yer verilmiştir. Koku ise henüz yeterince anlaşılıp genellemeler yapılabilen bir kavram değildir (Kroupi vd., 2014). Kokular genelde, yoğunluk ve hoşnutluk şeklinde 2 grup halinde incelenebilir. Yapılan çalışmalar genel anlamda kokunun hoşnutluğu üzerine yoğunlaşmıştır (Kroupi vd., 2017; Buck ve Axel, 1991).

Koku uyarısının alınması ile duyu sensörleri devreye girip beyin ilgili bölgelerine elektriksel impulslar gönderir ve beyin yapısında her kokuya özgü almaçlar barındırır (Chen ve Dalton, 2005). Beynin fizyolojik yapısı incelendiğinde kokunun takip ettiği yol hakkında fikir sahibi olmak mümkündür. Gelen ilk koku uyarıtısı koku soğanında toplanır ve bu kısım beyin ön lobunda bulunur. Koku daha sonra sinirler vasıtası ile priform kortekse iletilir. Priform korteks, temporal lobun uç kısmına yerleşmiş haldedir ve farklı kokuların ayırdında önemli rol oynar. Kokulara verilen duygusal yanıtların belirlendiği kısım ise amigdaladır.

Amigdala kokuların bizde yarattığı heyecan, kaygı, keyif gibi cevapların ana oluşum noktasıdır. Koku alımı entorinal korteks’de sonlanır. Bu kısım sekonder koku bölgesi olarak adlandırılır ve kokuların tanınmasında rol oynar (Kroupi vd., 2015).

Bu çalışmada kokuların beyin aktivitesi üzerine olan etkileri araştırılırken EEG verilerinden faydalanılmıştır. Çalışmanın amacı, alınan EEG sinyallerinin güç spektrum yoğunlukları yardımıyla seçilen iyi veya kötü kokuların EEG sinyallerindeki değişimlerini incelemektir. Değişimler var ise bunların kişiden kişiye mi yoksa genellenebilir değişimler mi olduğunu göstermektedir.

Materyal ve Yöntem

Materyal

Bu çalışmada kullanılan EEG verileri; sağ elle yazan, erkek 6 lisans öğrencisinden alınmıştır. Yaşları 22-26 arasında değişmekte olan öğrenciler, yerel etik kurul kararı onayı ile gönüllü olarak deneye katılmışlardır. Katılımcılar sigara kullanmayan ve koku duyusuyla ilgili herhangi bir kronik rahatsızlığı bulunmayan kişilerden seçilmişlerdir. Katılımcılara deneyin paradigması hakkında bilgi verilmiş fakat uygulanacak kokular hakkında herhangi bir bilgi verilmemiştir. Kişiler kontrollü bir ortamda rahat bir koltuğa oturtulmuştur. Veri alınan oda ise sestene ve ışıktan korunarak iyi havalandırılmıştır.

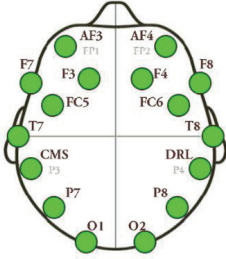
Kokuların Seçimi

Aynı kokuların farklı kişilerde farklı etkiler oluşturabileceği öngörüsü ile genel anlamda iyi (gül, nar çiçeği, vanilya, şeftali) – kötü (peynir, domates salçası, soğan, sarımsak) kokular şeklinde 2 sınıf oluşturulmuştur. Kokular seçilirken, literatürde çoğunlukla kullanılan kokular seçilmiştir (Kroupi vd. 2014; Kroupi vd., 2015). Kokuların yoğunlukları göz önüne alınmamıştır.

Deney Kurulumu

EEG verileri; 14 kanallı, 128 Hz örnekleme frekansına sahip EMOTIV-EPOC başlığı

kullanılarak alınmıştır. Sistemde bulunan AF3 (sol en ön frontal), F7 (en sol frontal), F3 (sol frontal), FC5 (sol frontal-central), T7 (sol temporal), P7 (sol parietal), O1(sol occipital), O2(sağ occipital), P8 (sağ parietal), T8(sağ temporal), FC6 (sağ frontal-central), F4(sağ frontal), F8 (en sağ frontal) ve AF4 (sağ en ön frontal) elektrotları, uluslararası 10-20 sistemine göre dizilmiş formu Şekil 1’de gösterilmiştir. CMS ve DRL elektrotları, referans olarak seçilmiştir. Emotiv Kontrol Panel 2.0.0.20 Premium arayüzü kullanılarak, MATLAB ortamına bağlanılıp veri alımı gerçekleştirilmiştir.



Şekil 1. 10-20 sistemine göre konumlandırılmış elektrotlar

Deney Protokolü

Veri alım sırasında katılımcıların gözleri kapalı tutularak istenmeyen göz kırpmaya gürültüleri ve görsel bilgilerin etkileri önlenmek istenmiştir. Kokular rastgele seçilerek tüp içerisinde katılımcının burnuna 1-2 cm yaklaştırılıp, 8 saniye süresince bekletilmiş ve bu deneme aynı koku için 10 defa tekrarlanmıştır. İşlem bitiminde, bir sonraki koku rastgele seçilip aynı işlem uygulanmıştır. Her koku uygulamasında bir kez kullanılmıştır. Literatüre bakıldığında iki koku arası bekleme süresi 2 saniye ile 5 dakika arasında ve kokunun uygulanma süresi ise birkaç saniye ile 1 dakika arasında değişmektedir (Gotlib, 1998). Bu çalışmada ise burnun koku verilerine alışmasını önlemek için koku uygulama süresi 8 saniye olarak belirlenmiştir. İki farklı koku arası bekleme süresi olarak 2 dakika seçilmiştir. Bu 2 dakikalık sürede, koku ile ilişkili bir anket (0: Çok Kötü – 9: Çok İyi) uygulanıp, katılımcının kokuya olan hoşnutluğu

ölçülmüştür. Anket formu Şekil 2’de gösterilmiştir.

Koku No:

1. Çok Kötü 2. Kötü 3. Normal 4. İyi 5. Çok İyi

2. Hoşnutluk:

3. Koku tanıdık ve kokunun ne olduğunu biliyorum:

Tanıdık ama sadece tahminde bulunabilirim Kokuyu tanıyamadım

Sizce hangi koku en hoşnutluk verici ?

Sizce hangi koku en kötü olanı ?

Şekil 2. Katılımcılara uygulanan anket formu

Yöntem

Bu çalışmada uygulanan yöntem temel olarak 3 aşamadan oluşmaktadır. Birinci aşamada, EEG işaretine önışlem uygulanır. İyi ve kötü kokulara ait güç spektrum yoğunluk grafikleri çizdirilir. Bu grafikler her bir kanal için ayrı ayrı çizdirilir ve anket sonuçlarıyla birlikte grafikler değerlendirilir. Bu gözlemler her 6 katılımcı için tekrarlanıp genel bir çıkarım yapılması amaçlanmıştır.

Önışlem Aşaması

Cihaza gömülü bant geçiren filtre sistemleri yardımıyla 0.5-45 Hz bant genişliğine sahip sinyal, 5. Dereceden sinc filtresi yardımıyla 50Hz şebeke gürültüsünden arındırılmıştır. Katılımcı gözler kapalı konumda ve rahat koltukta hareketsiz konumlandırılarak, istenmeyen göz ve kas gürültüleri minimize edilmiştir.

Anketlerin değerlendirilmesi ve Welch metodu ile kokulara ait Güç Spektrum grafikleri

Uygulanan anketler incelendiğinde, katılımcıların yaptığı değerlendirmelere göre iyi-kötü kokular daha bir belirginlik kazanmıştır. Katılımcılara ait (0-9) aralığında değişen 8 farklı koku için hoşnutluk değerleri Tablo 1’de verilmiştir. Bu kişilere ait EEG verilerini kanal bazında güç spektrum grafiklerine bakarak anketler ışığında yorumlamak mümkündür. Güç spektrum değişimlerini gözlemlemek için Welch metodu kullanılmıştır. Welch metodu hesabı Denklem (1)’de gösterilmiştir.

Tablo 1. Katılımcılara uygulanan anket sonuçları

KOKULAR	KİŞİLERE GÖRE HOŞNUTLUK DURUMU (0-9)					
	A	B	C	D	E	F
GÜL	7	8	7	8	8	6
PEYNİR	3	3	2	4	4	3
VANİLYA	7	7	8	7	9	6
DOMATES	4	4	6	2	2	4
SALÇASI	6	7	7	7	5	5
ŞEFTALİ	6	7	7	7	5	5
SARIMSAK	2	3	3	1	3	1
NAR	8	6	6	6	6	7
ÇİÇEĞİ	3	2	3	2	1	1
SOĞAN	3	2	3	2	1	1

$$\hat{P}_{welch}(f) = \frac{1}{L} \sum_{i=0}^{L-1} \hat{S}_{xx}^i(f) \quad (1)$$

Bağıntıdaki L zaman serisinin uzunluğu, \hat{S}_{xx}^i ise i. iyileştirilmiş periyodogramdır. Matlab platformunda kullanılan komut satırı (2)'deki gibidir.

$$[p_{xx}, f] = pwelch(\{sinyal\}, pencere(pencere uzunluğu), noverlap, nfft, fs, 'power') \quad (2)$$

Komut satırında; pencere hamming, pencere uzunluğu nfft ile eşit olarak 128, noverlap %50 ve örnekleme frekansı 128Hz olarak alınmıştır. Bu yöntemle 8 kokuya ait 14 kanallı EEG verileri spektrum analizi ile görüntülenmiştir. Her kanal için 8 saniyelik verimiz 1'er saniyelik bölütlere ayrılıp, elde edilen 8 bölütün ortalaması alınmıştır. Bu işlem her 10 deneme için uygulanmış ve tüm denemelerin ortalaması alınmıştır. Tüm katılımcılardan elde edilen güç spektrumlarının ortalaması alınarak genel bir kaniya ulaşılması amaçlanmıştır. Frekans bileşenleri, EEG verilerine ait delta (0.5-4) Hz, teta (4-8) Hz, alfa (8-16) Hz, beta (16-32) Hz ve gama (32-45) Hz alt bant aralıkları olarak incelenip, değişimleri değerlendirilmiştir.

Uygulama ve Başarımlar

6 katılımcıya ait koku verilerine ilişkin EEG verilerinin, her kanal ayrı ayrı incelenmek üzere *Welch metodu* kullanılarak güç spektrum grafikleri Şekil 3'te belirtilmiştir.

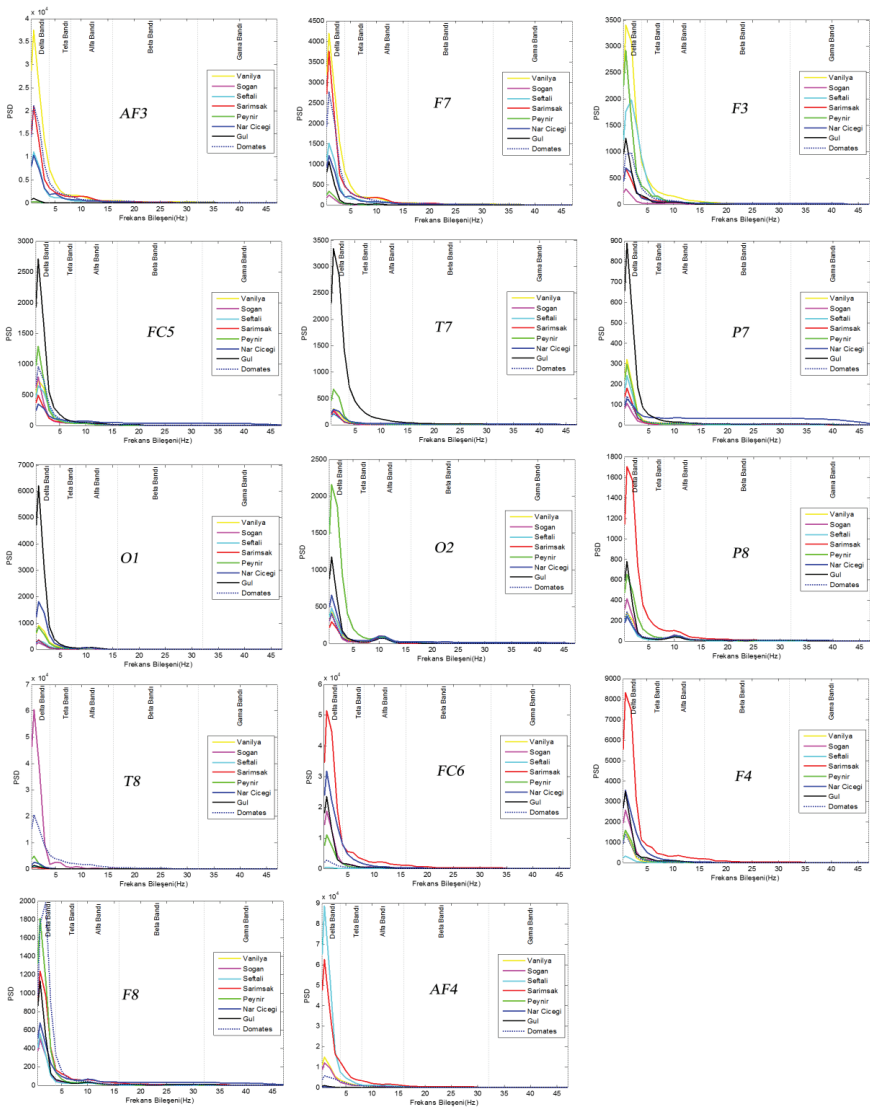
Kokuların genelde küçük frekans aralıklarında baskın olması sinyalin alt bantlarına ilişkin bağlı güç oranı ile açıklanabilir. Bağlı güç bağıntısı (3)'de verilmiştir.

$$RP(\%) = \frac{\sum \text{Seçilen frekans aralığı}}{\sum \text{Toplam bant aralığı (0.5-47 Hz)}} \quad (3)$$

Grafikler incelendiğinde, kokuların çoğunlukla delta bandında yoğunlaştığı görülmektedir. Diğer bir söylemle, delta bandına ait bant gücü, tüm sinyale ait bant gücünün %50-%70 aralığını temsil etmektedir.

Literatürde hissi uyanlar kullanılarak elde edilmiş EEG sinyallerine bakıldığında, birçok çalışmada beyin kabuğunda bir asimetri (cortical asymmetry) olduğu gözlemlenmiştir. Bu asimetri; olumlu bir uyarı olduğunda beyin sol bölgesinde bir aktivasyon artışı, olumsuz bir uyarıda ise sağ bölgesinde bir aktivasyon artışı olarak tanımlanabilir (Nitsschake, 1998; Sutton ve Davidson, 1997; Zhou vd., 2013). Söz konusu asimetri, yapılan bu çalışmada katılımcıların çoğunda gözlemlenmiştir. Bu asimetri, beyin frontal, temporal, central, parietal ve occipital bölgelerinde söz konusudur. Kanallara ait güç spektrumları incelendiğinde, beyin sol kısmına ait elektrotlardan AF3-F7-F3'de vanilya; T7-P7-O1'de gül kokusu o kanallarda en fazla aktivite gösteren kokular iken, beyin sağ kısmına ait F8'de domates salçası, F4-FC6-P8'de sarımsak, T8'de soğan ve O2'de ise peynir kokusu güçlü salınım gösteren kokulardır.

Yapılan anketler sonucunda katılımcılar tarafından gül-vanilya-şeftali en iyi kokular olarak nitelendirilirken, peynir-soğan-sarımsak en kötü kokular olarak belirlenmiştir. Grafikler incelendiğinde genel olarak güzel kokular güç spektrumunda bant gücü artarak baskın karakter gösterirken, kötü kokular ise bant gücü azalarak daha zayıf salınım göstermişlerdir. Bu sonuçlar anketlerin güvenilirliğini doğrulamaktadır.



Şekil 3. 14 kanala ait güç spektrum yoğunlukları

Sonuçlar

Bu çalışmada koku verilerine ilişkin EMOTIV-EPOC tabanlı 6 katılımcıya ait EEG işaretleri değerlendirmeye alınmıştır. Katılımcılardan 4'ü iyi 4'ü kötü toplam 8 koku için 8'er saniyelik 10 farklı deneme alınmıştır. Elde edilen EEG işaretlerine ait güç spektrum yoğunlukları incelenerek iyi-kötü kokuların beyinde nasıl bir salınım gerçekleştirdiği kestirilmeye çalışılmıştır. Genel olarak iyi kokularda beyne ait sinyallerin salınım gücü artarken, kötü kokularda bu baskınlık azalmıştır. Koku uyarıları sonucu ayrıca beyin kabuğuna ait sol kısımda iyi kokular sonucu aktivite artarken, sağ kısımda ise kötü kokular için bir aktivite söz konusudur. Yapılan anket sonuçları ile spektrumdan elde edilen bulgular karşılaştırıldığında birbirine benzer durumlara rastlanmaktadır. Anket sonuçlarına göre gül ve vanilya en beğenilen kokular iken; soğan ve sarımsak beğenilmeyen kokular olarak seçilmiştir. Beynin sol yarım küresinde gül ve vanilya yük gücünde salınım gösterirken, aynı durum sağ yarım kürede soğan ve sarımsak kokuları için geçerlidir. Anketlere göre kokunun subjektif bir kavram olduğu, aynı kokunun her kişide her zaman aynı etkiyi göstermediği görülmüştür. Kokuların güç spektrumunda belirgin olarak birbirinden ayrılması, herhangi bir kokunun diğerlerine nazaran oldukça baskın olması, yapılacak sınıflama işlemlerine ışık tutacaktır.

Kaynaklar

- Barresi, M., Cuirleo, R., Giacoppo, S., (2012). Evaluation of olfactory dysfunction in neurodegenerative diseases, *J Neurol Sci.*, 323:16-24.
- Lorig, T.S., Schwartz G.E., (1988). Brain and odor: I. Alteration of human EEG by odor administration, *Psychobiology*, 16: 281-284.
- Brauchli, P., Rüg P.B., Etzweiler, F., Zeier, H., (1995). Electro cortical and autonomic alteration by administration of a pleasant and an unpleasant odor, *Chem Senses*, 20:505-515.
- Lawless, H., Engen, T., (1977). Associations to odors: Interference, mnemonic and verbal labelling, *Journal of Experimental Psychology: Human learning and memory*, vol. 3, no 1, sf. 52.

- Kroupi, E., Yazdani, A., Vesin, J.M., Ebrahimi, T., (2014). EEG correlates of pleasant and unpleasant odor perception, *ACM Transactions on Multimedia Computing Communications and Applications*, vol. 1, Makale No. 13.
- Kroupi, E., Vesin, J.M., Ebrahimi, T., (2015). Subject-independent odor pleasantness classification using brain and peripheral signals, *IEEE Transaction on Affective Computing*, sf. 422-434.
- Buck, L., Axel, R., (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition, *Cell*, 65(1):175-87.
- Chen, D., Dalton, P., (2005). The effect of emotion and personality on olfactory perception, *Chemical Senses* 30, 4, 345.
- Gotlib, I., (1998). EEG alpha asymmetry, depression and cognitive functioning, *Cognition & Emotion*, 12, 3, 449-478.
- Nitschake, W., (1998). The puzzle of regional brain activity in and anxiety: the importance of subtypes and comorbidity, *Cognition and Emotion* 12, 3, 421-447.
- Sutton, S., Davidson, R., (1997). Prefrontal brain asymmetry: A biological substrate of the behavioral approach and inhibition systems, *Psychological Science* 8, 3, 20.
- Zhou, D., Lebel, C., Evans, A., Bealieu, C., (2013). Cortical thickness asymmetry from childhood to older adulthood, *Neuroimage*, 83:66-74.

Analyzing the effects of pleasant and unpleasant odor stimulus to EEG activations by using Welch's method

Extended abstract

It is known that odor stimulus has effects on brain electrical activity. The odor effects on human emotions, behaviors and mood can not be denied. In contrast to other external stimulus, odor perception is a complex event due to its sensory and cognitive manners, so there is no exact statement for the effects of odors on human central nervous system. Some odor dysfunctions may appear as a result of some neurologic disease (Parkinson, Alzheimer, motor neuron disease, etc.). The sense of odor, ability to distinction different odors and recognizing odors can be decreased in these diseases. This situation is sometimes ignored in clinical treatment.

In literature, bunch of electro-physiological methods can be seen to analyse brain electrical activity. One of these method is Electroencehalogram (EEG) that is known as a good source to comment about functioning of brain.

There are some external stimulus such as visual, audial and odor has effects on brain activity. Beside there are many studies related to visual and audial issues, the effects of odor stimuli, which is more complex than others, on nervous system are not well known.

The aims of this study are to analyse how pleasant-unpleasant odors affect fluctuation of EEG singals and find out relations between odors and brain activities. 14 channelled EMOTIV EPOC headset is used with 6 participants whose eyes are closed and 8 different odors(4 of them are pleasant, the rest is unpleasant) are applied to receive EEG datasets. The datum, which has already been preprocessed by embeded fillters (5th order sinc filter to notch out 50 Hz network frequency, 0.5-45 Hz bandpass filter) in headset, are analysed independently by looking power spectral density graphs in respect to channels by help of Welch's method. In Welch's method, hamming window with %50 overlap was used.

By the help of surveys belong to participant and graphs of power spectrum density, most dominant pleasant – unpleasant (two of each) odors were determined. The odors belonging pleasant ones are vanilin and rose and unpleasant ones are onion and garlic. This argument is compatible with power spectrum graphs. In most graphs, these odors play dominant roles. Delta band consists of 50-70 percent of whole bands and related power accumulates on lower frequencies. In general, pleasant odors oscillates close by high band power and unpleasant odors oscillates around lower band power.

When 14 channels of EEG is analysed, Cortical asymmetry appears for almost all participants. In other words, pleasant odors have dominant character on left hemisphere of brain. Same thing can be said for unpleasant odors on right hemisphere of brain.

We can say that odor is a subjective concept and same odor can not show same effects on different people. The discrimination of different odors through graphs brings an idea whether these odors can be classified successfully each other or not. In future works, these odors can be applied to a classification problem.

Keywords: EEG, odor, EMOTIV EPOC, Welch's method, neurologic disease, Cortical asymmetry