

# UYKU EVRELERİNİN SKORLANMASI

İlk kez 1968 yılında Rechtschaffen ve Kales'in (R&K) editörlüğünde, insan uykusu evrelerinin standart terminoloji, teknik ve skorlama el kitabı hazırlanmış ve yakın zamana kadar skorlamada bu kitaptan yararlanılmıştır. Buna göre sağlıklı bir kişide normal uykusu iki ana bölüm ve 5 evreden oluşmaktadır [1,2].

1. NonREM; 4 evreden oluşur.  
NonREM evre 1 ve 2 = Yüzeysel uykusu  
NonREM evre 3 ve 4 = Derin uykusu
2. REM = Paradoksal uykusu

2007 yılında AASM uykusu ve ilişkili olayların skorlanmasına ilişkin kurallar, terminoloji ve teknik özelliklere yönelik bir broşür yayınlamıştır. Günümüzde artık bu skorlama kriterleri esas olarak alınmaktadır. Buna göre artık derin uykusu evre 3 ve 4 olarak değil, sadece evre 3 olarak skorlanmaktadır, yani nonREM artık 4 değil 3 evreden oluşmakta ve toplam uykusu 4 evreye ayrılmaktadır: Uyanıklık (W), nonREM evre 1 (N1), nonREM evre 2 (N2), nonREM evre 3 (N3), REM (R) evreleri [3]. Tüm gece uykusunun %2-5'ini evre 1, %45-55'ini evre 2, %20-25'ini evre 3, %20-25'ini de REM oluşturur [1-6].

Uykusu evrelerini skorlayabilmek için PSG'de, en az üç EEG, sağ ve sol göz için birer EOG ve submental EMG kanalına ihtiyaç vardır [1-4].

Uykusu kaydında EEG sinyali alışıldığı gibi yukarı defleksiyon pozitif değil negatif olarak isimlendirilmektedir. Frekans terimi ise saniyedeki siklus sayısıdır. Her bir siklus seri tekrarlamadan önceki potansiyel değişikliklerin tümünü içerir. Amplitüd ise 0 noktasından ya da *baseline*'dan değil de dalganın tabanından tepesine kadar olan alanı ifade etmektedir. Uykunun değişik evrelerinde izlenen dalgaların özellikleri şöyledir [1-6].

Uykusu evreleri skorlanırken kaydın tümü sayfalarla bölünür, bu sayfaların her birine bir epok adı verilir, süresi genellikle 30 sn olarak alınır ve her epok ayrı ayrı skorlanır [4].

AASM'ye göre uykusu evreleri skorlanırken aşağıdaki kurallar geçerlidir (3).

1. Uykunun skorlanması, uykunun başlangıcından itibaren 30 saniyelik epoklarla yapılmalıdır.
2. Her epok ayrı ayrı evrelendirilmelidir.
3. Bir epokta iki ya da daha fazla uykusu evresi varsa, epokun çoğunluğunu oluşturan evre skorlanmalıdır.

## UYANIKLIK (W) (3)

### Belirteçler

**Alfa ritmi:** Frekansı 8-13 Hz arasında değişen ve oksipital bölgeden yayılan dalga şeklindedir. Gözler kapalı uyanıklıkta hakim dalga paternidir.

**Beta aktivitesi:** Frekansı 13 Hz'den fazla olan, daha çok frontal ve santral bölgelerden kaynaklanan dalga şeklindedir. Gözler açık uyanıklıkta hakim dalga paternidir. Trankilizan ve barbitürat kullananlarda daha fazla görülür.

**Göz kırpma:** Uyanıklıkta, gözler açık ya da kapalı iken görülen 0.5-2 Hz'lik karşılıklı vertikal göz hareketleridir.

**Okuma göz hareketleri:** Birbirinin tersi yönüne olan önce yavaş sonra hızlı fazlı göz hareketleridir.

Hızlı göz hareketleri (rapid eye movements=REM): Düzensiz, sert, keskin çıkışlı başlangıcı genellikle 500 msn.den kısa süren, ani göz hareketleridir. REM uykusunun belirticidir, ancak, gözlerin açık olduğu uyanıklıkta da kişi çevresini incelerken de görülebilir.

### Kurallar

I. Oksipital bölgeden alınan kaydın %50'sinden fazlası alfa ritmi gösteriyorsa, W olarak skorlanır.

II. Alfa ritmi belirgin değilken aşağıdakilerden biri varsa görülüyorsa, W olarak skorlanır

1. 0.5-2 Hz'lik göz kırpma
2. Okuma göz hareketi
3. Normal ya da yüksek kas tonüsü ile birlikte düzensiz hızlı göz hareketleri

### Notlar

1. Uyanıklık evresi aktif uyanık durumdan uykuya dalmak üzere olan duruma kadar bir dönemi içermektedir. Uykulu hal döneminin elektrofizyolojik ve psikofizyolojik belirteçleri uyanıklıkta olup evre 1'de de devam edebilir
2. Uyanıklık evresinde, gözler kapalı iken çoğu kişide alfa ritmi saptanır. Gözler açık durumda iken EEG paterninde hafif beta ve alfa aktivitesi görülür, alfa ritminin ritmikliği yoktur. Kişilerin %10'unda gözler kapalı uyanıklıkta, alfa ritmi görülmez, %10'unda

ise sınırlı alfa ritmi saptanır. Bu olgularda oksipital EEG aktivitesi, gözler açık ve kapalı durumdayken benzerdir.

3. Uyanıklıkta EOG'de 0.5-2 Hz'lik hızlı göz kırpmalar izlenebilir. Uykulu hal başladığında, göz kırpmaların sıklığı azalır, bunların yerini alfa ritmi ile beraber izlenen yavaş göz hareketleri alabilir. Gözler açıkken istemli hızlı göz hareketleri ya da okuma göz hareketleri izlenebilir.
4. Uyanıklıkta çene EMG'si amplitüdü değişkendir, ancak genellikle uyku evrelerindeki kadar yüksektir.

Şekil 1'de uyanıklık evresine ait PSG örneği görülmektedir.

### NONREM EVRE 1 (N1) [3]

#### Belirteçler

**Yavaş göz hareketleri (slow eye movements (SEM)):** En az 500 ms'nlik defleksiyonla başlayan düzenli, karşılıklı, sinüzoidal hareketlerdir.

**Düşük amplitüdü karışık frekanslı aktivite (teta aktivitesi):** En çok görülen uyku EEG dalgasıdır. Frekansı 4-7 Hz arasında değişir, amplitüdü için belirli sınırlar yoktur. Santral verteks bölgesinden kaynaklanır.

**Verteks keskin dalgaları (V dalgaları):** 0.5 sn'den kısa süreli, keskin kontürlü, en iyi santral bölgeden kaydedilen dalgalar ve arka plandaki aktiviteden kolaylıkla ayrılabilir.

**Uyku başlangıcı (sleep onset):** Uyanıklık dışındaki herhangi bir evrenin başladığı ilk epoktur. Genellikle N1'dir.

#### Kurallar

I. Alfa ritmi olan bir kişide, epokun %50'sinden fazlasında alfa ritminin yerini düşük amplitüdü, karışık frekanslı aktivite alıyorsa bu epok N1 olarak skorlanır.

II. Alfa ritmi olmayan bir kişide, aşağıdakilerden birinin başlaması durumunda N1 olarak skorlanır.

1. Bazal frekansın uyanıklık evresinden en az 1 Hz daha yüksek olacak şekilde yavaşlaması (yaklaşık 4-7Hz)
2. Verteks keskin dalgaları
3. Yavaş göz hareketleri

#### Notlar

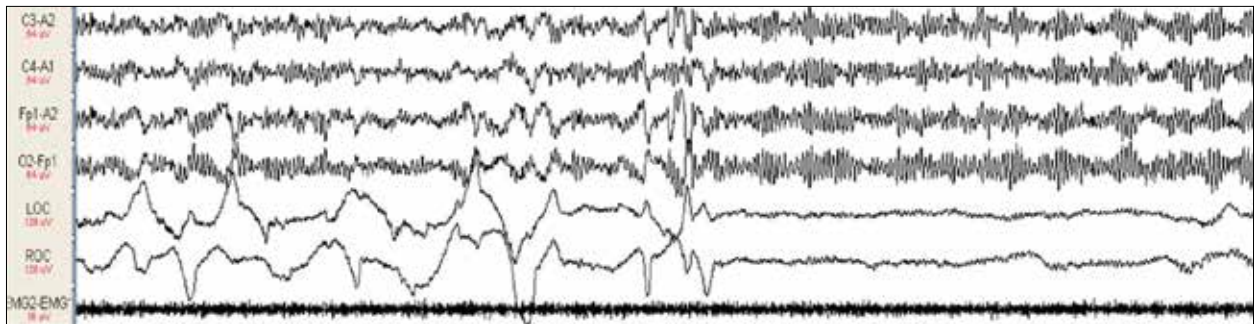
1. N1 evresinde verteks keskin dalgaları bulunabilir ama N1 evresini skorlamak için şart değildir
2. EOG'de, genellikle yavaş göz hareketleri izlenir ama N1 evresini skorlamak için şart değildir
3. N1 evresi boyunca çene EMG aktivitesi değişkendir ama genellikle amplitüdü uyanıklık evresine göre düşüktür

Şekil 2'de N1'e ait PSG örneği görülmektedir.

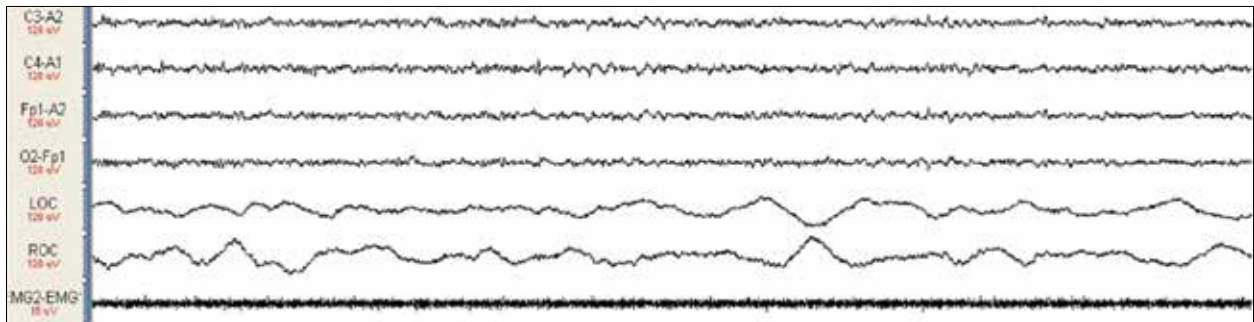
### NONREM EVRE 2(N2) [3]

#### Belirteçler

**K kompleksi:** Belirgin keskin negatif dalgayı takip eden bir pozitif komponentten oluşur. Toplam süresi 0.5 saniyeden uzundur ve en yüksek amplitüd frontal derivasyonlarda saptanır. Bir arousalun K kompleksine eşlik eden arousal kabul edilebilmesi için, arousalun K kompleksinin bitiminden sonra en fazla 1 saniye içinde gelişmiş olması gereklidir.



Şekil 1. Hızlı göz hareketleri ile birlikte alfa ritminin hakim olduğu uyanıklık PSG'si



Şekil 2. Yavaş göz hareketleri ile birlikte karışık frekanslı, düşük amplitüdü aktivitenin izlendiği N1 PSG'si

**Uyku içciği (sleep spindle):** Genellikle 12-14 Hz'lik (11-16 Hz), 0.5 saniye ya da daha uzun süren, en yüksek amplitüdün santral derivasyonlardan alındığı peşpeşe küçük dalgalardır.

#### Kurallar

I. Aşağıdaki kurallar N2'nin başlangıcını gösterir:

N2 skorlamaya başlayabilmek için, ya mevcut epoğun ilk yarısında ya da bir önceki epoğun ikinci yarısında aşağıdakilerden en az birinin olması

1. Arousal'ın eşlik etmediği bir ya da daha fazla K kompleksi
2. Bir ya da daha fazla uyku içciği

#### Notlar

1. Eğer K kompleksi veya uyku içciği yok ama arousal'la ilişkili K kompleksi varsa N1 olarak skorlamaya devam edilir.

II. N2'nin devamını sağlayan kurallar:

1. K kompleksi veya uyku içciği olmaksızın düşük amplitüdü, karışık frekanslı EEG aktivitesinin N2 olarak skorlanmaya devam edilebilmesi için arousal-sız K kompleksi veya uyku içciğinden önce olması gerekir.

III. N2'nin sonlanma kuralları:

1. Aşağıdakilerden en az birinin oluşmasında N2 sona erer
  - a. W evresine geçiş
  - b. Arousal (arousalla ilişkili olmayan K kompleksi ya da uyku içciği ortaya çıkana dek N1'e döner)
  - c. K kompleksi ya da uyku içciğinin olmadığı, düşük amplitüdü, karışık frekanslı EEG, yavaş

göz hareketlerinin takip ettiği büyük vücut hareketi (büyük vücut hareketi ile başlayan epok N1, yavaş göz hareketleri yoksa N2'dir),

- d. N3 evresine geçiş
- e. R evresine geçiş

#### Notlar

1. EOG'de genellikle N2'de göz hareketleri aktivitesi yoktur, ama bazen SEM'ler sürebilir
  2. N2 evresinde, EMG amplitüdü değişkendir, ama genellikle W'den düşük hatta R kadardır
- Şekil 3'de N2'e ait PSG örneği görülmektedir.

#### NONREM EVRE 3 (N3) [3]

#### Belirteçler

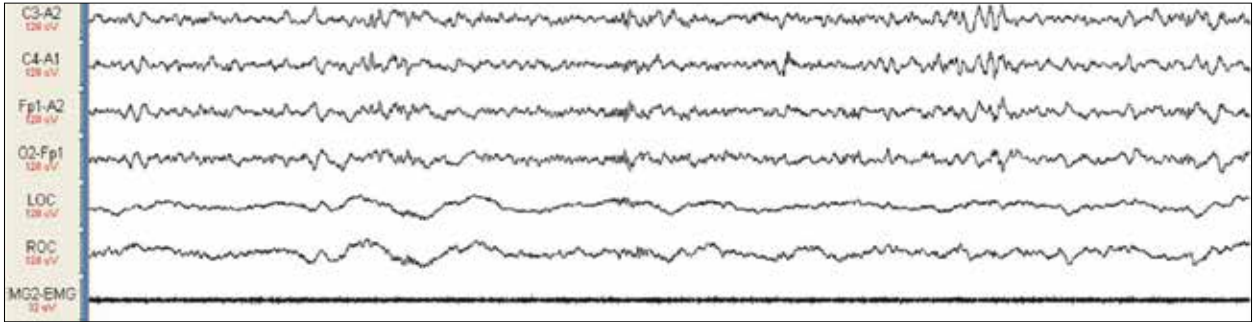
**Yavaş dalga aktivitesi:** Frontal bölgeden yapılan ölçümde en az 75 µV amplitüdü, 0.5-2 Hz frekansında dalgalardır.

#### Kurallar

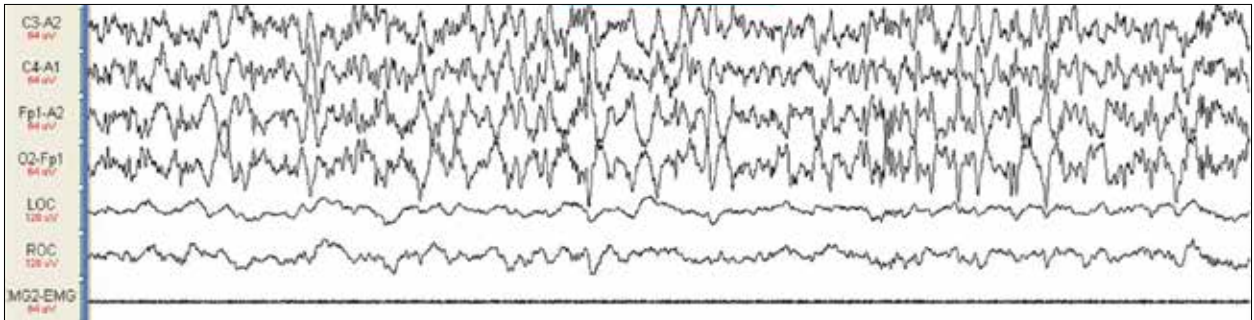
Yaşa bakılmaksızın epoğun %20 veya daha fazlasında yavaş dalga aktivitesi izleniyorsa N3 olarak skorlanır.

#### Notlar

1. N3'de, EEG'de uyku içcikleri devam edebilir,
  2. Göz hareketleri tipik olarak izlenmez,
  3. Çene EMG amplitüdü değişkendir, genellikle N2'den daha düşük hatta bazen REM kadar düşük olabilir.
- Şekil 4'de N3'e ait PSG örneği görülmektedir.



Şekil 3. Uyku içcikleri ve K komplekslerin olduğu N2 PSG örneği



Şekil 4. Delta dalgalarının hakim olduğu N3 PSG örneği

**REM (R) [3]****Belirteçler****Hızlı göz hareketleri (Rapid eye movements=REM):**

500 msn'den kısa süren defleksiyonla başlayan, karşılıklı, düzensiz, keskin çıkışlı göz hareketleridir.

**Düşük çene EMG tonüsü:** EMG aktivitesi genellikle bütün kaydın en düşük seviyesine sahiptir.

**Testere dişi dalgalar:** En yüksek amplitüdü santral bölgeden kaydedilen, 2-6 Hz'lik keskin kenarlı ya da üçgenimsi, inişli çıkışlı, testere dişi şeklinde dalgalarıdır. Her zaman olmasa da genellikle REM göz hareketlerine eşlik ederler.

**Geçici kas aktivitesi:** Zemindeki düşük EMG tonüsü üzerine süperpoze, genellikle 0.25 sn'den kısa süren, kısa, düzensiz EMG aktivitesi çıkışlarıdır. Çene ve bacak EMG'sinde olduğu kadar EEG ve EOG'de de izlenebilir. EOG'de izlenmesi, kranial sinir tarafından innerve edilen kasın aktivitesini göstermektedir. Bu aktivite en çok hızlı göz hareketleri ile beraber görülür.

**Kurallar**

I. R evresi aşağıdaki parametrelere göre skorlanır:

1. Düşük amplitüdü, karışık frekanslı EEG
2. Düşük çene EMG tonüsü
3. Hızlı göz hareketleri

II. R evresinin devam etme kuralları:

R evresini skorlamaya, hızlı göz hareketleri olmasa da, A maddesinde belirtilen özelliklere uyan bir ya da daha fazla epoklu R evresi sonrası devam ediyorsa, EEG'de K kompleksi ya da uyku içiği içermeyen karışık frekanslı düşük amplitüdü aktivite devam ediyorsa ve düşük EMG tonüsü söz konusu ise devam edilir

III. R evresini sonlandırma kuralları:

1. Aşağıdakilerden en az biri gerçekleştiğinde R evresi sonlandırılır:
  - a. Uyanıklık ya da N3'e geçilmesi
  - b. N1 kriterlerine uyacak şekilde EMG tonüsünün R evresine göre artması
  - c. Arousal oluşması ve bunu düşük amplitüdü, karışık frekanslı EEG ve yavaş göz hareketlerinin takip etmesi (N1 olarak skorlanır ama eğer yavaş göz hareketleri yoksa ve EMG tonüsü düşükse R evresi olarak devam edilir).

d. Büyük vücut hareketi ve bunu takiben yavaş göz hareketleri ve K kompleksi, uyku içiği içermeyen, düşük amplitüdü karışık frekanslı EEG izleniyorsa, vücut hareketi sonrası N1 olarak skorlanır. Eğer yavaş göz hareketi yoksa ve EMG düşük tonüste ise, R evresi olarak skorlamaya devam edilir.

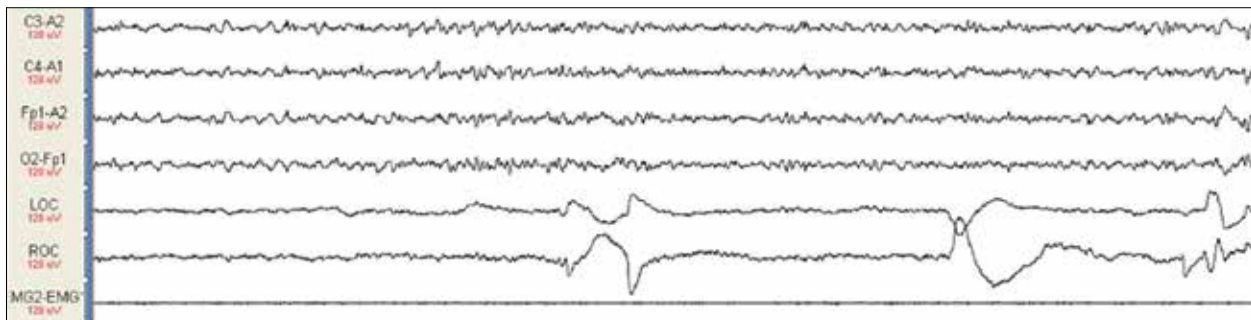
e. Epoğun ilk yarısında bir ya da daha fazla K kompleksi veya uyku içiği varsa, hızlı göz hareketleri yoksa EMG'de düşük tonüs olsa bile, N2 olarak skorlanır

IV. Aşağıdaki durumlarda epok N2 ile R evresi geçişi olarak skorlanır

1. N2 ve R evresi olduğu kesin olan iki evre arasında kalan epok, çene EMG'sinin R evresindeki kadar düşmesi ile hızlı göz hareketi olmasa da aşağıdaki kriterlere uyuyorsa R olarak skorlanır.
  - a. Arousalla ilişkisiz K kompleksi yoksa
  - b. Uyku içiği yoksa
2. N2 ve R evresi olduğu kesin olan iki evre arasında kalan epok, çene EMG'sinin R evresindeki kadar düşmesine rağmen aşağıdaki kriterlere uyuyorsa N2 olarak skorlanır.
  - a. Arousalla ilişkisiz K kompleksi ya da uyku içiği varsa
  - b. Hızlı göz hareketi yoksa
3. Minimal çene EMG tonüsü olan N2 olduğu kesin olan epokla çene EMG tonüsünde daha fazla düşüş olmasa da R evresi olduğu kesin olan epok aşağıdaki kriterlere uyuyorsa hızlı göz hareketleri olmasa da R evresi olarak skorlanır.
  - a. Arousalla ilişkisiz K kompleksi yoksa
  - b. Uyku içiği yoksa

**Notlar**

1. R'deki düşük amplitüd, karışık frekanslı aktivite N1'e benzer. Bazı kişilerde alfa aktivitesi N1'den çok R'de izlenir. R'deki alfa aktivitesi uyanıklığa göre 1-2 Hz daha yavaştır.
2. Testere dişi paterni ve geçici kas aktivitesi varlığı şüpheli durumlarda R evresini skorlamaya yardımcı olur, ikisi de R'de bulunabilirler ama şart değildir
3. Özellikle gecenin ilk R epizotunda, hızlı göz hareketlerinin varlığında araya serpiştirilmiş şekilde K komp-



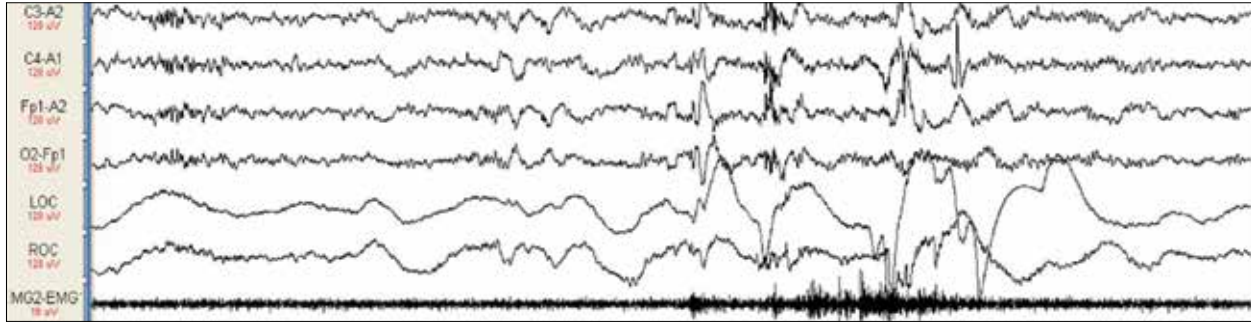
**Şekil 5.** Hızlı göz hareketleri, karışık frekanslı ve düşük amplitüdü EEG aktivitesi ile beraber en düşük çene EMG tonüsünün izlendiği REM evresi PSG örneği



**Tablo 1.** Uyku evrelerinin elektrofizyolojik belirteçleri

UYKU EVRESİ	BELİRTEÇLER		
	EEG	EOG	EMG (çene)
Uyanık (W)	Gözler kapalı: alfa ritmi (8-13Hz) Gözler açık: düşük amplitüdüli karışık	Yavaş veya hızlı istemli göz hareketleri ya da göz kırpmaları	Nispeten yüksek voltajda aktivite izlenir
NonREM Evre 1 (N1)	Nispeten düşük amplitüdüli karışık frekanslı aktivite Teta aktivitesi Gecenin başlangıcında verteks dalgaları	Yavaş göz hareketleri (SEM) (genellikle gecenin başlangıcında)	Uyanıklığa göre düşük aktivite
NonREM Evre 2 (N2)	Düşük amplitüdüli karışık frekanslı aktivite Uyku içicikleri ve K kompleksleri	Yer yer EEG dalgalarının yansımaları	Kısmen düşük aktivite
NonREM Evre 3 (N3)	Yüksek (>75 µV) amplitüdüli, düşük frekanslı (0.5-2 Hz) delta dalgaları	Yer yer EEG dalgalarının yansımaları	Kısmen düşük aktivite
REM	Düşük amplitüdüli karışık frekanslı aktivite 2-6 Hz'lik keskin kenarlı testere dişi dalgaları	Hızlı göz hareketleri (REM)	Tüm kaydın en düşük seviyesinde aktivite Geçici kas aktiviteleri

EEG: elektroensefalogram, EOG: elektrookülogram, EMG: elektromiyogram

**Şekil 6.** N2'de EEG'de alfa aruosalla birlikte EMG'de (çene) amplitüd artışı izleniyor

leksis ve uyku içicigi izlenebilir. Ancak hızlı göz hareketleri yokluğunda K kompleksi ve uyku içicigi varsa sadece düşük EMG söz konusu ise R değil N2 olarak skorlanmalıdır.

Şekil 5'de REM evresine ait PSG örneği görülmektedir.

Tablo 1'de uyku evrelerinin elektrofizyolojik belirteçleri görülmektedir.

### BÜYÜK VÜCUT HAREKETİ [3]

#### Belirteçler

Büyük vücut hareketi: Epoğun yarısından fazlasında EEG'yi karmaşıklaştıran ve uyku evresinin anlaşılmasını engelleyen hareket ya da kas artefaktıdır.

#### Kurallar

Aşağıdakilerin varlığı durumunda epok büyük vücut hareketi olarak skorlanır.

1. Epoğun bir kısmında alfa ritmi varsa, bu süre 15 sn'den az da olsa epok W olarak skorlanır.
2. Alfa ritmi belirgin olmasa bile büyük vücut hareketi öncesi ya da sonrasındaki epok uyanıklık kriterlerine uyuyorsa W olarak skorlanır.

3. Diğer durumlarda, epok devam eden epokla aynı evre olarak skorlanır.

### AROUSAL [1,3]

Uyku sırasında, daha yüzeysel bir uyku evresine ya da uyanıklık durumuna ani geçişlerdir. N1, N2, N3 ya da R'de arousal skorlamak için, EEG frekansında değişiklik, yani alfa, teta ve/veya 16 Hz'den daha yüksek frekansa en az 3 sn süren geçişler olması ve öncesinde en az 10 sn'lik stabil uyku olması gereklidir. R evresinde arousal skorlamak için çene EMG'sinde en az 1 sn süren yükselme gereklidir.

#### Notlar:

1. Arousal hem oksipital hem de santral derivasyonlardan skorlanmalıdır
2. Arousal skorlama için solunumsal olaylar ya da ilave EEG'den yardım alınabilir
3. İkinci bir arousal skorlayabilmek için ilkinden sonra en az 10 saniye geçmiş olmalıdır.
4. NREM'de arousal skorlamak için eşlik eden EMG aktivitesinde artış görülmesi şart değildir.
5. Tek başına EMG aktivitesindeki değişiklikler göz önüne alınarak arousal skorlanamaz.

6. En az bir derivasyonda EEG frekansında çift olmaksızın artefakt, K kompleksi veya delta dalgası arousal olarak skorlanamaz.

Şekil 6'da arousal örneği görülmektedir.

#### KAYNAKLAR

1. Rechtschaffen A, Kales A (eds). A manual of standardized terminology, techniques, and scoring system for sleep stages of human subjects. 3rd ed. Los Angeles: Brain Research Institute, 1973:1-13.
2. Köktürk O. Uykunun izlenmesi (1). Normal uyku. Tüberküloz ve Toraks 1999;47:372-80.
3. American Academia of Sleep Medicine. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events. Rules, terminology and technical specifications. Sleep 2007.
4. Carskadon MA, Rechtschaffen A. Monitoring and staging human sleep. In: Kryger MH, Roth T, Dement WC, eds. Principles and Practice of Sleep Medicine. 4th ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 2005:1359-77. **[CrossRef]**
5. Pressman MR. Evaluating sleep stages. In: Primer of polysomnogram interpretation. Pressman MR (ed). Philadelphia: Butterworth-Heinemann; 2002:17-46.
6. Geyer JD, Payne TA, Carney PR, et al. Technical introduction. In: Atlas of Digital polysomnography. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2000: 1-10.