



# Uyku ve Bellek Konsolidasyonu Arasındaki İlişki

## Relationship Between Sleep and Memory Consolidation

© Beyza Aslı Bilsel

*İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ergoterapi Bölümü, İstanbul, Türkiye*

### Öz

Uyku ve bellek tam olarak anlaşılmayan karmaşık fenomenler olmakla birlikte altta yatan mekanizmaları hala tam anlamıyla bilinmemektedir. Uyku uyumsal bir davranış olmasının yanı sıra beyindeki plastisiteyi nöronlar arasındaki sinaptik bağlantılar düzeyinde modüle edebilir ve nöronal plastisite uykuyu etkiler. Uykunun iç ve dış uyaranlar tarafından nasıl modüle edildiğini ve uykunun; hafıza ve plastisiteyi nasıl modüle ettiğini anlamak sinirbilimde anahtar bir sorudur. Uyku, hafıza konsolidasyonunu optimize eden bir beyin durumu olarak nitelendirilmektedir. Bir belleğin ilk kodlaması hızlı bir süreç olmasına rağmen uzun vadeli bakımı; ilgili datayı saatlerce hatta yıllarca değiştirmeye devam eden süreçleri gerektirir. Bu sürecin genel adı bellek konsolidasyonu, mevcut belleklerin değiştirilmesi ise rekonsolidasyon sürecidir. Bellek konsolidasyonu, kararsız yeni oluşturulmuş bellek izlerinin aşamalı olarak uzun süreli anılara dönüştürüldüğü ve daha fazla güncelleme ve modifikasyona duyarlı kalabilmelerine rağmen etkileşime karşı daha dirençli hale geldiği bir süreci ifade eder. Konsolidasyon, yavaş dalga aktivitesi sırasında meydana gelen ve entegrasyon için ilgili temsilleri uzun süreli belleğe dönüştüren, yakın zamanda kodlanmış nöronal bellek temsillerinin yeniden etkinleştirilmesinden kaynaklanır. Devam eden hızlı göz hareketi uykusu ise dönüştürülmüş anıları stabilize edebilir. Son araştırmalara göre, uykuya bağlı konsolidasyon süreçleri, farklı bellek türleri için farklı boyutlara yerleştirilebilir. Onarıcı uyku olan yavaş dalga aktivitesinin yeni edinilen bilgileri işleyerek ve konsolide ederek bellekte önemli bir rol oynadığı varsayılmaktadır. Bu derlemede uyku ve bellek arasındaki ilişkiye dair genel bir araştırma yapılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Uyku, bellek, konsolidasyon, rekonsolidasyon, yavaş dalga aktivitesi

### Abstract

Sleep and memory are complex phenomena that are not fully understood, and the underlying mechanisms are still not fully understood. Besides being an adaptive behavior, sleep can modulate plasticity in the brain at the level of synaptic connections between neurons and neuronal plasticity affects sleep. Understanding how sleep is modulated by internal and external stimuli and how sleep modulates memory and plasticity is a key question in neuroscience. Sleep is characterized as a brain state that optimizes the memory consolidation. Although the initial encoding of a memory is a fast process, its long-term maintenance requires processes that continue to replace relevant data for hours or even years. The general name of this process is memory consolidation and the replacement of existing memories is the reconsolidation process. Memory consolidation refers to a process in which unstable newly formed memory traces are progressively transformed into long-term memories and become more resistant to interaction, although they may remain susceptible to further updates and modifications. Consolidation results from the reactivation of recently encoded neuronal memory representations that occur during slow-wave activity and transform the relevant representations into long-term memory for integration. Continued rapid eye movement sleep can stabilize transformed memories. According to recent research, sleep-related consolidation processes can be placed in different sizes for different types of memory. Slow wave activity, which is restorative sleep, is hypothesized to play an important role in memory by processing and consolidating newly acquired information. In this review, general research was conducted on the relationship between sleep and memory.

**Keywords:** Sleep, memory, consolidation, reconsolidation, slow wave activity

### Giriş

#### Uyku

Yaşam boyunca bütün vücut için temel onarıcı işlevlere sahip olan uyku; metabolizma, bağışıklık sistemi, kardiyovasküler sistem ve bilişsel işlevler dahil olmak üzere çeşitli biyolojik sistemler ve işlevlerle ilişkilendirilmiştir (1). Önceki uyanıklık süresine bağlı olan ve yaşla birlikte azalan, yavaş dalga aktivitesi (SWA) olarak tanımlanan derin uyku 0,5-4,5 Hz bandındaki

elektroensefalogram (EEG) gücü ile karakterize edilmektedir (2). SWA sürekli uyanıklığın ardından uykuya yönelik homeostatik dürtü ile yakından ilişkilidir. Genç yetişkinlerde SWA, gecenin ilk hızlı olmayan göz hareketi (NREM) döngüsünde en yüksek seviyededir ve ardından, uyku basıncının homeostatik bir dağılımını yansıtan, ardışık NREM uyku döngüleri boyunca katlanarak azalır (3). Uyku hem sirkadiyen bir süreç hem de bir homeostatik süreç tarafından düzenlenir, bu yüzden belki de sirkadiyen ritimleri düzenleyen nöronların da uykuyu

**Yazışma Adresi/Address for Correspondence:** Beyza Aslı Bilsel, İstanbul Gelişim Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi, Ergoterapi Bölümü, İstanbul, Türkiye

Tel.: +90 212 422 70 00 E-posta: babilsel@gelisim.edu.tr ORCID-ID: orcid.org/0000-0002-0611-4872

Geliş Tarihi/Received: 02.03.2022 Kabul Tarihi/Accepted: 15.06.2022

©Telif Hakkı 2023 Türk Uyku Tıbbi Derneği / Türk Uyku Tıbbi Dergisi, Galenos Yayınevi tarafından yayınlanmıştır.

modüle edebilmesi şaşırtıcı değildir (4). İnsan yaş aldıkça, doğal olarak uykunun makro ve mikro mimarisinde, bilişsel işlevlerde, homeostatik ve sirkadiyen süreçler dahil olmak üzere birçok fizyolojik değişiklikler eşlik eder (3).

### Uyku ve Bellek Konsolidasyonu

Konsolidasyon ve yeniden konsolidasyon (rekonsolidasyon) terimleri, bir anı oluşturmaya katılan nöronlarda sinaptik etkinlikte değişiklikler uyguladığı ve böylece zamanla belleği stabilize ettiği ve onu nispeten kalıcı (veya uzun süreli) hale getirdiği düşünülen geçici nörobiyolojik süreçleri ifade eder (5). Konsolidasyon, ilk bellek edinimini takip ederken, rekonsolidasyon; bellek geri çağırma veya geri alma sırasında olduğu gibi halihazırda konsolide edilmiş bir belleğin yeniden etkinleştirilmesini takip eder (5).

Araştırmalar uykunun özelliklerinin hafıza konsolidasyonu sürecinde aktif bir rol oynadığını göstermektedir (6). Özellikle, NREM sırasında yavaş dalga uykusu (SWS), yavaş salınımlar, içcikler, hipokampal keskin dalga dalgalanmaları ve bunların faz eşleşmesi; yakın zamanda kodlanan ve hipokampusta geçici olarak depolanan bilgilerin neokortekste depolanan uzun süreli belleğe aktarılması ve birleştirilmesi sürecinde yer alır (7). Yeni bilgiler ilk önce uyanıklık halinde kodlanır, ardından sonraki uyku sırasında konsolide edilir. Güncel bir araştırmada, 90 dakikalık bir uykunun hafızayı yeniden stabilize ettiği, belleğin yeni öğrenilen ve potansiyel olarak müdahale eden bilgilerden kaynaklanan değişikliklere karşı koruduğunu bulunmuştur (8). Çalışmalarda yeniden etkinleştirilen prosedürel ve bildirimsel anıların rekonsolidasyonun bir uyku periyodu gerektirdiği, ikinci olarak ise özellikle SWA'ya bağlı olduğu tespit edildi. Epizodik rekonsolidasyon paradigmasına göre belleğin bu çalışmalar tarafından yakalanamayan benzersiz yönü; eski bir belleğin yeni bilgilerle güncellenmesidir. Bu nedenle, tipik olarak belleğin doğru konsolidasyonu ile ilişkilendirilen SWA'nın, güncellemeyi yakalamak için yetersiz olabileceği düşünülmektedir (1). Öte yandan, uyku içciklerinin, yeni bilgilerin mevcut alanlara entegrasyonunun altında yatan hipokampal-neokortikal iletişimi işaret ettiği ve onları epizodik bellek güncellemesi için mantıklı bir aday haline getirdiği düşünülmektedir (7). Epizodik bellek rekonsolidasyonunun; hipokampal-bağlamsal bağlantının kortekste yeniden etkinleştirilmesini takiben eski bir bellek izinin güncellenmesini yansıttığı ve uykunun bellekle ilgili hipokampal-neokortikal süreçleri kolaylaştırdığı göz önüne alındığında, uykunun rekonsolidasyonu destekleyebildiği düşünülmektedir (1). SWA sırasında anıların ipuçlarıyla yeniden etkinleştirilmesi sol hipokampusun; anterior ve posterior kısımlarında artan aktivasyon ile ilişkilendirilmiştir (2). Farklı öğelerin ilişkilendirildiği görsel destekli sözel bir öğreti sonrası NREM uykusu sırasında; öğretilen bu sözel bilgilerin çalışmada kullanılmayan öğelere kıyasla bellekte üstün olduğu görülmüştür (6). Aynı zamanda uyku sırasındaki talamus tarafından oluşturulan ve talamokortikal yol boyunca kortekste gönderilen 12-14 Hz'lik aktivitesinin 0,5 saniyelik (veya daha uzun) patlaması olan uyku içciği aktivitesini (9), bellek ipuçlarının da artırdığı görülmüştür (6). SWA sırasında sistem konsolidasyonu, uzun süreli depolama için seçili bellek izlerinin yeniden etkinleştirilmesini ve yeniden dağıtımını

desteklerken, REM'i takip eder (2). Bir başka çalışmada ise eşleştirilmiş bir ortak görevi öğrendikten sonra uyuyan genç yetişkinler, öğrenmeyi takiben eşdeğer bir süre boyunca uyanık oldukları zamana kıyasla üstün hafıza gösterdiği tespit edilmiştir (10). Spesifik olarak hem SWS hem de uyku içcikleri (nöral aktivite patlamaları, 9-16 Hz, NREM evre 2 uykusunun özelliği), özellikle bildirimsel anılar için yetişkinlerde hafıza değişikliklerini uykuya göre yönlendirir (10). SWA ile bellek performansı arasında gözlemlenen ilişki, SWA sırasında yeni kodlanmış anıların hipokampusta tekrar tekrar yeniden etkinleştirildiğini ve hipokampustan neokortekse bilgi transferini desteklediğini belirten aktif sistem konsolidasyonu hipotezi ile uyumludur (1).

### Uyku ve Plastisite

Uyanık halde insan duysal uyarıların keşif ve tepki verme, diğer bireylerle etkileşim kurma, karar verme, anı oluşturma gibi günlük davranışsal görevlerini yerine getirirken çevreleri hakkında birtakım bilgiler edinir. Bu uyanık deneyimler, öğrenme ve hafızanın davranışsal temelini oluşturur (2). Uykunun birçok olası işlevi arasında, uyku ile plastisite/hafıza arasındaki çift yönlü ilişki kapsamlı bir şekilde belgelenmiştir. Uykunun sinaptik plastisiteyi güçlü bir şekilde modüle ettiği ve uykunun belirli sinaptik bağlantı türlerini hem küçültebileceğini hem de güçlendirebileceğini öne sürülmektedir (4). Ayrıca, genetik, moleküler ve elektrofizyolojik yaklaşımların bir kombinasyonunu kullanarak, uyanma sırasındaki plastisite değişikliklerinin miktarı ile uyku ihtiyacının arttığını ve uykunun öğrenme ve plastisite ile uyarılabileceğini bulmuşlardır (11).

Uykunun işlevini açıklamak için öne çıkan teorilerden biri sinaptik homeostaz hipotezidir (SHY). Bu hipotez temelinde, Tononi ve uzun süredir birlikte çalıştığı Dr. Chiara Cirelli (hem omurgasızlarda, kemirgenlerde hem de insanlarda moleküler ve elektrofizyolojik belirteçler kullanarak) beynin çoğunda sinaptik gücün aslında uyanma sırasında arttığını ve uyku sırasında azaldığını göstermiştir (12). SHY modelinde uykunun işlevi, önceki uyanma deneyimleri sırasında güçlendirilen sinaptik bağlantıların ölçeğinin küçültülmesidir. Bununla birlikte, sinaptik güçlenmenin uyku sırasında da gözlemlendiğini belirtmek önemlidir. SHY uyanmanın, uyku tarafından yeniden normalleştirilmesi gereken birçok beyin devresinde sinaptik güçte net bir genel artışa neden olduğunu belirtir (12) ve uykunun beynin plastisite için ödediği bedel olduğunu öne sürer. Mevcut hipotez, SWA'nın homeostatik düzenlenmesinin, önceki uyanıklık sırasında meydana gelen sinaptik güçlenme miktarına bağlı olduğunu belirtir. Spesifik olarak, uyanıklık sırasında kortikal devrelerdeki sinaptik güçlenme miktarı ne kadar yüksek olursa, sonraki uyku sırasında SWA'daki artış o kadar yüksek olduğu düşünülmektedir (12). Uyku sinirsel aktivite ve plastisiteden önemli ölçüde etkilenir ve nöronlar arasındaki sinaptik bağlantıların gücünde veya sayısında uzun süreli değişiklikler görülebilir (13).

### Aktif Sistem Konsolidasyonu

Aktif sistem konsolidasyonu, konsolidasyon adımı için uykuya hayati bir rol atfeder. Özetle, bir anı uyanıklık sırasında öğrenilir, uyku sırasında pekiştirilir ve uyanıklık sırasında tekrar hatırlanır (11). Aktif sistem konsolidasyonu, başlangıçta hipokampus

gibi geçici bir depoda depolanan bellek izlerinin, uyku tekrarı sırasında korteks gibi daha kalıcı depolama alanlarına kademeli olarak yeniden dağıtılmasını sağlar (1). Tamamlayıcı sinaptik homeostaz teorisi, zayıf hafıza izlerinin uyku sırasında rekabetçi bir aşağı-seçim mekanizması aracılığıyla silindiğini ve beynin yeni bilgiler öğrenme kabiliyetini sağladığını öne sürer (11).

Uyanık iken yaşanan bir olayın neticesinde; neokortikal alanlar bu bilgiyi işler, hipokampus ise bilgiyi epizodik bir temsile bağlayan bir merkez görevi görerek ilişkilendirir. Bu nedenle, hipokampus asıl bilgiyi değil, onun benzersiz kombinasyonunu tutar (1). Sonraki uyku sırasında, hipokampus yavaş öğrenen kortikal ağların kendilerine ait bir çağrışımsal iz oluşturmalarına izin veren bu çağrışımsal izi yeniden oynatır. Hipokampus dışında temsiller oluşturmak için, sistem konsolidasyonu işlev olarak temsilin bağlantılarını güçlendirmede bir alt rutin görevi ile (uzun vadeli güçlendirme dahil) sinaptik konsolidasyon süreçlerine dayanır (11). Devam eden sistem konsolidasyonu ile kortikal iz, hipokampusü devreye sokmadan bilgiyi almak için yeterli hale gelir. Bu çerçevede SHY'nin önerdiği gibi homeostatik süreçler için tamamlayıcı bir rol vardır. Çünkü hipokampal iz, kortikal iz kurulduğunda ve artık ihtiyaç duyulmadığında yeni öğrenmeye yer açmak için kaldırılabilir (12). Bilgi sağlamaştıktan sonra onu daha verimli hale getiren kortikal izin daha fazla budanması için yer vardır. Ayrıca kortikal iz, epizodik özelliklerinin çoğunu kaybeder ve geriye yalnızca anlamsal içerik kalır (11). Beyindeki öğrenmenin çoğunun bir tür Hebbian plastisitesine, yani öğrenme sırasında nöronlar arasındaki bağlantı gücündeki bir artışa dayandığını belirtir. Bağlantıların bu güçlenmesinin, süresiz olarak sürdürülemeyen artan enerji ve alan taleplerinin bedeli olduğu düşünülmektedir (12). Sinapsların aktif bölgelerindeki glutamaterjik (a-amino-3-hidroksi-5-metil-4-izoksazolepropionik asit-AMPA) reseptör yoğunluğunu karşılaştıran deneylerden elde edilen kanıtlar, ekstatör reseptörler daha uzun uyanıklık fazlarından sonra yukarı regüle edildiğinden ve uykudan sonra aşağı regüle edildiğinden, bu görüşü desteklemiştir (11). Benzer şekilde, güçlenmenin morfolojik bağıntıları olan dendritik dikenler, farelerde uyanıklık sırasında yukarı regülasyon ve uyku sırasında aşağı regülasyon gösterir (10). Yeniden aktivasyonun güçlü belirteçleri olduğu gösterilen keskin dalga dalgalarının, hipokampustaki sinapsların aşağı regülasyonunu da desteklediği tespit edilmiştir. Motor kortekste, öğrenme sırasında aşırı plastisiteyi dengeleyen REM uykusu sırasında ise sinaptik budamanın sonraki öğrenmeyi iyileştirdiği görülmüştür (11). Önemli olarak, bu sonuçlar sinaptik yukarı ve aşağı regülasyonun hem uykuda hem de uyanıklıkta meydana gelebileceğini, ancak her birinin mutlak miktarının farklı olduğunu ve bu da uyku sırasında net bir küçülmeye yol açtığını göstermektedir (11).

Uyku, kesintisiz sinaptik konsolidasyon sağlayarak dönüştürülmüş anıları stabilize etme işlevi görebilir. Sonuçlar uykuya bağlı konsolidasyonun daha güçlü anılara öncelik verebileceğini göstermektedir. Farklı uyku sonrası bellek sonuçları, uyku sırasında daha zayıf anıların budandığı ancak daha güçlü anıların korunduğu sinaptik bir aşağı regülasyon sürecinden kaynaklanabilir (10). Uykunun bellekteki rolüne ilişkin alternatif bir teori, SWA'nın sinaptik güçlerin doyumunu önlemek için

gereklili küresel bir sinaptik küçültmeyi desteklediğini öne sürer. Uyku sırasında meydana gelen süreçler, uzun süreli kalıcılık için yeni öğrenmenin dengelenmesine kritik olarak katkıda bulunur (14).

### Uykuyu Etkileyen Faktörler ve Nörogörüntüleme

Nörofizyolojik mekanizmalara ek olarak, bilişsel süreçler de uyku derinliğini değiştirebilir. SWS sağlığı ve esenliği korumak için temel olsa da genellikle stres veya yaşla birlikte azalır. Veriler, uyku miktarında ve kalitesinde azalmanın öğrenme ve hafıza bozukluklarına yol açabileceğini göstermektedir (4). Güncel bir araştırmada gece uykusu çalışmasında uyku yoksunluğu yaşayan grubun zaman içinde olumsuz anıları seçici olarak korurken, nötr anılar önemli ölçüde azalttığı ortaya çıkmıştır (15). Olaya bağlı potansiyel analizlerinde ise uykuya karşı uyku yoksunluğunun, duygusal uyarılara yeniden maruz kaldığında farklı nörobilişsel süreçleri devreye soktuğunu göstermiştir (15). Ayrıca EEG çalışmaları, uyku yoksunluğu sonrası SWA'daki artışın en yüksek anterior prefrontal bölgelerde olduğunu göstermektedir (16). Son araştırmalara göre REM uykusu, duygusal belleğin işlenmesinde yer alan amigdala, hipokampal ve neokorteksten kaynaklanan teta salınımları yoluyla özellikle duygusal belleği güçlendirdiği ve modüle edebildiği ileri sürülmektedir (15). Uyku sırasında insan EEG'sindeki yavaş salınım limbik-neokortikal etkileşimlerin önemi göz önüne alındığında, yavaş salınımların limbik üretimi ile neokorteksin aşağı durumları (down states) arasındaki ilişki üzerine daha fazla araştırma, bellek konsolidasyonunun spesifik mekanizmaları hakkında fikir verebileceği düşünülmektedir (16). Araştırmacıların göz önünde bulundurması gereken bir çalışmada; insan uyku araştırmalarında ilk gece etkisi olarak adlandırılan ve uyku sırasında tanıdık olmayan çevreyi izlemek için bir gece nöbeti olarak bir yarım kürenin diğerinden daha uyanık olduğu tespit edilmiştir (17). İlk uyku deney seanslarında bölgesel hemisferler arası uyku derinliği asimetrisini içerdiğini bulunmuş olup bu asimetriğin hiçbir sonraki uyku seanslarında belirgin olmamıştır (17). Bu kanıtlar, tanıdık olmayan bir ortamda sorunlu uykunun, bir yarı küreyi diğer yarı küreden gece nöbeti olarak kısmen daha uyanık tutarak, tanıdık olmayan ve potansiyel olarak tehlikeli bir ortamda hayatta kalma eylemi olduğu hipoteziyle uyumludur (17). Daha az uyuyan yarıküre tarafından algılanan sapkın dış uyarıların, diğer yarıküre tarafından algılananlardan daha fazla uyarılmaya ve daha hızlı davranışsal tepkilere neden olduğu da tespit edilmiştir (17). Öte yandan olumlu uyarıların uyku sırasında etkisinin incelendiği bir başka çalışmada ise müzik veya hipnotik telkinler kullanarak olumlu düşünceler ve rahatlama sağlamanın gündüz şekerlemeleri ve gece uykusu sırasında SWA miktarını artırdığı ve hipnotik telkinlerin etkilerinin en çok gece uykusunun ilk saatinde görüldüğü ortaya çıkmıştır. Ayrıca SWA süresinin hipnozla arttığı; frontal ve parietal kayıt alanlarında etkilendiği görülmüştür (18). Çevresel ve dış uyarıların ötesinde, iç uyarılar da uykuyu düzenleyebildiği ileri sürülmektedir. Örneğin; uyku yoksunluğu, yoksunluğu takiben uyku miktarında ve derinliğinde bir artışla gösterilen, homeostatik bir uyku geri bildirimine yol açar. Uykudaki bu artış, özellikle SWS'deki artıştan kaynaklanmaktadır (4).

## Sonuç

Tipik olarak uykudan önce başlayan bilişsel süreçlerin uyku derinliğini uykuya daldıktan dakikalar veya saatler sonra nasıl etkilediği hala bilinmemektedir. Ancak kodlama sonrası uykunun sadece temsilleri güçlendirmekle kalmayıp, anıların belirli temel yönlerini geliştirecek şekilde niteliksel olarak dönüştürdüğüne dair çok sayıda kanıt vardır. Nöronal düzeyde uykunun dönüştürücü işlevinin en iyi aktif sistem konsolidasyon süreci ile açıklanabileceği savunulmaktadır. Zihinsel süreçlerin uyku sırasında az ya da çok aktif oluşu ve bu aktivasyon derecesinin uyku derinliğini etkilediğini düşünülmektedir. Uyku sırasında sistem konsolidasyonu, uyanıklık sırasında kullanılanlara benzer sinaptik konsolidasyon alt rutinlerine dayanıyor gibi görünse de hipokampalden neokortikal ağlara bilgi akışının spesifik yönlendirmesi ve sonuçta kortikal temsillerin artması, uyku sırasında konsolidasyonun bir işaretidir. Uyku içcikleri de, hipokampal-neokortikal diyalogda yer alır. Bu sayede hipokampusta yeni kodlanmış anıların tekrarı, neokortikal hafıza izlerinin güçlendirilmesini teşvik etmek için iç olaylarıyla hizalanır. Bu bağlamda rekonsolidasyon, ilk konsolidasyon ile benzer hipokampal-neokortikal etkileşimleri başlatabilir. Ayrıca rekonsolidasyon, daha önce kurulmuş neokortikal temsilin yeniden işlenmesini başlatabilir ve uyku iç aktivitesi yeniden işlemeyi ayarlayabilir. Epizodik anıların uyku sırasında konsolide edildiği ve hipokampusun özellikle uykuya bağlı hafıza işlemeyle ilişkilendirildiği düşünülürse, uykunun epizodik hafıza güncellemesine ve rekonsolidasyonuna da katkıda bulunabileceği bu düşünceyi desteklemektedir. Bütün anıların uyku sırasında bir konsolidasyon sürecinden geçebileceğini ve hipokampal-kortikal uyku dinamiklerinin farklı anı türlerini konsolide etmek için nasıl farklılaştığı merak uyandıran soruyu gündeme getirmek gerekebilir. Kritik olarak, bu ve diğer soruların nörofizyolojik ve davranışsal düzeylerde paralel olarak incelenmesi gerekir.

## Etik

**Hakem Değerlendirmesi:** Editörler kurulu ve editörler kurulu dışında olan kişiler tarafından değerlendirilmiştir.

**Finansal Destek:** Yazar tarafından finansal destek almadığı bildirilmiştir.

## Kaynaklar

1. Bryant NB, Nadel L, Gómez RL. Associations between sleep and episodic memory updating. *Hippocampus* 2020;30:794-805.
2. Beck J, Loretz E, Rasch B. Exposure to relaxing words during sleep promotes slow-wave sleep and subjective sleep quality. *Sleep* 2021;44:zsab148. doi: 10.1093/sleep/zsab148
3. Mander BA, Winer JR, Walker MP. Sleep and Human Aging. *Neuron* 2017;94:19-36.
4. Dissel S. Drosophila as a Model to Study the Relationship Between Sleep, Plasticity, and Memory. *Front Physiol* 2020;11:533.
5. Nader K, Hardt O. A single standard for memory: the case for reconsolidation. *Nat Rev Neurosci* 2009;10:224-34.
6. Lokhandwala S, Spencer RMC. Slow wave sleep in naps supports episodic memories in early childhood. *Dev Sci* 2021;24:e13035. doi: 10.1111/desc.13035
7. Grimaldi D, Papalambros NA, Zee PC, Malkani RG. Neurostimulation techniques to enhance sleep and improve cognition in aging. *Neurobiol Dis* 2020;141:104865. doi: 10.1016/j.nbd.2020.104865
8. Moyano MD, Diekelmann S, Pedreira ME, Forcato C. Sleep accelerates re-stabilization of human declarative memories. *Neurobiol Learn Mem* 2019;162:1-8.
9. Keenan S, Hirshkowitz M. Sleep stage scoring. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC (eds). *Principles and Practice of Sleep Medicine Elsevier* (6th edition). Philadelphia, Elsevier, 2017;1567-75.
10. Petzka M, Charest I, Balanos GM, Staresina BP. Does sleep-dependent consolidation favour weak memories? *Cortex* 2021;134:65-75.
11. Feld GB, Born J. Neurochemical mechanisms for memory processing during sleep: basic findings in humans and neuropsychiatric implications. *Neuropsychopharmacology* 2020;45:31-44.
12. Cirelli C. Sleep, synaptic homeostasis and neuronal firing rates. *Curr Opin Neurobiol* 2017;44:72-9.
13. Tononi G, Cirelli C. Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration. *Neuron* 2014;81:12-34.
14. Simon KC, Gómez RL, Nadel L. Sleep's role in memory reconsolidation. *Current Opinion in Behavioral Sciences* 2020;33:132-7.
15. Zeng S, Lin X, Wang J, Hu X. Sleep's short-term memory preservation and long-term affect depotentiation effect in emotional memory consolidation: behavioral and EEG evidence. *Sleep* 2021;44:zsab155. doi: 10.1093/sleep/zsab155
16. Morgan KK, Hathaway E, Carson M, Fernandez-Corazza M, Shusterman R, Luu P, Tucker DM. Focal limbic sources create the large slow oscillations of the EEG in human deep sleep. *Sleep Med* 2021;85:291-302.
17. Tamaki M, Bang JW, Watanabe T, Sasaki Y. Night Watch in One Brain Hemisphere during Sleep Associated with the First-Night Effect in Humans. *Curr Biol* 2016;26:1190-4.
18. Cordi MJ, Rossier L, Rasch B. Hypnotic suggestions given before nighttime sleep extend slow-wave sleep as compared to a control text in highly hypnotizable subjects. *Int J Clin Exp Hypn* 2020;68:105-29.