

Afektif Sinirbilim ve Zihin Kuramı: Nöral Bağlantılar Üzerine Bir Analiz

Affective Neuroscience and Theory of Mind: An Analysis on Neural Connections

Emir Halim Özel¹

¹Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Aydın

ÖZ

Zihin kuramı bilişsel nörobilimde tanımlanan ve canlıların sosyal bilişlerini kapsayan genel bir nörobiyolojik yetenektir. Afektif sinirbilim ise canlıların duygulanım sistemlerini nörobiyolojik perspektiften inceleyen kapsamlı bir nörobilim teorisidir. Afektif sinirbilime göre memeli beyninde 7 farklı duygulanım sistemi vardır ve söz konusu sistemler subkortikal yapılar tarafından aktive olur. Bu makalenin amacı bilişsel nörobilimde tanımlanan zihin kuramı yeteneğini afektif sinirbilimin duygulanım sistemleri ile açıklamaya çalışmak ve KENDİLİK sisteminin nöroanatomik yapısı için zihin kuramı yeteneğini kapsayan bir bölge önermektir. Afektif sinirbilimin tanımladığı 3 pozitif duygulanım sistemi olan ARAYIŞ, OYUN ve BAKIM sistemlerini zihin kuramının empati ile olan ilişkisi neticesinde birbirine bağlayabileceğimizi savunuyoruz. Neokorteks yapılarıyla derin nöral bağlantıları olan zihin kuramı işlevi subkortikal yapılardan temel alıyor olabilir. Bu bağlantının ARAYIŞ sistemi için ventral tegmental alandan medial prefrontal kortekse uzanan nöral devrelerle, OYUN ve BAKIM sistemleri için afektif empati açısından anterior medial singulat korteks ve anterior insula; bilişsel empati açısından dorsomedial prefrontal korteks, temporoparietal bileşke ve superior temporal sulkus üzerinden kurulabileceği önerilmektedir. Ayrıca, zihin teorisi ve KENDİLİK yolunun, VTA'dan başlayıp mezolimbik ve mezokortikal bölgeye uzanan ARAYIŞ, OYUN ve BAKIM sistemi yollarına dahil edilebileceği görüşündeyiz.

Anahtar sözcükler: Afektif sinirbilim, zihin kuramı, duygulanım, empati, kendilik

ABSTRACT

Theory of mind is a neurobiological capability that is concerned with the social cognition of living organisms and studied widely in cognitive neuroscience. Affective neuroscience is a comprehensive neuroscientific theory that examines the affective systems of living things from a neurobiological perspective. Affective neuroscience posits that there are 7 different affective systems in the mammalian brain and these systems are activated by subcortical structures. The aim of this article is to try to explain the theory of mind ability described in cognitive neuroscience with affective neuroscience's affective systems and to propose a region for the neuroanatomical structure of the SELF system that encompasses the theory of mind ability. The paper connects the 3 positive affective systems of affective neuroscience, namely SEEKING, PLAY and CARE, through the relationship between theory of mind and empathy. The main conclusion of the study is that theory of mind, which has deep neural connections within the neocortical structures, may be based on subcortical structures. This connection was established through neural circuits extending from the ventral tegmental area to the medial prefrontal cortex for the SEEKING system. However for the PLAY and CARE systems, this connection was established through the anterior medial cingulate cortex and anterior insula for affective empathy; and through the dorsomedial prefrontal cortex, temporoparietal junction and superior temporal sulcus for cognitive empathy. We also argue that the theory of mind and SELF pathway may be encompassed in the pathways of the SEEKING, PLAY and CARE system, starting from the VTA and extending to mesolimbic and mesocortical regions..

Keywords: Cancer, radiotherapy, music therapy, anxiety, fatigue, pain

Giriş

Sinirbilimi felsefeye bağlayan ve literatürdeki en tartışmalı konularından birisi olan bilinç probleminde insan türünde neden, nasıl ve niçin öznel bir yaşantıyı deneyimleyebilme becerisi olduğu araştırılır (Chalmers 1995). Panksepp (2017) bilinçli zihinleri nörobiyolojik açıdan açıklayabilmemiz için kendiliğin ne olduğunun ve duygularla ilişkisinin nasıl kurulduğunun çalışılması gerektiğini vurgular. Bilinçli bir zihin, içinde "kendilik" taşıyan bir zihindir (Damasio 2020). O halde bilinç problemini çözmek adına "fenomenal deneyimlerin öznesi" olarak tanımlayabileceğimiz kendilik kavramı için nörobiyolojik bir alt zemin aramamız gerekmektedir. Ancak bu tarz felsefi kavramların nörobiyolojik olarak araştırılabilmesi için araştırma yürütürken kullanacağımız

Yazışma Adresi /Address for Correspondence: Emir Halim Özel, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi Psikoloji Bölümü, Aydın, Türkiye **E-mail:** eozel372@gmail.com

Geliş tarihi/Received: 19.03.2024 | **Kabul tarihi/Accepted:** 12.07.2024

teoriler de önemlidir, sinirbilimdeki temel teoriler (örn. davranışsal, bilişsel veya afektif sinirbilim teorileri) beyne farklı metodolojilerle yaklaştıkları için uzlaşmaz gözükürler (Panksepp 2003a). Beynin yapısı ve işlevleri söz konusu olduğunda bütüncül bir bakış açısına ulaşmak ve zıtlaşan teorileri birlikte ele alabileceğimiz bir metodoloji izlemek önemlidir (Panksepp ve ark. 2016), bu sayede henüz çözemediğimiz bilinç ve kendilik gibi problemlere dair önemli ipuçları elde edebiliriz. Bilinç, empati ve duygular konusuna hem bilişsel hem de afektif sinirbilim perspektifinden yaklaşmaya çalışan Watt (2007) beynin subkortikal bölgelerinin zihin kuramıyla nasıl ilişkiye sahip olduğuna dair literatürde bir eksiklik olduğundan bahseder. Singer (2006) tarafından da dikkat çekilen bu eksiklik zihin kuramı yeteneğinin beyindeki daha ilkel mekanizmalarla ilişkisinin aydınlatılmasıyla giderilebilir.

Zihin kuramı (ZK) sosyal davranışla ilişkili olan bir sosyal yetenektir. Bu yetenek için organizmanın çevresi oldukça büyük önem taşır çünkü ZK aracılığıyla organizmaların niyetlerinin kendi zihnimizden nasıl ayrıştığı anlaşılabilir. ZK organizmanın kendisi dışındaki organizmalara bilişsel açıdan yönelebildiği, onları anlam düzeyine oturtmasına yardımcı olan nörobiyolojik bir yetenektir (Frith ve Frith 2003, Brüne ve Brüne-Cohrs 2006). ZK (frontal bölgeler başta olmak üzere) neokorteks bölgeleriyle ilişkilidir ve insandaki yüksek kortikal işlevlerden biridir, yapılan nörogörüntüleme çalışmalarının büyük bir kısmında ZK frontal bölgelerin aktivasyonu ile ilişkilendirilmiştir (Vogel ve ark. 2001, Gallagher ve Frith 2003, Singer 2006). Afektif sinirbilim (AS) evrimsel süreçte beynin subkortikal yapılarının duygusal deneyimlere yol açtığını ve subkortikal aktivasyondan kaynaklanan duygulanım sistemlerinin (affect teriminin karşılığı olarak “duygulanım” kullanılmıştır) neokorteksi gelişimsel süreçte işlevsel olarak belirlediğini savunan genel bir sinirbilim teorisidir (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). AS, ZK’yi kapsayabilecek düzeyde geniş bir teorik altyapı sağlamaktadır. AS subkortikal yapılarla neokorteks yapılarını 7 temel duygulanım sistemi (ARAYIŞ, OYUN, BAKIM, ŞEHVET, ÖFKE, KORKU ve PANİK/YAS) ve canlıların fenomenal deneyimlerinin temeli olduğu düşünülen KENDİLİK sistemi üzerinden açıklamaya çalışır (duygulanım sistemleri afektif sinirbilim literatüründe gündelik dilde kullandığımız duygular ile beynimizdeki duygulanım sistemlerini ayırt etmek adına büyük harflerle yazılır, bu makalede literatüre sadık kalmak adına biz de duygulanım sistemlerini büyük harflerle yazıyoruz). AS’de tanımlanan duygulanım sistemleri neokorteksi de içine alacak şekilde beynin bütüncül olarak çalışmasını gerektirmektedir. AS teorisine göre duygulanım sistemleri iki başlık altında incelenir: Pozitif duygulanımlar (ARAYIŞ, OYUN, ŞEHVET ve BAKIM) ve negatif duygulanımlar (ÖFKE, KORKU ve PANİK/YAS). AS’nin çalışma sahası beynin fizyolojik işleyişinin neredeyse tamamına, zihinsel işlevlerin dinamiklerine ve bilinç gibi daha soyut durumların alanına kadar genişlemektedir (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021).

Güncel literatürde AS ve ZK’nin nöral bağlantıları üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır, bu bakımdan bu makalenin literatüre katkı sağlayacağını düşünüyoruz. Bu makalenin amacı bilişsel sinirbilimde önemli bir rol oynayan ZK yeteneği ile AS teorisini nöroanatomik olarak bağdaştırmak ve hem afektif sinirbilimin hem de bilişsel sinirbilimin sentezinden faydalanarak KENDİLİK sistemi için ZK ve subkortikal yapıların ilişkisine dayanan nöroanatomik bir bölge önerisinde bulunmaktır. Bu nedenle makalede AS’deki duygulanım sistemleri ile ZK arasındaki nöral bağlantıların benzerliklerine dikkat çekilmiştir. Makalede öncelikle AS teorisini ve temel duygulanım sistemleri, ardından ZK yeteneğinin nöroanatomik yapısı tanıtılacak, tartışma bölümünde ise AS ve ZK arasındaki nöral bağlantılar işlenecek ve KENDİLİK sisteminin mekanizması için nöroanatomik bir bölge önerilecektir.

Afektif Sinirbilimin Temel Tezleri

AS duygulanımın nörobiyolojisini inceleyen bir teoridir ve etoloji, nöroloji, psikiyatri, psikoloji ve nöropsikanaliz gibi disiplinler açısından önemli bir yeri bulunmaktadır. AS’nin temel iddiası duygulanım sistemlerinin temel psikolojik ölçütlere ek olarak afektif değerini ortaya koyan öznel his durumları için de kapasiteye sahip olması gerektiğidir (Panksepp 2017). AS’nin tartışmalı ilkelerinden biri öznel yaşanan hisleri de içeren duygusal süreçlerin hem insan hem de hayvanların eylemlerini kontrol eden nedensel olaylar zincirinde anahtar rol oynadığıdır. Öznel olarak yaşanan hisler sonuçta kendiliğın temel altyapısı olan çeşitli duyu sistemlerinin etkileşiminden ortaya çıkar (Panksepp 2017). Panksepp ve Biven’e (2021) göre, neokorteks bir tür “tabula rasa” olarak çalışır, subkortikal yapılar deneyimler aracılığıyla şekillenerek neokorteksi etkiler ve çevresel faktörlerle meydana gelen epigenetik değişimler sayesinde neokorteks, “programlanmış” gibi gözükken modüler organizasyona sahip olarak olgunlaşır (Davis ve Montag 2019, Panksepp ve Biven 2021). Neokorteksteki nöral devreler yüksek kortikal işlevlerimizi yerine getirmede son derece kritik bir öneme sahiptir: Düşünme, karar verme, konuşma, anlama vb. Bilişsel işlevlerimizi işleyen neokorteks, AS teorisine göre duyu işlemede subkortikal yapılarla doğrudan ilişkili olan işlevsel bölgelere sahiptir (Damasio ve ark. 2000, Panksepp ve Biven 2021). AS çoğunluğu memeli beyinde yapılan araştırmalardan yararlanarak canlıların duygulanım sistemlerinden temel alan davranışlarına bütüncül bir yorum getirme gayretindedir.

Stres ve agresyonla ilişkilendirilen negatif duygulanım sistemleri aktive olduğunda amigdala ve hipotalamus gibi beyin bölgeleri aktif görev alırken, sıklıkla “savaş-kaç” tepkisi gösterilir (Sapolsky 2004). Ancak negatif duygulanım sistemlerini aktive eden stresin frontal lob aktivitesini ketlediği görülür (Panksepp 1990, Arnsten ve ark. 2015). Ayrıca, frontal lob hasarları veya bu bölgelerin disfonksiyonu saldırganlıkla ilişkilendirilmektedir (Brower ve Price 2001). Aynı şekilde canlının hayatta kalmasında rol oynayan ve yaklaşma tepkisi ile ilişkilendirilen pozitif duygulanım sistemleri aktive olduğunda canlıdaki frontal lob aktivitesinde artış gözlemlenir (Burgdorf ve Panksepp 2006). Bu sayede canlı ARAYIŞ sisteminin işlevlerini yerine getirmek suretiyle ihtiyaçlarını karşılamaya yönelmek için gerekli bilişsel kaynaklara sahip olur. ARAYIŞ sisteminin diğer tüm sistemlerle doğrudan veya dolaylı olarak önemli bir ilişkiye sahip olduğunu söylemek önemlidir. Öyle ki AS'ye göre, hayatta kalmada önemli bir rolü olduğu için evrimsel olarak en eski duygulanım sistemi olarak ARAYIŞ sistemi gösterilir (Panksepp ve Biven 2021).

AS teorisinin temel tezleri şu şekilde sıralanabilir:

- a. Memeliler bilinçli varlıklardır ve duygulanım sistemleri sayesinde hayatta kalma kapasiteleri artmaktadır, tüm memeliler duyguları hissedebilecekleri şekilde evrimleşmiştir (Panksepp 2017, Davis ve Montag 2019).
- b. Duygulanımları deneyimlemek için öğrenme davranışı gerekmez, canlıların çevresel deneyimleri öğrenebilmesi için duygulanım sistemleri aktif rol oynar ve ödül-ceza sistemi olarak işlev gösterir (Panksepp 2017, Davis ve Montag 2019, ayrıca bkz. Fuchshuber ve ark. 2022).
- c. Duygulanımları deneyimlemek için neokorteks aktivitesi gerekmez, duygulanımlar subkortikal aktivasyonun ürünleridir ve neokorteksin işlevi duygu düzenleme veya duygu ketlemesidir. Bu nedenle memeli beyininde kortikal hasarlar duygulanım sistemlerini etkilemez ancak duygu düzenleme gibi işlevleri etkileyebilir. Derin subkortikal yapıların hasara uğraması ise canlının tüm duygusal ve bilişsel performansını olumsuz etkileyebilir (DeMolina ve Hunsperger 1962). Bu nedenlerden ötürü memeli beyinin evrimsel bir hiyerarşiye tabi olduğu söylenebilir (Panksepp 2017, Davis ve Montag 2019).
- d. Neokorteks yapıları canlının doğumu sırasında boş bir levhadır ve gelişim sürecinde subkortikal yapılarla etkileşime girerek bu boş levha doldurulur. Dolayısıyla canlılar deneyimlerini subkortikal yapılar aracılığıyla kazanırlar ve neokorteksin görevi bu deneyimlere göre bilişsel ve duygusal kontrol sağlamaktır. Kısaca kortikal-subkortikal yapılar arasında aşağıdan yukarı doğru tek taraflı bir determinizm hakimdir (Panksepp 2017, Davis ve Montag 2019, Panksepp ve Biven 2021, Solms 2023).
- e. Duygulanım sistemleri kişiliğin psikobiyojik temellerini sağlamaktadır. Dolayısıyla canlılarda duygulanım sistemlerinin nasıl faaliyet gösterdiğini bilmek canlıların kişilik yapılarını da çözümleyebileceğimiz anlamına gelir. Bu sistemlerde ortaya çıkan aşırılıklar veya anormallikler nedeniyle canlıda psikiyatrik hastalıklar meydana gelir, AS teorisi için psikiyatrik hastalıkların da tıpkı kişilikte olduğu gibi subkortikal bir temeli vardır (Özkarar-Gradwohl ve ark. 2014, Panksepp 2017, Davis ve Montag 2019, Panksepp ve Biven 2021).
- f. Negatif duygulanım sistemleri neokorteks aktivitesinde inhibisyona, pozitif duygulanım sistemleri ise neokorteks aktivitesinde uyarılmaya neden olur (Damasio ve ark. 2000, Burgdorf ve Panksepp 2006, Panksepp 2011a, Panksepp ve Biven 2021).

Bu bölümde 7 temel duygulanım sistemi ve KENDİLİK sistemi tanıtılacaktır.

ARAYIŞ Sistemi

ARAYIŞ sistemi memeli beyinin subkortikal yapılarına dayalı olan en eski ve temel duygulanım sistemlerinden birisidir (Panksepp ve Biven 2021). Canlının yavrularına bakım vermesini, sosyal topluluklar inşa etmesini, cinsel partnerler ve avlar aramasını sağlayan duygulanımsal alt yapıyı oluşturmaktadır. İnsanlarda stratejik düşünme yeteneği ARAYIŞ sisteminde işlevsel bir faktördür. Bu bakımdan insandaki yüksek kortikal işlevlerin ARAYIŞ ile önemli ölçüde bağlantılı olduğu AS teorisi tarafından iddia edilmektedir (Panksepp ve Biven 2021). ARAYIŞ sisteminin işlevleri altı maddede sıralanmaktadır: 1- Genel davranışsal aktivasyonu sağlamak. 2- Uyarıyı yöneten istekli olma halini oluşturmak. 3- Davranışın devamlılığını sağlamak. 4- Davranışsal takımlar arasındaki değişimleri sağlamak/yönetmek. 5- Basit yaklaşma davranışını gerçekleştirmek. 6- Ödül öngörme hatasını modüle etmek/oluşturmak (Panksepp ve Biven 2021). Neokorteksin çalışmasını etkileyen motivasyon sinyalleri subkortikal yapılardan gelir ve bununla ilgili en kritik subkortikal yapıların başında ARAYIŞ sistemi yer alır (Panksepp ve Biven 2021).

ARAYIŞ sistemi anatomik olarak lateral hipotalamus üzerinden köken alarak beyin sapının pek çok bölgesiyle limbik sistemi bağlar, aynı zamanda medial frontal korteks ile kurduğu bağlantılar ile neokortekse kadar uzanır. Prefrontal korteks, hipokampus ve bazolateral amigdaldan nükleus akumbense uzanan yollar sayesinde ARAYIŞ sistemi beyne gelen verileri işler (Wright ve Panksepp 2012). Ayrıca, AS teorisi ARAYIŞ sistemini ventral tegmentumdan yola çıkan üç demet sayesinde medial prefrontal kortekse, lateral hipotalamustan nükleus akumbense ve medial prefrontal korteksten de mezolimbik ve mezokortikal dopaminerjik yollar ile ilişkilendirmiştir. Bu açıdan ARAYIŞ sistemine dair nükleus akumbense kritik bir önem atfedilir (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). Nükleus akumbensteki aktivasyon motivasyonel ve duygulanımsal işlevlerle ilişkili olduğu için limbik-motor sistemin merkezi bir bileşeni olduğu öne sürülmüştür, bu konuda yapılan çalışmalara göre dopaminerjik nöronlar limbik-motor sistemin aktivitesini güçlendirmektedir (Blackburn ve ark. 1992). Başka bir çalışmaya göre nükleus akumbensteki dopaminerjik sistem canlıların dikkat kaynaklarını yeni durumlara yönlendirmesine ve bunlardan “anlam” çıkarmasına olanak tanır; deneyimlenen olaylar ile bu olaylara yüklenen değerler arasında ilişkisel bağlantıların dinamik olarak kurulmasına yardımcı olur (Ikemoto ve Panksepp 1999).

ARAYIŞ sistemi beyindeki ödül ve öğrenme mekanizmalarını da kapsadığı için sistemin temel nörotransmitteri dopamindir (Wright ve Panksepp 2012). Ayrıca ARAYIŞ sistemi asetilkolin, GABA ve glutamat başta olmak üzere norepinefrin ve serotonin yollarıyla da bağlantılıdır (Panksepp 2017, Montag ve Davis 2018). Bir glutamat reseptörü olan NMDA reseptörlerinin medial prefrontal kortekste (mPFC) pozitif duygusal öğrenme konusunda bir rolü olduğu ve bunların hipokampustaki sinaptik plastisiteyi yöneten mekanizmaları benzerlikler gösterdiği bulunmuştur (Burgdorf ve ark. 2011). Özellikle nükleus akumbensteki glutamat ve dopamin sinyallerinin nöral entegrasyonu ödül temelli öğrenme davranışının temelinde yatan hücresel plastisiteyi kontrol eden kritik bir unsurdur (Hernandez ve ark. 2005). Ayrıca ventral tegmental alan ve ventral striatum dopamin sistemleri ödül ve uyarılma konusunda gereklidir, bu konuyla ilgili olarak ARAYIŞ sisteminin ödülün kendisinden ziyade ödül beklentisini uyardığını eklememiz gerekir (Ikemoto 2010, Coenen ve Schlaepfer 2012, Panksepp 2017). Bu çalışmalarda geçen nörotransmitter sistemleri ARAYIŞ sisteminin bir parçası olarak çalışmaktadır. Homeostatik dengesizlikler yaratmak suretiyle KORKU gibi duygulanım sistemlerini uyarın bir nöropeptit olan oreksin de ARAYIŞ sisteminin uyarıcıları arasında yer almaktadır (Panksepp ve Biven 2021). Öte yandan GABA'nın ödül arama sistemi üzerinde ketleyici bir etkisi olduğu gösterilmiştir, dolayısıyla GABA'nın ARAYIŞ sistemi için de ketleyici bir işlevi olduğu düşünülebilir (Ikemoto 2010). Tıpkı diğer duygulanım sistemlerinde olduğu gibi ARAYIŞ sisteminde de opioidlerin rolü önemlidir, dopaminerjik bölgenin yakınına verilen düşük doz opioid ARAYIŞ sisteminin aktivitesini arttırabilir, bunun nedeninin opioidlerin yakınlardaki GABA nöronlarını inhibe etmesi olduğu düşünülmektedir (Ikemoto 2010, Panksepp ve Biven 2021).

ÖFKE Sistemi

ÖFKE sistemi fiziksel aktivasyonun bir dış etken tarafından sınırlandırılması, açlık nedeniyle ortaya çıkan homeostatik dengesizlikler veya bedenin yüzeyinde duyuşal hoşnutsuzluk yaşanması gibi durumlarda kolayca uyarılabilen bir duygulanım sistemidir. Ayrıca ARAYIŞ sisteminin aktivitesi ketlendiğinde de (örnek olarak vaat edilen ödül aniden geri çekilirse) ÖFKE sistemi uyarılabilir. ÖFKE sistemi tüm memeli beyinlerinde bulunan bir duygulanım sistemidir ve canlıların bu afektif deneyime karşı bağışıklığı yoktur (Panksepp ve Biven 2021). Ayrıca Panksepp (2017) ÖFKE'nin klasik koşullanmasının çabuk gelişebileceğini iddia ederek belirli nötral uyarınlar ile öfkeye dair koşulsuz uyarınların eşleştirilmesi halinde koşullanmış öfke yanıtlarının ortaya çıkabileceğini ve bunu sağlamanın en iyi yollarından birinin ÖFKE'ye dair olan belirli beyin bölgelerinin uyarılması olduğunu belirtmektedir.

ÖFKE ve ARAYIŞ sistemleri arasında bazı benzerlikler bulmak mümkün olduğundan ötürü (örneğin avlanma davranışı sırasındaki saldırganlık veya “sakin ısırma”) bu iki duygulanım sisteminin aktivasyonları birbirine karışabilmektedir. ARAYIŞ sistemi diğer duygulanım sistemleriyle sıkı bağlara sahip temel bir duygulanım sistemidir, bu nedenle ÖFKE sistemi aktivasyon sergilerken canlılardan biri diğerine saldırırsa mecburi olarak ARAYIŞ sistemi de saldırganlığın yönelim ihtiyacından ötürü aktivasyon sergileyecektir. Canlılarda görülen avlanma hücumu ÖFKE sisteminden çok ARAYIŞ sistemi tarafından kontrol edilmektedir. Bu durumun insanlardaki karşılığı bir tartışmayı kazanmak için gösterdikleri çaba olarak örneklendirilebilir (Panksepp ve Biven 2021).

ÖFKE sistemi amigdalanın medial alanlarından başlayarak stria terminalis yolu üzerinden aşağıdaki hipotalamus ve periakvaduktal gri maddenin (PAG) belirli bölgelerine uzanmaktadır. ÖFKE sistemi hiyerarşik olarak ilerlemektedir, buna göre ÖFKE duygulanımında neokorteksten çok subkortikal yapıların önemi daha fazladır (Blair 2011, Panksepp ve Biven 2021). PAG buradaki en kritik yapıdır ve PAG üzerinden uyarılmış olan ÖFKE duygulanımı, daha yukarıdaki beyin bölgelerinin aktivasyonu (amigdala ve hipotalamus) ketlense dahi

uyarılmaya devam edebilir (DeMolina ve Hunsperger 1962). Sistemin hiyerarşik yapısına göre en kritik önem önce PAG'da, ardından hipotalamusta ve son olarak da amigdaladadır. Ventromedial hipotalamik lezyonlar, nedeni tam bilinmemekle birlikte ÖFKE'yi yoğun bir şekilde uyarır ve bu lezyonlara maruz kalan hayvanlar koruyucu elbiseler olmadan dokunulamaz duruma gelirler (Panksepp ve Biven 2021). ÖFKE duygulanımına yönelik yapılan beyin görüntüleme çalışmalarında insanlar kızgınlık hissettiklerinde özellikle sol frontal kortekste inhibisyonlar ile birlikte parietal bölgelerde aktivasyonlar gözlenmiştir (Kimbrell ve ark. 1999). Başka çalışmalarda ise ÖFKE ile ilişkili olduğu düşünülen ön ve arka singulat kortekste, amigdala ve orbitofrontal kortekste uyarılmalar gözlenmiştir; orbitofrontal kortekste uyarılmanın ÖFKE'yi inhibe etmek amacıyla gerçekleştiği akla yatkındır (Blair ve ark. 1999, Berlin ve ark. 2004).

ÖFKE'yi uyaran kimyasallar arasında testosteron, P maddesi, norepinefrin, glutamat, asetilkolin ve nitrik oksit bileşimleri sayılabilir. Norepinefrin blokerleri ile birlikte serotonin, (temel ketleyici olduğundan ötürü) GABA, oksitosin, endojen opioidler ÖFKE duygulanımını ketleyebilen kimyasallardır (Panksepp ve Biven 2021).

KORKU Sistemi

Tıpkı diğer duygulanım sistemleri gibi KORKU sistemi de evrimsel olarak canlılarda doğuştan bulunur ve öğrenme mekanizmaları sayesinde sosyal pratiklerimizle uyumlu hale gelir (Panksepp ve Biven 2021). KORKU sistemi PAG'dan amigdalaya doğru ilerler, ardından tekrar aşağılara doğru uzanır. Bu yolların uyarılması kronik anksiyeteyi tetikleyebilir. Korku uyarıcıları uzakta olsa bile frontal lob ve amigdala uyarılabilir. Bu durumda "savaş veya kaç" tepkisi denilen durum ortaya çıkar. PAG'ın KORKU'ya ilişkin bölümleri doğrudan uyarıldığında hayvanlarda dehşet hisleri uyanır (Adamec 2001). Benzer şekilde amigdalanın elektriksel olarak uyarılması da doğal veya koşullanmış korku durumlarına benzer davranışlar ortaya çıkarır (Ressler 2010); ayrıca amigdala, koşullanmış korkunun hem kazanılmasına hem de ortadan kaldırılmasına aracılık eden bir plastisite sergiliyor olabilir (Davis 1992). KORKU sisteminin anatomisi amigdalanın merkezi çekirdeklerinden ventral-anterior ve medial hipotalamusa, üçüncü ventrikülü sarmalayarak mezensefalik PAG'ın dorsal olarak konumlanmış belirli bölgelerine uzanan iki yönlü bir ağ resmi çizer. Korku hissi derin subkortikal duygulanım sistemlerinde aktivasyon sergiler ve bilişsel yetenekleri ne düzeyde olursa olsun tüm memeli beyinlerinde ortak olarak paylaşılır (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). Tıpkı ÖFKE sistemi gibi KORKU sisteminin de hiyerarşik olarak evrimleştiği bilinmektedir, bu nedenle amigdala korku hissinin oluşması için mutlaka gerekli değildir ancak PAG ve hipotalamus kesinlikle kritik olarak gereklidir (Panksepp ve Biven 2021). İnsanlarda yapılan bir çalışmada lateral ve medial orta beyin yapılarının uyarılmasıyla korku hislerinin oluşumu da gözlenmiştir (Nashold ve ark. 1969).

Benzodiazepinler sıklıkla KORKU sistemini inhibe edebilen ilaçlar olarak karşımıza çıkar. Serotonin molekülünün de KORKU sistemini inhibe ettiği bilinmekle birlikte genel olarak antidepresanların tüm duygulanım sistemlerinde inhibisyon sergilediği söylenebilir. Bu durumda serotonin spesifik olarak değil genel olarak KORKU sistemi için ketleyici bir unsurdur (Panksepp ve Biven 2021). Ayrıca GABA'nın da ana ketleyici molekül olması nedeniyle KORKU sistemini ketlediği kabul edilebilir (Panksepp ve ark. 2011). KORKU sistemine dair temel olarak araştırılan nörotransmitterler şu şekilde sıralanabilir: glutamat, oksitosin, alfa-MSH (alfa melanosit uyarıcı hormonu), kortikotropin ve kolesistokinin (Montag ve Davis 2018).

ŞEHVET Sistemi

ŞEHVET sistemi biyolojik cinsiyete göre canlılarda iki farklı anatomik sisteme ayrılmaktadır. Erkek beyinlerinde anterior hipotalamusun medial bölümleri ŞEHVET duygulanımında kritik bir rol oynar. Evrimsel açıdan anterior hipotalamusun interstiyel bölümleri önemli bir anatomik merkezdir. Ancak doğumdan itibaren cinsel davranışla ilişkilendirilen kimyasalların önemi de büyüktür. Bebeklerde doğumdan hemen önce ve doğumdan sonra testosteron salgılanır. Dişilerde yumurtalık östrojeni olgunlaşır ve progesteron steroid üretimi ergenliği başlatır. Erkeklerde ise testisler bol miktarda testosteron ürettiğinde cinsel uyanmalar meydana gelir. Dişi ve erkek cinsel davranışıyla ilişkili kimyasallar beynin pek çok subkortikal bölgesiyle, özellikle de hipotalamusun anterior kısımlarıyla bağlantılıdır. Dişilerdeki cinsel uyarılmalar erkeklerden farklı olarak hipotalamusun ventromedial kısmından kaynağını alır. Erkeklerin cinsel itkileri anterior hipotalamusun preoptik alanıyla (POA) bağlantılıdır (Panksepp & Biven 2021). Cinsel davranışların nöroanatomik bağlantıları konusunda yapılan bir derleme çalışmasında insan cinselliğinin hipotalamus ve PAG ile kurulan nöral bağlantılar ile ilişkili olduğu görülmektedir (Calabro ve ark. 2019), kedilerle yapılan bir çalışmada ise özellikle PAG yapısının çiftleşme davranışını gerçekleştirmek konusunda belirleyici olduğu gösterilmiştir (Holstege ve Huynh 2011). Bu durum Panksepp ve Biven'in (2021) nöroanatomik perspektifine uymaktadır. Beynin cinsel işlevine dair yapılan bir derleme çalışmasında ise cinsellikle ilgili olduğu düşünülen nöroanatomik yapıların evrimsel açıdan mezokortikal

yolaklarla birlikte geliştiği öne sürülmüştür (Damasio ve Carvalho 2013, Berridge ve Kringelbach 2015). Bu durum, tıpkı diğer duygulanım sistemlerinde olduğu gibi, ŞEHVET sisteminde de ARAYIŞ sistemi tarafından kapsanabilir olduğunu gösterebilir. Duygulanım dolu öforik hareketlerde dopaminle sağlanan cinsellik de dahil olmak üzere tüm haz veren durumları arama davranışı ARAYIŞ sistemiyle bağlantılı bir durumdur (Panksepp ve Biven 2021). Fuchshuber ve arkadaşlarının (2022) ŞEHVET sisteminin psikometrik ölçüm aracını geliştirdikleri bir makalede ARAYIŞ ve ŞEHVET sisteminin karşılıklı bağlantısının öğrenme süreci için başat öneme sahip olduğunu, ARAYIŞ sistemindeki “isteme” eylemi ile ŞEHVET sistemindeki “hoşlanma” eyleminin bağlantılı olarak canlılarda öğrenme davranışını sağladığını savunmuşlardır. ŞEHVET sistemi bir pozitif duygulanım olduğu için neokorteks aktivasyonunu inhibe etmesi beklenmemektedir, oysa kedilerin cinsel davranışlarıyla ilgili yapılan bir çalışmada cinsel uyarım sürecinde sol temporal lob ve ventral prefrontal korteksin güçlü bir şekilde deaktivasyon sergilediğini göstermiştir (Holstege ve Huynh 2011). Bu durum pozitif duygulanım sistemlerinin neokorteks ile ilişkisine dair Panksepp’in (Burgdorf ve Panksepp 2006, Panksepp 2010, Panksepp 2011a) ileri sürdüğü fikirlerle çelişmektedir.

BAKIM Sistemi

BAKIM sistemi canlının besleme, büyütme, bakım verme, ilgi gösterme gibi davranışlarıyla açıklar (Panksepp ve Biven 2021). Bir peptid hormonu olan oksitosinin salınımı annelik, cinsellik ve sosyal bağlanma davranışları ile ilişkilendirilmiştir (Kendrick 2000). BAKIM sisteminde oksitosin aracılığıyla ortaya çıkan bu davranışların pozitif sosyal etkileşimler gerçekleştirilmede önemli bir rolü vardır (Uvnas-Moberg 1998). BAKIM sisteminin evrimsel olarak ŞEHVET sistemiyle iç içe geçmiş bir yapıda olduğu varsayılır (Panksepp 2010). BAKIM sistemi kavramsal olarak cinsellikle bağdaştırılmayan bir duygulanım sistemi olsa da cinsel davranışlarda rol oynayan nörokimyasalların (örneğin oksitosin) BAKIM sisteminde de kritik rollerinin olduğu bilinmektedir (Panksepp ve ark. 1997, Kendrick 2000, Panksepp 2009, Feldman ve ark. 2010).

Memelilerde sosyal ilişkileri düzenleyen oksitosin seviyeleri kadınlarda erkeklere oranla çok daha fazla bulunmaktadır (Marazziti ve ark. 2019). Östrojen hormonu paraventricüler nukleus (PVN) ve dorsal preoptik alan (dPOA) dahil anterior hipotalamustaki hücre alanları boyunca oksitosin üretimine eşlik eder (Burbach ve ark. 2006). PVN’deki lezyonlar ilk kez anne olan sıçanlarda annelik davranışını önemli ölçüde inhibe etmektedir (Insel ve Harbaugh 1989). Daha önce anne olmamış fareler annelerle beraber aynı kafeste olduklarında annelik davranışları sergilemektedir, bu davranışlar anne olmamış farelerin PVN bölgelerindeki oksitosin nöronlarında aktivite artışıyla ilişkilendirilmiştir (Carcea ve ark. 2021). dPOA’daki lezyon ise annelik davranışını tamamen yok eder (Numan ve Callahan 1980, Numan ve Insel 2003). Östrojen ve progesteron seviyeleri, stria terminalisin çekirdek yatağı (BNST) ve ventromedial hipotalamus dahil olmak üzere oksitosin salınan bir çok bölgede oksitosin reseptörlerini yönetir (Gimpl ve Fahrenholz 2001, Acevedo-Rodriguez ve ark. 2015). BNST bölgesi ayrılık acısını ayarlamada etkili bir faktördür, anneler bebekleri kayb olduğunda yaşadıkları huzursuzluk hissini BNST’nin aktivasyonu ile deneyimlerler (Panksepp ve Biven 2021). Aynı zamanda oksitosin enjeksiyonu fizyolojik olarak antistres etkisi yaratır ve bu etki oksitosin antagonistleri verilmesine rağmen opioid sistemini etkilediği için kalıcı olur (Uvnas-Moberg 1998).

BAKIM sisteminin bir kolu ventral tegmentumdan ilerleyip ARAYIŞ sistemini de içine katarak hipotalamusa doğru yol alır (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). BAKIM sisteminin bu kısmı ARAYIŞ sistemine atfedilebilecek bazı davranışları uyarıyor olabilir. Bu bakımdan annelik güdülenmesindeki hedefe yönelik olarak bebeğin ihtiyaçlarına yönelme davranışı ARAYIŞ ve BAKIM sistemlerinin koordineli bir çalışması sonucunda açığa çıkıyor olabilir. VTA’ya oksitosin enjeksiyonu yapıldığında bu tarz annelik davranışları gözlenir (Panksepp ve Biven 2021). Aynı şekilde emzirme gibi bir annelik davranışı başta VTA olmak üzere bir çok subkortikal bölgede oksitosin enjeksiyonu ile eşdeğer bir oksitosin artışı sağlar (Febo ve ark. 2005).

PANİK/YAS Sistemi

PANİK/YAS sisteminin uyarılması bizi terkedilmiş ve üzgün hissettirir, fakat üzüntü hissi geçtiğinde ve güvenli alana girdiğimizde BAKIM sisteminin endojen opioidler ve oksitosin sistemleri sayesinde huzur ve güven hissederiz. PANİK/YAS sistemindeki sürekli uyarılmalar kronik duygudurum patolojilerine neden olabilecek etkenlerdendir ve küçük çocuklar yetersiz ilgiyle büyürse (terk edilme, ihmal, taciz) bu durumda ARAYIŞ sisteminin kaynakları tükenebilir ve duygudurum bozuklukları ortaya çıkabilir (Panksepp ve Biven, 2021). PANİK/YAS sisteminde üzüntü hissi ön plandadır. İnsanlarda hüznün duygusuyla ilgili yapılan bir çalışmada anterior singulat korteks, dorsomedial talamus, periakvaduktal gri madde ve serebellumun bazı ilkel bölgelerinde aktivasyonlar görülmüştür (Damasio ve ark. 2000).

Hayvanlarda ise PAG, dorsomedial talamus, ventral septal bölge, stria terminalis çekirdeğinin üzüntüyle ilgili olduğu saptanmıştır (Panksepp ve ark. 1988). PANİK/YAS sisteminin beyin kökündenki ilkel acı-ağrı mekanizmalarından evrimleştiği düşünülmektedir. Hem fiziksel acı hem de hayvanlar terk edilmişlik yaşadıklarında meydana gelen “ayrılık çağrısı” gibi davranışların opioidlerce inhibe edilmesi buna bir kanıt sağlayabilir. Ayrılık acısı kortikal-bilişsel mekanizmalardan değil, PAG gibi derin afektif medial beyin bölgelerinden kaynağını almaktadır. PANİK/YAS tepkisi gibi KORKU ve ÖFKE tepkileri de fiziksel acının afektif yönünü kontrol eden PAG’ın dorsal bölümünde üretilir. Afektif nörobilime göre PANİK/YAS sisteminde görülen duygulanımsal his, fiziksel acının eski afektif iletileriyle evrimsel bağlara sahiptir (Panksepp ve Biven 2021).

PANİK/YAS tepkilerinin düzensiz homeostatik dengesizlik sırasında da açığa çıktığı söylenebilir, fizyolojik olarak homeostazi ARAYIŞ sisteminin etkinliğiyle sağlanmaktadır; bu bakımdan PANİK/YAS ve ARAYIŞ iki zıt sistem olarak kabul edilebilir (Coenen ve ark. 2011). PANİK/YAS durumlarında amigdalanın etkisini inceleyen bir çalışmada amigdalanın üzüntü durumunda (negatif) aktivasyon sergilediği ve bu aktivasyonun dorsolateral prefrontal korteks ve rostral anterior korteks tarafından modüle edildiği gösterilmiştir (Freed ve ark. 2009). Başka bir çalışmada sürekli üzüntü durumunda rostral anterior singulat korteks, ventral pallidum, amigdala ve inferior temporal kortekste μ -opioid nörotransmisyonunda deaktivasyon bulunmuştur (Zubieta ve ark. 2003).

Üç farklı nöropeptidin PANİK/YAS tepkilerini inhibe ettiği bilinmektedir. Bunlardan ilki endojen opioidlerdir ve bunlar farmakolojik açıdan bağımlılık geliştirebilir. Diğer ikisi ise BAKIM sisteminde de karşımıza çıkan oksitosin ve prolaktindir. Bu nöropeptitlerin azalmasıyla canlıda PANİK/YAS tepkisi oluşabilir, arttığında ise BAKIM sisteminin pozitif yanlarında olduğu gibi sosyal bağlanmalar gerçekleşebilir, opioidlerin salınımı veya takviyesi arttığında ise depresyon ve hüzün gibi belirtiler ortadan kalkabilir (Panksepp ve ark. 1980, Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). Başka bir çalışmaya göre ise PANİK/YAS tepkilerini açıklayabilecek üç nörotransmitter sistemi şu şekilde tanımlanmıştır: endojen opioidler, oksitosin ve dopamin. Dopamin salınımı üzüntü sırasında hüzün nesnesini anımsatan ipuçlarına yanıt olarak gerçekleşiyor olabilir (Freed ve Mann 2007).

OYUN Sistemi

Memeli beynindeki pozitif duygulanımlardan biri olan OYUN sistemi canlılarda kalıtımla aktarılır (Burgdorf ve ark. 2007, Panksepp ve Biven 2021). OYUN sistemi canlıların sosyal hayata hazırlanmasını, avlanma ve arama dürtülerini geliştirmesini ve saldırganlık, flört, cinsellik, rekabet, ebeveynlik, beklenmedik tehlikelerle başa çıkma gibi sosyal becerileri kazanmasını sağlar (Spinka ve ark. 2001, Panksepp ve Biven 2021). Sosyal oyun oynamanın diğer davranışlardan ayrı ve kendine özgü bir davranış tipi olduğu düşünülmektedir (Vanderschuren ve ark. 1997). OYUN sisteminin nöroanatomiyle ilgili çalışmalar henüz emekleme döneminde olsa da bu sistemin kaynağını subkortikal yapılardan aldığı, hatta korteksi gerektirmediği de bilinmektedir (Pellis ve ark. 1992). Korteksi alınan yenidoğan kemirgenlerin yavruyken oyun kavgalarına katıldıkları bulunmuştur (Pellis ve ark. 1992, Panksepp ve ark. 1994). OYUN davranışlarına yol açan dokunmanın duyuşal bileşenleri ilk olarak neokortekse değil, posterior dorsomedial talamik çekirdeklere gider (Siviy ve Panksepp 1987a). Dokunma bilgisini işleyen talamustaki bazı lezyonların OYUN davranışını inhibe ettiği gösterilmiştir (Siviy ve Panksepp 1985, Siviy ve Panksepp 1987b). Ventromedial hipotalamus (VMH) lezyonları da hayvanları patolojik olarak saldırganlaştırdığından ötürü OYUN davranışını bozmaktadır (Lammers ve ark. 1988, Kruk 1991). Amigdala bölgesi ise OYUN davranışında ikincil önemdedir, amigdalanın da içinde bulunduğu temporal lobları çıkarılan maymun ve kedilerin hiperseksüel davranışlar sergilemekten OYUN davranışlarıyla ilgilenmedikleri bulunmuştur (Klüver ve Bucy 1939 Akt. Panksepp ve Biven 2021). Ayrıca dorsomedial diensefalon, parafaskikular bölge ve PAG da OYUN sistemiyle ilişkilendirilen beyin yapılarıdır (Siviy ve Panksepp 1985, Siviy ve Panksepp 1987b, Montag ve Davis 2018). Buna karşın OYUN sisteminde korteks tamamen işlevsiz sayılmaz, örneğin kemirgenler üzerinde yapılan bir çalışmada medial PFK lezyonlarının tepki seçimi ve dikkat süreçlerini etkileyerek dolaylı olarak genel sosyal davranış, kendine bakım verme ve sosyal oyunda da bozulmalar yarattığı gösterilmiştir (Schneider ve Koch 2005), bu durumun insanlarda da aynı sonuçlara yol açtığı bilinmektedir (Anderson ve ark. 1999, Hall ve Solowij 1998, Eslinger ve ark. 2004). OYUN sisteminin nöroanatomiyle ilgili bulgular daha çok laboratuvar hayvanları üzerinde yapılan çalışmalara dayandığı için bu bölgelerin insanlarda da OYUN sistemiyle ilişkili olduğunu doğrudan söyleyemeyiz. Ancak Afektif Sinirbilim Kişilik Ölçeği (ASKÖ) ile yapılan çalışmalar (Davis ve Panksepp 2011, Montag ve Panksepp 2017) ve dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğuna yönelik yapılan çalışmalar (Panksepp ve ark. 2003, Panksepp 2007) OYUN sisteminin insanlarda ve hayvanlarda benzer şekilde işlev gösterdiğine dikkat çekmektedir.

OYUN davranışı sırasında özellikle preoptik alanda opioid salınımı olduğu bilinmektedir (bu alan ŞEHVET ve BAKIM sistemleri için de kritik bir bölgedir), bu durum opioid salınımı (özellikle morfin, Vanderschuren ve ark.

1995) ve OYUN sisteminin (ve dolayısıyla sosyal davranışın) ilişkili olduğunu gösterir (Panksepp ve Bishop 1981). Opioidlerle birlikte glutamat, asetilkolin ve endokanabinoidler gibi nörokimyasallar da OYUN sistemiyle ilişkili olabilirler (Vanderschuren ve ark. 1997, Montag ve Davis 2018).

KENDİLİK Sistemi

KENDİLİK sistemi beynin işlevsel çalışmasıyla ilgili duygulanımsal temelli, yani birincil süreç mekanizmalarla hareket eden ve kaynağını subkortikal yapılardan alan bir sistemdir. Uyumlu duygusal hareketlerle birincil süreç hisler temelde aynı subkortikal devreler tarafından üretilir. Literatürde alıntıda kullanılan “çekirdek KENDİLİK” terimi organizmaya ait uyumu sağlayan subkortikal süreçleri sağlamak için kullanılan nitel bir kavramdır ve çok çeşitli duygulanımsal sistemleri içerisinde barındırır (Panksepp ve Biven 2021). Beynin evrimsel süreci boyunca insan deneyimlerinin farkındalığına erişmiştir, afektif sinirbilime göre bu farkındalık veya “bilinç” kökeninde “çekirdek” bir “KENDİLİK” sistemi gerektirmektedir çünkü organizma yaşadığı fenomenal deneyimlerin farkındalığını kazanırken bu farkındalığın bir öznesi haline gelmektedir, işte öznenin bu en temel çekirdek haline “çekirdek KENDİLİK” denilebilir. Afektif sinirbilim perspektifinden KENDİLİK ve bilincin evrimi konusuna odaklanan bir çalışmada KENDİLİK sisteminin subkortikal bölgelerde yer alan hipotalamus, talamik retküler çekirdek, superior kollikulus, optik tektum ve PAG yapılarıyla nöroanatomik olarak temsil edilebileceği öne sürülmüştür (Fabbro ve ark. 2015). KENDİLİK ile öz-gönderimsel işleme (self-referential processing) arasında bağlantı kuran bazı çalışmalarda kortikal orta hat yapıları (medial orbital prefrontal korteks, ventromedial prefrontal korteks, supragenual anterior singulat korteks, dorsomedial prefrontal korteks, medial parietal korteks, posterior singulat korteks, pregenual anterior singulat korteks ve retrosplenial korteks) ile subkortikal yapıların birbiriyle yoğun nöral bağlantılara sahip olması nedeniyle kortikal orta hat yapılarının KENDİLİK sistemine nöroanatomik bir temel sağlayabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Panksepp 2003b, Northoff ve ark. 2006, Northoff ve Panksepp 2008, Panksepp ve Northoff 2009).

Afektif sinirbilim çalışmalarında fenomenal bilincin iki çeşidi olduğu varsayılır, bunlardan ilki çeşitlenmiş olumlu ve olumsuz duygulanımları deneyimleme becerisidir, ikincisi ise dünyayı deneyimsel yollarla algısal açıdan duyumsama becerisidir ve bunlar bilişsel farkındalığın temelidir. Afektif sinirbilimde beynin evrimsel analizinden çıkan sonuca göre öncelikli olarak fenomenal bilincin ilk çeşidi (olumlu ve olumsuz duygulanımları deneyimleme becerisi) evrimleşmiş olmalıdır çünkü bu beceriyle ilgili yapılar beynin ilkel bölgelerine, yani medial ve kaudal kısımlara karşılık gelmektedir. Bu bölgelerden en kritiği PAG’dır ve bu bölge diğer pek çok duygulanım sisteminde de etkin rol oynar. Evrimsel olarak homeostatik bedensel ihtiyaç sistemleri hipotalamusun orta hat yapılarında yoğunlaşmıştır. İhtiyaç sistemlerine cevap vermeye çalışan (ARAYIŞ, KORKU, ÖFKE gibi) duygulanım sistemlerinin hipotalamus ile etkileşime girmelerinin nedenlerinden birisi bu olabilir. Dahası bu duygulanım sistemleri KENDİLİK sistemiyle de doğrudan bağlantılıdır, bu duygulanım sistemlerinin aktivasyonunda KENDİLİK deneyimi bir nörodinamik olarak sürece dahil olur; örneğin avcılarının kokusu hayvanlarda KORKU sistemini aktive eder ve çekirdek KENDİLİK burada korku ve ürküntü hislerini deneyimler (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021).

KENDİLİK sisteminin anatomik olarak incelenmesinin zorluğundan ötürü bu sistemin subkortikal yapıları tam olarak saptanamamıştır. Afektif sinirbilimin diğer duygulanım sistemleriyle kıyaslanarak KENDİLİK sisteminin anatomisindeki aday bölgeler için bazı kriterler önerilmiştir: Sistemdeki yapılar 1) beyinde evrimsel süreçte oluşan ilkel bölgelerde konumlanmalı, 2) nöro-aksisin pek çok yerinde bulunabilmeli ve multimodal olmalı, 3) sistemin durağan bir yapısı olmalı ve homeostatik sapmaları tespit edilebilmeli, 4) birincil süreç afektif durumlarda belirli durumlarda uyarılabilir olmalı, yani beynin geri kalan kısımlarıyla bağlantılar içermelidir (Panksepp ve Biven 2021). Bu kriterleri karşılayabilecek subkortikal beyin yapıları aşağıdan yukarıya doğru şöyle sıralanabilir: (i) PNSTaki derin çekirdekler, parabrakiyal alan ve vagusun dorsal motor çekirdeği. (ii) PAG ve çevresindeki orta-beyin bölgeleri. (iii) Superior ve inferior kollikulusun özellikle derin motor bileşenleri. (iv) Ventral tegmental alan (VTA). (v) Hipotalamus. (vi) Amigdala ve akumbens çekirdeği başta olmak üzere bir seri bazal gangliya çekirdeği (Panksepp ve Biven 2021). Bu devreler arasından superior kollikulinin derin motor katmanları, bunlarla bağlantılı olan VTA ve hipotalamik devrelerle birlikte PAG çekirdek KENDİLİK için oldukça kritik bölgeler olarak karşımıza çıkar çünkü diğer bölgelerin yokluğunda bilinç zarar görmez (Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021).

Zihin Kuramı

Zihin kuramı en genel anlamıyla çevremizdeki varlıkların neler düşünebileceğini düşünebilme kapasitemizi belirler. İnsan evrimindeki temel basamaklardan birisi ve sosyal bilinç için kilit bir unsur olan ZK belli başlı nöral yolların aktivitesiyle bağlantılıdır. Bu nedenle “sosyal beyin” kavramıyla da yakından ilgilidir (Brothers 1990).

Tarihsel olarak ZK'nin ortaya çıkışı primat davranışlarını inceleyen primatologlar olan Premack ve Woodruff (1978) tarafından yayımlanan bir makaleye dayanır. Onlara göre bir tür çıkarım sistemine sahip olan canlı, başka canlılardaki fenomenal durumları doğrudan gözlemleyemediği için ve çıkarım sistemi daha çok başka canlıların davranışlarından olası sonuçlar ve tahminler yürütebildiği için ortada öteki zihinlere yönelik bir "teori" vardır, işte bu teoriyi ortaya atabilme kapasitemize zihin kuramı denir (Premack ve Woodruff 1978). Premack ve Woodruff (1978), üzerinde çalıştıkları şempanzelerin problem çözme stillerini incelediklerinde şempanzelerin eğitmenlerinin zihinsel durumlarından (yani eğitmenlerin niyetlendikleri davranışlardan veya verdikleri bilgilerden) yola çıkarak çözüme ulaştıklarını keşfetmişlerdir. Empati, akıl yürütme kapasitesi, gaf yapma, inanç, yalan söyleme kapasitesi ve başkalarının ne düşündüğü hakkında tahmin(ler)de bulunabilme kapasitesi gibi yetenekler ZK'yi gerektirir. Bununla ilgili olarak örneğin otizm spektrumunda yer alan bireylerde bu yeteneklerin düzgün bir şekilde işlev göstermediği gözlenmektedir (Baron-Cohen ve ark. 1985). Keyser's'e (2019) göre otizmlili bir birey her ne kadar teorik fizik alanında doktora yapmak için yeterli mantıksal değerlendirme becerisine sahip olsa da başkalarının ne düşünebildiğini düşünebilme becerisinden yoksun olabilir. ZK işlevinin kökeninde yatan nörobiyolojik aktivitelerdeki bir bozulma sosyal davranışımızı da etkileyecektir (Brüne ve Brüne-Chors 2006).

Zihin kuramı nörobiyolojik açıdan gelişimsel bir yol izler. Gelişim evrelerinde nöral plastisite ve ayna nöronlar da aktivasyon gösterir (Sinigaglia ve Rizzolatti 2019, Constandi 2019). Genellikle 5 yaşına kadar çocuklarda ZK'nin hemen hemen tamamlandığı kabul edilmektedir (Langley ve ark. 2022). Baron-Cohen'in (1995 akt. Langley ve ark. 2022) gelişimsel modeline göre, 6 aylık insan bebekleri canlı ve cansız nesnelerin hareketlerini ayırt edebilir, 1 yaş civarında ise kendini algılama yavaş yavaş gelişmeye başlar ve ortak dikkat gelişir ve 14-18 aylık bebekler arzu, niyet ve duygular ile amaçlar arasındaki nedensel ilişkinin farkına varmaya başlarlar. Gen ve çevrenin ZK işlevindeki önemine dair yapılan çalışmalara bakarsak, kullanılan örneklemdeki yaş oranı düştükçe genetik faktörün arttığı gösterilmiştir, özellikle dil kullanımıyla birlikte ZK işlevinin hızlı gelişimi gözlenmektedir (Hughes ve Cutting 1999). 2006 yılında ikizler üzerine yapılan bir çalışmada ZK işlevinin genetik yükünün çevresel faktörlere göre daha fazla olduğu görülmüştür (Roland ve ark. 2006). Başka bir ikiz çalışmasında ise ZK işlevinin genler ve çevreyle neredeyse eşit düzeyde ilgili olduğu bulunmuştur (Isaksson ve ark. 2021). Bu bulgular AS teorisinin "tabula rasa" yaklaşımına karşıt olarak yorumlanmaya açıktır.

Zihin kuramının bozulduğu patolojik durumların skalası oldukça geniştir. Nörogelişimsel, psikolojik ve nörobiyolojik bozukluklarda ZK işlevinin ketlendiğini gözlemlemek mümkündür. Bu konuda özellikle otizm spektrum bozukluğu (Baron-Cohen ve ark. 1985) ve şizofreni (Değirmencioğlu ve ark. 2018, Braak ve ark. 2022) sıklıkla örnek gösterilse de lezyon çalışmaları, erken yaşta istismar vakaları, dil bozukluğu, sağlıklık, dikkat eksikliği ve hiperaktivite bozukluğu, demans ve Parkinson hastalığı gibi durumlarda da zihin kuramı işlevinin bozulduğu görülmektedir (Westby 2014). Zihin kuramı bozuklukları nöropsikiyatrik örneklemde sosyal işlev bozukluğu ile ilişki göstermektedir (Braak ve ark. 2022). Özellikle beyin hasarına sahip vakalarla yürütülen araştırmalar bize ZK yeteneğinin hem nörobiyolojisini hem de psikopatolojisini anlamamız açısından zengin bir birikim sunmaktadır (Winner ve ark. 1998, Frith ve Frith 2003).

Zihin Kuramının Nöroanatomi

Zihin kuramının lokalizasyonu konusunda yürütülen çalışmalarda daha çok fonksiyonel manyetik rezonans görüntüleme (fMRG) yöntemi kullanılmaktadır. ZK ile tutarlı bir şekilde ilişkili bulunan alanlar medial prefrontal korteks (mPFC), superior temporal sulkus (STS) ve temporo-parietal bileşkedir (Fletcher ve ark. 1995, Vogeley ve ark. 2001, Kana ve ark. 2014, Jiang ve ark. 2017, Mukerji ve ark. 2019, Ogawa ve Kameda 2019). ZK'nin nörobiyolojisini ayrıntılı bir şekilde ele alan önemli bir derleme çalışmasında (Siegal ve Varley 2002) ZK gerektiren görevler sırasında aktivasyon gösteren bölgelerin bir kısmı amigdala gibi subkortikal yapıları da içermektedir. Bunun yanı sıra frontal kortikal bölgeler, sağ temporal-parietal korteks de önem taşımaktadır. Örneğin, bir fMRG çalışmasında sözel iletişim sırasında ağız fiksasyonu ile karşılaştırıldığında yüksek göz temasında dorsolateral prefrontal korteks (DLPFK) ve ZK ile ilişkili temporo-parietal bileşke (TPB), posterior STS ve mPFC bölgelerinin etkinleştiği ve bu bölgelerde ilişkisellikte artış olduğu bulunmuştur (Jiang ve ark. 2017). Başka bir fMRG çalışmasındaysa mPFC'nin zihin kuramıyla ilişkili olduğu saptanmıştır (Gallagher ve ark. 2000). mPFC'nin yanı sıra orbitofrontal korteks (OFK) de ZK ile ilişkilidir (Siegal ve Varley 2002). OFK bilateral hasarı olan hastalar ve sol DLPFK unilateral hasarı olan hastalarla yapılan bir çalışmada bilateral OFK hasarlı hastalar basit ZK testlerinde başarılı olurlarken gaf yapma (faux pas) gibi ince sosyal muhakeme yeteneği gerektiren testlerde başarısız olmuşlardır; öte yandan unilateral sol DLPFK hasarlı hastalarda spesifik bir ZK yeteneği eksikliği görülmemiş, sadece çalışma belleğini kullanmalarını gerektirecek testlerde zorluk yaşamışlardır (Stone ve ark. 1998). Bu çalışma OFK'nin ZK yeteneğinin karmaşık düzeyleriyle ilişkili olduğunu göstermektedir.

Pozitron emisyon tomografisi (PET) yöntemiyle yapılmış bir çalışmada posterior singulat, STS, mPFC ve bilateral temporal kutupların ZK ile ilişkili olduğu saptanmıştır (Fletcher ve ark. 1995). Duygusal yüz ifadelerini izlemenin ve taklit etmenin beyin aktivasyonlarını inceleyen bir başka çalışmada duygusal yüzleri pasif olarak izlemenin sağ ventral premotor alanı, taklit etmenin ise bilateral aktivasyon oluşturduğu bulunmuştur (Leslie ve ark. 2004). Bu çalışmalar ZK'nin korteksin geneline yayıldığını ancak belli başlı bölgelerin daha fazla aktif olduğunu göstermektedir. İroni gibi ince muhakeme gerektiren ZK testlerinde frontal korteksin büyük önem arz ettiği bilinmektedir. Bununla ilgili yapılan bir çalışmada prefrontal ve posterior hasarlı hastalarda ironiyi anlama yeteneği test edilmiş ve prefrontal hasarlı hastaların başarısız bir performans gösterdiği bulunmuştur. Özellikle sağ ventromedial PFK hasarlı hastalarda ironiyi anlama bozukluğu daha fazla görülmüştür (Shamay-Tsoory ve ark. 2005). Bu çalışma ZK'nin karmaşık seviyelerinde prefrontal lob önemli bir yer teşkil ettiğini göstermektedir.

Hem sağlıklı hem de otizm spektrum bozukluğu (OSB) tanısı almış çocuklarla yapılan çalışmalarla ZK'nı incelemek mümkündür. OSB tanısı almamış çocuklarla yapılan bir fMRG çalışmasında yanlış inanç (ZK) koşulu ile zihinsel olmayan yanlış içerik içeren kontrol koşulu karşılaştırıldığında yanlış inanç sırasında bilateral TPB, prekuneus ve sağ STS'de daha fazla aktivasyon saptanmıştır (Mukerji ve ark. 2019). OSB tanısı almış çocuklarla yapılan bir çalışmada testlerde başarısız olan çocukların TPB, sağ inferior frontal gyrus ve sol premotor kortekste daha az aktivasyon gözlemlenmiştir (Kana ve ark. 2014). Sözü edilen bu bölgeler sağlıklı yetişkinlerde de ZK gerektiren becerilerde aktive olmaktadır. Örneğin, sağ TPB gerçek insanlara karşı oynanan oyunlarda, sol TPB'nin ise ikinci dereceden çıkarımlar gerektiren bilgisayara karşı oynanan oyunlarda kritik bir rol oynamaktadır (Ogawa ve Kameda 2019). Sonuç olarak diğerlerinin duygularını anlamaya çalışmak temporal ve mPFC'deki bazı alanları aktive etmektedir (Corradi-Dell'Acqua ve ark. 2014).

Özetle, MPFC, STS ve TPB, ZK ile yüksek seviyede ilişkilidir. Yapılan çalışmaların ışığında ZK ile ilişkili bölgelerin temporal, parietal ve frontal loblarda konumlandığını ayrıca ZK'nin bazı limbik-paralimbik yapılarla da (amigdala, mPFC, OFK, anterior singulat korteks) bağlantılı olduğu söylenebilir (Şahin ve ark. 2019). Başkalarının düşüncelerini ve yönelimlerini anlamlandırmak bilişsel ZK yeteneğiyle tanımlanırken başkalarının hislerini ve duygularını anlamlandırmak afektif ZK yeteneğiyle tanımlanmaktadır (Shamay-Tsoory ve ark. 2009). Afektif ZK üzerine yapılan deneysel çalışmalar afektif ZK görevlerinin bilişsel ZK görevlerinden anatomik olarak ventromedial PFK ile ayrıldığını göstermektedir (Shamay-Tsoory ve ark. 2005, 2006). Amigdala bilişsel ZK görevlerinde kritik bir rol oynamazken afektif ZK görevlerinde güçlü bir role sahiptir (Mier ve ark. 2010). Völlm ve arkadaşları (2006) da afektif ZK görevlerinde parasingulat korteks, anterior singulat korteks, posterior singulat korteks ve amigdalanın aktivasyonunu gözlemlemiştir. Bilişsel ve afektif ZK görevlerinde örtüşen bölgeler daha çok mPFC, TPB, posterior STS ve prekuneus alanlarına odaklanmaktadır (Poletti ve ark. 2012, Schlaffke ve ark. 2015). Öte yandan başka bir çalışmaya göre bilişsel ZK görevleri prekuneus, kuneus ve temporal lob bölgelerini gerektirirken afektif ZK görevleri prerontal korteks yapılarıyla birlikte posterior singulat korteks ile bazal ganglianın küçük yapılarını gerektirmektedir (Schlaffke ve ark. 2015).

Zihin Kuramı ve Duygulanım Sistemleri Arasındaki Olası Nöral Bağlantılar ve KENDİLİK Sistemi ile İlişkileri

Bu makalenin amaçlarından biri AS teorisi ve ZK arasındaki olası nöral bağlantılara odaklanmaktadır. Öncelikle ZK yeteneğinin AS teorisinin temel tezleriyle ilişkisine bakalım. AS teorisinin temel tezleri 2. bölümün son kısmında sunulmuştur. Burada sunulan (a) tezine göre duygulanım sistemlerinin evrimsel adaptasyona katkı sağladığı savunulmaktadır, ZK yeteneği de primatlardaki karmaşık sosyal etkileşime dair adaptif bir yetenek olarak evrimleşmiştir (Gerrans 2002, Brüne ve Brüne-Cohrs 2006, Chung 2021). (b) tezi öğrenme davranışı ve AS mekanizmaları ile ilişki kurmaktadır, buna göre canlıların çevresel deneyimleri öğrenebilmesi için duygulanım sistemleri aktif rol oynar, ayrıca ZK de öğrenme (örn. taklit yoluyla öğrenme) sürecine katkı sağlamaktadır (Gopnik ve Meltzoff 1993), bu nedenle duygulanım sistemleri ve ZK'nin öğrenme sürecinde birlikte çalışıyor olabileceği düşünülebilir. (c) tezine göre duygulanımları deneyimlemek neokorteksi gerektirmez, dolayısıyla ilk bakışta duygulanımların ZK'yi gerektirmediği düşünülebilir ancak afektif ZK üzerine yapılan çalışmalara göre ZK aktivitesi insanların duyguları deneyimlemesine yardımcı olmaktadır (Mier ve ark. 2010, Lane ve ark. 2015, Schlaffke ve ark. 2015), üstelik afektif ZK görevlerinde subkortikal yapıların da aktif rol oynadığı bilinmektedir (Siegal ve Varley 2002, Völlm ve ark. 2006, Mier ve ark. 2010). Bu durum (c) tezini yanlışlamamaktadır, çünkü ZK'nin duygulanımları deneyimlemekle bağlantılı olması duygulanım sistemlerinin gerekliliğini dışlamaz. (d) tezi neokorteksin canlıların ilk gelişim evrelerinde boş bir levha olarak karşımıza çıktığını ve subkortikal yapılarla etkileşimi sayesinde "içinin doldurulduğunu" savunmaktadır, o halde ZK ile bağlantılı çoğu kortikal bölge de subkortikal yapılarla gelişimsel süreçte etkileşime girerek gelişiyor olabilir, yani AS sistemleri ZK'yi belirliyor olabilir. ZK yeteneğinin gelişimine odaklanan çalışmalara göre ZK yeteneği çocuklarda 3-5 yaş arasında gelişmektedir (Perner ve Lang 1999, Wellman ve ark. 2001, Langley ve ark. 2022). Eğer (d) tezini doğru kabul

edersek subkortikal yapılarla daha fazla ilişkisi olan afektif ZK yeteneğinin bilişsel ZK yeteneğinden daha önce gelişim gösterdiğini de öne sürebiliriz (Montague ve Walker-Andrews 2001, Saxe ve ark. 2004, Mier ve ark. 2010). (e) tezi duygulanım sistemleri ve kişilik arasında ilişki kurmaktadır, ZK yeteneğinin kişilik üzerinde nasıl bir etkisi olduğuna dair bilimsel literatürde eksiklikler vardır ancak ZK ve kişilik bozuklukları ile ilgili bazı istatistiksel çalışmalar yapılmıştır (Murphy 2006). (f) tezine göre neokorteks aktivasyonu negatif duygulanımlarda inhibe olurken pozitif duygulanımlarda uyarılır, buna göre ZK ile ilişkili neokorteks yapıları yoğun negatif duygulanımların aktivasyonu sırasında ketlenmeli ve pozitif duygulanımlarla da uyarılmalıdır. O halde ZK aktivasyonu ile pozitif duygulanımlardan olan ARAYIŞ, OYUN, BAKIM ve ŞEHVET sistemlerinin aktivasyonu arasında pozitif bir korelasyon olabilir. Aynı şekilde ZK aktivasyonu ile negatif duygulanımlardan olan ÖFKE, PANİK/YAS ve KORKU sistemleri arasında da negatif bir korelasyon olduğunu öne sürebiliriz. (f) tezine dayanarak, ZK'nin nöroanatomi yapıları daha çok kortikal bölgelerde konumlandığından ötürü, ZK ve AS arasındaki olası nöral bağlantıların pozitif duygulanım sistemleri üzerinden kurulabileceğini öne sürüyoruz.

ARAYIŞ sisteminin nörotransmitter ağları dopaminerjik yollar üzerinden kortikal sistemlere doğru ilerler. Sistemin temeli, hem afektif hem de bilişsel ZK için temel öneme sahip olduğu düşünülen, medial prefrontal kortektir (mPFFK) (Poletti ve ark. 2012, Schlaffke ve ark. 2015). Farelerle yapılan bir çalışmada mPFFK aktivasyonunun yabancı bir fare ortamdayken arttığı, cansız bir objeyle birlikleyken veya boş bir ortamda ise artmadığı bulunmuştur (Lee ve ark. 2016). Buna göre mPFFK aktivasyonu çevredeki yabancı organizmaların varlığına bir tepki olarak ortaya çıkıyor olabilir. Bilişsel ve afektif ZK görevlerinde örtüşen bölgeler daha çok mPFFK ile TPB alanlarına odaklanmaktadır (Schlaffke ve ark. 2015). ZK'ye sahip canlılarda mPFFK'nin aktivasyon göstermesinin temel motivasyonu olarak ARAYIŞ sisteminin çalışıyor olması öne sürülebilir. Canlı, davranışsal olarak ortamdaki canlı ve cansız nesnelere taramaktadır, eğer ortamda canlı bir nesne varsa ARAYIŞ sisteminin de öngördüğü şekilde mPFFK aktivasyon sergileyecektir. İnsan ya da köpek fark etmeksizin bir canlının psikolojik durumu hakkında düşünmek, onun vücut parçalarını düşünmeye kıyasla mPFFK bölgesinde aktivasyon artışı ile ilişkilendirilmiştir (Mitchell ve ark. 2005). mPFFK'nin başkalarını düşünürken aktivasyon sergilediği göz önüne alındığında (Amodio ve Frith 2006) bu durum kendilik ve ötekilik kavramları hakkında bazı ipuçları verebilir, örneğin otizmlili bireylerde kendilik odaklı bakış açısının öteki odaklı bakış açısıyla çakışması nedeniyle ZK fazla aktivasyon sergileyemiyor olabilir (Isoda 2021). Öncelikle mPFFK'nin işlevsel olarak sosyal davranışla ilişkili olduğunu bilmekteyiz (Wagner ve ark. 2012, Denny ve ark. 2012), o halde sosyal bir işlev olan ZK'nin mPFFK ile bağlantılı olduğu gibi sosyal davranışlarımızla ilişkili olan ARAYIŞ sisteminin de mPFFK ile bağlantılı olduğu düşünülebilir. İkiisi arasında bir bağ bulunması tüm sosyal ilişkilerimizi açıklamaz, ancak bize kendilik ve ötekilik gibi sosyalligimize dair güçlü kavramlar açısından nörobiyolojik bir bakış açısı sağlayabilir. Örneğin evrimsel açıdan Fritz Heider'in ortaya koyduğu düşünceye göre insanlar ötekilerin davranışlarını tahmin etme ve anlama ihtiyacı duymaktadırlar (Wagner ve ark. 2012). Ötekilerin davranışlarını tahmin etme ve anlama ZK ile sağlanır. Evrimsel açıdan baktığımızda bu ihtiyacımızın Panksepp'in (2017, Panksepp ve Biven 2021) tanımladığı birincil süreç beyin olaylarıyla bir ilişkisi olabileceği düşünülebilir.

OYUN sistemi canlıyı sosyal ortamına hazırlar ve avlanma, saldırganlık, cinsellik, rekabet, ebeveynlik, tehlikeyle başa çıkma gibi davranışlar için önemlidir (Spinka ve ark. 2001, Panksepp 2017, Panksepp ve Biven 2021). Aslında OYUN sisteminin katkı sağladığı bu davranışlar ARAYIŞ sistemi sayesinde işlev gösterir, örneğin yeni avlar arama, üremek için partner arama, sosyal ortamda baskın hale gelmek için rekabete girme vb. Aynı durum BAKIM sistemi için de geçerlidir. Canlıların besleme, büyütme, ilgi gösterme, bakım verme gibi davranışları BAKIM sisteminin aktivasyonu ile açıklanır; bu aktivasyonların canlılardaki sosyal etkileşim ile yakın bir bağlantısı olduğu düşünülmektedir (Uvnas-Moberg 1998, Panksepp ve Biven 2021). OSB'ye dair yapılan çalışmalara göre otizmlili bireylerin sosyal bağ kurma ile ilgili sorunları OYUN ve BAKIM sisteminin deaktivasyonu ile ilişkilidir (Aitken 2008, Carré ve ark. 2015). Otizmlili çocuklarla yapılan bir çalışmada TPB, sağ inferior frontal gyrus ve sol premotor korteksin deaktivasyon sergilediği bulunmuştur (Kana ve ark. 2014). Özellikle OYUN ve BAKIM sistemlerinin neokorteksi içeren bölgesi olan anterior singulat korteks (Montag ve Davis 2018) afektif ZK yeteneği için de önemlidir (Abu-Akel ve Shamay-Tsoory 2011). Buna göre OYUN ve BAKIM sistemlerinin ZK ile olası nöral bağlantısı anterior singulat korteks üzerinden ilişkilendirilebilir.

OYUN ve BAKIM sistemleri ile ZK arasındaki olası nöral bağlantılar empati yeteneğiyle de kurulabilir. Empati, başkalarının duygularını paylaşma yeteneğini ifade eder (Singer ve Tusche 2014). Empati tanımı gereği başka bir kişinin duygusal durumunu gözlemleyerek veya hayal ederek ortaya çıkar ki bu da özellikle afektif ZK'yi gerektirir. BAKIM sisteminde sosyal davranışlar ön planda olduğu için empatinin öneminden bahsetmek mümkündür. Empatinin BAKIM sistemiyle ilişkisi oksitosin üzerinden de kurulabilir (Stevens ve Taber 2021). Panksepp (2011b) empatinin ilkel biçimlerinin annelerin ağlayan bebeklere karşı gösterdiği ilgi ve duyarlılıkta görülebileceğini belirtmektedir. Memeli beynindeki bu empati yeteneği sosyal ortamda varolma mücadelesi sayesinde evrimleşmiş olabilir. Empatiyle bağlantılı olan ZK bu bakımdan OYUN ve BAKIM gibi duygulanım

sistemleriyle de bağlantılı olmak durumundadır. Söz konusu nöral bağlantılar afektif empati açısından anterior medial singulat korteks ve anterior insula ile, bilişsel empati açısından da dorsomedial PFK, temporoparietal bileşke, STS üzerinden kurulabilir (Stevens ve Taber 2021). Bu nöroanatomik yapıların ZK ile doğrudan ilişkili olduğu bilinmektedir. Öte yandan OYUN ve BAKIM sistemleri ventral tegmental alan, medial prefrontal korteks ve anterior singulat korteks gibi nöroanatomik yapılarla bağlantılıdır (Watt 2007, Panksepp ve Panksepp 2013).

Bu makalenin bir diğer amacı ise KENDİLİK sistemi için ZK ve subkortikal yapıların ilişkisine dayanan nöroanatomik bir bölge önerisinde bulunmaktadır. Öz referanslı işleme (self-referential processing/SRP) ile KENDİLİK sistemine odaklanan bir meta-analiz çalışmasında kortikal orta hat yapılarının önemi vurgulanmaktadır (Northoff ve ark. 2006). Northoff ve Panksepp (2008) öz-gönderimsel işlemlerin tüm memeli beyinlerinde subkortikal-kortikal orta hat yapılarıyla birlikte çalıştığını savunmuşlardır. Subkortikal orta hat yapıları arasında medial orbital prefrontal korteks, ventromedial prefrontal korteks, supragenual anterior singulat korteks, dorsomedial prefrontal korteks, medial parietal korteks, posterior singulat korteks, pregenual anterior singulat korteks ve retrosplenial korteks yer almaktadır (Northoff ve ark. 2006). ZK yeteneğinin bu alanlardan ventromedial prefrontal korteks, anterior singulat korteks, dorsomedial prefrontal korteks ve medial prefrontal korteksi kapsadığı bilinmektedir (Frith ve Frith 2003, Saxe ve ark. 2004, Northoff ve ark. 2006). Northoff ve arkadaşlarına (2006) göre öz-gönderimsel işleme kendiliğin temelinde yatar, öz-gönderimsel işleme genel olarak organizmanın kendisiyle ilgili uyaranları kendisiyle ilgili olmayanlardan ayırt etmesini sağlamaktadır. Buna göre öz-gönderimsel işleme için ZK yeteneğinin aktivasyon sergilemesi gerektiği, dolayısıyla da KENDİLİK sisteminin temelinde ZK yeteneğinin olduğu öne sürülebilir. Fabbro ve arkadaşları (2015) insanları benzersiz kılan şeylerin temelinde yalnızca dilin olmadığını, ZK yeteneği ve zamanda zihinsel yolculuk edebilme kapasitesinin de insanı benzersiz kıldığını belirtmektedir. ZK yeteneği insanlardaki sosyal yetilerin kazanılması açısından kritik öneme sahiptir, insan türü sosyal bir canlı olduğu için evrimsel açıdan ZK yeteneğinin gelişimine ihtiyaç duymaktadır (Brüne ve Brüne-Cohrs 2006). Subkortikal orta hat yapıları sinirbilimde şimdiye kadar önerilmiş olan kendilik modelleri için bir tampon bölge görevi görmektedir (Northoff ve ark. 2006). Kendilik ve bilinç mekanizmalarında yalnızca kortikal yapıların değil aynı zamanda subkortikal yapıların da oldukça önemli olduğu dikkat edilmelidir (Panksepp 2017, Solms 2023). Bunun için Northoff ve Panksepp (2008) üç sağlam kanıt dizisi önermektedir: (i) neokorteksin uyarılması, orbitofrontal korteks ve medial frontal korteks hariç, subkortikal yapıların uyarılmasıyla karşılaştırıldığında güçlü duygulanımlar yaratmaz, (ii) subkortikal yapılardan olan talamusun medial ve intralaminar çekirdekleri, mezolimbik dopaminerjik sistemde ve PAG'da birleşen subkortikal yapılardaki hasar bilinç ve organizma yeterliliğini önemli ölçüde bozar ve son olarak (iii) bebeklik döneminde neodekortikasyon hasarıyla doğan çocuklarda bilinç korunur. Bu kanıtlar birlikte incelendiğinde bilinç olgusu memeli beyinin subkortikal yapılarından evrimleşmiş üst düzey bir duygusal-bilişsel mekanizma olarak ele alınabilir. Bilinçli deneyim için gereken çekirdek KENDİLİK mekanizması da subkortikal yapılardan başlayarak neokorteks yapılarına kadar uzanan nöral yolları takip ediyor olabilir. İnsanın sosyal bir organizma olduğu göz önüne alındığında öz-gönderimsel işleme davranışının temelinde ZK yeteneğinin yattığı, ZK yeteneğinin ise subkortikal yapılarla bir bağlantısının olduğu ve bu yapılarla etkileşime geçerek geliştiği için insanda KENDİLİK sisteminin oluşumu açısından ZK ve duygulanım sistemleri arasındaki nöral bağlantıların gerekli olduğu ileri sürülebilir. Dolayısıyla insanların sosyal etkileşimine yardımcı olan ZK yeteneğinin KENDİLİK sisteminin oluşumuna da yardımcı olduğunu, bunun için de subkortikal-kortikal ZK yollarının insanlarda aktivasyon göstermesi gerektiğini öne sürüyoruz. Söz konusu ZK-KENDİLİK yolağının VTA'dan başlayarak mezolimbik ve mezokortikal bölgelere uzanan ARAYIŞ, OYUN ve BAKIM sistemi yollarında kapsanabileceğini savunuyoruz. Bu önerinin sebepleri ZK yeteneğinden sorumlu kortikal-subkortikal yapıların ARAYIŞ, OYUN ve BAKIM yollarında kapsanıyor olması (özellikle anterior singulat korteks, mPFK ve amigdala, bkznz. Abu-Akel ve Shamay-Tsoory 2011, Montag ve Davis 2018, Panksepp 2017), ARAYIŞ sisteminin subkortikal yapılara dayalı en eski ve temel duygulanım sistemlerinden birisi olması ve her duygulanım sistemiyle etkileşimde bulunması (bkznz. Panksepp ve Biven 2021), OYUN ve BAKIM sistemlerinin özellikle sosyal biliş ve empatiyle ve dolayısıyla da ZK yeteneği ile ilişkilendirilebilir olmasıdır (bkznz. Abu-Akel ve Shamay-Tsoory 2011, Montag ve Davis 2018).

AS teorisinin bulguları çoğunlukla hayvan deneylerine dayandığı için (Cromwell ve Panksepp 2011) çoğunlukla insan örneğinde çalışılan ZK ile AS sistemleri üzerine olası nöral bağlantıları araştırmak güçtür. Bu makalenin en önemli sınırlılıklarından birisi olası nöroanatomik bağlantıları genelledebileceğimiz araştırma bulgularından yoksun olmasıdır, bu nedenle yalnızca olası nöral bağlantılardan bahsedebiliyoruz. Gelecekte yapılacak çalışmaların insan örneklerinde AS teorisinin kişilik ölçekleri ile ZK ölçekleri arasındaki istatistiksel ilişkilere odaklanması ZK yeteneğinin AS teorisi tarafından nasıl açıklanabileceğine dair yeni bulgular sunabilir. Ayrıca KENDİLİK sistemi ve ZK yeteneğine dair sunduğumuz öneriye ilişkin olarak kontrollü laboratuvar deneyleri de yapılabilir.

Sonuç

Bu makalede AS ve ZK arasındaki olası nöral bağlantıların incelenmesi ve KENDİLİK sistemi için olası ZK yeteneğini de kapsayan bir nöroanatomik bölge ortaya konulması amaçlanmıştır. AS literatüründen elde edilen 6 temel teze göre ZK yeteneği beyindeki subkortikal yapılarla bağlantılı olabilir. Bu makalede söz konusu bağlantıların (f) tezi gereğince pozitif duygulanım sistemleri üzerinden kurulabileceği savunulmaktadır. KENDİLİK sistemi henüz belirli bir nöroanatomik bölgeye sahip değildir, bu makalede KENDİLİK sisteminin gelişimi açısından ZK yeteneğiyle birlikte VTA'dan çıkan ve pozitif duygulanım sistemleriyle ilişkilendirilen mezolimbik-mezokortikal yapıların gerekli olduğu savunulmaktadır. Bu makale kapsamında kurulan hipotezlerin gelecek çalışmalarda deneysel olarak sınanması ZK ve AS arasındaki nöral bağlantıları ve KENDİLİK sistemini daha iyi anlamamız açısından önemli olacaktır.

Kaynaklar

- Abu-Akel A, Shamay-Tsoory S (2011) Neuroanatomical and neurochemical bases of theory of mind. *Neuropsychologia*, 49:2971-2984.
- Acevedo-Rodriguez A, Mani SK, Handa RJ (2015) Oxytocin and estrogen receptor β in the brain: an overview. *Front Endocrinol*, 6:160.
- Adamec R (2001) Does long term potentiation in periaqueductal gray (PAG) mediate lasting changes in rodent anxiety-like behavior (ALB) produced by predator stress? Effects of low frequency stimulation (LFS) of PAG on place preference and changes in ALB produced by predator stress. *Behav Brain Res*, 120:111-135.
- Aitken KJ (2008) Intersubjectivity, affective neuroscience, and the neurobiology of autistic spectrum disorders: a systematic review. *Keio J Med*, 57:15-36.
- Amodio DM, Frith CD (2006) Meeting of minds: the medial frontal cortex and social cognition. *Nat Rev Neurosci*, 7:268-277.
- Anderson SW, Bechara A, Damasio H, Tranel D, Damasio AR (1999) Impairment of social and moral behavior related to early damage in human prefrontal cortex. *Nat Neurosci*, 2:1032-1037.
- Arnsten AF, Raskind MA, Taylor FB, Connor DF (2015) The effects of stress exposure on prefrontal cortex: translating basic research into successful treatments for post-traumatic stress disorder. *Neurobiol Stress*, 1:89-99.
- Ballesta-Martínez S, del Pilar Navarro-Pérez M, Bellosta-Diago E, Santos-Lasaosa S (2022) Theory of mind: a new perspective on cluster headache—a cross-sectional study. *Neurol Sci*, 43:6047-6051.
- Baron-Cohen S, Leslie A, Frith U (1985) Does the autistic child have a 'theory of mind'? *Cognition*, 21:37-46.
- Berlin HA, Rolls ET, Kischka U (2004) Impulsivity, time perception, emotion and reinforcement sensitivity in patients with orbitofrontal cortex lesions. *Brain*, 127:1108-1126.
- Berridge KC, Kringelbach ML (2015) Pleasure systems in the brain. *Neuron*, 86:646-664.
- Blackburn JR, Pfaus JG, Phillips AG (1992) Dopamine functions in appetitive and defensive behaviours. *Prog Neurobiol*, 39:247-279.
- Blair RJ, Morris JS, Frith CD, Perrett DI, Dolan RJ. (1999) Dissociable neural responses to facial expressions of sadness and anger. *Brain*, 122:883-893.
- Blumer D (2000) Dysphoric disorders and paroxysmal affects: recognition and treatment of epilepsy-related psychiatric disorders. *Harv Rev Psychiatry*, 8:8-17.
- Braak S, Su T, Krudop W, Pijnenburg Y, Reus LM, van der Wee N et al. (2022) Theory of mind and social functioning among neuropsychiatric disorders: A transdiagnostic study. *Eur Neuropsychopharmacol*, 64:19-29.
- Brothers L (1990) The social brain: a project for integrating primate behaviour and neurophysiology in a new domain. *Concepts Neurosci*, 1:27-51.
- Brüne M, Brüne-Cohrs U (2006) Theory of mind—evolution, ontogeny, brain mechanisms and psychopathology. *Neurosci Biobehav Rev*, 30:437-455.
- Brower MC, Price BH (2001) Neuropsychiatry of frontal lobe dysfunction in violent and criminal behaviour: a critical review. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 71:720-726.
- Burbach JPH, Young LJ, Russell JA (2006) Oxytocin: synthesis, secretion, and reproductive functions. In Knobil and Neill's *Physiology of Reproduction*, 3rd ed. (Eds JD Neill):3055-3127. London, Elsevier.
- Burgdorf J, Panksepp J (2006) The neurobiology of positive emotions. *Neurosci Biobehav Rev*, 30:173-187.
- Burgdorf J, Wood PL, Kroes RA, Moskal JR, Panksepp J (2007) Neurobiology of 50-kHz ultrasonic vocalizations in rats: electrode mapping, lesion, and pharmacology studies. *Behav Brain Res*, 182:274-283.
- Burgdorf J, Kroes RA, Weiss C, Oh MM, Disterhoft JF, Brudzynski SM et al. (2011) Positive emotional learning is regulated in the medial prefrontal cortex by GluN2B-containing NMDA receptors. *Neuroscience*, 192:515-523.
- Calabrò RS, Cacciola A, Bruschetta D, Milardi D, Quattrini F, Sciarone F et al. (2019) Neuroanatomy and function of human sexual behavior: a neglected or unknown issue? *Brain Behav*, 9:1-17.

- Carcea I, Carballo NL, Marlin BJ, Ooyama R, Riceberg JS, Mendoza Navarro JM et al. (2021) Oxytocin neurons enable social transmission of maternal behaviour. *Nature*, 596:553–557.
- Carré A, Chevallier C, Robel L, Barry C, Maria AS, Pougá L et al. (2015) Tracking social motivation systems deficits: the affective neuroscience view of autism. *J Autism Dev Disord*, 45:3351–3363.
- Chalmers D (1995) Facing up to the problem of consciousness. *J Conscious Stud*, 2:200–219.
- Chung D (2021) The evolution of theory of mind in the human evolution. *J Behav Brain Sci*, 11:10–26.
- Coenen VA, Schlaepfer TE, Maedler B, Panksepp J (2011) Cross-species affective functions of the medial forebrain bundle-implications for the treatment of affective pain and depression in humans. *Neurosci Biobehav Rev*, 35:1971–1981.
- Coenen VA, Schlaepfer TE (2012) Panksepp's SEEKING system concepts and their implications for the treatment of depression with deep-brain stimulation. *Neuropsychanalysis*, 14:43–45.
- Corradi-Dell'Acqua C, Hofstetter C, Vuilleumier P (2014) Cognitive and affective theory of mind share the same local patterns of activity in posterior temporal but not medial prefrontal cortex. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 9:1175–1184.
- Costandi M (2019) Nöroplastisite (Çeviri Ş. Taş). İstanbul, Pan Yayıncılık.
- Cromwell HC, Panksepp J (2011) Rethinking the cognitive revolution from a neural perspective: how overuse/misuse of the term 'cognition' and the neglect of affective controls in behavioral neuroscience could be delaying progress in understanding the BrainMind. *Neurosci Biobehav Rev*, 35:2026–2035.
- Damasio AR, Grabowski T, Bechara A, Damasio H, Ponto LL, Parvizi J et al. (2000) Subcortical and cortical brain activity during the feeling of self-generated emotions. *Nat Neurosci*, 3:1049–1056.
- Damasio A, Carvalho GB (2013) The nature of feelings: evolutionary and neurobiological origins. *Nat Rev Neurosci*, 14:143–152.
- Damasio A (2020) Zihindeki Benlik (Çeviri E Akman). Ankara, ODTÜ Yayıncılık.
- Davis M (1992) The role of the amygdala in fear and anxiety. *Annu Rev Neurosci*, 15:353–375.
- Davis KL, Montag C (2019) Selected principles of Pankseppian affective neuroscience. *Front Neurosci*, 12:1025.
- Değirmencioglu B, Alptekin K, Akdede BB, Erdil N, Aktener A, Mantar A et al. (2018) Şizofreni hastalarında dokuz Eylül zihin kuramı ölçeği'nin (DEZİKÖ) geçerlilik ve güvenilirlik çalışması. *Turk Psikiyatri Derg*, 29:193–201.
- Del Sette P, Veneruso M, Cordani R, Lecce S, Varallo G, Franceschini C et al. (2023) Narcolepsy and emotions: Is there a place for a theory of mind approach? *Sleep Med*, 102:84–89.
- DeMolina AF, Hunsperger RW (1962) Organization of the subcortical system governing defence and flight reactions in the cat. *J Physiol*, 160:200–213.
- Denny BT, Kober H, Wager TD, Ochsner KN (2012) A meta-analysis of functional neuroimaging studies of self- and other judgments reveals a spatial gradient for mentalizing in medial prefrontal cortex. *J Cogn Neurosci*, 24:1742–1752.
- Eslinger PJ, Flaherty-Craig CV, Benton AL (2004) Developmental outcomes after early prefrontal cortex damage. *Brain Cogn*, 55:84–103.
- Fabbro F, Aglioti SM, Bergamasco M, Clarici A, Panksepp J (2015) Evolutionary aspects of self- and world consciousness in vertebrates. *Front Hum Neurosci*, 26:157.
- Febo M, Numan M, Ferris CF (2005) Functional magnetic resonance imaging shows oxytocin activates brain regions associated with mother-pup bonding during suckling. *J Neurosci*, 25:11637–11644.
- Feldman R, Gordon I, Schneiderman I, Weisman O, Zagoory-Sharon O (2010) Natural variations in maternal and paternal care are associated with systematic changes in oxytocin following parent-infant contact. *Psychoneuroendocrinology*, 35:1133–1141.
- Fletcher PC, Happé F, Frith U, Baker SC, Dolan RJ, Frackowiak RSJ et al. (1995) Other minds in the brain: a functional imaging study of "theory of mind" in story comprehension. *Cognition*, 57:109–128.
- Freed PJ, Mann JJ (2007) Sadness and loss: toward a neurobiopsychosocial model. *Am J Psychiatry*, 164:28–34.
- Freed PJ, Yanagihara TK, Hirsch J, Mann JJ (2009) Neural mechanisms of grief regulation. *Biol Psychiatry*, 66:33–40.
- Frith U, Frith CD (2003) Development and neurophysiology of mentalizing. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*, 358:459–473.
- Fuchshuber J, Jauk E, Hiebler-Ragger M, Unterrainer HF (2022) The affective neuroscience of sexuality: development of a LUST scale. *Front Hum Neurosci*, 28:853706.
- Gallagher HL, Happé F, Brunswick N, Fletcher PC, Frith U, Frith CD (2000) Reading the mind in cartoons and stories: an fMRI study of 'theory of mind' in verbal and nonverbal tasks. *Neuropsychologia*, 38:11–21.
- Gallagher HL, Frith CD (2003) Functional imaging of 'theory of mind'. *Trends Cogn Sci*, 7:77–83.
- Gerrans P (2002) The theory of mind module in evolutionary psychology. *Biol Philos*, 17:305–321.
- Gimpl G, Fahrenholz F (2001) The oxytocin receptor system: structure, function, and regulation. *Physiol Rev*, 81:629–683.
- Gopnik A, Meltzoff A (1993) Imitation, cultural learning and the origins of "theory of mind." *Behav Brain Sci*, 16:521–523.
- Hall W, Solowij N (1998) Adverse effects of cannabis. *Lancet*, 352:1611–1616.
- Hernandez PJ, Andrzejewski ME, Sadeghian K, Panksepp JB, Kelley AE (2005) AMPA/kainate, NMDA, and dopamine D1 receptor function in the nucleus accumbens core: a context-limited role in the encoding and consolidation of instrumental memory. *Learn Mem*, 12:285–295.

- Holstege G, Huynh HK (2011) Brain circuits for mating behavior in cats and brain activations and de-activations during sexual stimulation and ejaculation and orgasm in humans. *Horm Behav*, 59:702-707.
- Hughes C, Cutting AL (1999) Nature, nurture, and individual differences in early understanding of mind. *Psychol Sci*, 10:429-432.
- Ikemoto S, Panksepp J (1999) The role of nucleus accumbens dopamine in motivated behavior: a unifying interpretation with special reference to reward-seeking. *Brain Res Brain Res Rev*, 31:6-41.
- Ikemoto S (2010) Brain reward circuitry beyond the mesolimbic dopamine system: a neurobiological theory. *Neurosci Biobehav Rev*, 35:129-150.
- Insel TR, Harbaugh CR (1989) Lesions of the hypothalamic paraventricular nucleus disrupt the initiation of maternal behavior. *Physiol Behav*, 45:1033-1041.
- Isaksson J, Neufeld J, Bölte S (2021) What's the link between theory of mind and other cognitive abilities - a co-twin control design of neurodevelopmental disorders. *Front Psychol*, 12:575100.
- Isoda M (2021) The role of the medial prefrontal cortex in moderating neural representations of self and other in primates. *Annu Rev Neurosci*, 44:295-313.
- Jiang J, Borowiak K, Tudge L, Otto C, von Kriegstein K (2017) Neural mechanisms of eye contact when listening to another person talking. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 12:319-328.
- Kana RK, Libero LE, Hu CP, Deshpande HD, Colburn JS (2014) Functional brain networks and white matter underlying theory-of-mind in autism. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 9:98-105.
- Kendrick KM (2000) Oxytocin, motherhood and bonding. *Exp Physiol*, 85:111S-124S.
- Keysers C (2019) Empatik Beyin (Çeviri A Eper). İstanbul, Alfa Yayınları.
- Kimbrell TA, George MS, Parekh PI, Ketter TA, Podell DM, Danielson AL et al. (1999) Regional brain activity during transient self-induced anxiety and anger in healthy adults. *Biol Psychiatry*, 46:454-65.
- Kruk MR (1991) Ethology and pharmacology of hypothalamic aggression in the rat. *Neurosci Biobehav Rev*, 15:527-538.
- Lammers JH, Kruk MR, Meelis W, van der Poel AM (1988) Hypothalamic substrates for brain stimulation-induced attack, teeth-chattering and social grooming in the rat. *Brain Res*, 449:311-327.
- Lane RD, Hsu CH, Locke DE, Ritenbaugh C, Stonnington CM (2015) Role of theory of mind in emotional awareness and alexithymia: implications for conceptualization and measurement. *Conscious Cogn*, 33:398-405.
- Langley C, Cirstea BI, Cuzzolin F, Sahakian BJ (2022) Theory of mind and preference learning at the interface of cognitive science, neuroscience, and AI: a review. *Front Artif Intell*, 5:778852.
- Leslie KR, Johnson-Frey SH, Grafton ST (2004) Functional imaging of face and hand imitation: towards a motor theory of empathy. *NeuroImage*, 21:601-607.
- Lee E, Rhim I, Lee JW, Ghim, JW, Lee S, Kim E et al. (2016) Enhanced neuronal activity in the medial prefrontal cortex during social approach behavior. *J Neurosci*, 36:6926-6936.
- Marazziti D, Baroni S, Mucci F, Piccinni A, Moroni I, Giannaccini G et al. (2019) Sex-related differences in plasma oxytocin levels in humans. *Clin Pract Epidemiol Ment Health*, 15:58-63.
- Mier D, Lis S, Neuthe K, Sauer C, Esslinger C, Gallhofer B et al. (2010) The involvement of emotion recognition in affective theory of mind. *Psychophysiology*, 47:1028-1039.
- Mintah K, Parlow SE (2018) Are you flirting with me? Autistic traits, theory of mind, and inappropriate courtship. *Pers Individ Dif*, 128:100-106.
- Mitchell JP, Banaji MR, Macrae CN (2005) The link between social cognition and self-referential thought in the medial prefrontal cortex. *J Cogn Neurosci*, 17:1306-1315.
- Montag C, Davis KL (2018) Affective neuroscience theory and personality: an update. *Personal Neurosci*, 1:1-12.
- Montague DP, Walker-Andrews AS (2001) Peekaboo: a new look at infants' perception of emotion expressions. *Dev Psychol*, 37:826-838.
- Mukerji CE, Lincoln SH, Dodell-Feder D, Nelson CA, Hooker CI (2019) Neural correlates of theory-of-mind are associated with variation in children's everyday social cognition. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 14:579-589.
- Murphy D (2006) Theory of mind in Asperger's syndrome, schizophrenia and personality disordered forensic patients. *Cogn Neuropsychiatry*, 11:99-111.
- Nashold BS Jr, Wilson WP, Slaughter DG (1969) Sensations evoked by stimulation in the midbrain of man. *J Neurosurg*, 30:14-24.
- Northoff G, Heinzel A, de Greck M, Bermanpohl F, Dobrowolny H, Panksepp J (2006) Self-referential processing in our brain - a meta-analysis of imaging studies on the self. *Neuroimage*, 31:440-457.
- Northoff G, Panksepp J (2008) The trans-species concept of self and the subcortical-cortical midline system. *Trends Cogn Sci*, 12:259-264.
- Numan M, Callahan EC (1980) The connections of the medial preoptic region and maternal behavior in the rat. *Physiol Behav*, 25:653-665.
- Numan M, Insel TR (2003) *The Neurobiology of Parental Behavior*. New York, Springer.
- Ogawa A, Kameda T (2019) Dissociable roles of left and right temporoparietal junction in strategic competitive interaction. *Soc Cogn Affect Neurosci*, 14:1037-1048.

- Özkarar-Gradwohl FG, Panksepp J, İçöz FJ, Çetinkaya H, Köksal F, Davis KL et al. (2014) The influence of culture on basic affective systems: the comparison of Turkish and American norms on the affective neuroscience personality scales. *Cult Brain*, 2:173-192.
- Panksepp J, Herman BH, Vilberg T, Bishop P, DeEsquinazi FG (1980) Endogenous opioids and social behavior. *Neurosci Biobehav Rev*, 4:473-487.
- Panksepp J, Bishop P (1981) An autoradiographic map of (3H)diprenorphine binding in rat brain: effects of social interaction. *Brain Res Bull*, 7:405-410.
- Panksepp J, Normansell L, Herman B, Bishop P, Crepeau L (1988) Neural and neurochemical control of separation distress call. In *The Physiological Control of Mammalian Vocalizations* (Ed JD Newman):263-299. New York: Springer.
- Panksepp J (1990) A role for affective neuroscience in understanding stress: the case of separation distress circuitry. In *Psychobiology of Stress* (Eds. S Puglisi-Allegra, A Oliverio): 41-57. Dordrecht, Kluwer.
- Panksepp J, Normansell L, Cox JF, Siviy SM (1994) Effects of neonatal decortication on the social play of juvenile rats. *Physiol Behav*, 56:429-443.
- Panksepp J, Nelson E, Bekkedal M (1997) Brain systems for the mediation of social separation-distress and social-reward. Evolutionary antecedents and neuropeptide intermediaries. *Ann N Y Acad Sci*, 807:78-100.
- Panksepp J, Burgdorf J, Turner C, Gordon N (2003) Modeling ADHD-type arousal with unilateral frontal cortex damage in rats and beneficial effects of play therapy. *Brain Cogn*, 52:97-105.
- Panksepp J (2003a) At the interface of the affective, behavioral, and cognitive neurosciences: decoding the emotional feelings of the brain. *Brain Cogn*, 52:4-14.
- Panksepp J (2003b) The neural nature of the core SELF: implications for understanding schizophrenia. In *The Self in Neuroscience and Psychiatry*, 1st ed. (Eds T Kircher, A David):197-214. New York, Cambridge University Press.
- Panksepp J (2007) Can PLAY diminish ADHD and facilitate the construction of the social brain? *J Can Acad Child Adolesc Psychiatry*, 16:57-66.
- Panksepp J, Northoff G (2009) The trans-species core SELF: the emergence of active cultural and neuro-ecological agents through self-related processing within subcortical-cortical midline networks. *Conscious Cogn*, 18:193-215.
- Panksepp J (2009) Primary process affects and brain oxytocin. *Biol Psychiatry*, 65:725-727.
- Panksepp J (2010) Affective neuroscience of the emotional BrainMind: evolutionary perspectives and implications for understanding depression. *Dialogues Clin Neurosci*, 12:533-545.
- Panksepp J (2011a) Cross-species affective neuroscience decoding of the primal affective experiences of humans and related animals. *PLoS One*, 6:e21236.
- Panksepp J (2011b) Empathy and laws of affect. *Science*, 334:1358-1359.
- Panksepp J, Fuchs T, Iacobucci P (2011) The basic neuroscience of emotional experiences in mammals: The case of subcortical FEAR circuitry and implications for clinical anxiety. *Appl Anim Behav Sci*, 129: 1-17.
- Panksepp J, Panksepp JB. (2013) Toward a cross-species understanding of empathy. *Trends Neurosci*, 36:489-496.
- Panksepp J, Lane RD, Solms M, Smith R (2016) Reconciling cognitive and affective neuroscience perspectives on the brain basis of emotional experience. *Neurosci Biobehav Rev*, 76:187-215.
- Panksepp J (2017) *Afektif Nörobilim* (Çeviri S Ünal, VK Ölmeztoprak). İstanbul, Alfa Yayınları.
- Panksepp J, Biven L (2021) *Zihnin Arkeolojisi* (Çeviri Ç Çalkılıç Taylor). İstanbul, Alfa Yayınları.
- Pellis SM, Pellis VC, Whishaw IQ (1992) The role of the cortex in play fighting by rats: developmental and evolutionary implications. *Brain Behav Evol*, 39:270-284.
- Perner J, Lang B (1999) Development of theory of mind and executive control. *Trends Cogn Sci*, 3:337-344.
- Premack D, Woodruff G (1978) Does the chimpanzee have a theory of mind? *Behav Brain Sci*, 1:515-526.
- Poletti M, Enrici I, Adenzato M (2012) Cognitive and affective theory of mind in neurodegenerative diseases: neuropsychological, neuroanatomical and neurochemical levels. *Neurosci Biobehav Rev*, 36:2147-2164.
- Ressler KJ (2010) Amygdala activity, fear, and anxiety: modulation by stress. *Biol Psychiatry*, 67:1117-1119.
- Ronald A, Viding E, Happé F, Plomin, R (2006) Individual differences in theory of mind ability in middle childhood and links with verbal ability and autistic traits: a twin study. *Soc Neurosci*, 1:412-425.
- Sapolsky RM (2004) *Why Zebras Don't Get Ulcers: The Acclaimed Guide To Stress, Stress-Related Diseases, and Coping*. New York, Henry Holt.
- Saxe R, Carey S, Kanwisher N (2004) Understanding other minds: linking developmental psychology and functional neuroimaging. *Annu Rev Psychol*, 55:87-124.
- Schlaffke L, Lissek S, Lenz M, Juckel G, Schultz T, Tegenthoff M et al. (2015) Shared and nonshared neural networks of cognitive and affective theory-of-mind: a neuroimaging study using cartoon picture stories. *Hum Brain Mapp*, 36:29-39.
- Schneider M, Koch M (2005) Deficient social and play behavior in juvenile and adult rats after neonatal cortical lesion: effects of chronic pubertal cannabinoid treatment. *Neuropsychopharmacology*, 30:944-957.
- Shamay-Tsoory SG, Tomer R, Aharon-Peretz J (2005) The neuroanatomical basis of understanding sarcasm and its relationship to social cognition. *Neuropsychology*, 19:288-300.
- Shamay-Tsoory SG, Tibi-Elhanany Y, Aharon-Peretz J (2006) The ventromedial prefrontal cortex is involved in understanding affective but not cognitive theory of mind stories. *Soc Neurosci*, 1:149-166.

- Siegal M, Varley R (2002) Neural systems involved in 'theory of mind'. *Nat Rev Neurosci*, 3:463-471.
- Singer T (2006) The neuronal basis and ontogeny of empathy and mind reading: review of literature and implications for future research. *Neurosci Biobehav Rev*, 30:855-863.
- Singer T, Tusche A (2014) Understanding others: Brain mechanisms of theory of mind and empathy. In *Neuroeconomics*, 2nd ed. (Eds PW Glimcher, E Fehr): 513-532. Cambridge, Academic Press.
- Sinigaglia C, Rizzolatti G (2019) Beyindeki Aynalar (Çeviri D Keleş). İstanbul, Alfa Yayınları.
- Siviy SM, Panksepp J (1985) Dorsomedial diencephalic involvement in the juvenile play of rats. *Behav Neurosci*, 99:1103-1113.
- Siviy SM, Panksepp J (1987a) Sensory modulation of juvenile play in rats. *Dev Psychobiol*, 20:39-55.
- Siviy SM, Panksepp J (1987b) Juvenile play in the rat: thalamic and brain stem involvement. *Physiol Behav*, 41:103-114.
- Solms M (2023) Gizli Kaynak (Çeviri E Kayurtar). İstanbul, Okuyan Us Yayınevi.
- Spinka M, Newberry RC, Bekoff M (2001) Mammalian play: training for the unexpected. *Q Rev Biol*, 76:141-168.
- Stevens F, Taber K (2021) The neuroscience of empathy and compassion in pro-social behavior. *Neuropsychologia*, 159:107925.
- Stone VE, Baron-Cohen S, Knight RT (1998) Frontal lobe contributions to theory of mind. *J Cogn Neurosci*, 10:640-656.
- Şahin B, Bozkurt A, Usta MB, Aydın M, Çobanoğlu C, Karabekiroğlu K (2019) Zihin kuramı: gelişimi, nörobiyoloji, ilişkili alanlar ve nörogelişimsel bozukluklar. *Psikiyatride Güncel Yaklaşımlar*, 11:24-41.
- Uvnäs-Moberg K (1998) Oxytocin may mediate the benefits of positive social interaction and emotions. *Psychoneuroendocrinology*, 23:819-835.
- Wagner DD, Haxby JV, Heatherton TF (2012) The representation of self and person knowledge in the medial prefrontal cortex. *Wiley Interdiscip Rev Cogn Sci*, 3:451-470.
- Watt D (2007) Toward a neuroscience of empathy: integrating affective and cognitive perspectives. *Neuropsychanalysis*, 9:119-140.
- Wellman HM, Cross D, Watson J (2001) Meta-analysis of theory-of-mind development: the truth about false belief. *Child Dev*, 72:655-684.
- Westby CE (2014) Social neuroscience and theory of mind. *Folia Phoniater Logop*, 66:7-17.
- Winner E, Brownell H, Happé F, Blum A, Pincus D (1998) Distinguishing lies from jokes: theory of mind deficits and discourse interpretation in right hemisphere brain-damaged patients. *Brain Lang*, 62:89-106.
- Wright, JS, Panksepp J (2012) An evolutionary framework to understand foraging, wanting, and desire: the neuropsychology of the SEEKING system. *Neuropsychanalysis*, 14: 5-39.
- Vanderschuren LJ, Niesink RJ, Spruijt BM, Van Ree JM (1995) Effects of morphine on different aspects of social play in juvenile rats. *Psychopharmacology*, 117:225-231.
- Vanderschuren LJ, Niesink RJ, Van Ree JM (1997) The neurobiology of social play behavior in rats. *Neurosci Biobehav Rev*, 21:309-326.
- Vogel K, Bussfeld P, Newen A, Herrmann S, Happé F, Falkai P et al. (2001) Mind reading: neural mechanisms of theory of mind and self-perspective. *NeuroImage*, 14:170-181.
- Völlm BA, Taylor AN, Richardson P, Corcoran R, Stirling J, McKie S et al. (2006) Neuronal correlates of theory of mind and empathy: a functional magnetic resonance imaging study in a nonverbal task. *Neuroimage*, 29:90-98.
- Zubieta JK, Ketter TA, Bueller JA, Xu Y, Kilbourn MR, Young EA et al. (2003) Regulation of human affective responses by anterior cingulate and limbic mu-opioid neurotransmission. *Arch Gen Psychiatry*, 60:1145-1153.

Yazarların Katkıları: Çalışmaya önemli bir bilimsel katkı sağlandığı ve makalenin hazırlanmasında veya gözden geçirilmesinde yardımcı olduğu tüm yazar(lar) tarafından beyan edilmiştir.

Danışman Değerlendirmesi: Dış bağımsız

Çıkar Çatışması: Çıkar çatışması bildirilmemiştir.

Finansal Destek: Bu çalışma için finansal destek alındığı beyan edilmemiştir.

Teşekkür: Yazar, makalenin hazırlanış sürecindeki katkılarından ötürü Dr. Öğr. Üyesi Fatma Ebru Köse'ye teşekkür eder.

Authors Contributions: The author(s) have declared that they have made a significant scientific contribution to the study and have assisted in the preparation or revision of the manuscript

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: No conflict of interest was declared.

Financial Disclosure: No financial support was declared for this study.

Acknowledgments: The author would like to thank Assistant Prof. Dr. Fatma Ebru Köse for her contributions during the preparation of the article.