

DERLEME / REVIEW

Afetlerle Tetiklenen Belirsizlik ve Stres Sürecinin Nöroanatomisi ve Kontrolü

Neuroanatomy and Control of the Uncertainty and Stress Process Triggered by Disasters

Merve KESKİN^{1,2}, Derya ÖZER KAYA^{1,2}¹İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Bölümü, İzmir, Türkiye²İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fizyoterapi ve Rehabilitasyon Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye

Geliş tarihi/Received: 16.03.2023

Kabul tarihi/Accepted: 07.06.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:

Merve KESKİN, Arş. Gör.
İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Sağlık
Bilimleri Fakültesi, Fizyoterapi ve
Rehabilitasyon Bölümü, Çiğli, İzmir, Türkiye.
E-posta: mervekeskin60@gmail.com
ORCID: 0000-0001-5147-6170

Derya ÖZER KAYA, Prof. Dr.
ORCID: 0000-0002-6899-852X

Öz

Belirsizlik, tehlike altında yaşanan endişe duygusuyla karakterizedir. Strese yol açan önemli bir faktördür. İnsanların tam iyilik halini sürdürebilmesi için fiziksel, zihinsel ve sosyal açılardan iyilik halini koruyabileceklerinden emin olmaları gerekir. Dışsal ya da içsel bir değişiklik meydana geldiğinde bu iyilik halini korumak için hangi stratejinin seçilmesi gerektiği düşünülür. Uygun stratejiyi seçmek konusunda kararsız kalındığında belirsizlik oluşur ve stres duygusu tetiklenir. Beyindeki hiyerarşik yapılanma ile, sensorimotor ve visserosensöri kortekse gelen duyuşal ve interoseptif girdiler, lateral prefrontal kortekse iletilir. Bu yapılar arasındaki bilgi akışı ile mevcut durum ile yapılması gerekenler arasındaki tahmin hataları tespit edilir. Farklılıklar veya risk ne kadar büyük olursa, hangi stratejinin seçileceğine dair belirsizlik o kadar artar ve amigdalanın aktivasyonu o kadar güçlü olur. Anterior singulat korteksin uygun stratejiyi seçmede kararsız kalması amigdala aktivasyonunu artırır. Belirsizliği gidermek için beyin alarm durumuna geçer ve anterior singulat korteks-amigdala kompleksi üç sistemi aktive eder. Bu sistemler, dikkat, öğrenme ve alışkanlıktır. Uyarılma ile aktive olan nöroendokrin yanıtlar öğrenmeye ve sinaps oluşumuna katkıda bulunur. Bu stres yanıtlarının alışkanlık haline getirilmesi daha sonra benzer durumlarla karşılaşıldığında daha hızlı yanıt oluşturabilmek için önemlidir. Kronik stres durumunda metabolik hastalıklar, kardiyovasküler etkilenimler, immün sistemde zayıflama, bilişsel fonksiyonlarda etkilenimler ve travma sonrası stres bozuklukları görülebilir. Travma sonrası stres bozuklukları, insanların kendini çaresiz hissettikleri ve kontrol hissini kaybettikleri doğal afetlerde sık görülür. Acil durum planlarının yapılması, tatbikatlar ve eğitimlerle, öğrenme ve alışkanlık süreçlerinin önceden hafızada yer etmesi uygun stratejiyi seçme sürecini hızlandırarak belirsizliği ve neden olduğu stresi en aza indirecektir. Bu derlemenin amacı, afet nedenli belirsizliklerle tetiklenme olasılığı olan stres sürecinin nöroanatomisini ve kontrol mekanizmasını ele alarak başa çıkma yöntemlerini ortaya koymaktır.

Anahtar Kelimeler: Belirsizlik, stres, travma, afet, deprem.

Abstract

Uncertainty is characterized by the feeling of anxiety experienced in danger. It is an important factor that causes stress. To maintain a state of complete well-being, people need to be confident that they can maintain their physical, mental, and social well-being. When a change occurs external or internal, it is considered which strategy to choose to maintain this well-being. Uncertainty occurs and stress is triggered when hesitant to choose the appropriate strategy. With the hierarchical structure in brain, sensory and interoceptive inputs from the sensorimotor and visceral sensory cortex are transmitted to the lateral prefrontal cortex. Estimation errors between the current situation and what needs to be done are detected. The larger difference, the greater uncertainty about which strategy to choose and the stronger the activation of the amygdala. The indecisiveness of the anterior cingulate cortex in choosing the appropriate strategy increases amygdala activation. To clear uncertainty, the brain goes on alert. The anterior cingulate cortex-amygdala complex activates three systems: attention, learning, and habit. Neuroendocrine responses activated by arousal contribute to learning and synapse formation. Making stress responses a habit is important to create a faster response when faced with similar situations later. In the case of chronic stress, effects on metabolic, cardiovascular, immune systems, cognitive functions, and post-traumatic stress disorders can be seen. Post-traumatic stress disorders are common in disasters where people feel helpless and lose their sense of control. Making contingency plans, and habit processes in mind through exercises and trainings will speed process of choosing appropriate strategy and minimize uncertainty and stress it causes. The aim of this review is to reveal coping methods by addressing the neuroanatomy and control mechanism of the stress process, which is likely to be triggered by disaster-related uncertainties.

Keywords: Uncertainty, stress, trauma, natural disaster, earthquake.

1. Giriş

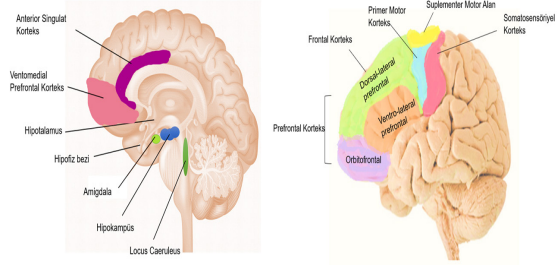
Belirsizlik, gerçek bir tehlikenin ya da tanımlanamayan soyut bir tehlike düşüncesinin insanda uyandırdığı endişe duygusuyla karakterize bir durumdur (1). Yaşanan olaylara anlam vermedeki yetersizlikten ve gelecekte yaşanacakların net olmamasından kaynaklanan bilişsel bir durum olarak tanımlanmaktadır (2). Belirsizlik güçlü bir stresör olarak kabul edilmektedir (3). Stres, insanların fiziksel ve sosyal çevredeki uyumsuz koşullar nedeniyle, bedensel ve psikolojik sınırlarının ötesinde verilen tepkiler olarak tanımlanmaktadır. Dış çevrede ya da insanın kendi bedeninde meydana gelen değişiklikler tehlike olarak hissedildiğinde, kişiler kendilerine 'gelecekteki fiziksel, zihinsel ve sosyal açılardan iyi halimi korumak için hangi stratejiyi seçmeliyim?' sorularını sormaktadır (4). Bir değişiklik meydana geldiğinde ve iyilik halini korumak için hangi stratejinin seçileceğinden emin olunamadığında stres tepkileri ortaya çıkar (5). Bu nedenle son zamanlarda, stres terimiyle birlikte belirsizlik kavramına da vurgu yapılmaktadır (4). Stres oluşturabilecek bir duruma ya da olaya karşı alışkanlık geliştirilmesi, verilecek yanıtların tahmin edilebilir olması stres reaksiyonlarını azaltır (6). Ancak alışkanlık oluşturamayan ya da yeni bir olayla karşılaşan kişiler bu durumlara her maruz kaldıklarında nöroenerjetik, nöroendokrin, kardiyovasküler ve emosyonel yanıtlar gösterir (4). Kronik olarak aktive olan stres tepkileri, vücutta ve beyinde bir yük oluşturarak olumsuz etkilerin görülmesine neden olur (7).

Belirsizlik durumunda veya tehdit altında hissedilen bir durumda, değişen iç ve dış ortama yönelik uygun stratejiyi hızlı bir şekilde seçmek için beyin alarm durumuna geçer (8). Harekete geçen beyin, belirsizliği gidermek için yeni bilgilere ihtiyaç duyar. Gerekli bilgileri toplamak için ekstra serebral enerjiye ihtiyaç duyulur. Bu enerjinin yardımıyla bilgi işleme becerisi güçlendirilir (9, 10). Kişinin uygun stratejiyi seçmesiyle belirsizlik giderilir (11). Fiziksel olarak herhangi bir bilgiyi edinmek enerji harcanmasına neden olurken bilgiyi silmek enerji üretir (12).

Belirsizlik durumu devam ettikçe beyin gerekli bilgileri toplayabilmek için enerjiye sürekli olarak ihtiyaç duyar (13). Kronik stres durumunda görülen enerji krizi, serebral ve metabolik patolojilere neden olan bir yüke yol açar (7). Bu yükün artış gösterdiği yoğun stres altında kalınan durumlarda fiziksel ve bilişsel etkilenimlerin görülmesi beklenmektedir (14). Özellikle, kişinin kontrolü altında olmayan ve belirsizlik seviyesinin yüksek olduğu olaylarda bu yükün artış göstereceği düşünülmektedir (15). Bu derlemede, afet gibi majör olaylarla oluşan belirsizlik durumlarında tetiklenen stres tepkisinin, strese karşı oluşturulan yanıtların ve başa çıkma stratejilerinin nöroanatomi ve kontrol mekanizması ele alınacaktır.

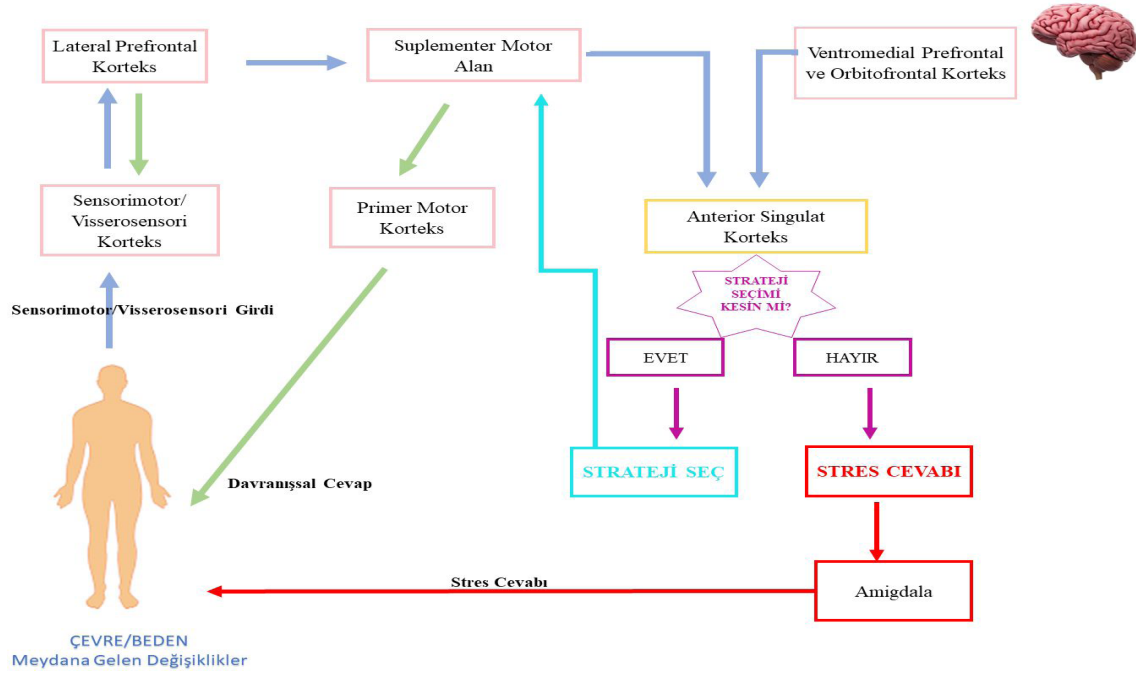
1.1. Belirsizlik ve Stres Tepkisinin Oluşumu

Belirsizlik, yaşanan olayların anlamını açıklamadığı yetersizlikten kaynaklanan bilişsel bir durum olarak tanımlanırken, insanlar üzerinde güçlü bir stres kaynağı olması yönüyle öne çıkmaktadır. Geleceğin net olmadığı, belirsizliğin arttığı ve endişeye neden olduğu durumlar bir tehdit olarak algılanmaya başlandığında vücutta birtakım tepkiler meydana gelir. Belirsizlik seviyesi arttıkça stres yanıtının artması beklenmektedir (1, 3). Strese neden olan faktörlerin algılanması ve bir stres yanıtının oluşmasında beyindeki çeşitli yapılar görev almaktadır (Şekil 1) (12).



Şekil 1. Belirsizlik ve Stres Tepkilerinin Oluşumunda Görev Alan Yapılar (12,16)

Çevresel değişiklikler nedeniyle alınan duysal girdiler sensorimotor kortekse, iç vücut ortamındaki değişikliklerden kaynaklanan interoseptif sinyaller ise visserosensöryel kortekse iletilerek değerlendirilir (8). Beyin hiyerarşik bir sistemden oluşur (16). Bu kortekslere gelen bilgi, beyin hiyerarşik olarak daha üst konumunda bulunan lateral prefrontal kortekse iletilir (17). Lateral prefrontal korteks, mevcut çevresel durumların kodlandığı önemli bir beyin bölgesidir. Lateral prefrontal korteks kendinden daha düşük bir seviyede bulunan sensorimotor ve visserosensöryel kortekslere, gelen sinyalleri geri göndererek mevcut durum ve tahminler arasındaki tahmin hatalarını belirlemeye çalışır. Visserosensöryel kortekste tahmin hataları nöromodülatör, otonom ve endokrin eylemlere dönüştürülerek telafi edilir (12, 18). Böyle bir durumda, seçilen stratejinin, nasıl bir duruma sonuçlanacağına yönelik tahminler suplementer motor alanda temsil edilir. Bu alanın, hareket dizilerinin planlanması ve yürütülmesinde, motor becerilerin kazanılmasında ve çevresel bağlama dayalı olarak hangi hareketin en uygun olduğuna dair kararların alınmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, kişinin geçmiş deneyimleriyle oluşturduğu hafıza yardımıyla, seçilen stratejilerin nasıl sonuçlanacağını öngören bir alandır. Ventromedial prefrontal korteks ve orbitofrontal korteks ise risk ve korku duygularının işlenmesi, duysal tepkileri kontrol etmesi ve karar verme süreçlerinde rol oynaması nedeniyle stres yanıtının oluşturulmasında görev alır (19). Orbitofrontal korteksle bilgi alışverişi yapan amigdala, stres cevabı oluşturmada anahtar bir rol oynar (20). Farklılıklar veya risk ne kadar büyük olursa, hangi stratejinin seçileceğine dair belirsizlik o kadar artar ve amigdalanın aktivasyonu o kadar güçlü olur (21). Anterior singulat korteksin hangi stratejinin seçilmesi gerektiğine karar veremediği durumlarda belirsizlik ortaya çıkar (22). Bu durumlar, amigdalanın aktivasyonuna yol açarak kanda ve beyinde bulunan glukokortikoid konsantrasyonlarının artmasına neden olurlar (23). Amigdala ve anterior singulat korteks kompleksinin aktivasyonu ile kişilerde tehdit, belirsizlik ve kontrol eksikliği hissi hâkim olur. Gelecekteki sonuçların belirsizlik derecesini değerlendiren anterior singulat korteks, amigdala içinden geçen bağlantılar yoluyla kortekse ve medulla spinalise visseromotor tahminleri verir (24). Riskli ve belirsiz bir durumda anterior singulat korteks, stres yanıtı içeren bir acil durum programı başlatır. Bu süreçte etkin rol oynayan lateral prefrontal korteks mevcut duruma ilgili bilgileri değerlendirirken, suplementer motor alan ulaşılabilir durumlarla ilgili tahmin yürütülmesinde, ventromedial prefrontal ve orbitofrontal korteks ise hedef durumun belirlenmesinde rol oynar. Tüm bu süreçler Şekil 2'de özetlenmiştir (12).



Şekil 2. Stres Tepkisinin Oluşma Mekanizması (12,16,17)

1.2. Belirsizlik ve Stres Tepkisinin Neden Olabileceği Patolojiler

Belirsizlik durumunda beyin ekstra enerji talep etmesi, stres cevabını alışkanlık haline getiremeyen kişilerde enerji krizine neden olarak, serebral ve metabolik patolojilere neden olan bir yüke yol açar (12). Bu enerji krizinin sonucunda, merkezi sinir sistemi ve hipokampus-hipofiz-adrenal aksında hiperaktivasyon görülür (25). Bu hiperaktivite, arteriyel kan akışında türbülans riskini artırır, ateroskleroza yol açar, böylece serebral ve sistemik patolojilere neden olur (4). Hipotalamus-hipofiz-adrenal aksı strese önemli rol oynayan bir iletişim aksıdır. Hipotalamustan salgılanan vazopressin ve kortikotropin salgılatıcı hormon, hipofiz bezinden adrenokortikotropik hormonu salgılatır. Bu hormonların etkisiyle adrenal bezden kortizol hormonu salgılanır. Bu aks, kortizol fazla salınıncaya baskılanır ve hormonların aşırı salınımının önüne geçilir. Eğer bu baskılanma olmazsa obezite gibi metabolik hastalıklar, kardiyovasküler etkilenimler, immün sistemde zayıflama ve bilişsel fonksiyonlarda etkilenimler görülebilir (26). Bu etkilenimler arasında hafıza problemleri, depresyon, miyokard enfarktüsü, inme, tip II diyabet, osteoporoz, sarkopeni gibi problemler sayılabilir (12).

Beynin uzun süreli enerji krizleri, vasküler sisteme zarar verir. Yüksek enerji talebini sağlamak için beyin amigdala yoluyla kalbe sempatik bir mesaj gönderir, böylece kalp atış hızını ve ekstra enerji elde etmek için kardiyak çıktıyı artırır (12). Stres kaynaklı taşikardi arteriyelde akış hızını artırır, yüksek akış hızı da arteriyel türbülans riskinin artmasına neden olur. Bu risk ateroskleroza yol açabilir (27). Ateroskleroz sıklıkla miyokard enfarktüsüne veya inmeye neden olur ve böylece kardiyovasküler mortalitenin artmasına yol açar. Yapılan bir çalışmada amigdala aktivitesinin, ciddi kardiyovasküler hastalıklara sebep olduğu gösterilmiştir (12). Ayrıca beynin uzun süreli enerji krizi mitokondriye zarar verebilir ve bu şekilde toksik ürünler birikebilir, bu da sistemik inflamasyona neden olur (28). Sistemik inflamasyon, kronik hastalıkların altında yatan kilit mekanizma olarak görülür.

Sistemik inflamasyonun neden olduğu kronik hastalıklar arasında, kardiyovasküler hastalıklar, metabolik sendrom, pulmoner hastalıklar, otoimmün bozukluklar ve genellikle travma sonrası stres bozukluğuyla (TSSB) ile ilişkili diğer psikiyatrik bozukluklar gibi somatik hastalıklar sayılmaktadır (29).

Yapılan bir beyin görüntüleme çalışması, belirsizliğin en üst seviyede olduğu beklenmedik ve kontrol edilemez olaylar sırasında ventromedial prefrontal korteks, amigdala ve hipokampus aktivitesinin beklenen olaylara göre daha fazla olduğunu doğrulamaktadır (30). Beklenmedik ve kişilerin kontrolü altında olmayan olaylar sırasında ve sonrasında, ciddi travmatik sonuçlar görülebilmektedir. Yaşanan olaylara anlam verilemediği ve belirsizliğin giderilemediği durumlarda yüksek düzey duygusal sıkıntıya ve travmatik stres belirtilerine maruz kalmak TSSB'ye yol açabilir (31).

Yaşanan olaylara anlam verememe ve geleceğin net olmaması gibi belirsizliğe neden olan etkenlerin yoğun deneyimlendiği durumlar, travmatik stres belirtilerine neden olmaktadır (31). Literatürde, TSSB olarak tanımlanan bu durum afetler, kazalar, savaşlar, beklenmedik ölümler, ciddi bir hastalığa yakalanmak gibi kişiyi çaresiz bırakan, beklenmedik bir şekilde gerçekleşen olaylarla tetiklenen bir durumdur (32). Afetler doğal ve insan kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Doğal afetler depremler, volkanik patlamalar, seller, kuraklıklar, şiddetli yağmurlar, don, kar ve fırtınalardır. İnsan kaynaklı felaketler ise kimyasal, biyolojik, radyolojik ve nükleer kazalar, savaşlar, göçler, terör olayları ve yangınlar olarak sıralanır (33). TSSB, doğal afetlerle birlikte en sık gözlenen problem olarak öne çıkmaktadır. Doğal afetlerin ani başlangıçlı olması, kişilerin stres oluşturan bir olay üzerinde davranışsal, bilişsel ve duygusal kontrolünün olmadığı hissi bu kişilerde yüksek düzey duygusal sıkıntıya ve travmatik stres belirtilerine yol açmaktadır (34). Doğal afetlerden aynı anda birçok kişinin etkilenmesine rağmen Dünya Ruh Sağlığı Araştırması tarafından doğal afet sonrası travmatik stres belirtileri görülme sıklığı %0,0-3,8 arasında açıklanmıştır (35).

Binlerce kişiyi etkileyen afetlerde bu oranın düşük olmasını etkileyen birçok faktör bulunmaktadır. Bu faktörler genel olarak travmatik olaya ilişkin özellikler ve bireysel farklılıklar olarak iki grupta sınıflandırılmaktadır (35). Literatürde depremi deneyimleyenlerde, diğer afetleri deneyimleyenlere göre daha yüksek düzeyde travma sonrası stres bozukluğu görüldüğü bildirilmektedir (36, 37). Depremde kontrol algısının daha az olması belirsizlik düzeyini artırmaktadır. Ani başlangıçlı olması, ne kadar süreceğinin bilinmemesi ve olayın sonlanması için kişilerin yapabileceği bir şey olmaması belirsizlik düzeyini artırmaktadır. Olay sonrasında hangi stratejiyi seçmenin uygun olacağını belirlememesi risk algısını artırmakta ve belirsizliğin daha güçlü karşımıza çıkmasına neden olmaktadır (38). Amıgdalanın aktivasyonunda artışa neden olan bu durum kanda ve beyinde bulunan glukokortikoid konsantrasyonlarının artmasına sebep olur. Glukokortikoidlerin aşırı salınması ve serbest halde kalması sinaps oluşumunu ve plastisiteyi engelleyerek bilişsel fonksiyonları kötüleştirir. Böyle bir durumda kişi bilişsel kontrolünü kaybeder ve uygun stratejiyi seçemediği için davranışsal olarak harekete geçemez (12, 39). Tehlike düşüncesinin insanda uyandırdığı endişe duygusuyla birlikte kişiler bilişsel, davranışsal ve duygusal olarak kontrol sağlayamadıkları için TSSB'ye açık hale gelirler (40).

Travmatik olaya ilişkin özelliklerin yanı sıra kişisel farklılıklar da TSSB'nin görülme sıklığını etkileyebilir. Kişilerin yüksek eğitim düzeyine sahip olması, geçmişten gelen bir travma deneyimi, ruhsal problemlerin olması, yaşanan olayda bir yakınına kaybetmesi ya da yakınının ciddi yaralanması, kişinin enkaz altında kalması, kurtulduktan sonra uzuv kaybı yaşaması gibi durumlar TSSB görülme sıklığını arttırabilmektedir (35).

1.3. Belirsizliğin Giderilmesi ve Stres Yanıtının Azaltılması

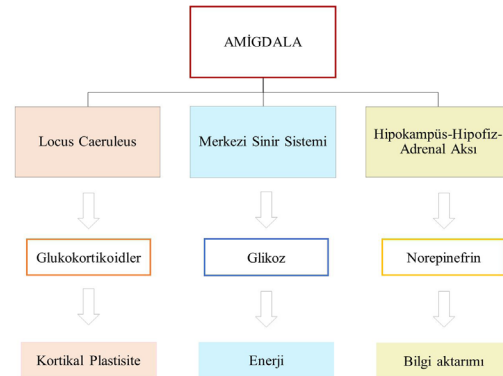
Belirsizlik durumunda uyarılan anterior singulat korteks-amigdala kompleksi üç süreci aktive ederek belirsizliği azaltmaya çalışır. Dikkat, öğrenme ve alışkanlık olarak üç ana başlıkta ele alınan bu süreçler serebral ve sistemik enerji metabolizması ile yakından ilişkilidir (Şekil 3) (12). Belirsiz durumda beyin normal uyanıklıktan alarm durumuna geçer. Belirsizliğin giderilmesi için bilgi gereklidir. Bilginin kesinleştirilmesi için serebral enerjiye ihtiyaç vardır (41). Belirsizlik ve stres durumu sırasında ihtiyaç duyulan ekstra enerji üretimi için anterior singulat korteks-amigdala kompleksi *Locus Caeruleus* nöronlarıyla birlikte merkezi sinir sistemini ve hipotalamus-hipofiz-adrenal aksını da uyarır (42). Merkezi sinir sistemi ve hipotalamus-hipofiz-adrenal aks aktivasyonları, pankreatik b-hücrelerinden insülin salgılanmasını baskılar. Sonuç olarak, kas ve yağda insüline bağımlı Glikoz Taşıyıcı Protein Tip 4 (GLUT4) aracılı glikoz alımı önlenir, kan-beyin bariyerinde insülin bağımsız Glikoz Taşıyıcı Protein Tip 1 (GLUT1) aracılı glikoz alımı lehine enerji tüketimi yeniden dengelenir. Bu şekilde beyin, stres nedeniyle artan enerji ihtiyacını gidermeye çalışır (43).

Stres durumunda verilen ilk yanıt uyarılmadır. İlk olarak dikkat, uyanıklık, stres gibi bilişsel özelliklerde anahtar rol oynadığı bilinen, beyin sapında yer alan *Locus Caeruleus* adlı anatomik yapı uyarılır (44). Bu yapı, anatomik olarak küçük olsa da neredeyse tüm merkezi sinir sistemini etkilemesi ve norepinefrin kaynağı olarak bilinmesi yönüyle önemlidir. Aktive edildiğinde kortikal bilgi iletimini artıran norepinefrin salınımına yol açar (45).

Norepinefrin, glutamat ve GABA nörotransmitterlerini serbest bırakan aksiyon potansiyellerini artırır. Bu anatomik yapının yüksek aktivasyonu hem glutamaterjik hem de GABAerjik sinapsları ateşler (46). Glutamat santral sinir sisteminin ana uyarıcı nörotransmitteridir. Öğrenme, bellek ve algı gibi birçok bilişsel fonksiyonlarda, beyin gelişiminde, nöronal göçte, nöronal farklılaşmada ve akson oluşumunda önemli görev almaktadır (47). GABA, beyindeki majör inhibitör nörotransmitterdir. GABA seviyesinin artması stres ve anksiyeteyi azaltarak, gevşeme sağlar (48).

İkinci olarak uyarılan yol, ventromedial hipotalamusa ve paraventriküler çekirdeğe giden yoldur. Bu yolun aktive olmasıyla sempatik sinir sistemi ve stres aracı olarak da bilinen hipotalamus-hipofiz-adrenal aks aktive olur. Bu aktivasyon beyin için gerekli ek enerjisi sağlamakta önemlidir. Hipotalamustan salgılanan kortikotropin salgılatıcı hormon (CRH) ve vazopressin, hipofiz bezinden adrenokortikotropik hormon (ACTH) salınmasına neden olur. Bu hormonlar, adrenal bezden kortizol ve aldosteron hormonu salgılatır (12, 49).

Üçüncü adımda ise ikinci yolla aktive olan hipotalamus-hipofiz-adrenal aksının genel dolaşıma kortizol salgılaması etkin olur. Kortizol kan-beyin bariyerini kolayca geçer ve hipokampus, amigdala ve serebral korteksin nöronlarında ve üzerinde bulunan mineralokortikoid ve glukokortikoid gibi steroid hormonlarının reseptörlerine bağlanır (50). Kronik stres sırasında glukokortikoidler kalıcı olarak salgılandığında öğrenmenin askıya alındığına dair kanıtlar bildirilmiştir. Kortizolün steroidlere bağlanmasıyla, askıya alınmış olan sinaptik plastisite düzenlenir ve öğrenme gerçekleşir (51).



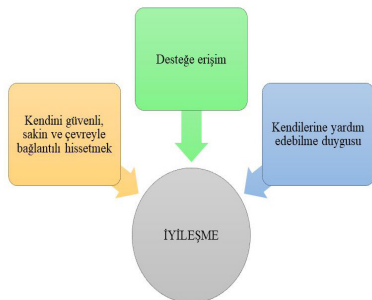
Şekil 3. Belirsizliği Azaltmak için Verilen 3 Stres Yanıtı (12,16,17)

Stres sonrası öğrenme, kişinin geçmiş deneyimlerinin güncellenmesi olarak yorumlanabilir. Böylece gelecekteki sonuçların daha iyi tahmin edilmesini sağlar. Bir durumun duygusal girdiler yoluyla beyinde daha önce oluşturduğu algı ile yeni karşılaşılan durumlar arasında neden sonuç çıkarımı yapılabilmektedir (52). Aynı etkinin birden çok nedenden kaynaklanabileceği düşünüldüğünde bu belirsizlikleri gidermek için eski deneyimlerimizin güncellenmesi gerekmektedir. Bu güncellemeler algı yoluyla yapılabileceği gibi eylem yoluyla da değiştirilebilir (53). Alıcılar tekrar tekrar aynı tipe strese maruz kaldıklarında, hedef durumlarını yeniden tanımlayarak hangi stratejiyi seçmeleri gerektiği konusundaki belirsizliklerini azaltabilirler (54). Erken yaştaki sıkıntılar ve ailevi problemler gibi geçmiş deneyimler, ilgili stratejiyi dikkate alırken gelecekteki olayların öngörülmesi üzerinde güçlü bir etkiye sahiptir (55). Uzun süren tekrarlı bir süreçte, amigdala ve hipokampus bağımlı duygusal ve bildirimsel anılar, elde edilebilir durumların tahmin edilmesine izin veren üretken modeli şekillendirir (12).

Strese verilen yanıtları azaltmak için belirsizliğin giderilmesi gerektiği, bunun için de bilgiye ihtiyaç duyulduğu söylenmektedir. Kişinin geçmiş deneyimlerinin bu süreçte önemli rol oynadığı bilinmektedir (12). Kişilerin olay sırasında kendini korumaya ve tahliye sırasında yapılacaklara yönelik bilgiye sahip olmalarının tehdit algısını azalttığı ve kontrol algısını artırdığı bildirilmiştir (56). Bu nedenle, olay anında uygun stratejileri seçebilmek, tehditlerin en aza indirildiğini bilerek kontrol algısını artırmak amacıyla tedbirler alınması önerilmektedir. Bu tedbirler arasında, genel olarak tüm afet anlarında bilinçli olmayı sağlayacak acil durum eğitimlerinin verilmesi, tatbikatların yapılması, tahliye yöntemlerinin öğrenilmesi, afet anında ulaşılacak numaralar ve kişilerin önceden belirlenmesi yer almaktadır (57). Bunların dışında, deprem anında tehlike oluşturabilecek eşyaların sabitlenmesi, deprem çantasının hazırlanması, oturan binanın depreme dayanıklılığının incelenmesi, kişilerin depreme yakalanmaları durumunda uzmanların önerdiği yaşam üçgenini oluşturmak için en uygun yerin önceden belirlenmesi ve tahliye için uygun zaman ve yerlerin önceden planlanması ve bu deneyimlerin tecrübe edilmesi önemli olabilir (58). Yangın dedektörlerinin kurulması, yangın durumunda kullanılacak tahliye merdivenlerinin yapılması ve kullanımı konusunda tatbikatların yapılması, sel durumunda başvurulacak güvenli sığınakların belirlenmesi gibi afete yönelik özel stratejilerin üzerinde durulmalıdır (59).

Kişinin olay anında karşılaşılabilecek durumlara karşı strateji geliştirmesi, karar verme aşamasında belirsizliği en aza indireceğinden stres yanıtının azalmasını sağlayabilir (60). Bunun dışında TSSB ile karşılaşılırsa kişinin fiziksel, zihinsel ve sosyal olarak iyilik halinin sağlanmasına yönelik bütüncül bir bakış açısı gerekmektedir. Bu konuda psikolojik destekle birlikte fiziksel iyilik halini sürdürmek ve sosyal bağımsızlığı kazanmak için gerekli adımların atılması da önemli olabilir (61).

Bonanno ve ark. (62), psikososyal iyileşmeyi "stresle ilişkili semptomların orta ila şiddetli düzeylerde deneyimlendiği, kişinin ilk olarak normal işlev kabiliyetini engelleyen, ancak zamanla kişinin normal işlev düzeylerine döndüğü bir süreç" olarak tanımlamaktadır. Bu süreçte uzun vadeli iyileşme için üç yardımcı faktör olduğu bildirilmiştir (Şekil 4) (63). İyileşme süreci güvenlik, destek ve kendi kendine yardım dahil olmak üzere tüm faktörlerin kümülatif etkileriyle elde edilebilmektedir. Bununla birlikte iyileşme süreci kişilerin etkilenim düzeylerine, cinsiyetlerine, farklı yaş gruplarına, kentsel veya kırsal alanlarda yaşamaya ve sosyal güvencelere göre farklılık gösterebilir (63).



Şekil 4. Uzun Vadeli İyileşme için 3 Yardımcı Faktör (63)

2. Sonuç ve Öneriler

Belirsizlik, önemli bir stresör olması nedeniyle son yıllarda ön plana çıkmaktadır. Mevcut durumla, ulaşılabilir durum arasındaki tahmin hataları ne kadar fazlaysa belirsizlik o kadar yüksek olacaktır. Belirsizliğin yüksek olması ve anterior singulat korteksin uygun stratejiyi kesin olarak belirleyememesi amigdalanın daha güçlü uyarılmasına neden olarak stres cevabını ortaya çıkaracaktır. Strese cevap olarak dikkat, öğrenme ve alışkanlık olmak üzere 3 ana yanıt oluşturulur. Yapılan çalışmalar bu cevapların hızlı oluşabilmesi için eski deneyimlerin çok önemli olduğunu vurgulamaktadır. Bu nedenle, deprem gibi ani gelişen ve kontrol edilemez olduğu için büyük bir belirsizlik ortaya çıkaran streslere karşı tecrübe edinip, alışkanlık haline getirilecek davranışlar edinilmelidir. Bu kapsamda, eğitimlere katılmak, tatbikat yapmak, uzmanların önerdiği yaşam üçgeni için en uygun yeri belirlemek, uygun zamanda uygun şekilde tahliye gerçekleştirmek gibi böyle bir durumda yapılacaklar ile ilgili bir plan oluşturmak, bu ani strese karşı uygun stratejiyi daha hızlı seçmeye yardımcı olabilir.

3. Alana Katkı

Bu derlemede, afetlerle tetiklenen belirsizlik ve stres sürecinin nöroanatomi detaylı bir şekilde açıklanmıştır. Bu süreçte oluşturulan tepkilerin ve verilen yanıtların daha iyi anlaşılması sürecin kontrolü sağlamak açısından önemli olabilir. Derleme ışığında verilen bilgiler göz önünde bulundurulduğunda, depremler, volkanik patlamalar, seller, kuraklıklar, şiddetli yağmurlar, don, kar ve fırtınalar, yangınlar gibi beklenmedik bir afet durumunda yapılacaklarla ilgili bir deneyim oluşturmak süreçlerin yönetilmesini kolaylaştırabilir.

Çıkar Çatışması

Bu makalede herhangi bir nakdi/aynı yardım alınmamıştır. Herhangi bir kişi ve/veya kurum ile ilgili çıkar çatışması yoktur.

Yazarlık Katkısı

Fikir/Kavram: MK, DÖK; **Tasarım:** MK, DÖK; **Denetleme:** MK, DÖK; **Kaynak ve Fon Sağlama:** - **Malzemeler:** - **Veri Toplama ve/veya İşleme:** - **Analiz/Yorum:** - **Literatür Taraması:** MK, DÖK; **Makale Yazımı:** MK, DÖK; **Eleştirel İnceleme:** DÖK.

Kaynaklar

1. Qiao Z, Pan Dn, Hoid D, van Winkel R, Li X. When the approaching threat is uncertain: Dynamics of defensive motivation and attention in trait anxiety. *Psychophysiology*. 2022;59(9):e14049.
2. Esterwood E, Saeed SA. Past epidemics, natural disasters, COVID19, and mental health: learning from history as we deal with the present and prepare for the future. *Psychiatric quarterly*. 2020;91:1121-33.
3. Wu D, Yang T. Late bedtime, uncertainty stress among Chinese college students: impact on academic performance and self-rated health. *Psychology, Health & Medicine*. 2022:1-12.
4. Peters A, McEwen BS. Stress habituation, body shape and cardiovascular mortality. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2015;56:139-50.
5. Folkman S. Stress, coping, and hope. *Psychological aspects of cancer*. 2013:119-27.

6. Matta C. The Stress Response: How Dialectical Behavior Therapy Can Free You from Needless Anxiety, Worry, Anger, and Other Symptom: New Harbinger Publications; 2012.
7. McEwen BS. Protective and damaging effects of stress mediators. *New England journal of medicine*. 1998;338(3):171-9.
8. Toyabe S, Sagawa T, Ueda M, Muneyuki E, Sano M. Experimental demonstration of information-to-energy conversion and validation of the generalized Jarzynski equality. *Nature physics*. 2010;6(12):988-92.
9. De Ridder D, Vanneste S, Freeman W. The Bayesian brain: phantom percepts resolve sensory uncertainty. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2014;44:4-15.
10. Engl E, Attwell D. Non-signalling energy use in the brain. *The Journal of physiology*. 2015;593(16):3417-29.
11. van den Heuvel C, Alison L, Power N. Coping with uncertainty: Police strategies for resilient decision-making and action implementation. *Cognition, Technology & Work*. 2014;16:25-45.
12. Peters A, McEwen BS, Friston K. Uncertainty and stress: Why it causes diseases and how it is mastered by the brain. *Progress in Neurobiology*. 2017;156:164-88.
13. Clark A. *Surfing uncertainty: Prediction, action, and the embodied mind*: Oxford University Press; 2015.
14. McEwen BS. Stress, adaptation, and disease: Allostasis and allostatic load. *Annals of the New York academy of sciences*. 1998;840(1):33-44.
15. Brashers DE, Neidig JL, Haas SM, Dobbs LK, Cardillo LW, Russell JA. Communication in the management of uncertainty: The case of persons living with HIV or AIDS. *Communications Monographs*. 2000;67(1):63-84.
16. Badcock PB, Friston KJ, Ramstead MJ, Ploeger A, Hohwy J. The hierarchically mechanistic mind: an evolutionary systems theory of the human brain, cognition, and behavior. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*. 2019;19:1319-51.
17. Hasson U, Chen J, Honey CJ. Hierarchical process memory: memory as an integral component of information processing. *Trends in cognitive sciences*. 2015;19(6):304-13.
18. Schwedhelm P, Baldauf D, Treue S. The lateral prefrontal cortex of primates encodes stimulus colors and their behavioral relevance during a match-to-sample task. *Sci Rep*. 2020;10(1):4216.
19. Schiebener J, Brand M. Decision making under objective risk conditions—a review of cognitive and emotional correlates, strategies, feedback processing, and external influences. *Neuropsychology review*. 2015;25:171-98.
20. Arnsten AF. Stress signalling pathways that impair prefrontal cortex structure and function. *Nature reviews neuroscience*. 2009;10(6):410-22.
21. Williams LE, Oler JA, Fox AS, McFarlin DR, Rogers GM, Jesson MA, et al. Fear of the unknown: uncertain anticipation reveals amygdala alterations in childhood anxiety disorders. *Neuropsychopharmacology*. 2015;40(6):1428-35.
22. Venkatraman V, Huettel SA. Strategic control in decision-making under uncertainty. *European Journal of Neuroscience*. 2012;35(7):1075-82.
23. Weiser MJ, Foradori CD, Handa RJ. Estrogen receptor beta activation prevents glucocorticoid receptor-dependent effects of the central nucleus of the amygdala on behavior and neuroendocrine function. *Brain research*. 2010;1336:78-88.
24. Andrewes DG, Jenkins LM. The role of the amygdala and the ventromedial prefrontal cortex in emotional regulation: implications for post-traumatic stress disorder. *Neuropsychology review*. 2019;29:220-43.
25. Hinds JA, Sanchez ER. The Role of the Hypothalamus–Pituitary–Adrenal (HPA) Axis in Test-Induced Anxiety: Assessments, Physiological Responses, and Molecular Details. *Stresses*. 2022;2(1):146-55.
26. Herman JP, McKlveen JM, Ghosal S, Kopp B, Wulsin A, Makinson R, et al. Regulation of the Hypothalamic-Pituitary-Adrenocortical Stress Response. *Compr Physiol*. 2016;6(2):603-21.
27. Ziemann SJ, Melenovsky V, Kass DA. Mechanisms, pathophysiology, and therapy of arterial stiffness. *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*. 2005;25(5):932-43.
28. Akbar M, Essa MM, Daradkeh G, Abdelmegeed MA, Choi Y, Mahmood L, et al. Mitochondrial dysfunction and cell death in neurodegenerative diseases through nitrooxidative stress. *Brain Res*. 2016;1637:34-55.
29. Speer K, Upton D, Semple S, McKune A. Systemic low-grade inflammation in post-traumatic stress disorder: a systematic review. *Journal of inflammation research*. 2018;11:111-21.
30. Orem TR, Wheelock MD, Goodman AM, Harnett NG, Wood KH, Gossett EW, et al. Amygdala and prefrontal cortex activity varies with individual differences in the emotional response to psychosocial stress. *Behav Neurosci*. 2019;133(2):203-11.
31. Shalev AY. Posttraumatic stress disorder and stress-related disorders. *Psychiatr Clin North Am*. 2009;32(3):687-704.
32. Burg MM, Soufer R. Post-traumatic Stress Disorder and Cardiovascular Disease. *Curr Cardiol Rep*. 2016;18(10):94.
33. Golitaleb M, Mazaheri E, Bonyadi M, Sahebi A. Prevalence of Post-traumatic Stress Disorder After Flood: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Frontiers in psychiatry*. 2022;13:890671.
34. Galea S, Nandi A, Vlahov D. The epidemiology of post-traumatic stress disorder after disasters. *Epidemiol Rev*. 2005;27:78-91.
35. Bromet EJ, Atwoli L, Kawakami N, Navarro-Mateu F, Piotrowski P, King AJ, et al. Post-traumatic stress disorder associated with natural and human-made disasters in the World Mental Health Surveys. *Psychol Med*. 2017;47(2):227-41.
36. Liang Y, Zeng H, Liu YG, Xu AM, Liu WH. Prevalence of post-traumatic stress disorder after earthquakes among the elderly in China: A meta-analysis. *World J Emerg Med*. 2021;12(2):137-42.
37. Dai W, Chen L, Lai Z, Li Y, Wang J, Liu A. The incidence of post-traumatic stress disorder among survivors after earthquakes: a systematic review and meta-analysis. *BMC Psychiatry*. 2016;16:188.
38. Booth E. Dealing with earthquakes: the practice of seismic engineering 'as if people mattered'. *Bulletin of Earthquake Engineering*. 2018;16(4):1661-724.
39. Wood KH, Wheelock MD, Shumen JR, Bowen KH, Ver Hoef LW, Knight DC. Controllability modulates the neural response to predictable but not unpredictable threat in humans. *NeuroImage*. 2015;119:371-81.
40. Hayes JP, Vanelzakker MB, Shin LM. Emotion and cognition interactions in PTSD: a review of neurocognitive and neuroimaging studies. *Front Integr Neurosci*. 2012;6:89.
41. Fantl J, McGrath M. *Knowledge in an uncertain world*: OUP Oxford; 2009.
42. Palego L, Giannaccini G, Betti L. Neuroendocrine response to psychosocial stressors, inflammation mediators and brain-periphery pathways of adaptation. *Central Nervous System Agents in Medicinal Chemistry (Formerly Current Medicinal Chemistry-Central Nervous System Agents)*. 2021;21(1):2-19.
43. Peters A, Schweiger U, Pellerin L, Hubold C, Oltmanns KM, Conrad M, et al. The selfish brain: competition for energy resources. *Neurosci Biobehav Rev*. 2004;28(2):143-80.
44. Ross JA, Van Bockstaele EJ. The Locus Coeruleus- Norepinephrine System in Stress and Arousal: Unraveling Historical, Current, and Future Perspectives. *Frontiers in psychiatry*. 2020;11:601519.
45. Atzori M, Cuevas-Olguin R, Esquivel-Rendon E, Garcia-Oscos F, Salgado-Delgado RC, Sadari N, et al. Locus Coeruleus Norepinephrine Release: A Central Regulator of CNS Spatio-Temporal Activation? *Front Synaptic Neurosci*. 2016;8:25.

46. Chen C, Jiang Z, Fu X, Yu D, Huang H, Tasker JG. Astrocytes amplify neuronal dendritic volume transmission stimulated by norepinephrine. *Cell reports*. 2019;29(13):4349-61. e4.
47. Humphries P, Pretorius E, Naude H. Direct and indirect cellular effects of aspartame on the brain. *European journal of clinical nutrition*. 2008;62(4):451-62.
48. Hinton T, Johnston GA. GABA, the major inhibitory neurotransmitter in the brain. 2018.
49. Ueta Y, Ozaki Y, Saito J, Onaka T. Involvement of novel feeding-related peptides in neuroendocrine response to stress. *Experimental Biology and Medicine*. 2003;228(10):1168-74.
50. Dunlop BW, Wong A. The hypothalamic-pituitary-adrenal axis in PTSD: Pathophysiology and treatment interventions. *Progress in Neuro-psychopharmacology and biological psychiatry*. 2019;89:361-79.
51. Vyas S, Rodrigues AJ, Silva JM, Tronche F, Almeida OF, Sousa N, et al. Chronic Stress and Glucocorticoids: From Neuronal Plasticity to Neurodegeneration. *Neural Plast*. 2016;2016:6391686.
52. McEwen BS, Gianaros PJ. Central role of the brain in stress and adaptation: links to socioeconomic status, health, and disease. *Ann NY Acad Sci*. 2010;1186:190-222.
53. Anderson EC, Carleton RN, Diefenbach M, Han PK. The relationship between uncertainty and affect. *Frontiers in psychology*. 2019;10:2504.
54. McGrath RG, MacMillan IC. *The entrepreneurial mindset: Strategies for continuously creating opportunity in an age of uncertainty*: Harvard Business Press; 2000.
55. Lee K, Pang YC, Lee JAL, Melby JN. A study of adverse childhood experiences, coping strategies, work stress, and self-care in the child welfare profession. *Human Service Organizations: Management, Leadership & Governance*. 2017;41(4):389-402.
56. Kinatader MT, Kuligowski ED, Reneke PA, Peacock RD. Risk perception in fire evacuation behavior revisited: definitions, related concepts, and empirical evidence. *Fire Sci Rev*. 2015;4(1):1.
57. Botzen WW, Kunreuther H, Michel-Kerjan EJ, Uncertainty. Protecting against disaster risks: Why insurance and prevention may be complements. 2019;59:151-69.
58. Li C, Liang W, Quigley C, Zhao Y, Yu L-F. Earthquake safety training through virtual drills. *IEEE transactions on visualization and computer graphics*. 2017;23(4):1275-84.
59. Parker G, Lie D, Siskind DJ, Martin-Khan M, Raphael B, Crompton D, et al. Mental health implications for older adults after natural disasters-a systematic review and meta-analysis. *International psychogeriatrics*. 2016;28(1):11-20.
60. Heuvel C, Alison L, Power N. Coping with uncertainty: Police strategies for resilient decision-making and action implementation. *Cognition, Technology & Work*. 2014;16.
61. Al Jowf GI, Ahmed ZT, An N, Reijnders RA, Ambrosino E, Rutten BPF, et al. A Public Health Perspective of Post-Traumatic Stress Disorder. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(11):6474.
62. Bonanno GA, Brewin CR, Kaniasty K, Greca AM. Weighing the Costs of Disaster: Consequences, Risks, and Resilience in Individuals, Families, and Communities. *Psychol Sci Public Interest*. 2010;11(1):1-49.
63. Thapa V, Pathak S, Pathak N. Psychosocial recovery of earthquake victims: A case study of 2015 Gorkha earthquake. *International Journal of Disaster Risk Reduction*. 2021;62:102416.