



Yüz Tanıma Alanı (Gyrus Fusiformis): Betimleyici Bir İnceleme

Face Recognition Area (Gyrus Fusiformis): A Descriptive Review

Emine Petekkaya¹ , Mahinur Ulusoy¹ , Ayşe Gül Kabakcı² , Ahmet Hilmi Yücel² 

¹Beykent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi AD. İstanbul, Turkey

²Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Anatomi Anabilim Dalı, Adana, Turkey

ABSTRACT

People recognise each other with faces. For this reason, the ability to recognize and remember faces is very important for the social functioning of a person. These processes involve a network of interrelated brain regions including, occipital face area in inferior occipital gyrus, fusiform face area in fusiform gyrus and facial expression recognition area in superior temporal sulcus.

Keywords: Face recognition, Fusiform gyrus, Fusiform face area, Occipital face area.

ÖZET

Kişiler yüzleri ile tanınırlar. Bu nedenle yüzleri tanıma ve hatırlama yeteneği, insanın sosyal işlevselliği için çok önemlidir. Bu işlevler için, gyrus occipitalis inferior'da occipital yüz alanı, gyrus fusiformis'te fusiform yüz alanı ve sulcus temporalis superior'daki yüz ifade alanı gibi birbiriyle ilişkili beyin bölgeleri fonksiyon görmektedir.

Anahtar Kelime: Yüz tanıma, Gyrus fusiformis, Fusiform yüz alanı, Occipital yüz alanı

Giriş

Kişileri tanıma ve ayırt etme kabiliyeti insanın sosyal ilişkilerini belirlemesi ya da şekillendirmesi açısından oldukça önemli bir özelliktir¹. İnsanoğlu var olduğu günden beri yüzleri ve yüzdeki duygu ifadelerini algılama ve hatırlama yolu ile tanıdık ve bilinen kişileri kategorize ederek yaşamına sosyal işlevsellik katmıştır². Aynı zamanda evrimsel açıdan da kişileri tanıdık ve tanıdık olmayan şeklinde sınıflandırarak aile üyelerini ayırt etme yolu ile kendisine güvenli ortam oluşturmuştur. Bu nedenle yüzlerin tanınması insanın sosyal ortamını belirlemede çok önemli bir özellik olmuştur. Yüzler; kimliğimiz, cinsiyet, yaş, ruh hali ve bakış yönümüz dahil olmak üzere etkileşimde bulunduğumuz insanlar hakkında hayati sosyal bilgiler sağlamaktadır³. Beyin ilk olarak yaş, cinsiyet ve yüz ifadelerini değerlendirmektedir. Daha sonra bakılan yüzü, bellekte depolanmış 3 boyutlu (3B) yüzlerle karşılaştırılarak, kişinin görünüşü açısından bakılmaksızın tanınmasına izin vermektedir⁴. Yüz algılaması son derece karmaşık bilişsel ve duygu işleme süreçlerini gerektiren önemli bir işlemdir³. Günümüzde; görme ve sosyal tanımaya ilişkin karmaşık beyin işlevlerini açıklayan birçok sağlam veri elde edilmiştir. Bu konuda yapılmış davranışsal, nöropsikolojik ve nörofizyolojik araştırmalar, yüz algılamasının, diğer uyarı kategorilerinin algılanmasına katılan süreçlerden farklı bazı özel sinirsel mekanizmalar içerdiğini göstermiştir³. Fonksiyonel beyin görüntüleme araştırmalarının ilerlemesi ile birçok beyin fonksiyonunun anatomik lokalizasyonlarını belirleme konusunda çok güçlü kanıtlar elde edilmiştir.

Yüz tanıma alanı (gyrus fusiformis)

İnsan görme korteksi lobus occipitalis'te yer alır fakat bu bölge ile sınırlı değildir. Lobus frontalis, lobus temporalis ve lobus parietalis bölgelerinde dağılım gösteren yüksek kortikal ağ özelliği gösterir⁵. Yüz tanımanın ilk aşaması görme ile ilgili uyarıların hızlı işlendiği retinotopik korteks tarafından gerçekleştirilen işlevlerdir. Retinotopik korteks; colliculus superior, amygdala, thalamus'un nucleus geniculatum laterale'si ve pulvinar'ı ile korteks striatum gibi bir dizi karmaşık nöronal ağ sistemini içermektedir. Yüzün görsel olarak ilk tanımlama aşamasının ardından yüzlerin kimlik bilgisi ve yüz ifadelerinin duygusal değerlendirme işlevleri gerçekleştirilir⁶. Fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRI) yöntemi ile yüz algılaması sırasında; üç



çekirdek beyin bölgesinin fonksiyon gösterdiği tespit edilmiştir. Bu bölgeler; occipitotemporal kortekste yer alan – gyrus fusiformis medius veya fusiform yüz alanı (fusiform face area/FFA); gyrus occipitalis inferior veya "occipital yüz alanı" (occipital face area/OFA); ve sulcus temporalis superior'un posterior alanlarıdır (pSTS)'dir⁷. Sulcus occipitalis lateralis'in yakınındaki lateral yüzey lateral occipito temporal korteks, gyrus fusiformis'in posterior ve medius bölgeleri ile sulcus occipitotemporalis'a uzanan alanlar ise ventral occipito-temporal korteks olarak adlandırılmıştır⁸. İnsana ait ventral occipito-temporal korteks (VTC), fusiform gyrus'u içermesi nedeniyle yüz algılama, nesnelere tanıma ve okuma gibi yüksek düzey görsel işlemede işlevsel olarak özel kilit yapı olarak kabul edilmektedir⁹. Bu bölgeler tipik olarak bilateral bulunmakla birlikte sağ hemisferde baskındırlar³. Bu ağdaki en tutarlı şekilde ilişkili bölge, sağ gyrus fusiformis'de "fusiform yüz bölgesi" (fusiform face area/FFA) olarak adlandırılmıştır^{2,3}. Gyrus fusiformis; ilk kez 1854'te Jena Emil Huschke tarafından tanımlanmıştır¹⁰. Huschke, özellikle, iğ şekline benzediği için bölgeyi gyrus fusiformis olarak adlandırmış, uyarıların gönderildiği yerin ortadaki kısımdan daha geniş olduğu için, fusiform alanı 'Spindelwulst' (gyrus fusiformis) olarak tanımlamıştır⁹. Daha sonra Kanwisher tarafından gyrus fusiformis içinde yüz tanıma için spesifik bir alan tanımlanmış ve fusiform yüz alanı (FFA) olarak adlandırılmıştır¹¹. Bu bölge ile ilgili olarak tartışmalar sürdürülmesine rağmen, yüz algılamasına özel bir modül olarak hizmet ettiği düşünülmektedir; evler, arabalar veya çiçekler gibi nesnelere ziyade yüz uyarılarına maksimum düzeyde tepki verdiği gösterilmiştir³. Yüz algısı ile ilgili geniş kapsamlı araştırmalar, fusiform yüz alanının yüz tanımadaki rolüne daha fazla odaklanılmasına karşın occipital yüz alanı (OFA)'nın diğer yüz seçici kortikal bölgelerden farklı olarak ayırt edici yüz hesaplamaları gerçekleştirdiğini göstermiştir³. OFA, occipito temporal korteks içinde gyrus oksipitalis inferior (IOG)'da bulunan fonksiyonel olarak tanımlanmış yüz seçimli bir bölgedir⁸. Gyrus occipitalis inferior, sulcus temporalis superior, orbitofrontal korteks, gyrus frontalis inferior korteksi, amygdala ve hipokampus alanları ise kategorik sınıflandırma yapmadan yüz resimlerine yanıt veren alanlardır¹². Yüksek temporal çözünürlüklü deneysel görüntüleme teknikleri ile yapılan çalışmalarda yüz işleme bilgisinin uyarı başlangıcından 100 ms sonra OFA'ya ulaştığı ve ilk yüz seçici kortikal bölge olarak görev aldığı bildirilmiştir⁸.

Kimlik ve yüz ifadesi ayrımı

Kimlik ve yüz ifadesi ayrımını yapabilmek daha karmaşık nöronal işlevleri gerektirdiğinden yüksek korteks seviyelerinde gerçekleştirilir. Yüzler hakkında temel bilgiler çekirdek sistem tarafından işlendikten sonra diğer korteks alanlarına yayılım gösterir. OFA'nın karmaşık olan yüz tanımlama ağında "erken" bir modül olarak davrandığı bildirilmiştir. OFA'nın erken görme korteksi ile FFA arasında kortikal hiyerarşide ara pozisyon olarak yer aldığı fMRI çalışmalarında gösterilmiştir. Yüksek yüz seçici kortikal bölgelerde daha karmaşık yüz özellikleri işlenirken OFA'da yüz kısımlarını yapısal olarak temsil eden göz, burun ve ağız gibi bölgeler işlenmektedir⁸. Aynı zamanda hareket, şekil, boyut, renk ve ifade gibi birçok karmaşık görme işlevi, yüz ve ifadesinin tanımlanması için spesifik şekilde aktivasyon gösteren bazı beyin kortikal alanları da yer almaktadır. Örneğin yüz ifadesini oluşturan bakış yönü, dudak hareketleri, yada dudak okuma gibi yüzün değişen ifadeleri ise sulcus temporalis superior tarafından gerçekleştirilmektedir¹³.

Yüzlerdeki tehlike sinyallerini öğrenebilme ve bu tür sinyalleri hızlı bir şekilde işleme kabiliyeti de hayatta kalmak için önemlidir¹⁴. Yüz ifadelerinde tehdit içeren sosyal sinyaller, amygdala'yı harekete geçirmekte ve amygdala, duygusal ve sosyal süreç ile ilgili kortikal alanları modüle etmektedir¹⁵. Amygdala; korkulu yüz ifadelerine fusiform yüz bölgesinde aktivite artışı gerçekleştirerek davranışsal korku yanıtlarında yer alan subkortikal alanlar ve beyin sapı bölgelerini etkilemektedir¹⁵. Hipokampusta, amigdala'da ve gyrus frontalis inferior'da oluşan yüksek aktivite hafıza oluşturma süreçleriyle ilişkilendirilmiş kodlama alanlarıdır¹¹. Yüz ilk kez tanımlandığında kişinin ismi ve diğer anılarıyla ilişkilendirilerek kaydedilmektedir⁴. Ventrolateral prefrontal korteksin (VLPFC) de yüz ifadelerini değerlendirirken amygdala'nın aktivasyonunu düzenlediği yani değerlendirici yargılar oluşturduğu böylece sosyal uyarıların yukarıdan aşağı işlenmesinde rol oynadığı düşünülmektedir¹⁶. Korku uyandıran yüzlerden ve sosyal olmayan uyarılardan gelen tehdit sinyalleri 50-200 ms. içinde beyin aktivitesinin artmasını sağlamaktadır¹⁴. Amygdala ve gyrus fusiformis anatomik ve fonksiyonel olarak birbiri ile bağlantılıdır. Gyrus fusiformis, tehdit edici uyarılara karşı uyarının başlangıcından hemen 30-60 ms sonra reaksiyon göstermektedir¹⁴.

Hastalıklarda yüz tanıma alanı (gyrus fusiformis)

Her iki alanda azalmış aktivasyon yüz tanımada defisitlere yol açmaktadır. Prosopagnosia, Otizm, Şizofreni ve Alzheimer gibi hastalıklar, sosyal iletişim ve etkileşimin bozulduğu yüz tanıma defisitleri gösteren hastalıklar olarak tanımlanmıştır¹⁷⁻¹⁹. Nörogörüntüleme çalışmaları sayesinde özellikle yüzleri, kimlikleri, yerleri tanımda ve yüz göz etkileşimli iletişim defisitleri gösteren bu hastalıkların etyolojisinde yüz ve nesne tanıma gibi işlevsel beyin alanları sorumlu tutulmaktadır.

Prosopagnosia; gyrus fusiformis lezyonu ile sağlam zihinsel ve bilişsel işlevlere rağmen yüzleri tanımama defisiti gösteren spesifik nörolojik bir sendromdur^{12,20}. Lezyon alanları olarak çoğunlukla VTC'de yer alan gyrus lingualis ve gyrus fusiformis alanları gösterilmektedir²⁰. Aynı zamanda bu bölgeler renk algısının işlendiği bölgeler olarak bildirilmiştir²¹. Olguların çoğunda lezyonlar bilateral olmakla birlikte, unilateral lezyonların da bu sendroma yol açtığı tespit edilmiştir. Prosopagnozik hastalar bir yüz ile bir nesneyi ayırt edebilmektedir ancak ünlü yüzler, arkadaşlar ve akrabalar gibi tanıdık yüzler ile kendi yüzlerini tanıyamamakta ve yeni yüzler öğrenememektedirler²⁰. Prosopagnosia, aynı zamanda Alzheimer Hastalığı'nın ileri evresinde görülen yaygın bir belirtidir⁴. Alzheimer Hastalığı'nda özellikle lobus temporalis medialis atrofisi; bellek bozulması, hafif kognitif bozukluk ve demansla ilişkilendirilmiştir. Lobus temporalis medialis'in etkilenmesi, gyrus fusiformis ve gyrus parahippocampalis alanlarını içermesi nedeniyle dil yetenekleri, ailesel şeylerin tanınması, yerler, insanlar, kendisi ve kendisine ait kişisel bilgileri hatırlama gibi özellikler yavaşça kaybolur²².

Şizofrenide yüz tanımadaki defisitlerin gyrus fusiformis ile ilgili olduğu, özellikle sol hemisferdeki gyrus fusiformis ve amygdala'da fonksiyonel değişikliklerle birlikte hacim azalması gibi yapısal değişikliklerin de olduğu gösterilmiştir²³. Buna ek olarak, gyrus fusiformis'in elektriksel uyarımının kompleks görsel illüzyonların oluşmasına neden olduğu bildirilmiştir²⁴. Şizofrenili hastalarda hem postmortem bir çalışmada hem de bir in vivo yapısal MRI çalışmasında gyrus fusiformis'te bilateral hacim azlığı ortaya çıkarılmıştır²⁴. Daha önce yapılmış çalışmalarda şizofreni hastalarında olumsuz bilişsel önyargının nötr yüzlere karşı artmış amygdala aktivasyonunun daha negatif yorumlandığı bildirilmiştir¹⁷.

Otizm'in en karakteristik sosyal iletişim bozuklukları arasında göz teması kurma, yüzdeki duygusal ifadeleri tanıma ve yüze konuşma gibi yüz ifadeleri yolu ile kurulan sosyal etkileşim defisitleri bulunmaktadır. Otizmlili kişilerin, yüzün iç özelliklerine özellikle de gözlerle daha az bakma eğiliminde oldukları ve ağıza daha fazla odaklanma belirtileri gösterdikleri belirtilmiştir²⁵.

Sonuç

Yüzlerin ve yüz ifadelerinin hayatta kalma ve sosyal yaşamı düzenleme açısından kritik önemi yapılan bilimsel çalışmalarla doğrulanmaktadır. Amygdala'nın yüzlerden gelen sinyaller aracılığı ile tehlike varlığını sorgulaması özellikle nötr ifadeli yüzlere karşı gyrus fusiformis'te daha fazla aktivite oluşturması ile kızgınlık ve öfke yanıtlarına yol açması yüz ifadelerini kullanmanın fizyolojik önemini göstermektedir. İnsan sosyal varlıktır ve sosyal yaşamında yüz göz etkileşimini kullanarak varlığını sürdürmeye devam edecektir.

Kaynaklar

1. McGugin RW, Van Gulick AE, Gauthier I. Cortical thickness in fusiform face area predicts face and object recognition performance. *J Cogn Neurosci*. 2016;28:282-94.
2. Brunyé TT, Moran JM, Holmes A, Mahoney CR, Taylor HA. Non-invasive brain stimulation targeting the right fusiform gyrus selectively increases working memory for faces. *Brain Cogn*. 2017;113:32-9.
3. Solomon-Harris LM, Mullin CR, Steeves JKE. TMS to the "occipital face area" affects recognition but not categorization of faces. *Brain Cogn*. 2013;83:245-51.
4. Unnikrishnan MK. How is the individuality of a face recognized? *J Theor Biol*. 2009;261:469-74.
5. Yanjia D, Shi L, Lei Y, Liang P, Li K, Chu WCW et al. Mapping the "what" and "where" visual cortices and their atrophy in alzheimer's disease: combined activation likelihood estimation with voxel-based morphometry. *Front Hum Neurosci*. 2016;10:1-16.
6. Hadjikhani N, Joseph RM, Snyder J, Chabris CF, Clark J, Steele S et al. Activation of the fusiform gyrus when individuals with autism spectrum disorder view faces. *Neuro Image*. 2004;22:1141-50.
7. Jiang F, Dricot L, Weber J, Righi G, Tarr MJ, Goebel R et al. Face categorization in visual scenes may start in a higher order area of the right fusiform gyrus: evidence from dynamic visual stimulation in neuroimaging. *Journal of Neurophysiol*. 2011;106:2720-36.

8. Pitcher D, Walsh V, Duchaine B. The role of the occipital face area in the cortical face perception network. *Exp Brain Res.* 2011;209:481-93.
9. Weiner KS, Zilles K. The anatomical and functional specialization of the fusiform gyrus. *Neuropsychologia.* 2016;83:48-62.
10. Huschke E. Schaedel, Hirn und Seele des Menschen und der Thiere nach Alter, Geschlecht und Race, dargestellt nach neuen Methoden und Untersuchungen. Mauke, Jena. Almanya, Print book, 1854.
11. Kanwisher N, McDermott J, Chun MM. The fusiform face area: A module in human extrastriate cortex specialized for face perception. *J Neurosci.* 1997;17:4302-11.
12. Geiger MJ, Tuura RG and Klaver P. Inter-hemispheric connectivity in the fusiform gyrus supports memory consolidation for faces. *Eur J Neurosci.* 2016;43:1137-45.
13. Steeves JKE, Culham JC, Duchaine BC, Pratesi CC, Valyear KF, Schindler I et al. The fusiform face area is not sufficient for face recognition: evidence from a patient with dense prosopagnosia and no occipital face area. *Neuropsychologia.* 2006;44:594-609.
14. Mueller EM and Pizzagalli DA. One-year-old fear memories rapidly activate human fusiform gyrus. *Social Cognitive and Affective Neuroscience.* 2016:308-16.
15. Petrovic P, Kalisch R, Singer T, Dolan RJ. Oxytocin attenuates affective evaluations of conditioned faces and amygdala activity. *J Neurosci.* 2008;28:6607-15.
16. Pinkham AE, Hopfinger JB, Pelphrey KA, Piven J, Penn DL. Neural bases for impaired social cognition in schizophrenia and autism spectrum disorders. *Schizophr Res.* 2008;99:164-75.
17. Ciaramidaro A, Bölte S, Schlitt S, Hainz D, Poustka F, Weber B et al. Transdiagnostic deviant facial recognition for implicit negative emotion in autism and schizophrenia. *Eur Neuropsychopharmacol.* 2018;28:264-75.
18. Hirjak D, Wolf RC, Pfeifer B, Kubera KM, Thomann AK, Seidl U et al. Cortical signature of clock drawing performance in Alzheimer's disease and mild cognitive impairment. *J Psychiatr Res.* 2017;90:133-42.
19. Di Rosa E, Crow TJ, Walker MA, Black G, Chance SA. Reduced neuron density, enlarged minicolumn spacing and altered ageing effects in fusiform cortex in schizophrenia. *Psychiatry Res.* 2009;166:102-15.
20. Rossion B, Caldara R, Seghier M, Schuller AM, Lazeyras F, Mayer E. A network of occipito-temporal face-sensitive areas besides the right middle fusiform gyrus is necessary for normal face processing. *Brain.* 2003;126:2381-95.
21. Wang X, Han Z, He Y, Caramazza A, Song L, Bi Y. StateWhere color rests: spontaneous brain activity of bilateral fusiform and lingual regions predicts object color knowledge performance. *NeuroImage.* 2013;76:252-63.
22. Nogle CA, Dean RS, Bush SS, Anderson SW. Integration of Imaging in Cortical Dementia Diagnosis. *The Neuropsychology of Cortical Dementias*, Springer Publishing Company. 2015.
23. Dickeya CC, McCarleya RW, Voglmaier MM, Niznikiewicz MA, Seidman LJ, Frumin M et al. A MRI study of fusiform gyrus in schizotypal personality disorder. *Schizophr Res.* 2003;64:35-9.
24. Boucher J, Lewis V. Unfamiliar face recognition in relatively able autistic children. *J. Child Psychol. Psychiatry.* 1992;33:843-59.

Correspondence Address / Yazışma Adresi

Ayşe Gül Kabakçı
 Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi
 Anatomi Anabilim Dalı
 Adana, Turkey
 e-mail: aysegulll-88@hotmail.com

Geliş tarihi/ Received: 24.07.2018

Kabul tarihi/Accepted: 24.10.2018