



# Uyku ve Bilgi İşleme Süreçleri

Metehan İRAK\*

Hacettepe Üniversitesi

## Özet

*Uyku konusunda son yüzyıl içinde yapılan çalışmalar sonucunda, uyku gizemli bir konu olmaktan giderek uzaklaşmıştır. Günümüzde uykunun sadece pasif bir dinlenme dönemi olmadığı, bir dizi değişimin sonucu olarak kendine özgü yapısıyla yaşanan, belli amaca hizmet eden bir dönem olduğu kabul edilmektedir. Uykunun kendine özgü bu yapısı, son yıllarda uykunun farklı iç dinamiklerinin incelenmesine doğru bir yönelime yol açmıştır. Bu yönelimin bir boyutunu da, uykudaki bilgi işleme süreçlerinin işleyişi oluşturmaktadır. Yapılan çalışmalar sonucunda, uykunun bilgi işleme süreçlerine hizmet ettiği ve de özellikle bellek işleyişiyle yakından ilişkili olduğu görülmüştür. Bu çalışmada, uykudaki bilgi işleme süreçleriyle ilgili yapılan çalışmaların bu gün kazandığı boyut, farklı yönleriyle ele alınarak tartışmaya sunulmuştur.*

**Anahtar sözcükler:** *Uyku, uyku yoksunluğu, REM, rüya, bellek, bilgi işleme.*

## Abstract

*Proliferation of the systematic studies on sleep in the last century has made the subject no more a mystified one. It has been commonly recognized that sleep has an end in and out of itself supporting various functions rather than being a passive resting period. Following the recognition of the multi-functional nature of the sleep, researchers have directed their attention to analyzing the inner-dynamics of this process. One of these dynamics is the processing of information taking place during sleep period. Recent studies have indicated that sleep helps processing of information in certain aspects, especially on the storage of the information in memory. This paper reviews major studies investigating the relationship between sleep and information processing from different perspectives.*

**Key words:** *Sleep, sleep deprivation, REM, dream, memory, information processing.*

Uyku çalışmalarının geçmişi oldukça eski yıllara dayanmaktadır. Henüz beynin biyoelektiriksel faaliyetlerinin kaydedilmediği yıllarda bile, insan uykusuyla ilgili gözlemlere dayalı bilgiler vardı. Geçmiş dönemlerde uyku, insanların dinlendikleri, günün yorgunluğunu silmek üzere geçirdikleri bir zaman dilimi olarak kabul edilirdi. Günümüzde ise uykunun, kendi içinde bir bütünlük oluşturacak şekilde organize bir durum olduğu kabul edilmektedir. Uykunun, sinir siste-

minin aktif katılımı ile ortaya çıkan, belirli bir amaca hizmet eden bir dönem olduğu kabul edilmektedir (Hobson, 1990; Siegel, 1990).

Uyku, insan ömrünün yaklaşık üçte birini oluşturmakta ve farklı 5 dönemden oluşmaktadır. Bu dönemlerden birisi REM -Hızlı Göz Hareketleri- (Rapid Eye Movement) diğerleri de Non-REM (NREM) olarak adlandırılmaktadır. Bu dönemleri içine alacak şekilde bir tanım yapılacak olursa, uyku uyanıklıkla beş uyku dönemi araşın-

\* Araştırma Görevlisi, Hacettepe Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi Psikoloji Bölümü  
Bu çalışmaya katkılarından dolayı Prof. Dr. Hamdullah Aydın'a teşekkür ederim.

daki periyodik geçişlerin olduğu bir süreç olarak tanımlanabilir. Genç erişkin insanın her bir uyku döneminde geçirdiği zaman yaklaşık olarak aşağıdaki şekilde dağılmaktadır.

**Tablo 1**

*Genç Erişkin İnsanda*

*Uyku Dönemlerinin Dağılımı*

1. dönem	% 5-10
2. dönem	% 45-60
3. ve 4. dönem	% 20-25
REM dönemi	% 20-30

Uykunun başlaması, eş zamanlı olarak meydana gelen bir dizi faaliyet sonucu olmaktadır. Retiküler Aktivasyon Sistemi (RAS) ile çevresel sinir sistemi arasındaki pozitif geribildirim döngüsünün ketlenmesi, uyku merkezlerinin ketleyici etkileri ve uykuyu oluşturan transmitterlerin birikmesi uyanıklıktan uykuya geçişe yol açmaktadır. Ayrıca, uykuya geçerken vücut ısısı ve kortizol düzeyi düşmekte, melatonin salgısı artmaktadır. Organizma, sirkadien ritme uygun olarak uykuya girişe hazırlanmakta, sinir sisteminde (SS) korteks altı bölgelerde, locus coeruleus'da (LC) (norepinefrinerjik) ketlenme başlamakta ve giderek dorsal raphe çekirdeğinde (DR) (serotoninerjik) faaliyetin arttığı dikkati çekmektedir. Bunun sonucu, eş zamanlı olarak derin uyku ortaya çıkmakta, uyku derinleştikçe adrenerjik sistemde ketlenme derinleşmektedir. Ketlenme sürdükçe korteks altı bölgelerde kolinerjik sistem faaliyet göstermeye başlamakta ve kolinerjik faaliyet belirli bir noktaya ulaştığında ise REM dönemi ortaya çıkmaktadır. Genellikle kısa bir uyanıklık döneminden sonra insanlar 1., 2., 3. ve 4. uyku dönemine girmektedir. Uykunun başlamasından yaklaşık 90 dakika sonra da ilk REM dönemi ortaya çıkmaktadır. Daha sonra

yaklaşık 90 dakika aralarla bir gecede, 3 ile 5 REM döneminden geçilmektedir. Genel olarak uykunun ilk üçte birlik bölümünde derin uyku, son üçte birlik dilimde de REM uykusu daha fazla yer almaktadır (Cotman ve McCaugh, 1979; Hobson, 1990; McFadden, 1980, Siegel, 1990; Snyder, 1980).

Seçici olarak yavaş dalga uykusu ya da REM ortadan kaldırıldığında, bir sonraki gecede insanların neredeyse bir önceki gecenin eksikliği ni tamamlarcasına yoğun REM ya da yavaş dalga uykusu uyudukları dikkati çekmektedir. Buna "rebound fenomeni" adı verilmektedir. Sadece REM ve yavaş dalga uykusunda rebound fenomeninin olması, bu dönemlerin öneminin göstergesi olarak kabul edilmektedir. Fizyolojik değişmelerin daha çok yavaş dalga ve REM döneminde çalışılmış olması bir yana, uykunun diğer dönemlerinin yoksunluğunda rebound fenomeni olmaması da bu düşüncüyü desteklemektedir. İnsanların uyku süresini kısalttıkları dönemlerdeki çalışmalarda, öncelikle uykunun 1., 2. ve 3. dönemlerinin sürelerinin azaldığı, yavaş dalga ve REM uyku süresinin olabildiğince korunduğu dikkati çekmektedir (Hobson, 1990; Jasper ve Tessier, 1971; Siegel, 1990).

Yeterince uyunmadığında fiziksel ve bilişsel çökkünlük olduğu bilinmektedir. Hayvan deneylerinde de toplam uyku yoksunluğunda 6-7 haftadan sonra nedeni açıklanamayan ölümler ortaya çıkmaktadır. Yoksunluk sürecinde, önce adrenerjik sistemde aktivasyon başlamakta ve psikomotor alanda uyarılmışlık oluşmaktadır. Bu dönemde yeterince besin alınmasına karşın kilo kaybı olmakta, adrenerjik aktivasyon sonucu gelişen katabolik değişmeler sürdükçe, adrenerjik ve kolinerjik sistemlerde denge bozulmakta ve hayvan ölmektedir. Deney sırasında uyku yoksunluğu sona erdirildiğinde hayvan hızla normale

dönmektedir. Gözlemler uykunun, salt dinlenmek için varolmadığı, bu sırada bir dizi düzenlemenin yapıldığı, kısacası uykunun aktif süreçlerle dolu bir dönem olduğu düşüncesini pekiştirmektedir (Aydın, 1994a; Hobson, 1990; Siegel, 1990).

REM uykusu oldukça farklı bir dönem olarak dikkati çekmektedir. REM döneminde solunum ve göz kasları dışındaki iskelet kaslarında tonus kaybı (atoni) olmaktadır. REM sırasında fazik ve tonik değişimler birbirini izlemekte, bilişsel ve fizyolojik faaliyetlerdeki artış dikkati çekmektedir. Rüyaların %80'inin REM sırasında görüldüğü bilinmektedir. Erkeklerde ereksiyon ortaya çıkmakta, kalp atımında taşikardi, bradikardi dönemleri gözlenmekte, solunum sayısı ve derinliği değişmektedir. REM sırasında beyindeki kan akımı çalışmaları, kan akımının ve oksijen kullanımının uyanıklığa benzer tarzda fazik artışlar gösterdiğine işaret etmektedir (Jasper ve Tessier, 1971; Molinari ve Foulkes, 1969).

REM'de EEG ani olarak değişir ve uyanıklığın ilk dönemindeki özelliği gösterir. Böylece uykunun bu evresinde beyin faaliyeti yüksektir.

**Tablo 2**

*Uyanıklık-REM İlişkisi Araştırma Sonuçları*

Değişken	Uyanıklık	REM
EEG	karışık frekans, düşük amplitüd	karışık frekans, düşük amplitüd
Adrenerjik sistem	aktif	baskılanmış
Kolinerjik sistem	baskılanmış	aktif
Beyinde glukoz kullanımı	artmış	artmış
Beyinde oksijen kullanımı	artmış	artmış
Beyinde kan akımı	artmış	artmış
Kas tonusu	yüksek	göz ve solunum kasları dışındaki, iskelet kaslarında düşük
Beyin kabuğunda Asetilkolin salınımı	yüksek	yüksek
PGO faaliyeti	yüksek amplitüdü	yüksek amplitüdü

Kaynak: Aydın, 1994b, sf.23'den uyarlanarak alınmıştır.

Yukarıda da değinildiği gibi REM genelde rüyalarla birlikte ve rüya da mental bir (zihinsel) faaliyettir. Yavaş dalga uykusuna "rüyasız uyku" denilmesine rağmen, rüyalar yavaş dalga uykusunda da görülür. Ancak yavaş dalga uykusundaki rüyalar ile, REM'de görülen rüyalar arasında fark vardır. REM'deki rüyalar uyku sonrası dönemde hatırlanırken, yavaş dalga uykusundaki rüyalar hatırlanmaz. Yani yavaş dalga uykusunda, rüyaları belleğe pekiştirme işlemi yoktur. Diğer bir deyişle, yavaş dalga uykusunda görülen rüyalar uyku sonrası dönemde hatırlanabilecek kadar herhangi bir bellek sistemine yerleşmemektedir (Anch, Mitler ve Walsh, 1988; Arkin, 1978).

Algılama, bellek, bilgi işleme, öğrenme süreçleri bir bütün içinde ele alındığında, REM-rüya-bilişsel işlev ilişkisi anlaşılacaktır. Anılarla yakından ilişkili olan bu işleyiş, uyanıklıktaki düşünme işlevleriyle benzerlik göstermektedir. Uyanıklıkta olduğu gibi REM'de de beyin faal olduğunu gösteren çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenebilir.

Yavaş dalga uykusunun, neden periyodik olarak REM uykusuyla bölündüğü tam olarak anlaşılamamıştır. Yavaş dalga uykusu derinleştikçe sempatik sinir sisteminin faaliyeti azalırken, parasempatik sinir sisteminde uyarılmaya yol açıyor olabilir. Bununla beraber LC'daki lezyon, REM uykusunu azaltabilir. Eğer lezyon beyin sapının komşu alanlarını da içine alırsa REM tümüyle engellenebilir. Bu nedenle, LC uyarıldığı zaman norepinefrin salgılayan liflerin, beyin bir çok bölümünü uyarabildiği ve REM sırasında, beynin belirli bölgelerinde görülen faaliyetlere neden olduğu ileri sürülmektedir (Empson, 1993; Foote ve ark., 1983; Hobson, 1990; Kleitman, 1967).

### Uyku - Bilgi İşleme Süreçleri İlişkisi

Organizmaya gelen bir uyarıcının duyum sürecinden geçmesinden sonra, o uyarıcıya ilişkin bilişsel düzeydeki değerlendirmeler genel olarak bilgi işleme süreçleri (information processing) adı altında toplanmaktadır. Her bir sistemin kendi içindeki aşamaları ve işleyişleri farklılıklar göstermekle beraber, bilgi işleme süreçlerini, duyum (sensation), dikkat (attention) ve bellek (memory) sistemleri oluşturmaktadır (Karakaş, 1997).

İnsanda ve memeli hayvanlarda, uyanıklığı takip eden REM periyotları öncesinde ve sonrasında sunulan öğrenme görevlerinin gerçekleşmesi bakımından, çok az fark olduğu görülmüştür. Bu tür deneylerde ilk göze çarpan sonuçlar, uyanıklık ve REM arasında, bilgi işleme mekanizmaları açısından benzerlik bulunmasıdır. REM ve öğrenme arasında kurulmaya çalışılan ilk bağlantılardan biri, her iki durumda da "hücre düzeyinde" protein sentezlenmesindeki artıştır. Uyanıklıkta bir materyalin öğrenilmesi ya da sürecin devamında REM uykusu sırasında protein sentezlenmesi ketlendiğinde bu işleyişler bozulmaktadır. Yani uyku bölünmekte; buna karşın uyanıklıkta ise öğrenme yavaşlamakta ya da gerçekleşmemektedir (Anch, Browman, Mitler ve Walsh, 1988; Hobson, 1990).

Bazı deneysel çalışmalar sırasında, ilaçlarla protein sentezi ketlendiğinde, REM uykusu ya bloke olmuş ya da ketlenmeye uğramıştır. Diğer yandan benzer araştırmalar, REM uykusu ve protein bağıntısına benzeyen işleyişin, öğrenme ve bellek işleyişinde de olduğuna dair görüşler ileri sürmektedir. Buna temel olarak, protein sentezi sırasındaki sinaptik yapıların ve nöronların, beyindeki bir tür değişime uğraması, katılımı ya da alkonulması mekanizmasının olduğu ileri sürülmektedir (Hobson, 1990).

Uyku açısından bakıldığında bu durum, psikolojik fenomenlerin de etkisiyle garip, yeni bir nöral faaliyet biçimidir. Bazı araştırmacılar tarafından uyanıklıkla karşılaştırıldığında, bunun, aslında garip olmayan, ancak önceden pek bilinmeyen, uyanıklıktaki algı ve düşünceye benzer bir durum olduğu ileri sürülmektedir (Anch, Browman, Mitler & Walsh, 1988).

REM sırasında Pontogenikulo-okspital (PGO) faaliyetleri dikkat çekmektedir. Bu faaliyetler, ponstan çıkarak, talamustaki lateral genikulate bölge aracılığıyla oksipital kortekse ulaşmaktadır. PGO faaliyetleri temel olarak algı ya da uyarılmayla ilişkilidir ve PGO kolinerjik sistem tarafından yönetilmektedir. PGO, REM sırasında bir tür uyarılmışlığa yol açarak oksipital bölgeyi uyarmakta ve görsel olayların/kayıtların harekete geçmesini sağlamaktadır. Bunun yanı sıra

PGO, REM sırasında algısal mesajları farklı biçimde ele almakta ve kortikal desenkronizasyona yol açarak rüya imajlarının oluşumunda rol oynamaktadır. Bu yolla, bireysel anlamda kendine özgü bir biçimde oluşan rüyaların, gerekli olmayan kayıtları silerek, gerekli olanları ise düzenleyerek duygusal ve bilişsel dengeye hizmet ettiği ileri sürülmektedir (Aydın ve Özgen, 1992; Aydın, 1994a; Hobson, 1990). PGO, uyanıklıktaki görme algısında olduğu gibi beyin sapı bölgesinden talamik genikulate bölgeden geçerek oksipital loba ulaşmaktadır. Uyanıklıktan farklı olarak, REM'de PGO herhangi bir dış uyarıcı olmadan ortaya çıkmaktadır. Rüyaların görsel materyalle oluşması bu yolla açıklanırken, "neden görsel?" sorusu da yanıtlanamamıştır. Bunun yanında, görme özürlü bireylerin rüyalarında ise ses algısının olması, tartışmanın ayrı bir noktasını oluşturmaktadır.

Uykuda bilgi işleme, periyodik olarak REM döneminde gerçekleşmekte, bu sırada beyin yaygın bir şekilde aktif olmaktadır. Uyanıklıktan farklı olarak, dışardan uyarı alınmadan işlemler yapılmakta, ancak bunlar bazı uyku bozuklukları dışında motor ifadelerle dönüşmemektedir. Yapılan işlemlerin eyleme geçirilmemesi nedeni ile sempatik sinir sistemi geri bildirim almamakta, gerçek anlamda da yer-zaman bağlamında kontrol ortadan kalkmaktadır. Uykuda, önceden algılanmış olan yaşantılar veya olaylar arasındaki ilişkiler değerlendirilmekte, nesne ya da olaylar anlamlandırılmakta, cevapların bilişsel motor ön hazırlığı yapılmaktadır. Bu sırada kişiler, yaşadıklarının içindeki ayrıntıları keşfetmekte, bunlar arasında yeni ve olanaksız yakın bileşenlere ulaşmaktadırlar (Aydın, 1994a).

Uykudaki bilgi işleme süreçlerine ilişkin olarak iki temel soru vardır. Bunlardan ilki, beyin yapılarının uykuda hangi tür bilgi işleme süreçlerine olanak sağlamakta olduğu; ikincisi ise, bilgi işlemeyle ilgili hangi tür olayların kalıntıları/etkilerinin uyanıklıktan uykuya transfer edilmekte olduğudur. Uyanıklıktaki gibi uykuda da bilgi işleme sırasında, gelen bilgiye hücrenel bir cevap (olasılıkla uyanıklıktakinden daha geç bir sürede) ve beynin faaliyet düzeyine göre serebral bilgi ağlarının sinaptik aktarımını sağlayan bir tonik hazırlık görülmektedir (Hennevin, Hars, Maho ve Bloch, 1995).

Bu bilgilerden hareketle, uykuda bilgi işlemenin tam olarak var olduğunu söyleyebilmek için şu iki durumun test edilmesi gerekir: 1) Bir uyarıcının ya da görevin sunulması sonucunda, bu görevin ya da uyarıcının öğrenilmesinin yanında, bu sürecin uykuda da tanınması gerekir. 2) Bununla ilgili yeni çağrışımların, uykuda şekillenmesini beklemek gerekir. Bu aşamada üzerinde durulması gereken bir nokta vardır. Öğrenme, "organizmaya gelen uyarıcıların, organizmada belirli bir davranış değişikliği yaratması" olarak tanımlanırsa, uykuda böyle bir işleyişten söz etmek olanaklı değildir. Bu nedenle, öğrenme ifadesi yerine, "uykuda bilgi işleme" ifadesinin kullanımı daha yerinde olacaktır.

Bu konudaki spekülasyonlara kaynaklık eden etmenlerden biri de psikoanalitik yaklaşımla yapılan rüya analizleridir. Bu analizlerde, çok sayıdaki rüyanın bir kaç ortak tema etrafında toplandığı ve belli bir patolojinin kaynağını, bireylerin sembolik görüntüleriyle rüyalarında yaşadıkları; bastırılmış olan yaşantıların, duyguların veya düşüncelerin farklı semboller aracılığıyla

yeniden işlendiği bildirilmiştir. Yani bu bireylerin, uykularında ve rüyalarında bilinçaltını belli bir süre de olsa bilinç düzeyine çıkardıkları, böylece bir tür hatırlama ve geri getirme sürecini işleme soktukları bildirilmiştir (Anch, Browman, Mitler ve Walsh, 1988; Tobler, 1995).

Foulkes (1982), boylamsal bir çalışmasında, 5-13 yaşları arasındaki bir grup çocuğun beş yıl süreyle, rüya içeriklerini ve zihinsel gelişimlerini incelemiş ve rüya içerikleriyle, zihinsel gelişim düzeylerini karşılaştırmıştır. Sonuçta, rüya fenomenlerini temsil ve ifade etme yetenekleri, sembolleştirme yöntemleri, sembollerini anlamlandırma yetenekleri ve rüyalarını mantıksal ifadelerle açığa vurma yetenekleriyle, zihinsel gelişim süreçleri arasında doğrusal bir ilişki saptamıştır. Çocukların yaşlarına göre zihinsel gelişimleri arttıkça, rüyalarına ilişkin sözü edilen yeteneklerinde de bir artış gözlemiştir. Sonuç olarak Foulkes, çocukların bilişsel gelişim düzeyleri ile rüyalarındaki sembollerin analizindeki bilişsel işleyiş arasında yüksek oranda ve doğrusal bir ilişki olduğunu saptamıştır (aktaran, Anch, Browman, Mitler ve Walsh, 1988).

Sözü edilen araştırma aslında beklenen sonuçları vermiştir. Çünkü, bireylerin yaşları ilerledikçe buna bağlı olarak gelişen bilgi işleme performansları belirli bir yaşa kadar rüyalarına da yansımaktadır. Araştırmanın en ilgi çeken yönü rüyaların içeriğindeki gelişmenin, bilişsel fonksiyonların ve de özellikle bellek fonksiyonlarının gelişimiyle paralel olduğuna dikkat çekmesidir.

REM, memelilerde görülen bir uyku dönemidir. Yeni doğanda, günlük uykunun yaklaşık yarısını REM oluşturmaktadır. Belki de bilişsel işlevlerin doğumla birlikte rüyada gözden geçiril-

meye başlandığı söylenebilir. REM, duygu ve düşünce alanlarındaki düzenlemelerle ilişkilidir. Bu değişme de genel ifadesiyle rüyayı oluşturur. Rüyaların büyük bir bölümünün yer aldığı REM'in işlevinin, bazı anı ve yaşantıları unutmak; bazılarını da daha iyi anımsamayı sağlamak olduğu söylenebilir. Bu anlamda REM sırasında bellek yeniden işleniyor gibidir. Asetilkolinin (Ach), uyanıklıkta uyaran-bellek ilişkisini hızlandırması, bu maddenin REM'in ortaya çıkışını sağlaması, Ach-REM-bellek arasında ilişkinin var olduğunu düşündürmektedir. Ancak REM'de norepinefrin, fazik olarak bütün alanların düzensiz işleyişine yol açarak, Ach'nin yarattığı duyumun niteliğini ve zamanını belirsiz; işleyişini düzensiz kılıyor olabilir. Bu da uyku ve uyanıklıktaki bilgi işlemenin nitelik yönünden farkını açıklamaktadır (Aydın, 1994a; Empson, 1993).

### Uykuda Bilgi İşleme Süreçleri Çalışmaları

Uykuda bilgi işleme süreçlerine ilişkin çalışmaların bazılarında, belirli uyku evrelerindeki yoksunluğun, uykudan önce yapılan öğrenme yaşantısına etkisi incelenmektedir. Bazı çalışmalar da, hangi uyku evresinin hangi bellek türüyle ilişkili olduğuyla ilgilidir. Bunun yanı sıra, rüyaların içeriğiyle ilişkili olarak, bunların belli uyku evrelerinde nasıl farklılaştığı ya da bilgi işleme süreçlerinin özellikle uykunun hangi evresinde (ya da evrelerinde) yoğun olduğu ve bu evreler arasında varsa ne tür farklılıkların bulunduğu anlaşılmasına çalışılmıştır.

Horne ve McGrath'ın (1984), REM uykusundaki bilişsel işlevler üzerine yapmış oldukları çalışmalarında bildirdikleri sonuçlara göre, REM uykusunun miktarı ve yeni materyallerden elde edilen kazanç(lar) arasında bir ilişki vardır (Akt.,

Anch, Browman, Mitler ve Walsh, 1988). Paris Üniversitesi'nden V. Block'un (1970) yaptığı bir çalışmada, ratlarla labirent öğrenmesi görevi çalışılmış ve bu görev süresince ratların uykusu incelenmiştir. Bir kaç gün devam eden labirent öğrenme süreci boyunca, REM uykusunun süresinde artma gözlenmiştir. Öğrenme görevi tamamlandığında ise REM uykusunun normal düzeyine döndüğü, yani öğrenme sürecinin devam ettiği dönemden daha kısa olduğu gözlenmiştir. Bu sonuç, bir görevin öğrenilme süreci devam ettikçe REM uykusu süresinin arttığına işaret etmektedir. Bununla tutarlı olarak, geçmiş çalışmalarda, öğrenme süreci devam ederken ratların REM yoksunluğuna uğratılmasının, öğrenme sürecine olumsuz etki yaptığı saptanmıştır. Diğer bir deyişle, öğrenme sürecine ilişkin geri çağırma süreci, yoksunluktan önceki günlere göre daha uzun sürmüştür (Barinaga, 1994; Datto, 1996; Rechtschaffen ve Bergmann, 1995; Tobler, 1995). Sonuç olarak bu bulgular, REM yoksunluğunun bellekteki geri çağırma sürecine olumsuz etki yaptığının bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

REM yoksunluğuna uğratılan her bireyde aynı tür bilgi işleme süreci olamayacağı açıktır. REM yoksunluğu sonucu yavaş dalga uykusunun artması genel bir sonuç iken, bilgi işlemeye ilişkin performanslar farklılaşmaktadır. Bunun nedenleri arasında, serebral korteksin kortikal alt alanlarındaki nöronların işleyişi ve buna bağlı asetilkolin işleyişinin olduğu düşünülmektedir. Yine bu sonuca bağlı olarak, yavaş dalga uykusundaki bu artışın sözü edilen ilişki için tam bir açıklama olamayacağı ileri sürülmektedir (Barinaga, 1994; Cai, 1995; Casagrande, Bertini ve Testa, 1995; Datto, 1996; Drucker-Colin, 1995; Guiditta ve

ark., 1995; McCann, ve ark., 1992; Rechtschaffen ve Bergmann, 1995; Tobler, 1995). REM yoksunluğunun yavaş dalga uykusunun süresinde görece bir artışa neden olması doğal bir sonuçtur. Çünkü, bir uyku evresinde süre olarak meydana gelen bir azalma, bir diğer uyku evresinin süresinde görece artışa neden olmaktadır. Sonuç olarak, REM uykusu bellek işleyişinde etkin bir rol oynamaktadır.

### Uyku, Rüya ve Bellek İlişkisi

Yukarıda da değinildiği gibi, uykudaki bilgi işleme süreçleri üzerine yapılan araştırmaların bir diğer yönü de, bireylerin gördükleri rüyaların içeriğinin, belirli uyku dönemlerinde nasıl farklılaştığıdır. Bu tür çalışmalarda, bir evrede görülen rüyanın(ların) zamanı, çeşitli bellek türleriyle (işlemsel bellek, anlamsal bellek, olay belleği gibi) ilişkisi (geçmişe ait) vb. özelliklerden yola çıkarak, uyku-bellek ilişkisi incelenmeye çalışılmıştır.

Bununla ilgili bir dizi çalışmada, bir grup deneğe görsel ayırdetme ve olay belleği ile ilgili görev verilmiş ve daha sonra denekler REM döneminde uyku yoksunluğuna maruz bırakılmıştır. Böylece deneklerin, NREM uyku süreleri artarken, REM süreleri azaltılmış, ayrıca deneklerin görsel ayırdetme ve olay belleği performansları aynı görev için azalmıştır (Drucker-Colin, 1995; Guiditta ve ark., 1995; Manica, 1995; Marks ve ark., 1995; Smith, 1995).

Sözü edilen araştırma yaklaşımına ilişkin diğer bir dizi çalışmada ise, erkek gönüllü denekler ardışık olmayan gecelerde uyutulmuş ve bu gecelerde denekler, REM ve NREM dönemlerinde uyandırılarak, gördükleri rüyaları anlatmaları istenmiştir. Bağımsız yargıcular deneklerin bu

rüyalarını rapor ederken, deneklere bu rüyaların geçmiş yaşantılarıyla ilgisi sorulmuştur. Yani rüyada görülen olaya benzer bir olayla geçmişte karşılaşılıp karşılaşılmadığı; karşılaşılmış ise bunun zamanı vb. türden sorular sorulmuş ve ilgili cevaplar deneklerin rüya raporlarına eklenmiştir. Bu araştırmalardan çıkan başlıca sonuçlara bakıldığında, belleğin geriye doğru olan süresi ile, rüyanın uzunluğu arasında bir ilişki saptanmıştır. Diğer bir deyişle, görülen rüyanın süresi geriye doğru gidildikçe artmakta ve buna bağlı olarak rüya raporları da uzamaktadır. Bu ilişki açısından REM ve NREM arasında farklılık gözlenmemiştir. Buna ek olarak, rüyanın anlamsal analizi sonuçlarına bakıldığında, ilk REM (erken REM) uykusundaki belirginlik, sabaha doğru olan REM'lere (geç REM) göre daha fazla; yani anlamsal kaynağa ilişkin belirginlik erken REM'de daha fazla olmuştur (Empson, 1993; Manica, 1995; Marks ve ark., 1995; Smith, 1995).

Bu sonuçlardan hareketle, rüyadaki olaylara benzeyen geçmişte yaşanan bir olayın zamanı arttıkça (geçmişe gidildiğinde), bellek fonksiyonlarının işleyişinde de zaman ve kapsam açısından bir artışın meydana geldiği görülmektedir. Bu tür rüyanın net olarak hatırlanması ilk REM uykusunda geç REM uykusuna göre daha fazladır.

Tulving'in olay belleği ve anlamsal bellek temelli açıklamalarından yola çıkarak bazı araştırmacılar, olaylara ilişkin çağrışımların, bunların sınıflandırılmasının ve düzenlenmesinin zamansal kaynaklı olduğunu ileri sürmektedir. Bu savdan hareketle yapılan bir dizi uyku çalışmasının genel sonuçları şöyle özetlenebilir:

1) Çağrışımların sıklığı bakımından REM ve NREM farklılaşmaktadır; olay belleğine bağlı

çağrışımların sıklığı NREM'de REM'den daha fazladır.

2) Olay belleği çağrışımları zamansal kaynakları bakımından sınıflandırıldıklarında, bir önceki günkü anılara ilişkin çağrışımlar uykunun başlangıç evresinde REM'de olduğundan daha siktir. Uyku gününden bir yıl önce vuku bulan olayların anıları ise REM'de, uykunun başlangıç evresine oranla daha fazladır.

3) Uykunun başlangıç evresindeki ve daha geç evrelerindeki ifadelerle, gece yarısındaki NREM ifadeleri ile uykunun ikinci evresindeki ifadelerle ilişkin çağrışımların, diğer evredekilere oranla yüksek düzeyde episodik ve düşük düzeyde anlamsal çağrışımlar içerebilecekleri, bunların genel olarak REM'e ait ifadelerden farklı olduğu ve sonuç olarak da, hatırlatıcı faaliyetlerin belirli bir uyku evresine özgü olduğu ileri sürülmüştür (Cicogna, Cavello ve Bosinelli, 1991).

Bu bulguları destekleyen bir çalışmada Cicogna, Cavello ve Bosinelli (1991), bir grup erkek deneği dört farklı evrede uyku yoksunluğuna uğratmıştır. 1. Grup, ikinci evrenin hemen başında; 2. Grup, ilk REM'in bitiminden 20 dakika sonra; 3. Grup, ilk REM'in bitiminden 30 dakika sonra (2. uyku), ve 4. Grup, REM döneminde uyku yoksunluğuna maruz bırakılmıştır. İki bağımsız yargıcı, deneklerin rüyalarını uzunluk, akıcılık ve akla yatkınlık açısından değerlendirmiştir. Araştırma sonuçlarına bakıldığında, farklı dönemlerde uyku yoksunluğuna maruz kalmış olan dört grubun rüyaları uzunluk, akıcılık ve akla yatkınlık açısından genel olarak şu şekilde sıralanmıştır: 3. Grup ve 2. Grup (%59), 4. Grup (%52) ve 1. Grup (%37). Bunun yanında 3. Grup ve 1. Grupta rüya raporlarının daha uzun; ayrıca 1. Grupta rüya raporlarının daha az akla yatkın



olduğu bulunmuştur. Diğer yandan tüm rüya raporları rüyayı gören kişinin rüyadaki durumu, diğer karakterler ve ortam açısından değerlendirildiğinde yüksek düzeyde benzerlikler olduğu gözlenmiştir. Bu durum, farklı uyku evrelerinde rüyanın kişisel işlem altındaki kurgunun sonucu olduğunu göstermektedir. Bireylerin olay belleklerine ilişkin otobiyografileri ile rüya raporları karşılaştırıldığında, yaratılan durumların anlaşılabilir ve belirgin oluşları açısından 1. Grup 4. Gruptan daha anlaşılabilir bulunmuştur. Çağrışımlar açısından bakıldığında ise olay belleği ile ilişkili olarak rüyaların uzunluğu ve görülen rüyaların sayısı 1. ve 2. Grupta, 4. Gruptan daha fazla iken; anlamsal bellek çağrışımlarının ise 4. Grupta, 1. ve 2. Gruptan daha fazla olduğu gözlenmiştir.

Rüya raporlarına dayalı çalışmaların sınırlılıklarından biri, gördükleri rüyaları anlatan kişilerin (gerek uyku yoksunluğu sonrasında, gerekse yoksunluk yapılmadan) rüyayı uyanıklık düzenine uydurarak anlatıyor olmalarıdır. Yani uykunun kendi iç dinamiği sonucu oluşan rüyanın/rüyaların ifade edilmesi sırasında uyanıklık düzeninin dinamikleri etkin olmaktadır. Buradan hareketle, rüya raporlarının ifade edilmesi durumunda uyanıklık düzeni baskın olduğundan, bu ifadeleri uykunun kendi iç dinamikleri açısından ele alarak değerlendirmenin bir yanlılığa yol açabileceği ileri sürülebilir.

### **Farklı Uyku Evrelerinde, Farklı Bilgi İşleme Süreçleri Meydana Gelmekte midir?**

Bazı araştırmacılar, bilgi işleme süreçlerinin özellikle uykunun hangi evresinde yoğun olduğunu ve evreler arasında bilgi işleme süreçleri açısından farklılık olup olmadığını ortaya koy-

mayı amaç edinmişlerdir. Bu tür araştırmaların temel sayıtlarına göre:

1) Gerçek anlamda bilgi işleme ve yeni çağrışımlara ilişkin düzenlemeler yüksek olasılıkla REM uykusunda yer almaktadır. REM'de anılar/imajlar kendi iç düzenine göre dizilirken, NREM'de gerçeklik daha etkili oluyor gibi görünmektedir.

2) Uyanıklıktaki çeşitli yaşantılar, REM'deki bilgi işlemeye de farklı etkiler yapmaktadır. Dolayısıyla, REM'deki bilgi işleme, uyanıklıktaki yaşantılarla/davranışlarla ilişkilidir.

3) Önceki öğrenmeler, REM'de yeniden ele alınmakta ve işlenmektedir (Datto, 1996; Empson, 1993; Guerrien, Dujardin, Mandai ve Lecomte, 1991; Hennevin, Hars, Maho ve Bloch, 1995; Smith, 1995).

4) Uyanık halde iken öğrenme yaşantısı, REM'de bir tür yeniden değerlendirilme sürecine girmektedir. Bu da uyku ve uyanıklıktaki bilgi işleme süreçlerinin benzer olduğu ve uykunun, uyanıklıktaki bellek işleyişine yardımcı bir görev üstlendiği savlarını destekler niteliktedir.

Sonuç olarak, araştırma bulgularına genel olarak bakıldığında, uykudaki bilgi işleme açısından uyku evrelerinin (REM ve NREM) farklılaştığı görülmektedir. Bu farklılıklar şu şekilde özetlenebilir:

Uykunun farklı evrelerinde ortaya çıkan rüyalar açısından REM ve NREM farklılaşmaktadır. Rüyaların içeriğine bakıldığında, REM'de görülen rüyaların görece gerçekliği, karakterlerin üstlendiği roller, rüyanın akıcılığı ve sürekliliği NREM'e göre daha az gibi görünmektedir.

Bazı bilişsel mekanizmaların işleyişine (hatırlama, ilişkilendirme, anlamlandırma vb.) REM ve NREM farklı derecede hizmet etmektedirler. Sözü edilen mekanizmaların işleyişindeki gerçeklik, akıcılık ve bütünlük NREM'de REM'de olduğundan daha fazladır.

Oluşan rüyaya ilişkin REM ve NREM'deki bellek faaliyetleri farklıdır. Aynı tür bellek görevi söz konusu olduğunda yaratılan yoksunluk sonucunda, REM'deki bellek performansı NREM'e göre genellikle daha düşük olmaktadır (Cicogna, Cavelerri ve Bosinelli, 1991; Datto, 1996; Empson, 1993; Guerrien, Dujardin, Mandai ve Lecomte, 1991).

Bu bulgular farklı uyku evrelerinin uykudaki bilgi işleme süreçlerinde farklı biçimde hizmet ettiğini göstermektedir. Ancak, bir uyku evresinin belirli bir bilgi işleme sürecine hizmet ettiği ya da belirli bir bellek türüne uzmanlaştığını/ayırmaştığını söyleyebilmek için henüz yeterli sonuç elde edilebilmiş değildir.

Uyku ve bellek arasındaki ilişki iki temel stratejiyle belirlenmeye çalışılmaktadır. Bunlardan ilki, öğrenme süreci devam ederken belirli bir uyku evresinden yoksun bırakma; ikincisi ise, öğrenme sürecindeki performans ile ilişkili özellikler ile uykunun özelliklerini uygulamada ele almaktır. Ancak, bu yöntemde dikkat edilmesi gereken bir nokta, öğrenilecek ya da öğrenilmiş olan materyalin niceliği ve niteliğinin ve bunun uykuya bağımlı olan ve olmayan yönlerinin ortaya konması zorunluluğudur. Çünkü çalışmaların çoğunda uyku yoksunluğu, yalnızca uykudan belirli bir süre önce öğrenilenler üzerinde değil, sonraki öğrenilecek olanlar üzerinde de (zamanı değişmekle beraber) olumsuz etki yapmaktadır.

## Uyku Yoksunluğu Zamanının Bilgi İşleme Süreçlerine Etkisi

Uyku yoksunluğu çalışmalarının önemli ve dikkat çeken bir noktası da öğrenme yaşantısı sonrasında uyku yoksunluğunun ne zaman yaratıldığı ile ilgilidir. Hayvanlarla yapılan bazı çalışmalarda, bir öğrenme yaşantısı sonrasında ilk iki saatlik uyku süresi içindeki yoksunluğun öğrenme sürecine olan olumsuz etkisinin, ilk üç saati aşan süre içindeki yoksunluğun öğrenme sürecine yaptığı olumsuz etkiden daha fazla olduğu görülmüştür. Bunun yanında bazı çalışmalarda, ilk üç saati aşan süre içindeki yoksunluğun öğrenme sürecine olumsuz etkisi ya çok az olmuş ya da hiç olmamıştır. Başka bir dizi çalışmada, labirent öğrenmesi süreci tamamlanmış olan ratlar iki gruba ayrılmıştır. İlk grup rat ilk 2-3 saatlik uyku süresi içinde (ilk/erken REM uykusu), ikinci grup ise ilk 4-6 saatlik uyku süresi içinde (geç REM uykusu) yoksunluğa uğratılmıştır. Sonuçların, yukarıda verilen sonuçları destekler nitelikte olduğu bulunmuştur. Yoksunluğun öğrenme sürecine olan olumsuz etkisi ilk grupta daha fazla olmuştur (Gardner-Medwin ve Kaul, 1995; Hennevin, Hars, Maho ve Bloch, 1995; Maquet, 1995; Serafetinides, 1993; Smith, 1995; Smith ve Wong, 1991). Bu araştırma sonuçları yukarıda da sözü edilen, farklı zamanlarda ve uyku evrelerinde yaratılan yoksunlukların bilişsel işlemler söz konusu olduğunda farklı etkiler yarattığı yönündeki savı destekler niteliktedir. İlk REM dönemlerinde zaman olarak yeni yaşantılar işlenmekteken, sabaha doğru olan REM dönemlerinde (geç REM) çoğunlukla daha eski yaşantılar işlenmektedir.

## Uyanıklıkta Sunulan Görev Türünün Uykudaki Bilgi İşleme Süreçlerine Etkisi

Uykuda bilgi işleme süreçleri çalışmalarında, uyanıklıkta sunulmuş olan görevin veya malzemenin türü de önem kazanmaktadır. Uykuda bellek işleyişine ilişkin çalışmalarda, farklı görev türlerinin REM yoksunluğu sonucunda aynı türden bozucu etkiyi yaratmadığı gözlenmiştir. Bunun yanında, zor bir motor görevin ardından, özellikle uykunun ikinci döneminde değişmeler olmakta, yoksunluk sonrasında da özellikle olay belleği performansında azalma meydana gelmektedir (Smith, 1995; Smith ve Wong; 1991).

Uyanıklıktaki görevin türüyle ilgili çalışmalarda, deneklere görev olarak uzun kelime listeleri ya da çağrışımlarla oluşturulmuş kelime çiftleri verilmiş ve deneklerin performansları ölçülmüştür. Bu sürecin ardından denekler REM uykusu yoksunluğuna uğratılmıştır. Yoksunluk sonucu hatırlatıcı (mnemonic) tekniklere rağmen deneklerin uyku öncesi ve sonrası hatırlama performansları farklılaşmıştır. REM yoksunluğu sonrası performans, uyku öncesindeki performanslarına oranla oldukça düşmüştür (Smith, 1995; Smith ve Wong; 1991). Bu sonuçlar ışığında, öğrenilen materyalin karmaşık yapısı üzerinde değişimlemeye gidildiğinde REM yoksunluğunun bellek işleyişini bozduğu görülmektedir. Bu sonuçlar, REM uykusunun bellek işleyişindeki önemini bir başka açıdan da destekler niteliktedir.

Uykuda bilgi işleme çalışmalarının bir boyutunu da, uykuda algı eşiği çalışmaları oluşturmaktadır. Bu çalışmalarda uykudan önceki dönemde ve uyku yoksunluğu sonucunda algı eşiği-

nin ne oranda farklılaştığı incelenmiştir. Çalışmaların ortak sonuçlarına bakıldığında:

a) Farklı bireylerde, normal bir uyku sürecinden sonra uykudan önceki ve sonraki algı eşikleri benzerken, uyku yoksunluğuna uğratılan bireylerde algılama eşiğinde bir yükselme gözlenmiştir. Algı eşiğindeki bu yükseliş, özellikle işitsel uyarıcılar durumunda olmuştur.

b) Görsel uyarıcı karşısındaki algılama eşiğinde bazen yükselme bazen de alçalma gözlenmiştir.

c) Uyarıcıların niceliğine ve niteliğine ilişkin kurgular ve algılar (ayırדתme, benzerlik kurma, renk, ses tonu, sayısal analiz, büyüklük vb.) farklılaşmıştır (Antrobus, 1983; Antrobus, 1991; Cicogna, Cavellero ve Bosinelli, 1991; Crick ve Mitchison, 1995; Datto, 1996; Dushenko ve Serman, 1984; Mendelson, 1993).

Algılama beyin kabuğunda ortaya çıkan bir işlemdir. Bu durumda uyku yoksunluğu, doğrudan beyin kabuğunun faaliyetine ketleyici bir etki yapmaktadır. Bu durum, genel bir algı bozukluğu yaratmasa bile algı eşiğinde görünür değişimler yaratmaktadır. Bir gece önce düzenli bir uyku sürecinden geçmemiş bireylerin aynı gün içinde, dikkati yoğunlaştırmada zorlanmaları ve genel bilgi işleme süreçlerinde bir yavaşlamanın olmasının altında yatan neden de bu olabilir.

## Genel Sonuç ve Değerlendirme

Uykuda bilgi işleme süreçlerine ilişkin verilen bilgiler ve araştırma sonuçları ışığında, ulaşılabilecek genel sonuçlar şu şekilde özetlenebilir:

Öğrenme yukarıda da değinildiği gibi organizmaya gelen uyarıcının/uyarıcılarının, organizmada belli bir davranış değişikliği yaratması olarak tanımlanırsa, mevcut araştırma bulgularına dayanılarak, “*uykuda öğrenme*” gibi bir durumdan söz etmek olanaksızdır. Bu nedenle genel yaklaşım, uykuda bilgi işleme süreçlerinin incelenmesi ve değerlendirmesi yönünde olmak durumundadır.

Uyku ve uyanıklıktaki bilgi işleme süreçleri benzerlik göstermektedir. Temel ve önemli bir farklılık, *uyanıklıktaki bilgi işleme süreçlerinin dış uyarının varlığından hareketle, uykuda içsel uyarılma söz konusudur*. Bu nedenle, uykudaki bilgi işleme çalışmalarına ilişkin bakış açısı, uyku fenomenlerinin kendi iç işleyişini dikkate almak durumundadır. Çünkü, uykudaki bilgi işleme çalışmalarına yalnızca “*uyanıklık penceresinden*” bakılırsa, birçok sonuç tutarsız ve de bağıntısız görünmektedir.

Uyku yoksunluğu, gerek insan gerekse hayvan çalışmalarında önemli ve benzer sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara bakıldığında *uyku yoksunluğunun, uyanıklıktaki bilgi işleme süreçlerine olumsuz etki yaptığı* sonucu elde edilmiştir. Uyku yoksunluğu, gerek yoksunluktan hemen sonraki uyanıklık dönemindeki hedeflenen belli bir öğrenme yaşantısına, gerekse yoksunluğu izleyen gün içindeki genel bilgi işleme süreçlerine olumsuz etki yapmaktadır.

Diğer yandan uyku yoksunluğu çalışmalarında, yoksunluğun zamani ve hangi uyku evresinde yapıldığı önem kazanmaktadır. Çünkü *farklı zamanlardaki ve farklı uyku dönemlerindeki yoksunlukların, bilgi işleme süreçleri üzerine olan etkisi de farklı olmaktadır*.

Bazı uyku evrelerinin (REM, NREM vb.), bazı bellek türlerine (anlamsal bellek, olay belleği vb.) özelleşmiş olduğu tam olarak söylenemese de, *bazı uyku evrelerinin bazı bellek türlerinin işleyişiyle daha yakın ilişki içinde olduğuna* dair araştırma bulguları bulunmaktadır. Bu da uyku evrelerinin birbirlerinden ayrılan diğer özelliklerinin yanında, bilgi işleme süreçleri söz konusu olduğunda da farklı özellikleri olduğunu göstermektedir. Bu açıdan bakıldığında, uyku ve evreleri, kendi içinde bilişsel işlevler açısından bütünlük taşımaktadır.

Araştırmalara ilişkin diğer bir genel bulgu ise, uyku öncesi sunulan bilişsel görevin türü ile (motor görevler, algı eşiği, bellek görevleri vb.) ilgilidir. Uyanıklıktaki farklı bilişsel görevlerin ardından yapılan uyku yoksunluğunun etkisi de farklı olmaktadır. Diğer bir deyişle, *uyku yoksunluğu farklı bilişsel görevler üzerinde farklı etkiler yaratmaktadır*.

Uykuda bilgi işleme çalışmalarından çıkarılan en temel bulgu (a) uykunun özellikle bellek işleyişiyle ilişkili olduğu ve (b) uykunun bellek işleyişine olumlu etkileri/katkıları olduğudur.

Sonuç olarak, yukarıda sözü edilen araştırma ve yaklaşımlar genel olarak ele alındığında, uykuda bilgi işleme süreçlerinin var olduğunu söyleyebiliriz. Ancak uykudaki bilgi işleme süreçlerini inceleyen araştırma yaklaşımlarının sınırlılıklarına da dikkat etmek gerekir. Çünkü, uyanıklıktaki bilgi işleme süreçleri çalışmalarının zorluğu dikkate alındığında, aynı tür bir çalışmanın uykuda yapıyor olması, uygulama açısından bir çok zorluğu da beraberinde getirmektedir. Spekülasyona açık olan uyku ve uykuda bilgi işleme süreçleri konusunda, daha geniş ve kesin

bilgilere, uygun kuramsal temelden hareket eden ve deneysel düzeneği titiz olarak hazırlanmış olan çalışmalarla ulaşılabacaktır.

### Kaynaklar

- Anch, M.A., Browman, P.C., Mitler, M.M., & Walsh, K.J. (1988). *Sleep: A scientific perspective*. New Jersey: Prentice Hall, Engelwood Cliffs.
- Antrobus, J. (1983). Mental processes during sleep and waking. *Sleep Research*, 12, 25-27.
- Antrobus, J. (1991). Dreaming: Cognitive processes cortical activation and high afferent thresholds. *Psychological Review*, 98, 96-121.
- Arkin, J.S. ve ark. (1978). *The mind in sleep*. New York: Halsted Press.
- Aydın, H. (1994a). Yaşamımızın gizli kalmış kesiti: Uyku. *Bilim ve Teknik*, 317, 32-37.
- Aydın, H. (1994b). Uykuda uyanan hayallerimiz: Rüya. *Bilim ve Teknik*, 318, 22-28.
- Aydın, H., & Özgen, F. (1992). The effect of imipramine on REM: Paradoxical or paralell? *European Neuropsychopharmacology*, 2(3), 389-391.
- Barinaga, M. (1994). To sleep, perchance to... learn? New studies say yes. *Science*, 265, 603-606.
- Cai, Z.J. (1995). An integrative analysis to sleep functions. *Behavioral Brain Research*, 69, 187-194.
- Casagrande, M., Bertini, M., & Testa, P. (1995). Changes in cognitive asymmetries from waking to REM and NREM sleep. *Brain and Cognition*, 29(2), 180-186.
- Cicogna, P., Cavellero, C., & Bosinelli, M. (1991). Cognitive aspects of mental activity during sleep. *American Journal of Psychology*, 104(3), 413-425.
- Cotman, C.W., & McGaugh, J.L. (1979). *Behavioral neuroscience*. New York: Acedemic Press.
- Crick, F., & Mitchison, G. (1995). REM sleep and neural nets. *Behavioral Brain Research*, 69, 147-155.
- Datto, L. (1996). Sleep stages, memory and learning. *Canadian Medical Association Journal*, 154(8), 1193-1196.
- Drucker-Colin, R. (1995). The function of sleep is to regulate brain excitability in order the requirements imposed by waking. *Behavioral Brain Research*, 69, 117-124.
- Dushenko, T.W., & Serman, M.B. (1984). Hemisphere-specific deficits on cognitive/perceptual tasks following REM sleep deprivation. *International Journal of Neuroscience*, 25, 25-45.
- Empson, J. (1993). *Sleep and dreaming* (2nd. Ed.). Hovester-Wheatsheaf.
- Foote, S.L. ve ark. (1983). Nucleus locus ceruleus. New evidence of anatomical and physiological spencificity. *Physiological Review*, 63, 844.
- Gardner-Medwin, A.R., & Kaul, S. (1995). Possible mechanism for reducing memory confusion during sleep. *Behavioral Brain Research*, 69, 167-175.
- Guerrien, A., Dujardin, K., Mandai, O., & Lecomte, P. (1991). Improvement of memory by auditory-stimulation during REM sleep. *International Journal of Psychophysiology*, 11(1), 36-37.
- Guiditta ve ark. (1995). The sequential hypothesis of the function of sleep. *Behavioral Brain Research*, 69, 157-166.
- Hennevin, E., Hars, B., Maho, C., & Bloch, V. (1995). Processing, of learned information paradoxical sleep: Relevance for memory. *Behavioral Brain Research*, 69, 125-135.
- Hobson, J.A. (1990). Sleep and dreaming. *Journal of Neuroscience*, 10, 371-382.
- Jasper, H.H., & Tessier, J. (1971). Acetylcholine liberation from cerebral cortex during paradoxical (REM) sleep. *Science*, 172, 601.
- Karakaş, S. (1997). A descriptive framework for information processing: An integrative approach. *International Journal of Psychophysiology*, 26, 353-368.
- Kleitman, M. (1967). *Sleep and wakefulness*. The University of Chicago Press.
- Manica, M. (1995). One possible of sleep: To produce dreams. *Behavioral Brain Research*, 69, 203-206.
- Maquet, P. (1995). Sleep function(s) and cerebral metabolism. *Behavioral Brain Research*, 69, 75-83.
- Marks, A.G. ve ark. (1995). A functional role for REM sleep in brain maturation. *Behavioral Brain Research*, 69, 1-11.
- McCann, U.D. ve ark. (1992). Sleep deprivation and impaired cognition. Possible role of brain catecholamines. *Biological Psychiatry*, 31(11), 1082-1097.
- McFadden, D. (Ed.) (1980). *Neural mechanism in behavior*. New York: Springer-Verlag.
- Mendelson, W.B. (1993). Pharmacologic alteration of the perception of being awake or asleep. *Sleep*, 16(7), 641-646.
- Molinari, S., & Foulkes, D. (1969). Tonic and phasic events during sleep: Psychological correlates and implications. *Perceptual and Motor Skills*, 29, 343-368.

- Rechtschaffen, A., & Bergmann, B.M. (1995). Sleep deprivation in the rat by the disk-over-water method. *Behavioral Brain Research*, 69, 55-63.
- Serafetinides, E.A. (1993). Cerebral dominance, sleep and dream phenomena. *International Journal of Neuroscience*, 71, 63-70.
- Siegel, J.M. (1990). Mechanism of sleep control. *Journal of Clinical Neurophysiology*, 7, 49-65.
- Smith, C., & Wong, P.T.P. (1991). Paradoxical sleep increases predict successful learning in a complex operant task. *Behavioral Neuroscience*, 105(2), 282-288.
- Smith, C. (1995). Sleep states, memory processes and synaptic plasticity. *Behavioral Brain Research*, 78, 49-56.
- Snyder, S. (1980). *Biological aspects of mental disorders*. New York: Oxford University Press.
- Tobler, I. (1995). Is sleep fundamentally different between mammalian species? *Behavioral Brain Research*, 69, 35-41.