

Problem Çözme ve Karar Vermenin Nörobilişsel Süreci: Geleneksel Bir Derleme

Neurocognitive Process of Problem Solving and Decision Making: A Traditional Review

Erhan SEÇER^a, Derya ÖZER KAYA^b

^aManisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Manisa, Türkiye

^bİzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İzmir, Türkiye

ÖZET Günümüzde, hayatın her aşamasında öğrenme süreci kapsamında; eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme gibi kavramların popülerlik kazandığı görülmektedir. Karar verme, hedeflere ulaşmak için en iyi alternatifini seçmedir. Karar verme süreci ise problemin tanımlanması ile başlayıp problemin çözümüne yönelik seçeneklerin değerlendirilmesi ve eylem için izlenecek yolu ifade eden dinamik bir süreçtir. Bunun yanı sıra bu süreçlerde nasıl bir yol izlediğimiz ve nasıl karar verdiğimiz merak uyandıran bir konudur. Bu durum, nörobilişsel açıdan beyin yapıları arasındaki nöral ağlar ile açıklanmaktadır. Yapılan araştırmalar, problem çözme ve karar verme süreçlerinde; hipokampus, prefrontal korteks, amigdala gibi beyin yapılarının ve serotonin, dopamin gibi nörotransmitterlerin etkili rol oynadığını göstermektedir. Özellikle mediyal prefrontal korteks hata, risk, öğrenme gibi birçok konu ile ilgili karar verme sürecinde etkili bir rol oynamaktadır. Ayrıca prefrontal korteks ile amigdala ve hipokampus gibi birçok beyin yapıları arasında henüz açıklanamayan nöral ağların bulunduğu düşünülmektedir. Bu derlemenin amacı; eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, biliş ve üstbiliş kavramlarını detayları ile tanımlamak, öğrenme ve karar vermede dopamin ve serotonin ilişkisine ait literatürü taramak, karar verme sürecinde amigdala, prefrontal korteks ve hipokampusun etkileşimlerini ortaya koymaktır.

ABSTRACT Nowadays, within the scope of the learning process at every stage of life, concepts such as critical thinking, problem-solving, and decision-making seem to gain popularity. Decision-making is choosing the best alternative to achieve goals. The decision-making process is a dynamic process that starts with the definition of the problem, evaluates the options for the solution of the problem, and expresses the path to be followed for action. In addition, the path we follow and how we make decisions in these processes is an intriguing subject. The neural networks between the brain structures in neuroanatomical terms explain this situation. In the researches, problem-solving and decision-making processes; shows that brain structures such as the hippocampus, prefrontal cortex, amygdala, and neurotransmitters such as serotonin and dopamine play an effective role. In particular, the medial prefrontal cortex plays an effective role in the decision-making process regarding many issues such as error, risk, and learning. Also, it is thought that there are unexplained neural networks between the prefrontal cortex and many brain structures such as the amygdala and hippocampus. The purpose of this review was to describe the concepts of critical thinking, problem-solving, decision-making, cognition, and metacognition in detail, to review the literature on the relationship between dopamine and serotonin in learning and decision-making, and to reveal the roles of the amygdala, prefrontal cortex and hippocampus interactions in the decision-making process.

Anahtar Kelimeler: Eleştirel düşünme; problem çözme; karar verme; nörobiliş

Keywords: Critical thinking; problem solving; making decision; neurocognition

İnsanları diğer canlılardan ayıran önemli bir özellik olan öğrenme, yaşantısal ya da yineleme yolu ile bireylerin davranışlarında meydana gelen kalıcı değişiklikler olarak tanımlanır.¹ Bireysel bir özellik ve bir anlamda bireyin değişimi ve gelişimini içeren bir süreç olan öğrenme; beyin temelli, gözlemsel, mobil, öz yönetimsel ve kavramsal şekilde gerçekleştirilebilir.¹ Günümüzde öğrenme süreci ile birlikte

“eleştirel düşünme”, “yargılama”, “öz yeterlik”, “problem çözme”, “karar verme” ve “yansıtma” gibi kavramların ön plana çıktığı görülmektedir.² Güncel literatüre bakıldığında, bu kavramları konu alan ve ilişkilendiren birçok araştırmaya rastlanmaktadır.³⁻⁵ Eleştirel düşünme, problem çözme ve karar verme süreçleri ile bu süreçleri etkileyen üstbiliş, dopamin ve serotonin etkileşimleri, üst merkezlerin kontrolü ve

Correspondence: Erhan SEÇER
Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, Manisa, Türkiye
E-mail: erhnsr86@hotmail.com



Peer review under responsibility of Türkiye Klinikleri Journal of Health Sciences.

Received: 19 Apr 2021

Received in revised form: 16 Sep 2021

Accepted: 16 Sep 2021

Available online: 24 Sep 2021

2536-4391 / Copyright © 2022 by Türkiye Klinikleri. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

anatomik ilişkileri, kompleks ve irdelenmeye açık bir alan oluşturmaktadır. Bu kapsamda derlemenin amacı; eleştirel düşünme, problem çözme, karar verme, biliş ve üstbiliş kavramlarını detayları ile tanımlamak, öğrenme ve karar verme boyutlarında etkili olan nörotransmitterlerden dopamin ve serotonin ilişkisine ait literatürü taramak, karar vermede önemli olan nöroanatomik yapılardan amigdala, prefrontal korteks ve hipokampusun rolleri ve etkileşimlerini ortaya koymaktır.

ELEŞTİREL DÜŞÜNME

Kritik düşünme ya da başka bir ifade ile eleştirel düşünme, bireylerin sahip olduğu en büyük zenginlik olan zihinsel sermayenin bir ürünü ve türüdür.⁶ Ancak düşüncenin eleştirel olması için mantıklı bir değerlendirme yapılması gerekir.⁷ Dolayısıyla eleştirel düşünme; değerlendirme, yargılama, ayrımcılık anlamına gelen Yunanca “eleştiriler” teriminin karşılığı olarak bilinmektedir.⁶ Ayrıca iyi temellendirilmiş bir yargıya dayanarak, bir şeyin gerçek değerinin belirli standartlara dayalı olarak değerlendirilmesi olarak da bilinen eleştirel düşünme; aynı zamanda literatürde yer alan “üst düzey düşünme”, “mantıklı düşünme”, “akıl yürütme”, “problem çözme”, “eleştirel yansıtma” ve “üstbiliş” gibi terimlerle de yakından ilişkili görülmektedir.⁸ Bununla birlikte, günümüzde en önemli düşünme becerilerinin; yaratıcılık, eleştirel düşünme ve dolayısıyla problem çözme olduğu ifade edilmektedir.⁸ Özellikle problem çözme sürecindeki ilk aşamaların gerçekleştirilmesi, eleştirel düşünme becerilerinden analiz etme ve yorum yapmayı desteklemektedir.⁹

PROBLEM ÇÖZME

Problem, zihinsel karışıklık oluşturması nedeni ile bireyde çözme isteği uyandıran ve ilk kez karşılaşılması neden ile de standart bir çözüm yolu olmayan, sadece çözmeye çalışan bireyin sahip olduğu bilgi birikiminin doğru ve etkin bir şekilde kullanılması ile sonucuna ulaşılması mümkün olan durumdur.⁹ Problem çözme sürecinin aksine statik bir yapıya sahip olan problemin, gerçekten bir problem olarak nitelendirilebilmesi için problem ile karşılaşan bireyin ilk etapta onu çözememesi ama çözmek için bir ihtiyaç hissetmesi gerektiği vurgulanmaktadır.¹⁰ Problem

çözme ise problemin tespit edilmesi ile başlayan ve problemin çözümlenip, hedefe ulaşılmasına kadar geçen süreçtir.¹¹ Ayrıca problem olarak nitelendirilen bir durumun neden olduğu olumsuz duyguların değiştirilmesini ve iyileştirilmesini hedefleyen bilinçli, amaca yönelik faaliyetler de problem çözme olarak ifade edilebilir.¹² Dolayısıyla problem çözme, aynı zamanda çözüme ya da hedefe ulaşma sırasında karşılaşılan engellere karşı yürütülen bilişsel bir süreci de içermektedir.¹¹ Oldukça dinamik bir yapıdan ve birbirleri ile bağlantılı aşamalardan oluşan problem çözme sürecinde; ilk olarak problem açık bir şekilde tanımlanır, sonrasında problemin çözümü için gerekli bilgiler toplanır, yorumlanır ve analiz edilir, bir sonraki aşamada, çözüm için seçenekler belirlenir ve strateji geliştirilir, son aşama ise çözümün sonuçlarının takip edilmesi ya da yeniden değerlendirilmesidir.¹³ Dolayısıyla bir problemin çözümü sürecinde elde edilen başarı; o problemin net bir şekilde tanımlanması, analiz edilmesi ve yapılandırılması ile doğrudan ilişkilidir. Bununla birlikte, bu süreçte belirleyici olan bir diğer faktör ise karar vermedir.¹⁴ Literatüre bakıldığında ise problem çözme ve karar vermenin genellikle birlikte kullanıldığı ve birbirleri ile ilişkilendirildiği görülmektedir.¹⁵

KARAR VERME

Problem olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durumun çözüme ulaştırılması sürecinde, eleştirel düşünme ve karar verme becerisi oldukça önemli bir belirleyicidir. Karar verme, bireysel ve kurumsal hedeflere ulaşmak için en iyi alternatifi seçme sürecidir.¹⁶ Karar verme süreci ise problemin tanımlanması ile başlayıp, problemin çözümüne yönelik seçeneklerin değerlendirilmesi ve eylem için izlenecek yol sürecini ifade etmektedir.¹⁷ Bu süreç, karar verme ihtiyacı duyulan bir durumun ortaya çıkması ile başlar ve karar vermeyi gerektiren bir durumun olduğu anlaşıldıktan sonra karar vermenin tanımlanması ve sınıflandırılması aşaması ile devam eder.¹⁸ Sonraki aşama ise verilebilecek kararlar için seçenekler oluşturulması ve bu seçeneklerden biri üzerinde karar verilmesidir.¹⁹ Böylelikle bir problem, durum ya da ihtiyaç karşısında karar verme süreci tamamlanmış olur. Genel anlamda “değerlendirme” ve “tercih etme” olmak üzere 2 farklı süreçten oluşan karar

verme (döngüsü) Şekil 1’de özetlenmiştir.²⁰ Ayrıca bu süreç, eleştirel düşünme becerisinin kullanılmasını da gerektirir.²¹ Dolayısıyla bu süreçte, göz önünde bulundurulması gereken bir diğer konu üstbilidir. Nitekim üstbilişsel işlevselliğin, karar verme sürecinde önemli bir belirleyici olduğu bildirilmektedir.²²

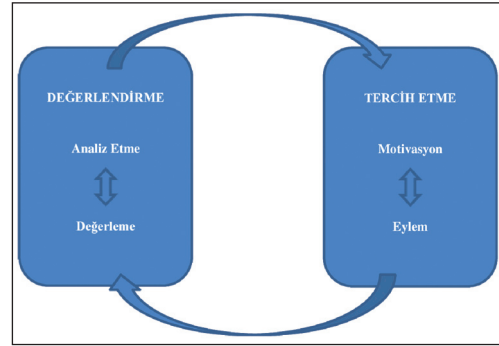
BİLİŞ VE ÜSTBİLİŞ

“Üstbilis” kavramı “bilis’in üstü” olarak nitelendirildiğinde, bu kavramı daha doğru ve net bir şekilde tanımlamak için öncelikle “bilis” kavramının anlamını irdelemek gerekir.²³ İngilizce “cognition” ve Osmanlıca “vukuf” kelimelerinin karşılığı olarak kullanılan bilis kavramı; canlının, bir nesne veya olayın varlığına ilişkin bilgili ve bilinçli duruma gelmesi olarak tanımlanmaktadır.²⁴ Hem izleme hem de düzenleme süreçlerini bir arada bulunduran bir kavram olarak ifade edilen üstbilis’in fonksiyonu ise herhangi bir durum ya da problemi çözme aşamasında, gerekli olan bilis sel adımları düzenlemektir.²⁵ Brown ise üstbilis; bildirime, yordama ve duruma dayalı bilis sel bilgi ve planlama, izleme, değerlendirme aşamalarını içeren bilis’in düzenlenmesi açısından ele almıştır (Şekil 2).

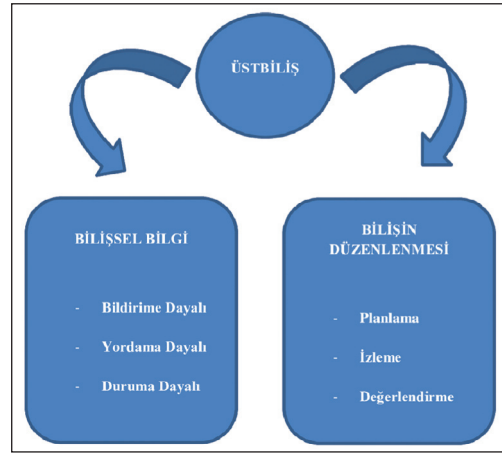
Özellikle problem çözme ve karar verme süreçlerinde; beyin yapılarında ya da yapılar arasında nasıl bir sinirsel aktivasyon gelişmekte ya da bu sinirsel aktivasyon ya da bağlantılar söz konusu süreçlere nasıl katkıda bulunmaktadır? Bu genel bilgiler ışığında; söz konusu süreçleri, nörobilisel açıdan da irdelemek ve farklı beyin yapılarının, bu yapılar arasındaki nöral ağların ve hormonal aktivitelerin bu süreçlere katkılarını ortaya koymak oldukça yararlı olacaktır.

KARAR VERMEDE DOPAMİNİN VE SEROTONİNİN ROLÜ

Dopaminin karar verme sürecinde, afferent aktivite yolu ile mezolimbik, striatal ve kortikal yollar boyunca oldukça önemli bir role sahip olduğu bilinmektedir.²⁷ Ayrıca farklı karar verme stilleri üzerine olan bu etkisi; serotonin ve motivasyonda önemli bir role sahip olan glutamat gibi diğer nörotransmitterler ile olan karmaşık etkileşimlerini de içermektedir.²⁸ Klinik kanıtlar; karar verme kapasitesinde yetersizliklerin, olası bir dopaminerjik, serotonerjik ve fron-



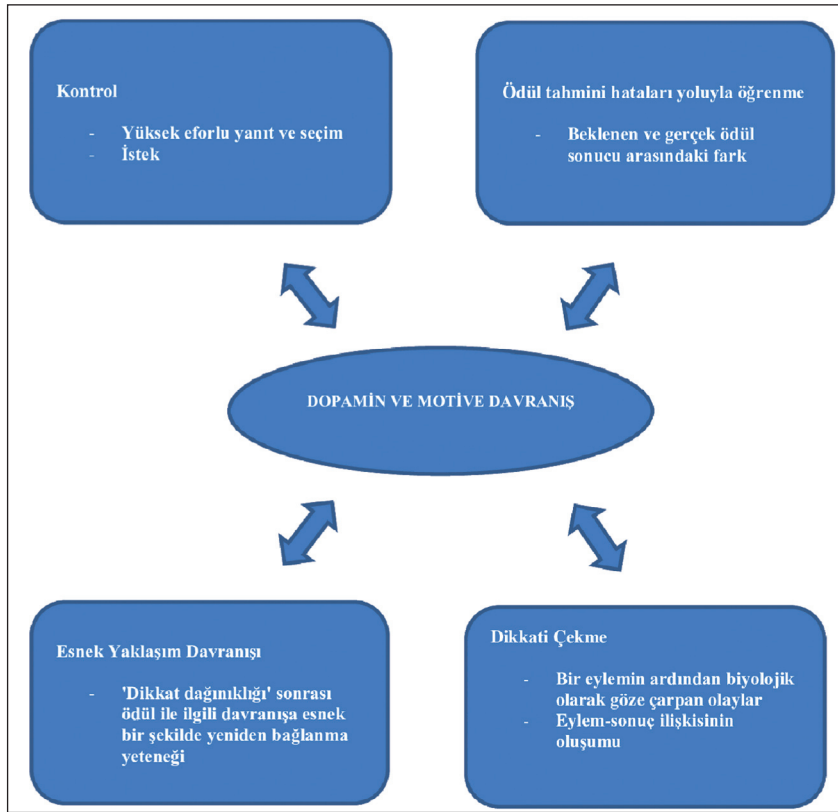
ŞEKİL 1: İki farklı süreçten oluşan karar verme döngüsü.²⁰



ŞEKİL 2: Brown'ın üstbilis sel modeli.²⁶

tostriatal sistem modülasyonundaki bozuklukları yansıtmaktadır.²⁹ Diğer kanıtlar ise karar vermede bozukluk ya da eksikliklerin, dopaminerjik mekanizmalar aracılığı ile belirli nöropsikiyatrik ve nörolojik durumlarla ilişkili olduğunu göstermektedir.³⁰ Özellikle Parkinson hastalarının bir kısmında, dopamin terapilerinin yönetimi ile birlikte diğer kompulsif davranışlar bazı problemlere neden olmaktadır.³¹⁻³³ Bununla birlikte, dopaminerjik ajanların erişkin klinik popülasyonlarda karar vermeyi iyileştirdiği düşünülmektedir. Ancak dopaminin, insanda farklı karar verme stilleri üzerindeki rolünü konu alan deneysel araştırmaların şaşırtıcı derecede sınırlı kaldığı bildirilmektedir.³⁰ Dopaminin motive davranışı kolaylaştırmadaki rolü Şekil 3’te özetlenmiştir.³³

Dopaminin karar vermeye etkilerinin yanı sıra yapılan birçok deney; serotoninin, çeşitli davranış ve dürtü fonksiyonlarında rolü olduğunu göstermektedir.³⁴ Dürtüsel davranışların, özellikle dürtüsel şiddet

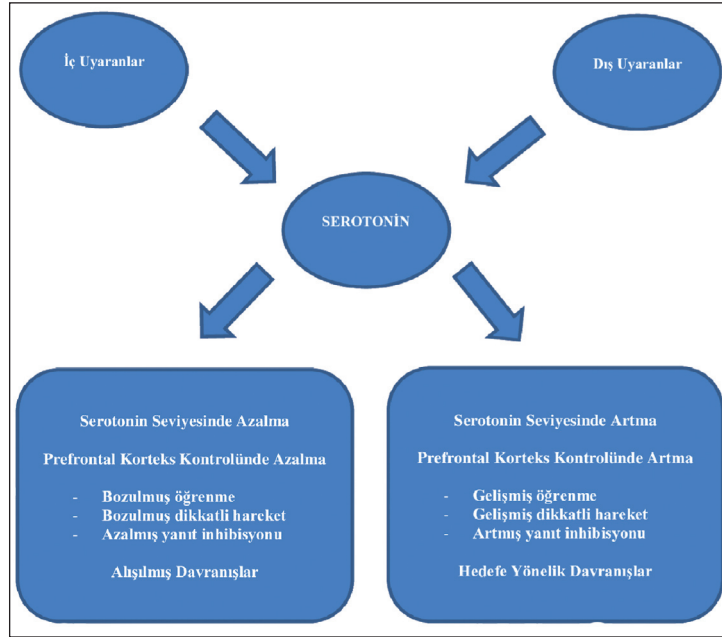


ŞEKİL 3: Dopaminin motive davranışı kolaylaştırmadaki rolü.³³

eylemlerinin sıklıkla serotonerjik disfonksiyon belirtileri ile ilişkili olduğu bilinmektedir.^{35,36} Ayrıca serotoninin karar verme üzerindeki etkisi oldukça karmaşıktır ve birçok reseptör sistemini içerir.³⁰ Bu durum, sırasıyla 5-HT_{2A} ve 5-HT_{2C} reseptörlerinin aktivasyonu ile erken yanıt verme ile ilgili problemleri artırabilir ya da azaltabilir.³⁷ Bu süreçler; serotoninin, çoklu reseptör sistemleri aktivasyonu ile karar vermede çoklu bilişsel, duygusal ve cevap temelli mekanizmaları modüle ettiğini göstermektedir. Bunun yanı sıra son yıllarda yapılan araştırmaların sonuçları, serotonin aktivitesinin riskli kararları da etkileyebileceği yönündedir.³⁰ Bu durum, serotoninin, olumsuz sonuçlardan öğrenme üzerindeki etkileri ile açıklanmaktadır.³⁸ Serotonin seviyesindeki artma ve azalmaların karar verme süreci üzerindeki genel etkileri Şekil 4'te özetlenmiştir.³⁹

Karar verme süreci kapsamında detaylandırılması gereken önemli bir ayrıntı da bu süreçte dopamin-serotonin etkileşimidir.⁴⁰ Karar vermede dopamin ve serotoninin etkileşimini doğrudan konu alan az sayıda araştırma bulunmaktadır. Yapılan araş-

tırmaların sonucu, farklı risk derecelerini ve karışık sonuçları içeren kararlarda serotonin ve dopaminin farklı rolleri olabileceğini düşündürmektedir.⁴⁰ İnsanları konu alan az sayıda araştırma, değerlendirme ve karar vermede dopamin ve serotonin fonksiyonunu etkileyen genotiplerin etkilerini incelemiştir. Zhong ve ark. yapmış oldukları araştırmanın sonucunda, *DAT1* gen çifti (azalmış ekstrasellüler dopamin seviyesi ile ilişkili) taşıyıcılarında, kazanımlar ile ilgili karar verirken daha fazla risk alma eğilimi olduğunu, *STin2* gen çifti (artmış ekstrasellüler serotonin seviyesi ile ilişkili) taşıyıcılarında ise kayıplar için daha fazla risk alma eğilimi olduğunu bildirmişlerdir.⁴¹ Benzer şekilde Kuhnen ve ark., bu genotiplerin riskli karar verme sürecine de katkıda bulunduğunu ve *DRD4* geni taşıyıcılarının, taşıyıcı olmayanlara kıyasla riskli karar verme sürecinde daha fazla risk aldığını bildirmişlerdir.⁴² Eisenegger ve ark. ise L-dihidroksifenilalanin uygulamasının *DRD4* gen çifti taşıyıcılarında, taşıyıcı olmayanlara kıyasla riskli eylemlerin sayısını artırdığını bildirmişlerdir.⁴³ Yapılan araştırmalar ve bu araştırmaların sonuçları dikkate alındığında; genotiplerin,



ŞEKİL 4: Serotonin seviyesindeki artma ve azalmaların karar verme süreci üzerindeki genel etkileri.³⁹

karar verme problemleri ile ilişkili klinik bozuklukların gelişiminde önemli bir belirleyici olduğunu söylemek mümkündür. Bu doğrultuda, genotiplerin, dopamin ve serotonin fonksiyonlarının düzenlenmesinde de aktif rol oynadığı düşünüldüğünde, dopamin ve serotoninin etkileşiminin de karar vermede önemli bir belirleyici olduğu sonucuna ulaşılabılır. Bununla birlikte, karar verme sürecini düzenlemeye yardımcı olan, bu süreçte birbirleri ile etkileşimde olan ve aralarındaki nöral ağlarda meydana gelen bozuklukların karar vermede farklılıklara neden olduğu belirtilen önemli beyin yapılarının amigdala ve prefrontal korteks olduğu bildirilmektedir.⁴⁴

KARAR VERME VE AMİGDALA

Karar verme sürecinde; duyu (amigdala, ventromediyal prefrontal korteks) ve hafıza (hipokampus, dorsolateral prefrontal korteks) ile ilişkili bölgelerin oldukça aktif olduğu bilinmektedir. Özellikle duyu ve korku ile ilgili süreçlerde, önemli işlevleri olduğu bilinen amigdala, karar verme sürecine dâhil olan sinir ağının kritik bir bileşenidir.⁴⁵ Bu konu ile ilgili yapılan insan ve hayvan deneylerinin sonuçları; orbitofrontal korteks ile birlikte amigdalanın yargılama, karar verme ve seçmeye rehberlik etmede önemli bir rolü olduğunu göstermektedir.⁴⁶ Ayrıca son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda, amigdalanın, bir uya-

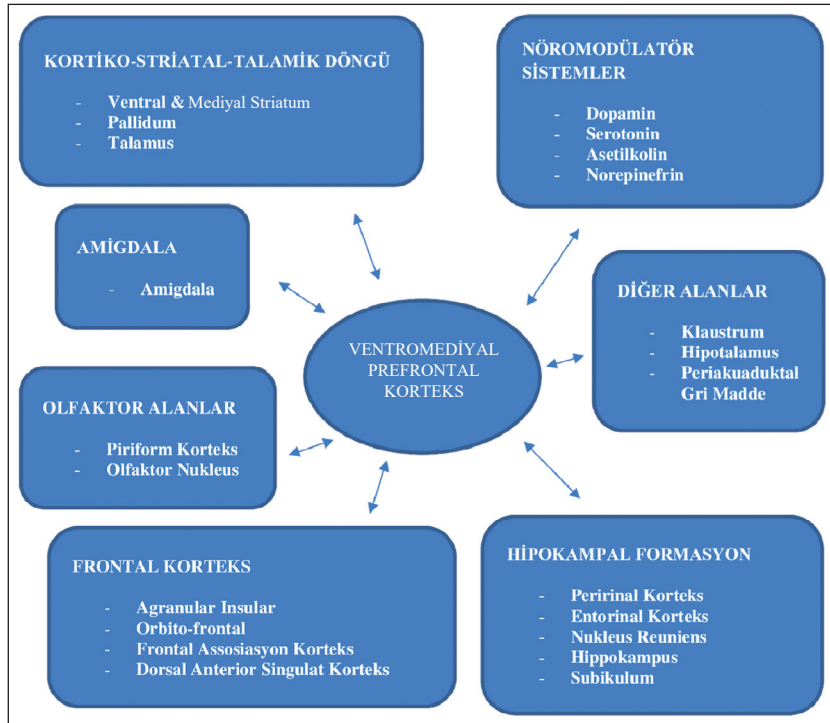
ran ile bu uyarının emosyonel cevabını ilişkilendirme ile ilgili olduğu bildirilmiştir. Bu durum, amigdalanın duygusal uyarılara karşı otonomik tepkileri tetikleyerek, karar verme sürecinde de önemli bir belirleyici olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte, amigdala hasarı olan bireylerin otonomik tepkilerden yoksun olacağı ve gelecekteki karar verme süreçlerini yönlendirmek için somatik işaretçileri (somatik belirteç) kullanamayacağı da ifade edilmektedir.⁴⁵ Bunun nedeni ise somatik işaretçilerin başlangıçta üretilmesi ile açıklanmaktadır.⁴⁵ Ayrıca sağ veya sol amigdala hasarı ile cinsiyet arasındaki ilişki de karar verme sürecini tayin eden önemli bir ayrıntıdır. Bu durumu konu alan bir araştırmada, sağ amigdala hasarının erkeklerde, sol amigdala hasarının ise kadınlarda sosyal davranış ve karar vermede bozukluklara neden olduğu öne sürülmektedir.⁴⁵ Dolayısıyla bireylerin yerinde ve doğru bir karar verebilmeleri için psikolojik ve sosyal açıdan da iyi olma hâli gerektiğinden, amigdalanın karar verme sürecinin en önemli belirleyicilerinden olduğu söylenebilir. Ayrıca amigdala ile prefrontal korteksin ön singulat bölgesi arasındaki nöral ağların, belirli karar verme süreçlerine aracılık ettiği bildirilmektedir.⁴⁴ Bu doğrultuda, karar verme sürecini etkileyen diğer bir yapı olan prefrontal korteks ve işlevlerinin de detaylandırılması önemli bir gerekliliktir.

KARAR VERME VE PREFRONTAL KORTEKS

Karar verme, bir kanıt toplama sürecidir ve her ne kadar kanıtlardaki varyasyonlar, karar veren bir bireyde belirsizlik yaratsa da bu kanıt, dış uyaranların duyuşal sinyallerinden veya içsel bilişsel işlemlerin zihinsel temsillerinden gelebilir.⁴⁷ Karar vermeye genellikle üstbiliş eşlik eder. Bu üstbilişsel süreçler, geri bildirim olmadan önce veya yokken gerçekleşebilirken, üstbilişin sinirsel mekanizmaları, tartışmalı bir konu olmaya devam etmektedir. Bir teoriye göre üstbilişsel süreçler ile karar verme süreci için kullanılan sistemler kesişmekte ve örtüşmekte iken bir diğer teoriye göre prefrontal kortekste üstbiliş için bağımsız bir sinir sistemi bulunmaktadır.⁴⁷

Heterojen bir yapıya rağmen prefrontal korteks ve bazal ganglionlar gibi kortekse bağlı diğer yapılar çeşitli davranışsal görevlerde, dürtüsel eylemleri engellemede önemli bir role sahiptir.⁴⁸ Özellikle kemirgenler ve primatlarda yapılan tek nöron kayıt araştırmaları, hayvanlar tarafından beklenen ödülün büyüklüğüne veya gecikmesine göre dopamin ve prefrontal kortekste yer alan nöronların faaliyetlerinin değiştiğini göstermektedir.^{49,50} Bunun yanı sıra medi-

yal prefrontal korteks hakkındaki literatür; bu bölgenin hata, risk, öğrenme gibi birçok konu ile ilgili karar verme sürecinde etkili bir rol oynadığını bildirmektedir.^{51,52} Mediyal prefrontal fonksiyon teorileri ise korteksin adaptif karar vermedeki rolünü vurgulamıştır.⁵³ Bu konuda Miller ve ark., prefrontal korteksin, geniş bir duyuşal ve limbik girdiler yelpazesine sahip olduğunu öne sürmektedir.⁵⁴ Benzer bir görüş ise mediyal prefrontal korteksin; karar vermede bir aracı ve uzun süreli bellekte ise seçici olduğu şeklindedir. Bu durum ise mediyal prefrontal korteksin, herhangi bir yer ve zamanda bir duruma karşı en iyi eylemi ve duyuşal yanıtı hatırlama becerisi ile açıklanmaktadır.⁵³ Bu doğrultuda, özellikle mediyal prefrontal korteksin, karar verme sürecinde etkili olan diğer beyin yapıları ile arasındaki nöral ağlar sayesinde karar verme sürecinin her aşamasında aktif rol olduğu düşünülmektedir. Ventromediyal prefrontal korteksin temel anatomik bağlantıları Şekil 5'te verilmiştir.⁵³ Bunun yanı sıra karar verme sürecinde önemli bir rol üstlenen prefrontal korteksin, bu süreçte etkileşimde olduğu en önemli yapılardan birinin hipokampus olduğu bildirilmektedir.⁵⁵



ŞEKİL 5: Ventromediyal prefrontal korteksin temel anatomik bağlantıları.⁵³

KARAR VERME VE HİPOKAMPUS

Son yıllarda özellikle öğrenme ve karar verme sürecinde etkili olan prefrontal korteks ve hipokampusun etkileşimini inceleyen birçok araştırmaya rastlanmaktadır.^{56,57} Ancak bu 2 bölge arasındaki bağlantıların altında yatan nöral mekanizma hâlâ belirsizliğini korumaktadır.⁵⁸

Hipokampus, farklı alt bölgelerden ve parahipokampal, perirhinal ve entorhinal korteksi içeren hipokampal formasyondan oluşmaktadır.⁵⁹ Hipokampusun; uzun süreli belleğin, özellikle de epizodik (aralıklı) belleğin kodlanması, birleştirilmesi ve geri çağrılmasındaki rolü iyi bilinmektedir.⁵⁵ Hipokampal formasyonun esnek doğası ise hipokampusun yalnızca hafıza ve geri çağırma değil, aynı zamanda karar verme sürecinde de önemli bir rol üstlenmesine yardımcı olur.⁶⁰ Özellikle esnek öğrenme yoluyla güncelleme, genelleme ve temsil oluşturma gibi mekanizmalar ile bu sürece katkıda bulunur.⁶⁰ Bu doğrultuda, karar verme sürecinde hipokampus aktivasyonu ile ilk olarak önceden öğrenilen bilgiler güncellenir, daha sonra ilgili deneyimler karşısında genelleştirme yapılır ve son aşama, önceki deneyimlerden yola çıkarak sonuca dayalı yeni bir temsil oluşturmaktır.⁶¹ Dolayısıyla hipokampusun epizodik belleğin kodlanması ve farklı seçeneklerin değerlendirilmesi başta olmak üzere, prefrontal korteks ile benzer şekilde karar vermenin her aşamasında etkin bir rol oynadığı düşünülmektedir.⁶²

SONUÇ

Bu derlemede, biliş, üstbiliş ve öğrenme kapsamında; problem çözme ve karar verme süreçleri ile beyindeki farklı yapıların (bölgelerin) bu süreçlere katkıları konu alınmıştır. Problem çözme, problemin tespit edilmesi ile başlayıp problemin çözümlenip hedefe ulaşılmasına kadar geçen süreç, karar verme ise bir problem ya da ihtiyaç durumunda bireysel ve kurumsal hedeflere ulaşmak için en iyi alternatifini seçme sürecidir. Dolayısıyla her 2 süreç de dinamik olup, bu süreçlerde eleştirel düşünme, üstbiliş, benlik saygısı, öz yeterlik gibi kavramlar oldukça belirleyicidir. Problem çözme-karar verme süreçleri ve bireylerin bu süreçlerdeki becerileri; hem akademik ortamlarda hem de mesleki ve günlük hayatta başarılı

olma ve iyi olma hâlini etkileyen önemli belirleyicilerdir. Bu süreçleri nörobilişsel açıdan ele alarak, beyin yapılarının işleyişlerinin bu süreçlere katkılarını inceleyen laboratuvar araştırmalarının ise devam ettiği görülmektedir. Bu araştırmalar genel olarak problem çözme ve karar verme süreçlerinde, farklı beyin yapıları, bu yapılar arasındaki nöral ağlar ve hormonal aktivitelere yoğunlaşmaktadır.

Özetle, araştırmalardan elde edilen sonuçlar dikkate alındığında, karar verme sürecinin her aşamasında özellikle, amigdala, prefrontal korteks, hipokampus ve aralarındaki nöral ağlar ile serotonin, dopamin gibi nörotransmitterlerin etkin rol oynadığı görülmektedir. Bu doğrultuda, amigdala herhangi bir durum karşısında otonomik tepkileri düzenleyen ve karar verme sürecine dâhil olan nöral yapıların önemli bir bileşeni iken prefrontal korteks hata, risk, öğrenme ve kanıt toplama süreçlerinde etkilidir. Ayrıca hipokampus, uzun süreli ve epizodik belleğin kodlanması, birleştirilmesi ve geri çağrılmasındaki rolü ile bilinirken, dopamin ve serotonin gibi nörotransmitterlerin karar verme sürecinde alınan risk ile ilişkili olduğu ifade edilebilir. Bununla birlikte laboratuvar araştırmalarının sonuçları, bu süreçler sırasında etkili olduğu düşünülen ve henüz açıklanamayan nöral ağların da bulunduğunu göstermektedir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

Yazar Katkıları

Fikir/Kavram: Derya Özer Kaya; **Tasarım:** Derya Özer Kaya, Erhan Seçer; **Denetleme/Danışmanlık:** Derya Özer Kaya; **Kaynak Taraması:** Erhan Seçer; **Makalenin Yazımı:** Erhan Seçer; **Eleştirel İnceleme:** Derya Özer Kaya.

KAYNAKLAR

- Yardımcı ES. Öğrenme yaklaşımları, bilişsel sınav kaygısı ve sosyal destek algısı ilişkilerinin çok yönlü incelenmesi: Üniversite öğrencilerinde bir araştırma [Yüksek lisans tezi]. Elazığ: Fırat Üniversitesi; 2020. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Dikmen M. Öğrenme stillerine göre yapılandırılmış öğretim ilke ve yöntemleri dersinin öğretmen adaylarının epistemolojik inançlarına, üstbilmiş düşünme becerilerine, akademik öz-yeterliliklerine ve akademik başarılarına etkisi [Doktora tezi]. Elazığ: Fırat Üniversitesi; 2020. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Karaoğlan Yılmaz FG, Yılmaz R, Üstün AB, Keser H. Examination of critical thinking standards and academic self-efficacy of teacher candidates as a predictor of metacognitive thinking skills through structural equation modelling. *J Theor Educ Sci*. 2019;12(4):1239-56. [\[Link\]](#)
- Kandemir SN, Eğmir E. Ortaokul öğrencilerinin epistemolojik inançlarının eleştirel düşünme eğilimleri ile akademik öz-yeterlilikleri üzerindeki etkisi [The effect of epistemological beliefs of secondary school students on critical thinking tendency and academic self-efficacy]. *Int J Euroasian Res*. 2020;8(24):178-208. [\[Crossref\]](#)
- Ülger K. Bloom taksonomisi perspektifinden öğrencilerin eleştirel düşünme ve yaratıcı düşünme becerileri arasındaki ilişki [From perspective of bloom taxonomy relationship between students' critical and creative thinking]. *Int J New Trends Arts, Sports & Sci Educ*. 2020;9(2):63-70. [\[Link\]](#)
- Özgenel M, Çetin M. Development of the Marmara Critical Thinking Dispositions Scale: Validity and reliability analysis. *Int J Eurasia Social Sci*. 2018;9(32):991-1015. [\[Link\]](#)
- Fıdancı BE, Çınar Fİ, Yıldız D, Akar F, Türk A, Tuncer S, et al. Hemşirelik yüksekokulu öğrencilerinin eleştirel düşünme düzeylerinin ve eleştirel düşünmeyi etkileyen faktörlerin değerlendirilmesi [Evaluation of the critical thinking skills and factors affecting these skills in students of high school nursing]. *Gülhane Med J*. 2012;54(1):35-9. [\[Link\]](#)
- Önal İ. Eleştirel düşünme becerilerine yönelik bir program geliştirme çalışması [Doktora tezi]. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi; 2020. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Tümnüklü EB, Yeşildere S. Problem, problem çözme ve eleştirel düşünme [Problem, problem solving and critical thinking]. *Gazi Univ J Gazi Educ Faculty*. 2005;25(3):107-23. [\[Link\]](#)
- Karakuş G. İşbirlikli problem çözme öğretim programı tasarımının hazırlanması ve uygulanması [Doktora tezi]. Afyonkarahisar: Afyon Kocatepe Üniversitesi; 2020. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Smith EE, Kosslyn SM, eds. Şahin M, çeviri editörü. Bilişsel Psikoloji: Zihin ve Beyin. 1. Baskı. Ankara: Nobel Yayınevi; 2014. [\[Link\]](#)
- Dobson KS, Dozois DJ. Historical and philosophical bases of the cognitive-behavioral therapies. In: Dobson KS, ed. *Handbook of Cognitive-Behavioral Therapies*. 3rd ed. New York: Guilford Press; 2010. p.3-38. [\[Link\]](#)
- Paul R, Elder L, eds. Aslan AE, Sart G, çeviri editörleri. Kritik Düşünce. 3. Baskı. Ankara: Nobel Yayınevi; 2013. [\[Link\]](#)
- Kabadayı M, Abıç S, Yılmaz AK, Bostancı Ö, Şebin K. Elit sporcular ile sedanterlerin problem çözme becerileri ve karar verme düzeyleri arasındaki ilişkinin incelenmesi [Examining the relationship between the problem solving skills and decision making levels of elite athletes and sedentary individuals]. *Int J Contemp Educ Stud. Uluslararası Güncel Eğitim Araştırmaları Dergisi*. 2020;6(2):325-37. [\[Link\]](#)
- Pekdoğan S. Problem çözme becerileri eğitim programının çocukların karar verme becerileri üzerindeki etkisi [The effect of the problem solving training program on the children's decision making skills]. *Erzincan Univ J Educ Res*. 2019;21(3):1-16. [\[Crossref\]](#)
- Guo KL. DECIDE: a decision-making model for more effective decision making by health care managers. *Health Care Manag (Frederick)*. 2008;27(2):118-27. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Finkelman A. Change and decision making. *Leadership and Management for Nurses: Core Competencies for Quality Care*. 2nd ed. United States: Pearson Education; 2012. p.62-96. [\[Link\]](#)
- Acar U. Eğitim yöneticilerinin karar verme stillerinin erteleme davranışı ile ilişkisi [Doktora tezi]. Ankara: Ankara Üniversitesi; 2020. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Oğuz E. İlköğretim okulu yöneticilerinin karar verme stilleri [Decision making styles of primary school administrators]. *Kastamonu Uni Kastamonu Educ J*. 2009;17(2):415-26. [\[Link\]](#)
- Assadi SM, Yücel M, Pantelis C. Dopamine modulates neural networks involved in effort-based decision-making. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(3):383-93. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Barutcu CD. Hemşirelik öğrencilerinde problem çözme becerisinin klinik karar verme düzeylerine etkisi [The effect of problem solving ability on clinical decision making levels in nursing students]. *Med J Süleyman Demirel Uni*. 2019;26(1):22-9. [\[Link\]](#)
- Karslı T. İlköğretim dönemindeki ergenlerde üst-biliş işlevleri ile karar verme ve denetim odağı arasındaki ilişkinin incelenmesi [The relation among metacognitive functions, decision making and locus of control in young adolescents at primary school]. *Electron J Social Sci*. 2015;14(55):16-31. [\[Crossref\]](#)
- Akpınar B. Biliş ve üstbilmiş (metabilmiş) kavramlarının zihin felsefesi açısından analizi [The analysis of the concepts of cognition and metacognition in terms of the philosophy of mind]. *Electron Turk Stud*. 2011;6(4):353-65. [\[Crossref\]](#)
- Türk Dil Kurumu [İnternet]. Türkiye Cumhuriyeti Atatürk Kültür Dil ve Tarih Yüksek Kurumu. [Erişim tarihi: 27.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Demircioğlu H. Matematik öğretmen adaylarının üst-bilişsel davranışlarının gelişimine yönelik tasarlanan eğitim durumlarının etkililiği [Doktora tezi]. Ankara: Gazi Üniversitesi; 2008. [Erişim tarihi: 20.01.2021]. Erişim linki: [\[Link\]](#)
- Brown A. Metacognition, executive control, self-regulation, and other more mysterious mechanisms. *Metacognition, Motivation, and Understanding*. 1st ed. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates; 1987. p.65-116. [\[Link\]](#)
- Everitt BJ, Robbins TW. Neural systems of reinforcement for drug addiction: from actions to habits to compulsion. *Nat Neurosci*. 2005;11:1481-9. Erratum in: *Nat Neurosci*. 2006;9(7): 979. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Floresco SB, Tse MT, Ghods-Sharifi S. Dopaminergic and glutamatergic regulation of effort- and delay-based decision making. *Neuropsychopharmacology*. 2008;33(8):1966-79. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)
- Ersche KD, Roiser JP, Robbins TW, Sahakian BJ. Chronic cocaine but not chronic amphetamine use is associated with perseverative responding in humans. *Psychopharmacology (Berl)*. 2008;197(3):421-31. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Rogers RD. The roles of dopamine and serotonin in decision making: evidence from pharmacological experiments in humans. *Neuropsychopharmacology*. 2011;36(1):114-32. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#) [\[PMC\]](#)
- Dodd ML, Klos KJ, Bower JH, Geda YE, Josephs KA, Ahlskog JE. Pathological gambling caused by drugs used to treat Parkinson disease. *Arch Neurol*. 2005;62(9):1377-81. [\[Crossref\]](#) [\[PubMed\]](#)

32. Weintraub D, Siderowf AD, Potenza MN, Goveas J, Morales KH, Duda JE, et al. Association of dopamine agonist use with impulse control disorders in Parkinson disease. *Arch Neurol*. 2006;63(7):969-73. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
33. Kurniawan IT, Guitart-Masip M, Dolan RJ. Dopamine and effort-based decision making. *Front Neurosci*. 2011;5:81. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
34. Schweighofer N, Tanaka SC, Doya K. Serotonin and the evaluation of future rewards: theory, experiments, and possible neural mechanisms. *Ann N Y Acad Sci*. 2007;1104: 289-300. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
35. Booij L, Tremblay RE, Leyton M, Séguin JR, Vitaro F, Gravel P, et al. Brain serotonin synthesis in adult males characterized by physical aggression during childhood: a 21-year longitudinal study. *PLoS One*. 2010;5(6):e11255. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
36. Coccaro EF, Lee R, Kavoussi RJ. Aggression, suicidality, and intermittent explosive disorder: serotonergic correlates in personality disorder and healthy control subjects. *Neuropsychopharmacology*. 2010;35(2):435-44. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
37. Price AE, Sholler DJ, Stutz SJ, Anastasio NC, Cunningham KA. Endogenous Serotonin 5-HT_{2A} and 5-HT_{2C} Receptors Associate in the Medial Prefrontal Cortex. *ACS Chem Neurosci*. 2019;10(7):3241-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
38. Pearson R, Koslov S, Hamilton B, Shumake J, Carver CS, Beevers CG. Acetaminophen enhances the reflective learning process. *Soc Cogn Affect Neurosci*. 2018;13(10):1029-35. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
39. Homberg JR. Serotonin and decision making processes. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012;36(1):218-36. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
40. Zeeb FD, Robbins TW, Winstanley CA. Serotonergic and dopaminergic modulation of gambling behavior as assessed using a novel rat gambling task. *Neuropsychopharmacology*. 2009;34(10):2329-43. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
41. Zhong S, Israel S, Xue H, Sham PC, Ebstein RP, Chew SH. A neurochemical approach to valuation sensitivity over gains and losses. *Proc Biol Sci*. 2009;276(1676):4181-8. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
42. Kuhnen CM, Chiao JY. Genetic determinants of financial risk taking. *PLoS One*. 2009; 4(2): e4362. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
43. Eisenegger C, Knoch D, Ebstein RP, Gianotti LR, Sándor PS, Fehr E. Dopamine receptor D4 polymorphism predicts the effect of L-DOPA on gambling behavior. *Biol Psychiatry*. 2010;67(8):702-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
44. Floresco SB, Ghods-Sharifi S. Amygdala-prefrontal cortical circuitry regulates effort-based decision making. *Cereb Cortex*. 2007;17(2): 251-60. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
45. Gupta R, Kosciak TR, Bechara A, Tranel D. The amygdala and decision-making. *Neuropsychologia*. 2011;49(4):760-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
46. Seymour B, Dolan R. Emotion, decision making, and the amygdala. *Neuron*. 2008;58(5): 662-71. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
47. Qiu L, Su J, Ni Y, Bai Y, Zhang X, Li X, et al. The neural system of metacognition accompanying decision-making in the prefrontal cortex. *PLoS Biol*. 2018;16(4):e2004037. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
48. Kim S, Lee D. Prefrontal cortex and impulsive decision making. *Biol Psychiatry*. 2011;69(12): 1140-6. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
49. Kim S, Hwang J, Lee D. Prefrontal coding of temporally discounted values during intertemporal choice. *Neuron*. 2008;59(1):161-72. Erratum in: *Neuron*. 2008;59(3):522. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
50. Kobayashi S, Schultz W. Influence of reward delays on responses of dopamine neurons. *J Neurosci*. 2008;28(31):7837-46. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
51. Rushworth MF, Noonan MP, Boorman ED, Walton ME, Behrens TE. Frontal cortex and reward-guided learning and decision-making. *Neuron*. 2011;70(6):1054-69. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
52. Bechara A, Damasio AR. The somatic marker hypothesis: A neural theory of economic decision. *games econ. Behav*. 2005;52(2):336-72. [[Crossref](#)]
53. Euston DR, Gruber AJ, McNaughton BL. The role of medial prefrontal cortex in memory and decision making. *Neuron*. 2012;76(6):1057-70. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
54. Miller EK, Cohen JD. An integrative theory of prefrontal cortex function. *Annu Rev Neurosci*. 2001;24:167-202. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
55. Weilbacher RA, Gluth S. The Interplay of Hippocampus and Ventromedial Prefrontal Cortex in Memory-Based Decision Making. *Brain Sci*. 2016;7(1):4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
56. Kumaran D, Summerfield JJ, Hassabis D, Maguire EA. Tracking the emergence of conceptual knowledge during human decision making. *Neuron*. 2009;63(6):889-901. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
57. Yu JY, Frank LM. Hippocampal-cortical interaction in decision making. *Neurobiol Learn Mem*. 2015;117:34-41. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
58. Shin JD, Jadhav SP. Multiple modes of hippocampal-prefrontal interactions in memory-guided behavior. *Curr Opin Neurobiol*. 2016;40:161-9. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
59. Bubb EJ, Kinnavane L, Aggleton JP. Hippocampal-diencephalic-cingulate networks for memory and emotion: An anatomical guide. *Brain Neurosci Adv*. 2017;1(1): 23982 12817723443. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
60. Schacter DL, Addis DR. On the nature of medial temporal lobe contributions to the constructive simulation of future events. *Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci*. 2009;364(1521): 1245-53. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]
61. Palombo DJ, Keane MM, Verfaellie M. How does the hippocampus shape decisions? *Neurobiol Learn Mem*. 2015;125:93-7. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)]
62. Weilbacher RA, Gluth S. The Interplay of Hippocampus and Ventromedial Prefrontal Cortex in Memory-Based Decision Making. *Brain Sci*. 2016;7(1):4. [[Crossref](#)] [[PubMed](#)] [[PMC](#)]