

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOKUNSAI UYARANLARA BEYİN YANITLARI:
ELEKTROENSEFALOGRAFİ VE BİSPEKTRAL
İNDEKS SİSTEMİ İŞİĞİNDA YENİDEN
İNCELEME**

GONCA İNANÇ

**BİYOFİZİK
DOKTORA TEZİ**

İZMİR-2019

DEU.HSI.PhD-2012970012

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**DOKUNSAI UYARANLARA BEYİN YANITLARI:
ELEKTROENSEFALOGRAFİ VE BİSPEKTRAL
İNDEKS SİSTEMİ IŞIĞINDA YENİDEN
İNCELEME**

**BİYOFİZİK
DOKTORA TEZİ**

GONCA İNANÇ

Danışman Öğretim Üyesi: Prof. Dr. Adile (ÖNİZ) ÖZGÖREN

DEU.HSI.PhD-2012970012

Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Biyofizik Anabilim Dalı, Biyofizik Doktora programı öğrencisi Gonca İnanc "Dokunsal Uyarılara Beyin Yanıtları: Elektroensefalografi ve Bispektral İndeks Sistemi Işığında Yeniden İnceleme" konulu Doktora tezini 06.09.2019 tarihinde başarılı olarak tamamlamıştır.

Prof. Dr. Adile (ÖNİZ) ÖZGÖREN

BAŞKAN

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi

Biyofizik AD



Prof. Dr. Murat ÖZGÖREN

ÜYE

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Biyofizik AD

Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ

ÜYE

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizyoloji AD



Prof. Dr. Ersin Oğuz KOYLU

ÜYE

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Fizyoloji AD

Prof. Dr. Bilge KARAÇALI

ÜYE

İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü
Elektrik ve Elektronik Mühendisliği
Bölümü

Prof. Dr. İbrahim ÖZTURA

YEDEK ÜYE

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Nöroloji AD

Prof. Dr. Hasan TEKGÜL

YEDEK ÜYE

Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları AD

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER.....	i
TABLOLAR DİZİNİ	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
KISALTMALAR	xviii
TEŞEKKÜR	xix
ÖZET	1
ABSTRACT	2
1. GİRİŞ VE AMAÇ	3
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1. Uyku ve Evreleri.....	4
2.2. Uyku Uyanıklık Döngüsü.....	7
2.3. Beyinde Ölçüm Yaklaşımları	8
2.3.1. Elektroensefalografi (EEG)	8
2.3.2. Bispektral İndeks Sistemi (BİS).....	9
2.4. Uykuda Bilişsel İşlevler	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	11
3.1. Araştırmanın Tipi.....	11
3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı.....	11
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi	13
3.4. Çalışma Materyali	13
3.5. Araştırmanın Değişkenleri	14
3.6. Veri Toplama Araçları.....	14
3.6.1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler.....	14
3.6.2. Kayıt Sistemi	16
3.6.3. Uyaranların Uygulanması ve Özellikleri.....	18
3.7. Araştırmanın Planı ve Takvimi.....	20
3.8. Verilerin Değerlendirilmesi	21
3.8.1. Elektroensefalografi Kayıtlarına Ait Verilerin Analizleri	21
3.8.2. Bispektral İndeks Sistemi Kayıtlarına Ait Verilerin Analizleri.....	22
3.8.3. İstatistiksel Analizler.....	22

3.9. Etik Kurul Onayı.....	23
4. BULGULAR	24
4.1. Klasik Uyku Evrelerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları	24
4.1.1. P50 Yanıt Bileşeni	26
4.1.2. N100 Yanıt Bileşeni.....	40
4.1.3. P200 Yanıt Bileşeni.....	49
4.1.4. N300 Yanıt Bileşeni.....	59
4.1.5. P450 Yanıt Bileşeni.....	68
4.1.6. N550 Yanıt Bileşeni.....	72
4.1.7. P900 Yanıt Bileşeni.....	81
4.1.8. Ngeç Yanıt Bileşeni.....	86
4.2. Yüzeyel ve Derin Uyku Evrelerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları	91
4.2.1. P50 Yanıt Bileşeni	92
4.2.2. N100 Yanıt Bileşeni.....	95
4.2.3. P200 Yanıt Bileşeni.....	99
4.2.4. N300 Yanıt Bileşeni.....	106
4.2.5. P450 Yanıt Bileşeni.....	111
4.2.6. N550 Yanıt Bileşeni.....	117
4.2.7. P900 Yanıt Bileşeni.....	118
4.2.8. Ngeç Yanıt Bileşeni.....	121
4.3. BİS Dönemlerine Göre Uykuda Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları	125
4.3.1. P50 Yanıt Bileşeni	126
4.3.2. N100 Yanıt Bileşeni.....	131
4.3.3. P200 Yanıt Bileşeni.....	133
4.3.4. N300 Yanıt Bileşeni.....	140
4.3.5. P450 Yanıt Bileşeni.....	146
4.3.6. N550 Yanıt Bileşeni.....	149
4.3.7. P900 Yanıt Bileşeni.....	153
4.3.8. Ngeç Yanıt Bileşeni.....	158
4.4. Yüksek ve Düşük BİS Dönemlerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları	164

4.4.1. P50 Yanıt Bileşeni	166
4.4.2. N100 Yanıt Bileşeni.....	173
4.4.3. P200 Yanıt Bileşeni.....	176
4.4.4. N300 Yanıt Bileşeni.....	181
4.4.5. P450 Yanıt Bileşeni.....	185
4.4.6. N550 Yanıt Bileşeni.....	188
4.4.7. P900 Yanıt Bileşeni.....	190
4.4.8. Ngeç Yanıt Bileşeni.....	194
4.5. Klasik Uyku Evreleri ve BİS Dönemlerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyellerinin Karşılaştırılması	198
5. TARTIŞMA	200
5.1. Uyku Evrelerinde Elektrofizyolojik Beyin Yanıtları	200
5.1.1. P50 Yanıt Bileşeni	200
5.1.2. N100 Yanıt Bileşeni.....	201
5.1.3. P200 Yanıt Bileşeni.....	201
5.1.4. N300 Yanıt Bileşeni.....	201
5.1.5. P450 Yanıt Bileşeni.....	202
5.1.6. N550 Yanıt Bileşeni.....	203
5.1.7. P900 Yanıt Bileşeni.....	203
5.1.8. Ngeç Yanıt Bileşeni.....	204
5.2. Uykuda Topolojik Olarak Beyin Yanıtları	204
5.3. Klasik Uyku Evreleri ve BİS Dönemleri Arasındaki İlişki.....	206
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	207
7. KAYNAKLAR	208
8. EKLER	214
Ek 1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler	214
Ek 1.1. Aydınlatılmış Onam Formu.....	214
Ek 1.2. Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi	216
Ek 1.3. Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R).....	219
Ek 1.4. Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1).....	222
Ek 1.5. Edinburgh El Tercihi Anketi	223
Ek 1.6. Epworth Uyku Skalası	224

Ek 1.7. Kayıt Bilgi Formu.....	225
Ek 2. Etik Kurul Rapor	226
Ek 3. Arbis Formatında Özgeçmiş.....	230
Ek 4. Tez Projesi ile İlişkili Yayın ve Bildiriler	235



TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Uyku evrelerinin özellikleri	6
Tablo 2. NREM ve REM dönemlerinde meydana gelen değişiklikler	8
Tablo 3. Ortalama Uyku Süreleri.....	24
Tablo 4. Yüzeyel uyku ile yüksek BİS ve derin uyku ile düşük BİS dönemlerinin karşılaştırılması	199



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. İzole uyku kayıt laboratuvarı ve uyku kaydı için hazırlanmış katılımcı.....	12
Şekil 2. EEG kaydı sırasında kullanılan malzemeler.....	14
Şekil 3. Uyku kayıt sistemi	17
Şekil 4. Pnömatik uyarıcı ünitesi	18
Şekil 5. SEP paradigmasında uyaranların uygulanma dizilimi	19
Şekil 6. Uyku evrelerinde SEP	25
Şekil 7. Uyku evrelerinde 21 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi	26
Şekil 8. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri.	27
Şekil 9. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	28
Şekil 10. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin bölgelerde evrelere göre ortaya çıkma süreleri	29
Şekil 11. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin evrelerde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	30
Şekil 12. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	31
Şekil 13. P50 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi.....	32
Şekil 14. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	33
Şekil 15. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	33
Şekil 16. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	34
Şekil 17. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	35
Şekil 18. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre değişimi	36
Şekil 19. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	37

Şekil 20. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelere göre hemisferlerde değişimi.....	39
Şekil 21. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre hemisferlerde değişimi.....	39
Şekil 22. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri.	40
Şekil 23. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	41
Şekil 24. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelerde evrelere göre ortaya çıkma süreleri	42
Şekil 25. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin evrelerde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	43
Şekil 26. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	44
Şekil 27. N100 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi.....	45
Şekil 28. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	45
Şekil 29. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	46
Şekil 30. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	47
Şekil 31. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	48
Şekil 32. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	49
Şekil 33. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri	50
Şekil 34. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri.	51
Şekil 35. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri..	51

Şekil 36. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	53
Şekil 37. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	54
Şekil 38. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	54
Şekil 39. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre değişimi	55
Şekil 40. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	56
Şekil 41. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelere göre hemisferlerde değişimi.....	58
Şekil 42. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre hemisferlerde değişimi.....	59
Şekil 43. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	60
Şekil 44. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	61
Şekil 45. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre evrelerde ortaya çıkma süreleri	62
Şekil 46. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin evrelere göre bölgelerde ortaya çıkma süreleri	63
Şekil 47. N300 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi.....	64
Şekil 48. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	64
Şekil 49. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	65
Şekil 50. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	66
Şekil 51. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	67

Şekil 52. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	68
Şekil 53. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri	69
Şekil 54. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	70
Şekil 55. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	70
Şekil 56. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	71
Şekil 57. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	73
Şekil 58. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre evrelerde ortaya çıkma süreleri	75
Şekil 59. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin evrelere göre bölgelerde ortaya çıkma süreleri	75
Şekil 60. N550 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi.....	76
Şekil 61. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	77
Şekil 62. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	77
Şekil 63. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	79
Şekil 64. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	80
Şekil 65. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	81
Şekil 66. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	82
Şekil 67. P900 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi.	83
Şekil 68. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	83

Şekil 69. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	84
Şekil 70. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	85
Şekil 71. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	86
Şekil 72. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri	87
Şekil 73. Ngeç yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi	88
Şekil 74. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	88
Şekil 75. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	89
Şekil 76. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi.....	90
Şekil 77. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi.....	91
Şekil 78. Yüzeyel ve derin uyku evrelerinde 21 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi	92
Şekil 79. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	93
Şekil 80. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	94
Şekil 81. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi.....	95
Şekil 82. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	96
Şekil 83. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri	96
Şekil 84. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri.....	97

Şekil 85. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	98
Şekil 86. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	99
Şekil 87. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	100
Şekil 88. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri	101
Şekil 89. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri.....	102
Şekil 90. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	103
Şekil 91. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi	104
Şekil 92. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri	104
Şekil 93. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi .	106
Şekil 94. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	106
Şekil 95. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri.	107
Şekil 96. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri	108
Şekil 97. N300 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde değişimi	109
Şekil 98. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	110
Şekil 99. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	110
Şekil 100. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri.....	111

Şekil 101. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin yüzeyel ve derin uykuda ortaya çıkma süreleri.....	112
Şekil 102. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri.....	113
Şekil 103. P450 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde değişimi	114
Şekil 104. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	115
Şekil 105. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	115
Şekil 106. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi	116
Şekil 107. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi	117
Şekil 108. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	118
Şekil 109. P900 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde değişimi	119
Şekil 110. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	120
Şekil 111. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	120
Şekil 112. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde ortaya çıkma süreleri	121
Şekil 113. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerine göre değişimi	122
Şekil 114. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	123
Şekil 115. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi	124
Şekil 116. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi	124

Şekil 117. BİS dönemlerinde 15 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi	125
Şekil 118. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	127
Şekil 119. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	127
Şekil 120. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	129
Şekil 121. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemleriXHemisfer etkileşimine göre değişimi	130
Şekil 122. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	131
Şekil 123. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	132
Şekil 124. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	133
Şekil 125. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri.....	134
Şekil 126. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri	135
Şekil 127. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri.....	136
Şekil 128. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	137
Şekil 129. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	137
Şekil 130. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi	139
Şekil 131. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	140
Şekil 132. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi.....	141

Şekil 133. BİS dönemlerinde ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	142
Şekil 134. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	142
Şekil 135. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi	144
Şekil 136. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	144
Şekil 137. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	146
Şekil 138. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri.....	147
Şekil 139. BİS dönemlerinde ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	148
Şekil 140. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri.....	149
Şekil 141. Ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi.....	150
Şekil 142. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi	152
Şekil 143. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	152
Şekil 144. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri.....	153
Şekil 145. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri.....	155
Şekil 146. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri.....	155
Şekil 147. Uykuda ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi.....	156
Şekil 148. BİS dönemlerinde ağrısız dokusal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	157

Şekil 149. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	157
Şekil 150. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi.....	159
Şekil 151. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi.....	159
Şekil 152. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi.....	160
Şekil 153. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi	162
Şekil 154. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	162
Şekil 155. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemleriXHemisfer etkileşimine göre değişimi	163
Şekil 156. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde 15 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi	165
Şekil 157. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	168
Şekil 158. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	168
Şekil 159. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	169
Şekil 160. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri	170
Şekil 161. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	171
Şekil 162. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi.....	172
Şekil 163. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi.....	173

Şekil 164. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	175
Şekil 165. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	176
Şekil 166. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	177
Şekil 167. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri	178
Şekil 168. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	179
Şekil 169. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi.....	180
Şekil 170. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi.....	180
Şekil 171. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi	181
Şekil 172. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	182
Şekil 173. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi	183
Şekil 174. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	184
Şekil 175. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi	185
Şekil 176. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi	186

Şekil 177. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	187
Şekil 178. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri	188
Şekil 179. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi	189
Şekil 180. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi	190
Şekil 181. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi	191
Şekil 182. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	192
Şekil 183. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi	192
Şekil 184. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi	193
Şekil 185. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	194
Şekil 186. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi	195
Şekil 187. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi	196
Şekil 188. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi	197
Şekil 189. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi	197

KISALTMALAR

AASM: Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi (American Academy of Sleep Medicine)

BİS: Bispektral İndeks Sistemi

cm: santimetre

EEG: Elektroensefalografi

EMG: Elektromiyografi

EMİSU: Embedded Microcontroller Stimulation Unit (Gömülümikrokontrollü uyarı ünitesi)

EOG: Elektrookülografi

ISI: Uyarılar arası süre (inter stimulus interval)

ms: Milisaniye

µV: Mikrovolt

NREM: Non REM (REM olmayan uyku)

PSG: Polisomnografi

PUKİ: Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi

REM: Hızlı göz hareketleri (Rapid eye movements)

SEP: Dokunsal uyarılma potansiyeli (Somatosensory evoked potentials)

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim ve bu araştırmanın her aşamasında yaptıkları değerli katkılar için danışman hocam Prof. Dr. Adile (Öniz) ÖZGÖREN'e ve Prof. Dr. Murat ÖZGÖREN'e, Teorik desteği ve bilgi paylaşımı için hocam Prof. Dr. Cem Şeref BEDİZ'e,

Daima yanımda oldukları ve bana destek verdikleri için çalışma arkadaşlarım Dr. Öğr.Üyesi Çağdaş GÜDÜCÜ'ye, Araş. Gör. Serhat TAŞLICA'ya, Araş. Gör. Emre ESKİCİOĞLU'na, Öğr. Gör. Ruha Uğraş ERDOĞAN'a, Öğr. Gör. İpek ERGÖNÜL'e, Aşkın KİRENLİ'ye, Güliz AKIN'a, Gizem DÜŞMEZ'e,

Her zaman beni destekleyen ve çalışmalarım esnasında hayatımı kolaylaştıran Deniz DEMİR FİDAN'a, Harun AKSOY'a ve Sezayir CAN'a,

Sonsuz sevgileri, güvenleri, emekleri ve destekleri için annem Perihan İNANÇ'a, babam Hüseyin İNANÇ'a ve kardeşlerim Eray Mustafa İNANÇ ve Dilce İNANÇ'a

Sonsuz teşekkür ederim.

**DOKUNSA L UYARANLARA BEYİN YANITLARI:
ELEKTROENSEFALOGRAFİ VE BİSPEKTRAL İNDEKS SİSTEMİ İŞİĞİNDA
YENİDEN İNCELEME**

Gonca İnanç

Dokuz Eylöl Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Dokuz Eylöl Üniversitesi Tıp Faköltesi Biyofizik AD, 35340, Balçova, İZMİR

gonca.inanc@gmail.com

ÖZET

Amaç: Bu araştırmada, klasik skorlama yönteminin yanı sıra BİS'i kullanarak uykunun farklı evrelerinde ve beynin farklı bölümlerinde ağrısız dokunsal uyararlara karşı oluşan beyin yanıtlarının incelenmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Araştırmada 21 sağlıklı gönüllü bireyin uyku verileri kullanılmıştır (20-29 yaş arası, yaş ort:22,90±2,1yıl;10 erkek). Ağrısız dokunsal uyararlara karşı oluşan beyin yanıtlarını incelemek için eş zamanlı elektroensefalografi ve Bispektral İndeks sistemi ile kayıt alınmıştır. Uyku evrelerinin belirlenmesinde klasik skorlama sistemi ve BİS sistemi kullanılmıştır. Ağrısız dokunsal uyararlara karşı oluşan beyin yanıtları incelenmiştir.

Bulgular: Ağrısız dokunsal uyararlara karşı P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıktığı saptandı. BİS'i kullanarak uyku süreci klasik evrelere göre daha fazla alt dönemde incelenebildi. Klasik uyku evreleri ile BİS arasında tüm ölçüm bölgelerinde yüksek korelasyon bulundu.

Sonuç: Bu çalışma duysal işlemlenin uyku sırasında da devam ettiğini gösteren ilk çalışmadır. Bu çalışma, BİS'in EEG ile birlikte kullanılarak, uykuda ağrısız dokunsal uyararlara karşı oluşan beyin yanıtlarının incelendiği ilk çalışmadır. Uykuda uyarana karşı oluşan beyin yanıtlarının klasik uyku evrelerinde ve BİS dönemlerinde birbiri ile uyumlu olduğu görölmüştür.

Anahtar Sözcükler: Uyku, Elektrofizyoloji, Ağrısız Dokunsal Uyarılma Potansiyeli, Bispektral İndeks Sistemi

BRAIN RESPONSES TO TACTILE STIMULI: RE-EXAMINATION IN THE LIGHT OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY AND BISPECTRAL INDEX SYSTEM

Gonca İnanç

Dokuz Eylül Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik AD, 35340, Balçova, İZMİR

gonca.inanc@gmail.com

ABSTRACT

Objective: The aim of this study was to investigate the brain responses to non-painful tactile stimuli in different sleep stages and in different region of the brain using the classical scoring methods as well as the BIS.

Methods: Sleep data of 21 subjects were used in the study. Simultaneous electroencephalography and Bispektral Index system were used to record brain responses to non-painful tactile stimuli. Classical scoring system and BIS system were used to determinate the sleep stages. Brain responses to non-painful tactile stimuli were examined.

Results: P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900, and N_{late} components were detected against non-painful tactile stimuli. Using the BIS, the sleep process could be examined in more sub-periods than the classical stages. A high correlation was found between classical sleep stages and BIS in all measurement regions.

Conclusion: This is the first study to show that sensory processing continues during sleep. This is the first study to evaluate brain responses to non-painful tactile stimuli during sleep by using BIS and EEG. In sleep, brain responses to the stimulus were found to be compatible with each other during classical sleep and BIS periods.

Key Words: Sleep, Electrophysiology, Non-painful Tactile Evoked Potential, Bispektral Index System

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Uyku süreci beynin en karmaşık durumlarından biridir. Uykuda yapılan beyin araştırmalarında bazı sınırlılıklar vardır. Uyku ayrıca dış uyaranların işlenişinin değiştiği geri döndürülebilir bir bilinç durumudur.

Uyku araştırmalarında kullanılan klasik skorlama sistemi ile elde edilen makro durumların yanı sıra, Bispektral İndeks sistemi (BİS) gibi yüksek zamansal çözünürlüğe sahip sistemler ile mikro durumlar daha ayrıntılı incelenebilmektedir. Böylece kendi içinde değişken bir yapıya sahip olan uyku sürecini daha net anlamak ve açıklamak mümkün olmaktadır.

Bu araştırmada, klasik skorlama yönteminin yanı sıra, objektif bir yöntem olan BİS'i kullanarak uykunun farklı evrelerinde ve beynin farklı bölümlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan yanıt bileşenlerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu araştırma yetişkinlerde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının iki farklı elektrofizyoloji temelli yöntemle incelendiği tek araştırmadır.

Araştırmada Yanıtlanması Beklenen Sorular:

S1: Uykunun farklı dönemlerinde dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları farklı mıdır?

S2: Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları topolojik olarak farklılık gösterir mi?

S3: Klasik skorlama sistemi ve BİS ile ayrı ayrı incelenen beyin yanıtları arasında bir korelasyon var mıdır?

Araştırmanın Hipotezleri:

H1: Uyku evrelerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının ortaya çıkış zamanları ve genlikleri arasında farklılık bulunmaktadır.

H2: Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının ortaya çıkma zamanı ve genlikleri arasında ölçüm bölgelerine göre farklılıklar bulunmaktadır.

H3: Klasik skorlama sistemi ve BİS ile ayrı ayrı incelenen beyin yanıtları arasında korelasyon vardır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Uyku ve Evreleri

Robert MacNish tarafından 1834'te yayınlanan kitapta uyku, ölüm ile uyanıklık arasındaki bir dönem olarak tanımlanmış ve uykunun pasif bir süreç olduğu düşünülmüştür. Legendre ve Pieron tarafından 1907 yılında köpekler ile yapılan bir çalışmada, uykusuz bırakılan köpeklerin serumu uykudan yeni uyanmış köpeklere verilmiş ve bu köpeklerin yeniden uykuya daldığı görülmüştür. Bu çalışma sonucunda kanda bulunan bir maddenin uykunun başlamasından sorumlu olduğu iddia edilmiştir (1). İnsanda ilk kez uykuda elektroensefalografi kaydı Berger tarafından yapılmış ve uyku-uyanıklık sürecinde farklı beyin aktivitelerinin olduğu ortaya konmuştur. Uzun yıllar süren çalışmalardan sonra Nathaniel Kleitman ve Aserinsky tarafından çocuklarda ilk kez uzun süreli elektrookülografi kaydı alınmış ve önce çocuklarda sonra da yetişkinlerde yavaş ve hızlı göz küresi hareketlerinin olduğu ortaya konulmuştur. Araştırmacılar bu durum için iki farklı açıklama yapmışlardır. Birinci açıklama hızlı göz küresi hareketleri, kalp ritmi ve solunumda düzensizlikler olduğunda ortaya çıktığı için bunların uykunun yüzeyel dönemiyle ilişkili olduğu yönündeyken, ikinci açıklama ise hızlı göz küresi hareketlerinin rüyalarla ilişkili olduğu yönündedir. Daha sonra yaptıkları çalışmalar ile hızlı göz küresi hareketlerinin rüyalar görüldüğü sırada olduğunu ilk kez göstermişlerdir. Dement ve Kleitman 1959 yılında insanlarda tüm gece uykusunu kayıt ederek ilk kez uykunun 90-120 dakikalık dönemlerden oluştuğunu, uykunun önce derinleştiğini sonra yüzeyelleştiğini, yüzeyelleşme sırasında hızlı göz küresi hareketlerinin ortaya çıktığını ve ardından tekrar uykunun derinleştiğini bildirmişlerdir. Bu çalışmalar sırasında ayrıca gecenin ilk yarısında derin uykunun daha yoğun, ikinci yarısında ise REM uykunun daha yoğun olduğunu bildirmişlerdir (2).

Uyku iki temel dönemden oluşmaktadır. Bunlar hızlı göz hareketlerinin olduğu REM (Rapid Eye Movements) ve hızlı göz hareketlerinin olmadığı NREM (Non Rapid Eye Movements, Non-REM) dir. NREM giderek derinleşen üç evreden oluşmaktadır. Bunlar N1, N2 ve N3'tür. Literatürde ilk iki evre olan N1 ve N2 yüzeyel uyku olarak adlandırılırken, N3 ise derin uyku, yavaş dalga uykusu veya delta uykusu olarak adlandırılmaktadır (3).

Yetişkenler uyku NREM’de yüzeyel uykudan derin uykuya doğru ilerler ve REM uykusu ile devam eder. İlk NREM-REM döngüsü yaklaşık 80-90 dakika sürer, ikinci ve sonraki döngüler yaklaşık 90-120 dakika sürmektedir. Gecenin ilk yarısında NREM uyku süresi daha fazla iken sonunda REM uyku süresi daha fazladır.

Uyku sırasında birçok farklı fizyolojik değişkenin eş zamanlı kayıt ve analiz edilmesi için polisomnografi (PSG) sistemi kullanılmaktadır. PSG’nin temel kayıt bileşenleri elektroensefalografi (EEG), elektrook loğrafı (EOG) ve elektromiyografi (EMG) dir. PSG’nin temel kayıt bileşenleri uyku evrelerinin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Temel kayıt bileşenleri dışında solunumsal parametrelerin, kas aktivitesinin, kan basıncının, horlamanın, vücut pozisyonunun kaydedilmesinde kullanılan bileşenler de bulunmaktadır. Bu bileşenler uyku fizyolojisinin ve bozukluklarının tanımlanmasında kullanılmaktadır (4).

PSG sistemi ile kayıt altına alınan uyku süreci, 2007 yılından itibaren kullanılmaya başlanan Amerikan Uyku Tıbbı Akademisi kurallarına göre evrelerine ayrılmaktadır. Uyku evrelerinin belirlenmesinde 30 saniyelik zaman pencereleri (epoklar) incelenmektedir. Her bir epok için tek evre belirlenmektedir. Eğer bir epokta birden fazla evreye ait özellik var ise epok en büyük zaman diliminde görülen evre ile skorlanmaktadır. Uyku evrelerinin  zellikleri Tablo 1’de kısaca belirtilmiştir.

Tablo 1. Uyku evrelerinin özellikleri

<i>Uyku Evreleri</i>	<i>Uyku Evrelerinin Özellikleri</i>
N1	Uykunun başlamasıyla görülen evredir. EEG’de karışık frekanslı, düşük genlikli aktiviteler görülmektedir. EOG’de yavaş göz hareketleri görülürken, EMG’de tonik kas aktivitesi görülmektedir.
N2	EEG’de K- kompleksleri ve uyku içcikleri görülmektedir.
N3	EEG’de görülen delta aktivitesinin yanı sıra EMG’de kas tonusunun iyice azaldığı görülmektedir.
REM	N1’de olduğu gibi karışık frekanslı, düşük genlikli EEG aktivitesinin yanı sıra 2-6 Hz frekansında testere dişi diye tanımlanan dalga formu görülmektedir. EOG’de hızlı göz hareketleri, EMG’de düşük kas tonusu görülmektedir.

NREM uyku, toplam uyku süresinin ortalama %75-80’lik bölümünü kapsamaktadır. N1 uyanıklıktan uykuya geçiş evresidir ve uykunun ortalama %2-5’lik kısmını kapsamaktadır. N1’de uyku kolayca kesilebilir ve uyanma eşiği düşüktür. N1’de EEG’de alfa dalgalarında azalma ile birlikte düşük genlikli ve karışık frekanslı dalgalar görülmektedir. N2 uyku süresi, tüm uyku süresinin ortalama %45-55’lik kısmını kapsamaktadır. N2 evreye özgü iki dalga formu vardır. Bunlar: K Kompleksleri ve uyku içcikleridir. Ayrıca EOG’de göz hareketlerinde ve EMG’de kas tonusunda azalma görülmektedir. N3 uyku süresi, tüm uykunun süresinin ortalama %15-25’lik kısmını kapsamaktadır. N3’te yüksek genlikli ve düşük frekanslı dalgalar görülmektedir. REM uyku ise tüm uyku süresinin ortalama %20-25’lik kısmını kapsamaktadır. REM’de EEG’de testere dişli olarak tanımlanan dalga formu, EOG’de hızlı göz hareketleri ve EMG’de düşük kas tonusu gözlenmektedir (5).

2.2. Uyku Uyanıklık Döngüsü

Uykunun başlatılıp sürdürülmesinden kortikal ve subkortikal birçok beyin bölgesi sorumludur. Uyanıklık uyku döngüsü Borbely tarafından iki süreç ile açıklanmıştır (6). Bunlar; sirkadiyen ve homeostatik sistemlerdir.

Sirkadiyen sistem gün içi uyku zamanını belirlerken, homeostatik sistem uyku süresini, uyku yoğunluğunu ve uyku uyanıklık döngüsünü belirlemektedir.

Sirkadiyen sistem (C süreci): Uyku uyanıklık döngüsünün birbirini izlemesi beyinde suprakiazmatik çekirdek (SCN) tarafından yürütülmektedir. SCN orta beyinde bulunan hipotalamusun ön tarafında bulunmaktadır. Dışarıdan retinanın algıladığı ışık ışınları retinohipotalamik yol ile hipotalamusun iki yanında bulunan SCN'ye ulaşır ve melatonergic aktivite ile kontrol edilmektedir (7,8).

Homeostatik sistem (S süreci): Bu sistem uykunun ne zaman başlayıp biteceğini ve uykunun içeriğini belirlemektedir. Uyanık kalınan süre ve uyku gereksiniminin artmasıyla etkin hale gelir.

Uyanık geçirilen süre arttıkça, adenosin konsantrasyonu yükselir ve uyku gereksinimi artar. Ön hipotalamustan gelen bilgiler ve endojen kimyasal uyarılar ile gelen homeostatik bilgiler ile hipotalamusta ventrolateral preoptik çekirdek (VLPO) uykuyu başlatmaktadır. Uyanıklık için ayrıca beyin sapında bulunan retiküler formasyon (RF) da gereklidir. Uyanıklık sürecinde RF'nin adrenerjik nöronlarında bulunan tonik aktivite, talamik nöronlar yoluyla kortikal uyarılmayı sağlamaktadır. Aynı zamanda beyin sapına gelen uyarılar, locus ceruleusun (LC) noradrenerjik nöronlarını uyarmasıyla, orta beyin ve talamus aracılığıyla korteksi uyarak uyanıklığın oluşumuna katkı sağlamaktadır. Uyarılmışlık için norepinefrin, asetilkolin, histamin ve dopamin gibi çeşitli nörotransmitterler katkı sağlamaktadır (9).

Uyku başlangıcında görülen içcikler, talamik ve kortikal nöronların aktivitesi ile ortaya çıkmakta ve hiperpolarizasyona yol açmaktadırlar. Talamik ve kortikal nöronların hiperpolarizasyonu kortekse duyuşsal uyarıların ulaşmasını engeller ve uykunun devam ettirilmesi sağlanır.

Pons ve beyin sapı REM uykuyu oluşturan beyindeki önemli yapılardır. Ayrıca hipotalamusta REM sırasında aktif olan (REM-on) ve aktif olmayan (REM-off) hücreler

bulunmaktadır. Bu hücreler sayesinde REM uykusu oluşmaktadır. REM-on hücreleri, gamma-aminobütirik asiti (GABA), glutamati ve asetilkolini kullanırken REM-off hücreleri ise norepinefrini, serotoninini, histamini ve epinefrini kullanmaktadır.

Talamik nöronların depolarizasyonu uyanıklık ve REM'den, hiperpolarizasyonu ile ise delta uykusundan sorumludur.

Asetilkolin, serotonin, norepinefrin ve histaminin farklı düzeyde etkinlikleri ile uyku süreci düzenlenmektedir. Uyanıklıkta bu nörotransmitterler yüksek seviyede salınırken, REM sırasında serotonin ve norepinefrin salınması en az seviyeye iner ve asetilkolin salınımı baskındır. NREM'de ise tüm nöroregülatörler düşük düzeyde salınmaktadır (10) (Tablo 2).

Tablo 2. NREM ve REM dönemlerinde meydana gelen değişiklikler

	<i>NREM</i>	<i>REM</i>
<i>Nörotransmitter Düzeyi</i>	Norepinefrinerjik, serotonerjik, kolinerjik ve histaminerjik uyarılarda azalma	Kolinerjik uyarılarda artma Norepinefrinerjik, serotonerjik ve histaminerjik uyarılarda azalma
<i>Bölgesel Kan Akımı ve Metabolizma</i>	Azalma	Limbik, paralimbik bölgelerde artış Dorsolateral prefrontal kortekste azalma

2.3. Beyinde Ölçüm Yaklaşımları

2.3.1. Elektroensefalografi (EEG)

Richard Caton tarafından maymun serebral korteksinden kayıt edilen elektriksel aktiviteden sonra Hans Berger tarafından ilk kez insan kafatası yüzeyinden elektriksel aktivite kayıt edilmiştir (11,12).

EEG'de elektriksel olarak aktif olmayan bir dokuya (örneğin kulak memesi) yerleştirilen referans elektrotu ile saçlı deriye yerleştirilen elektrotlar arasındaki potansiyel farklar kayıt edilmektedir.

Farklı bilinç durumlarında herhangi iki elektrot arasında meydana gelen elektriksel potansiyellerdeki salınımların genlik ve frekansları farklılık göstermektedir. EEG, girişimsel olmayan ve kolay uygulanabilir bir yöntem olduğu için beyin araştırmalarında büyük önem taşımanın yanı sıra klinik gözlemlerde de önemli bir yer tutmaktadır. EEG yöntemi ile epilepsi ve uyku bozukluklarının teşhisi yapılabilmekte ayrıca koma ve beyin ölümü gibi durumlar hakkında önemli bilgi vermektedir.

2.3.2. Bispektral İndeks Sistemi (BİS)

Literatürde klasik skorlama sistemi ile yapılan araştırmalarda söz konusu sistemin zaman çözünürlüğünün düşük olduğu ve araştırmacılar arasında farklı sonuçların ortaya çıktığı belirtilmekte ve uyku kayıtlarının skorlanması için yeni sistemler önerilmektedir (13–15). Uyku kayıtlarının skorlanmasında kullanılan yeni yöntemlerden biri de Bispektral İndeks sistemi (BİS)'dir (14,16,17). BİS, anestezi derinliğinin monitorizasyonunda kullanılan bir cihazdır. BİS değerleri, EEG verilerinin işlenmesi ile elde edilmekte ve “0” ile “100” arasında değişen değerler elde edilmektedir.

2.4. Uykuda Bilişsel İşlevler

Son yıllarda uykuda bilgi işleme ile ilgili çalışmalara ilgi artmıştır. Uyku sırasında beyinde işlemenin devam ettiği ve dış uyaranların uykuda uyanıklıktan farklı olarak işlemlendiği bilinmektedir (18,19). Literatürde, uykunun öğrenme ve bellek üzerine etkilerinin incelendiği araştırmaların yanında uyku sırasında dış uyaranlara verilen beyin yanıtlarının incelendiği araştırmalar da bulunmaktadır (17,18,20).

Uykunun öğrenme ve bellek üzerine etkilerinin incelendiği araştırmalarda uykuda, bazı uyku evrelerinin ya da tüm uykunun yoksunluğunda bilişsel işlevler incelenmektedir (21,22). Bu tez araştırmasında uyku sırasında dış uyaranlara verilen beyin yanıtları uyarılma potansiyeli deney deseni kullanılarak incelenmiştir.

Beynin spontan aktivitesi sırasında dışarıdan verilen uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarına uyarılma potansiyeli denir. Çalışmaların amacına göre işitsel, dokunsal, koku, tat, görsel ve elektriksel uyaranlar kullanılabilir. İşitsel uyaranların kullanıldığı çalışmalarda elde edilen yanıtlara işitsel uyarılma potansiyeli (auditory evoked potentials, AEP), dokunsal uyaranların kullanıldığı çalışmalarda elde edilen

yanıtlara dokunsal uyarılma potansiyeli (somatosensory evoked potentials, SEP) denilmektedir.

Uyanıklık ve uyku sürecinde dış uyaranların beyinde işlemlenmesi sırasında birçok yanıt bileşeni ortaya çıkmaktadır. Uyanıklık ve uykuda meydana gelen yanıt bileşenleri ve özellikleri aşağıda ayrıntılı olarak açıklanmıştır.

Uyanıklık sürecinde meydana gelen yanıt bileşenleri N100, P200, N200, P300 ve N450 iken, uyku sürecinde meydana gelen yanıt bileşenleri N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç'tir.



3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Tipi

Araştırma tanımlayıcı, deneysel nitelikte bir çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Yeri ve Zamanı

Araştırmaya 2016 ağustos ayında literatür taraması ile başlanmıştır. Araştırma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 03.03.2016 tarihinde izin alınmasının ardından katılımcı kayıtlarının alınmasına başlanmıştır. Araştırma, 06.09.2019 tarihinde yapılan tez savunma sınavı ile sona ermiştir.

Araştırma, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyofizik Anabilim Dalı, Uyku Dinamiği Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Gönüllü katılımcılar laboratuvarda bir gece uyumuşlardır. Gönüllü katılımcılar, kayıt geceleri normal uyku saatlerinden iki saat önce laboratuvara gelmişlerdir. Kayıtlar, 23:00 ile 08:00 saatleri arasında gerçekleştirilmiştir.

Gönüllü katılımcılar izole bir odada uyumuşlardır (Şekil 1). İzole oda elektromanyetik dalgaların ve elektriksel gürültünün dışarıdan içeriye girmesini engelleyen bir Faraday kafesidir. Oda duvarları ses yalıtımının sağlanması için akustik malzeme ile yalıtılmıştır. Gönüllü katılımcılar ile haberleşme iki oda arasındaki ses sistemi ile sağlanmıştır. Kayıt süresince oda gönüllü bireylerin bilgisi ve izni dahilinde kamera ile izlenmiştir.



Şekil 1. İzole uyku kayıt laboratuvarı ve uyku kaydı için hazırlanmış katılımcı

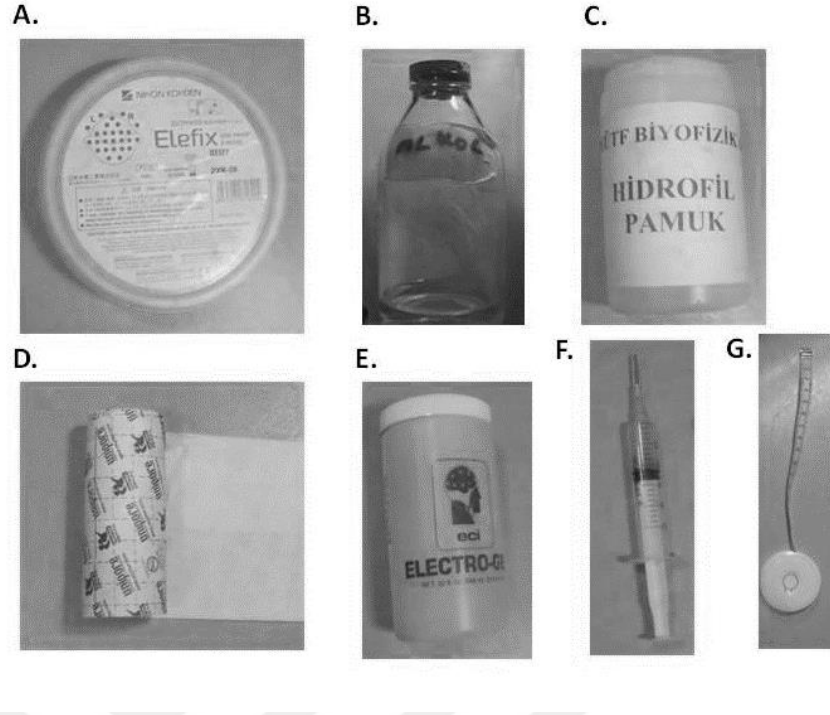
3.3. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmaya 23 sağlıklı gönüllü katılımcı katılmıştır. Yirmi bir gönüllü katılımcının (10 erkek) analizleri yapılmıştır. Araştırmaya dahil edilen gönüllü katılımcıların yaşları 20 ile 29 arasında ve yaş ortalamaları $22,90 \pm 2,17$ dir. Gönüllü katılımcılar kayıt gününe kadar herhangi bir nörolojik, psikolojik, kronik hastalık ve uyku bozukluğu tanısı almamışlardır. Kayıt öncesinde madde, alkol ve ilaç kullanımı tespit edilen kişiler çalışma dışında tutulmuştur. Gönüllü katılımcıların uykusuzluk durumu ve kola, kahve vb. uyarıcıları gün içinde kullanıp kullanmadıkları sorulmuş ve kaydı etkileyecek süre içinde tükettikleri belirlendiğinde kayıt başka bir güne ertelenmiştir.

3.4. Çalışma Materyali

Araştırmadaki EEG kayıtlarında kullanılan keplerde gümüş/gümüş klorür (Ag/AgCl) elektrotlar bulunmaktadır. Saçlı deriden elektriksel sinyalleri daha iyi alabilmek ve iletkenliği arttırmak için elektrotlar ile saçlı deri arasına elektrojel (ECI Electro-Gel, ElectroCap International, Inc., ABD) sıkılmaktadır (Şekil 2). Böylece empedans düşürülerek iletkenliğin artması sağlanmaktadır.

Referans elektrotlarının yerleştirildiği kulak memelerine ve göz hareketlerinin kayıt edilmesi için göz çevresine yerleştirilen elektrotların iletkenliği arttırmak için ise bu bölgeler abrazyiv krem (NuPrep) ve %70 seyreltilmiş alkol ile temizleniş ve elektrotların içi EEG pastası (EEG Paste-z401CE, Japan) ile doldurulmuştur (Şekil 2). Kulak memelerindeki ve göz çevresindeki elektrotları sabitlemek için ise bant kullanılmıştır (Şekil 2). Araştırmada EEG kayıtlarında kullanılan elektrojel, abrazyiv krem, seyreltilmiş alkol ve bandın kişiye zararı bulunmamaktadır.



Şekil 2. EEG kaydı sırasında kullanılan malzemeler **A.** EEG pastası, **B.** Alkol, **C.** Pamuk, **D.** Flaster, **E.** EEG jeli, **F.** Küt uçlu enjektör, **G.** Metre

3.5. Araştırmanın Değişkenleri

Araştırmanın bağımsız değişkeni ağrısız dokunsal uyaranlar iken bağımlı değişkenleri ise uyku evreleri ve ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıt bileşenleridir. Araştırmanın kontrol şartı ise gönüllü katılımcıların herhangi bir nörolojik, psikolojik, kronik hastalık ve uyku bozukluğu tanısı almamış olmalarıdır.

3.6. Veri Toplama Araçları

3.6.1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler

Kayıtlara başlamadan önce gönüllü katılımcıların aydınlatılmış onamları alındıktan sonra, kayıtları etkileyebilecek gerekli bilgilerin alınması amacıyla gönüllü katılımcılara bazı form ve ölçekler uygulanmıştır. Bunlar: Aydınlatılmış Onam Formu (Bkz. Ek 1.1.), Kişisel Bilgi Formu, Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (Bkz. Ek 1.2.), Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R; Bkz. Ek 1.3.), Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1; Bkz. Ek 1.4.), Edinburgh El Tercihi Anketi (Bkz. Ek 1.5.), Epworth Uyku Skalası (Bkz. Ek 1.6.) dır.

Aydınlatılmış Onam Formu: Araştırmaya katılacak gönüllü katılımcılara araştırma ve araştırma sırasında kendilerine uygulanacak yöntemler hakkında ayrıntılı bilginin verildiği formdur. Gönüllü katılımcılar, araştırma ile ilgili bu bilgileri okuduktan sonra araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair imzaları alınmıştır.

Kişisel Bilgi Formu: Araştırmaya katılan gönüllü katılımcıların bazı kişisel bilgilerinin ve kaydı etkileyebilecek ilaç, madde kullanımı ve kahve, alkol vb. alışkanlıklarının kayıt günü kullanılıp kullanılmadığının sorulduğu formdur.

Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (PUKİ): Klinik araştırmalarda, uyku bozukluğu teşhisinde ve psikiyatri uygulamalarında uyku kalitesinin değerlendirilmesi için geliştirilmiş bir ölçektir. Ağargün ve arkadaşları tarafından bu ölçeğin ülkemiz için geçerlik ve güvenirlik çalışmaları yapılmıştır (23). Bu test toplam yirmi dört sorudan oluşmaktadır. Bu soruların on dokuz tanesi öz bildirim sorusu, geri kalan beş soru ise eş ve/veya oda arkadaşları tarafından yanıtlanan sorulardır. Söz konusu beş soru sadece klinik bilgi için kullanılır ve puanlamaya katılmaz. Öz bildirim soruları uyku kalitesi ile ilgili farklı bileşenleri içerir. Bu bileşenler, sübjektif uyku kalitesi, uyku latansı, uyku süresi, habitüel uyku etkinliği, uyku bozuklukları, uyku ilacı kullanımı ve gündüz fonksiyonları ile ilgilidir. Sorular yedi bileşen puanı şeklinde gruplandırılır. Bileşen puanlarının bazıları tek soruda belirlenirken, bazıları ise birkaç soruya verilen cevabın ortalaması ile belirlenmektedir. Yedi bileşen puanının toplamı, toplam PUKİ puanını vermektedir. Toplam puan en az sıfır, en fazla 21 olabilmektedir. Testin sonucunun yüksek olması bireyin uyku kalitesinin kötü olduğunu göstermektedir.

Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R): Bireylerin psikolojik belirti düzeyindeki değişiklikleri belirleme, klinik yorumlamaya yardımcı olma amacıyla kullanılan bir testtir (24). Araştırmada gönüllü katılımcılarda var olabilecek psikolojik belirtileri ve bu belirtilerin düzeyini belirlemek için kullanılmıştır. Gönüllü katılımcılar son bir ay içindeki durumlarını göz önünde tutarak testi yanıtlamışlardır. Bu test dokuz alt ölçekten oluşmaktadır. Testin ülkemiz için geçerlik ve güvenirlik çalışması yapılmıştır (25,26).

Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1): Anlık kaygı ölçeğidir ve yirmi sorudan oluşmaktadır (27). Araştırmada gönüllü katılımcıların bulunduğu durumdan yaşadığı kaygıyı ölçmek amacıyla kullanılmıştır.

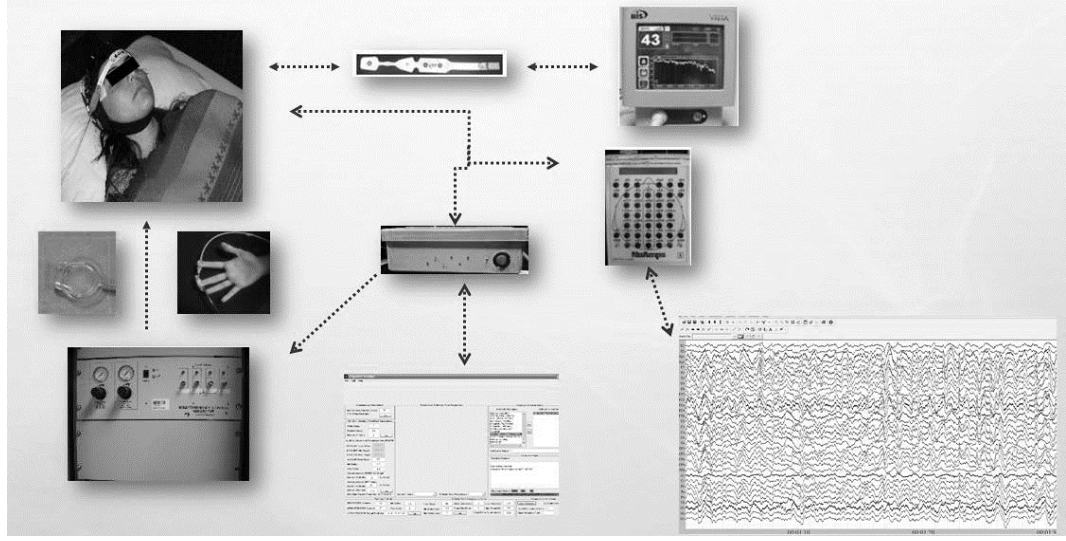
Edinburgh El Tercihi Anketi: Test 10 sorudan oluşmaktadır. Bu testte bireylerin yazı yazmada, cisim atmada, resim çizmede, makas, diş fırçası, kaşık, bıçak, süpürge kullanmada, kibrit çakmada, bir kutunun kapağını açmada hangi ellerini kullanmayı tercih ettikleri sorulmaktadır. Sorulara verilen cevaplara göre bireylerin lateralite katsayıları hesaplanmaktadır. Lateralite katsayısı pozitif olanlar sağlak, negatif olanlar solak olarak değerlendirilmektedir (28). Araştırmada gönüllü katılımcıların el tercihlerinin belirlenmesi amacıyla kullanılmıştır.

Epworth Uyku Skalası: Bireylerin gündüz uykululuk durumunu değerlendirmek için kullanılan bir testtir. Bu testte, bireyin normal bir gününde belli durumlarda uykuya dalma ihtimalleri sorulur. Toplam sekiz sorudan oluşmaktadır. Bu testte sorular uykuya dalma ihtimali hiç yoksa sıfır, yüksek ihtimal ise üç puan olacak şekilde cevaplanır. Toplam puan 10 ve üzeri ise gündüz aşırı uykululuk durumunun olduğu belirlenir. Testin toplumunuz için geçerlik güvenirlik çalışması yapılmıştır (29). Araştırmada test, gönüllü katılımcıların gündüz aşırı uykululuk durumunun değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

Araştırmada yukarıda bahsedilen test ve ölçeklere ek olarak uygulayıcı tarafından kayıt bilgi formu kullanılmıştır (Bkz. Ek 1.7.) Bu form, gönüllü katılımcılara uygulanan uyaranları, kullanılan cihazlar, araç ve gereçleri içermektedir. Kayıt sonrası verilerin sağlıklı şekilde değerlendirilmesi amacıyla kullanılmıştır.

3.6.2. Kayıt Sistemi

Kayıtlarda, NuAmps 40 kanallı kayıt sistemi (elektroensefalografi [EEG], elektromiyografi [EMG], elektrookülografi [EOG]), gömülü mikrokontrollü uyarı ünitesi (EMİSU, Embedded Microcontroller Stimulation Unit) (30), pnömatik stimulator ünitesi (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), video kayıt sistemi, EEG bonesi ve kayıt-analiz bilgisayarı kullanılmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Uyku kayıt sistemi

Gönüllü katılımcılara EEG kaydı hakkında ön bilgi verildikten sonra kendilerine uygun büyüklükteki EEG kepinin (Quick Cap, Neuromedical Supplies) seçmek için kafa çevreleri ölçülmüştür. Elektrotları uluslararası Jasper 10-20 sistemine (31) göre yerleştirmek için inion-nasion mesafesi ölçülüp, ölçülen değerin %10'u kadar mesafe nasion noktasından yukarı doğru işaretlenmiştir. Bu işaretlenen noktaya kepin ilk elektrotu gelecek şekilde kepler gönüllü katılımcıların kafalarına yerleştirilmiştir.

EEG keplerinde bulunan gümüş/gümüş klorür (Ag/AgCl) elektrotların etrafı kauçuk ile kaplıdır. Bu elektrotlar ile saçlı deri arasındaki iletkenliği sağlamak için elektrotların içi elektrojel (ECI Electro-Gel, ElectroCap International, Inc., ABD) ile doldurulmaktadır. EEG kayıtlarında kulak memelerinin elektriksel potansiyeli sıfır kabul edilerek EEG elektrotları kulak memelerine takılan elektrotlar ile referanslandırılmıştır ($[A1+A2]/2$). Referans elektrotlarının içi EEG pastası (EEG Paste-z401CE, Japan) ile doldurulup, kulak memeleri abrazyon krem (NuPrep) ve alkolle temizlendikten sonra elektrotlar kulak memelerine yerleştirilmiştir.

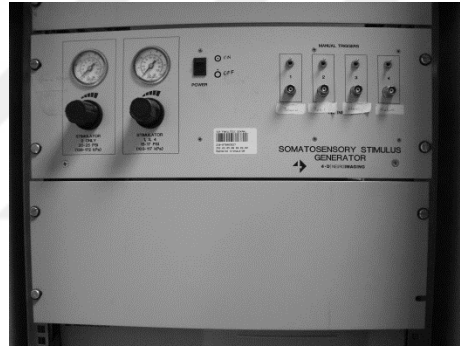
Göz hareketlerinin kayıt altına alınması için elektrookülografi (EOG) kullanılmıştır. EOG elektrotları sağ göz kantasunun bir cm alt ve sol göz dış kantasunun bir cm üst bölgelerine yerleştirilmiştir. Elektromiyografi (EMG) kayıtları ise çene alt ve üst bölgelerine yerleştirilen elektrotlar ile kaydedilmiştir.

EEG kayıtları sırasında elektrotların empedansları yaklaşık olarak 5 kOhm değerinde tutulmuştur. Sürekli EEG kaydı NuAmps (Neuroscan Labs, ABD) kayıt sistemi aracılığıyla 1 kHz'lik örneklem hızı ile alınmıştır.

3.6.3. Uyarıların Uygulanması ve Özellikleri

Araştırmada ağrısız dokunsal uyarılar için pnömatik uyarıcı ünitesi (4-D Neuroimaging Somatosensory Stimulus Generator) kullanılmıştır (Şekil 4). Pnömatik uyarıcı ünitesinin iki basınç göstergesi ve dört çıkışı vardır. Araştırmada tek tip basınç uyararı kullanıldığı için bütün kanalların basınçları sabit tutulmuştur.

Uyku kayıtları için modifiye edilmiş klipsler aracılığı ile ağrısız dokunsal uyarılar gönüllü katılımcılara uygulanmıştır. Modifiye edilmiş klipslerin parmağa temas eden yüzeyinde 8-9 mm çapında hareket edebilen sentetik bir zar bulunmakta ve bu zar gönüllü katılımcıların parmak pulpalarına gelecek şekilde yerleştirilmiştir (Şekil 4).



Şekil 4.Pnömatik uyarıcı ünitesi

İzole oda dışında bulunan pnömatik uyarıcı ünitesi ile hareketli zar birbirine kablolar ile bağlıdır. Pnömatik uyarıcı ünitesi, MATLAB yazılım ortamında hazırlanmış olan deney desenine göre kuru hava tüpünden klipslere giden kablolarla kuru hava ileten ve çeken bir cihazdır. Klipslere gelen kuru hava ile klipslerde bulunan zarlar hareket eder ve gönüllü katılımcıların parmak pulpalarına ağrısız bir dokunma etkisi yaratılmaktadır.

Dokunsal Uyarılma Potansiyeli (Somatosensory Evoked Potentials, SEP) Paradigması: Tek tip basınç uyararı gönüllü katılımcıların sağ el işaret ile orta parmaklarına uygulanmıştır. Otuz uyarı bir elin bir parmağına arka arkaya uygulandıktan sonra diğer otuz uyarı aynı elin diğer parmağına arka arkaya uygulanmıştır. Uyarıların gönüllü katılımcıların parmaklarına geliş sıraları ve

uyaranlar arası süre seçkisizleştirilmiştir (randomizasyon). Uyaranlar arası süre (Interstimulus interval, ISI) 3-3,5 sn olarak belirlenmiştir (Şekil 5).



Şekil 5. SEP paradigmasında uyaranların uygulanma dizilimi

3.7. Araştırmanın Planı ve Takvimi

	2016										2017										2018										2019							
	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül							
Literatür ve bilimsel hazırlık	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X					
Etik Kurul İzni	X																													X								
Kayıt	X	X	X	X	X											X	X	X					X	X				X	X	X								
Analiz		X	X	X	X						X	X						X	X	X				X	X	X				X	X	X						
Bilimsel çıktı		X	X															X	X	X									X	X	X		X	X	X			
Tez raporları ve tez savunma															X	X					X	X												X				

3.8. Verilerin Değerlendirilmesi

Verilerin analizi ve istatistiksel analiz basamakları aşağıda ayrıntılı olarak yer almaktadır.

3.8.1. Elektroensefalografi Kayıtlarına Ait Verilerin Analizleri

Uyku kayıtları kayıt sonrası değerlendirilmiştir. Uyku evrelerinin belirlenmesi Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (American Academy of Sleep Medicine; AASM) kurallarına göre EEG, EOG ve EMG kayıtları incelenerek yapılmıştır (5,32). Otuz saniyelik zaman dilimleri (epoklar) gözle incelenerek NREM (N1, N2, N3) ve REM uyku evreleri belirlenmiştir.

Uyku evrelerinin belirlenmesi için elektroensefalografi kayıtlarında F₄-A₁, C₄-A₁, O₂-A₁, F₃-A₂, C₃-A₂, O₁-A₂ elektrot derivasyonları ve bu derivasyonlara alternatif olarak F_z-C_z, C_z-O_z, C₄-A₁ elektrot derivasyonları kullanılmıştır (A₁ ve A₂ referans elektrotlarıdır). EOG'de X₁-A₁, X₂-A₂ elektrot derivasyonları kullanılmıştır (X₁ sol göz dış kantusunun bir cm altına ve X₂ sağ göz dış kantusunun bir cm üstüne yerleştirilmiştir. Çene EMG'si için mandibulanın altındaki elektrotlardan biri mandibulanın üstündeki elektroda refere edilmiştir. Mandibulanın altındaki diğer elektrot ise yedek elektrot olarak kullanılmıştır.

Uyku evrelerinin belirlenmesi otuz saniyelik epoklar halinde yapılmış ve her epoka bir evre adı verilmiştir. Eğer epokta ikiden fazla uyku evresi görülmüş ise söz konusu epok en uzun görülen evrenin adı ile skorlanmıştır.

Epoğun %50'sinden fazlasında oksipital bölgede alfa ritmi görüldüyse, epok uyanıklık olarak isimlendirilmiştir. Alfa ritimlerinin net görülmediği epoklarda 0,5 – 2 Hz frekansında göz kırpmaları, göz okuma hareketleri veya çene kas tonusunun normal olması ile birlikte düzensiz konjuge hızlı göz hareketleri görüldüyse epok yine uyanıklık olarak isimlendirilmiştir.

Alfa ritmi epoğun %50'sinden az görüldüyse ve epokta düşük genlikli karışık frekanslı aktivite mevcut ise epok Evre 1 olarak isimlendirilmiştir. Eğer epokta alfa ritimleri belirgin olarak görülmemişse ve 4-7 Hz'lik aktivite, verteks keskin dalga veya yavaş göz hareketleri görüldü ise epok yine Evre 1 olarak değerlendirilmiştir. Epoğun ilk yarısında veya önceki epoğun ikinci yarısında bir veya daha fazla arousal ile ilişkisiz K kompleksi veya uyku içiği görüldü ise epok Evre 2 olarak isimlendirilmiş ve uyanıklığa geçiş, arousal, Evre 3 veya REM'e geçiş görülünceye kadar Evre 2 olarak

isimlendirilmeye devam edilmiştir. Epoğun %20'sinde veya daha fazlasında 0,5-2 Hz frekansında ve uç uca genliği 75 μV 'dan büyük olan yavaş dalga aktiviteleri gözlemlendi ise epok Evre 3 olarak isimlendirilmiştir. Epokta düşük genlikli, karışık frekanslı EEG dalgaları, azalmış çene tonusu ve hızlı göz hareketleri görüldü ise epok REM olarak isimlendirilmiştir.

Araştırmaya katılan katılımcıların uyku kayıtları için evreler belirlendikten sonra, her evreye ait SEP paradigmasına ait bölümler ayrılmış ve uyku evrelerine göre gruplandırılmıştır. Her bir uyaran için uyaran öncesi 1000 ms ve uyaran sonrası 2000 ms'lik bölgeyi kapsayan süpürümler oluşturulmuştur. Bu süpürümlerden, EOG kanalında genliği $\pm 100 \mu V$ 'dan yüksek olan süpürümler ve gürültülü süpürümler ayıklanmıştır. Elde kalan süpürümler yatay eksen temel alınarak düzeltilmiş (baseline corrected) ve dijital olarak 0.5-30 Hz bant geçiren filtre uygulanmıştır (12 dB/oct ve sıfır faz kayması, Neuroscan 4.5). Bu işlemlerden sonra her bir uyku evresindeki uyaranlar için ortalama dosyalarının oluşturulmasının yanı sıra araştırmaya katılan 21 katılımcıya ait grup ortalama dosyaları da oluşturulmuştur.

3.8.2. Bispektral İndeks Sistemi Kayıtlarına Ait Verilerin Analizleri

Uyku kayıtları, BİS ortalama değerleri 90, 80, 70, 60, 50 ve 40 olan alt gruplara ayrılmıştır. Her gruptaki EEG verileri için uyaran öncesi 1000 ms ve uyaran sonrası 2000 ms'lik bölgeyi içine alan süpürümler oluşturulmuştur. Bu süpürümlerden, EOG kanalında genliği $\pm 100 \mu V$ 'dan yüksek olan süpürümler ve gürültülü süpürümler ayıklanmıştır. Elde kalan süpürümler yatay eksen temel alınarak düzeltilmiş (baseline corrected) ve dijital olarak 0.5-30 Hz bant geçiren filtre uygulanmıştır (12 dB/oct ve sıfır faz kayması, Neuroscan 4.5). Bu işlemlerden sonra her bir BİS dönemindeki uyaranlar için ortalama dosyalarının oluşturulmasının yanı sıra araştırmaya katılan 21 katılımcıya ait grup ortalama dosyaları da oluşturulmuştur.

3.8.3. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analizlerde SPSS 20 (Statistical Package for Social Sciences, Inc., ABD) kullanılmıştır. Tekrarlayan ölçümlerde varyas analizi (repeated measures ANOVA) kullanılmıştır. Klasik uyku evrelerinde uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarını incelemek için ana faktör olarak evre, elektrot bölgesi ve hemisfer; BİS dönemlerinde uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarını incelemek için ise BİS dönemleri, elektrot bölgesi ve hemisfer belirlenmiştir. İkili karşılaştırmalarda Bonferroni

düzeltilmesi kullanılmıştır. Araştırmadaki tüm istatistiksel bulgular için anlamlılık değeri $p \leq 0,05$ olarak kullanılmıştır. Klasik uyku evreleri ile BİS dönemleri arasındaki ilişkiyi incelemek için ise Spearman ve Pearson korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

3.9. Etik Kurul Onayı

Araştırma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan 03.03.2016 tarihli 2016/06-03 karar numarası ve 12.06.2019 tarihli 2019/14-01 karar numarası ile izin alınmıştır (Bkz. Ek 2). Kayıtlara başlamadan önce gönüllü katılımcıların onamları alınmıştır. Gönüllü katılımcılara araştırma ve araştırmada kendilerine uygulanacak yöntemler hakkında ayrıntılı bilgi verilmiştir. Araştırmaya katılmayı kabul eden katılımcılar Aydınlatılmış Gönüllü Bilgilendirme ve Onam Formu'nu doldurmuşlar ve araştırmaya gönüllü olarak katıldıklarına dair imzalarını vermişlerdir.

4. BULGULAR

Araştırmada tüm gece uyku kayıtları analiz edilmiştir. Gönüllü katılımcılardan alınan en kısa kayıt süresi 6 saat 11,50 dakika, en uzun kayıt süresi 9 saat 4,50 dakikadır (Tablo 3). Gönüllü katılımcıların hepsinde sağ el kullanımı baskındır (Lateralite Katsayısı ortalama $\pm$ std. sapma: $82,86 \pm 18,75$).

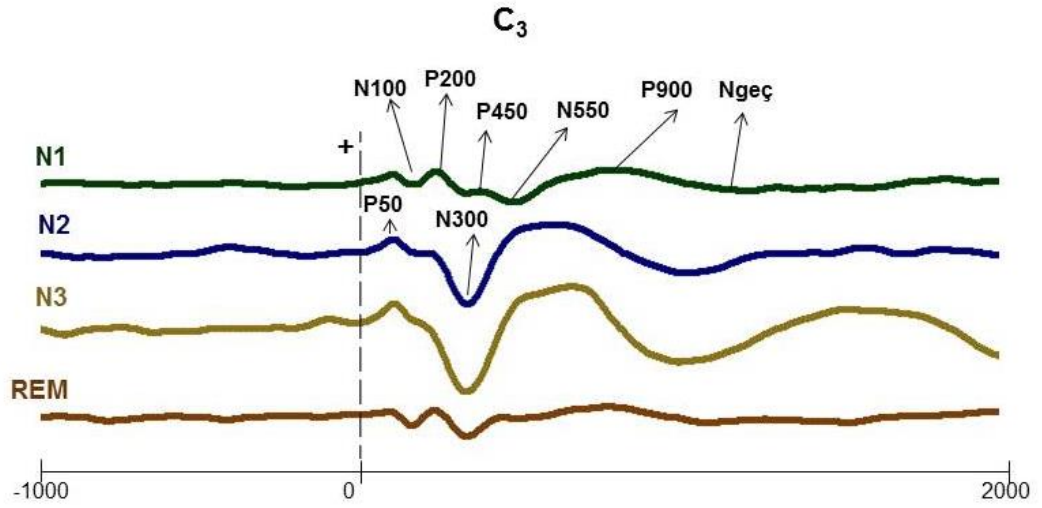
Tablo 3. Ortalama Uyku Süreleri

	ortalama $\pm$ std. sapma
Toplam kayıt süresi	7,79 $\pm$ 0,80
Toplam uyku süresi	7,33 $\pm$ 0,81
Uyanıklık süresi	0,46 $\pm$ 0,27
N1 süresi	0,76 $\pm$ 0,46
N2 süresi	3,11 $\pm$ 0,67
N3 süresi	2,24 $\pm$ 0,60
REM süresi	1,23 $\pm$ 0,33

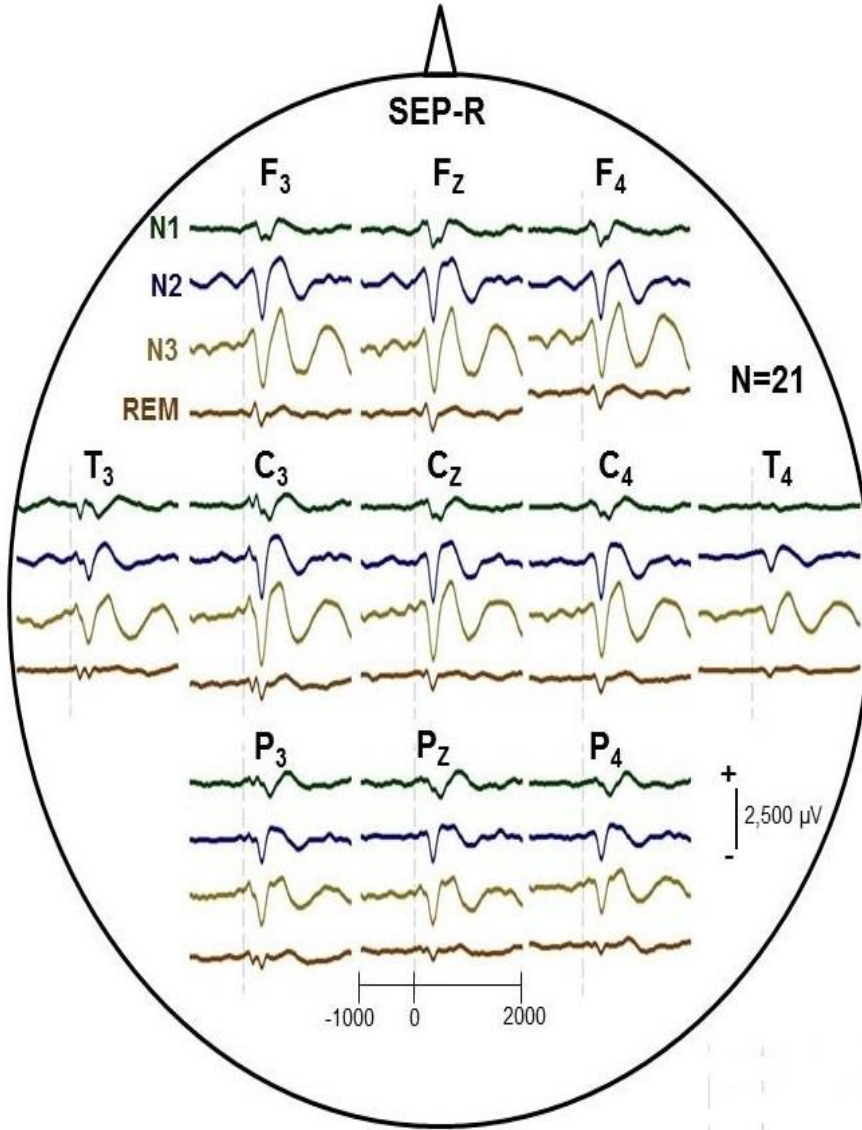
Yukarıdaki tabloda katılımcıların ortalama uyku süreleri ve standart sapma değerleri gösterilmektedir. Süreler saat olarak bildirilmiştir.

4.1. Klasik Uyku Evrelerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları

Araştırmada, gece boyunca gönüllü katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli (SEP) uyarılarına karşı oluşan beyin yanıtları uyku evrelerine göre ayrı ayrı incelenmiştir. Bütün uyku evrelerinde elektrofizyolojik olarak P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenleri gözlenmiştir. Bu bileşenler Şekil 6'da ortalama yanıtların kafa üzerindeki dağılımları Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 6. Uyku evrelerinde SEP (N=21). Uyarın anı “0” noktasındaki kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Yatay eksen uyaran öncesi 1000 ms, uyaran sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenini ve düşey eksen ise genlik (μV) değerlerini göstermektedir. Üst taraf pozitif yönü alt taraf negatif yönü göstermektedir. C_3 elektrodundaki SEP yanıt bileşenleri sunulmuştur.

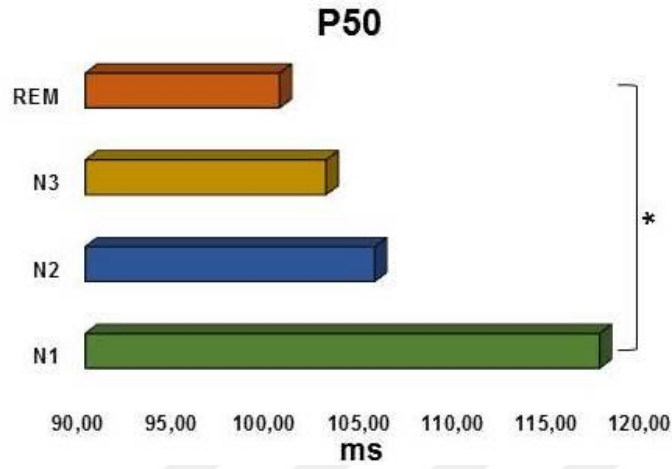


Şekil 7. Uyku evrelerinde 21 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi. Frontal (F_z , F_3 , F_4), santral (C_z , C_3 , C_4), parietal (P_z , P_3 , P_4), temporal (T_3 , T_4) bölgelere ait ölçümler sunulmaktadır. Yatay eksen uyarın öncesi 1000 ms, uyarın sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksen ve dikey eksen ise genlik (μV) değerlerini göstermektedir. Üst taraf pozitif yönü alt taraf negatif yönü göstermektedir.

4.1.1. P50 Yanıt Bileşeni

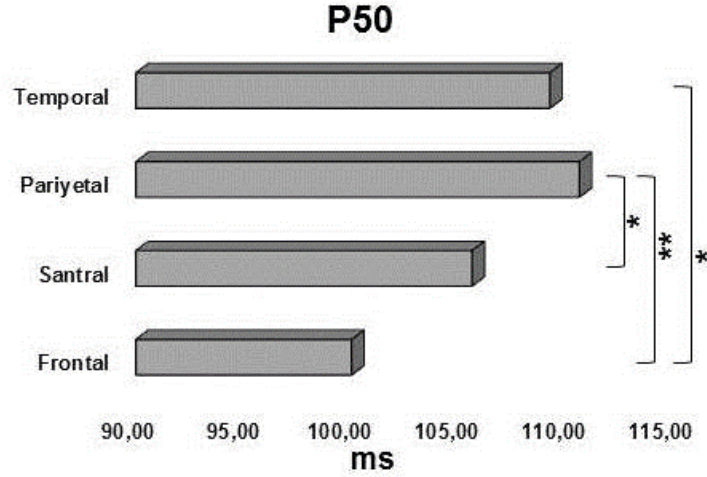
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=3,85$; $p=0,014$]. P50 yanıt bileşeni N1'de uyarıdan ortalama 117,33 ($\pm 24,53$) ms sonra, N2'de uyarıdan ortalama 105,38 ($\pm 29,94$) ms sonra, N3'te uyarıdan ortalama 102,80 ($\pm 30,51$) ms sonra ve REM'de uyarıdan ortalama 100,32 ($\pm 23,97$) ms sonra ortaya çıktığı görülmüştür. Uyku

evreleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni REM’de, N1’den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,020$) (Şekil 8).



Şekil 8. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört uyku evresini göstermektedir. Yatay eksen, P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$).

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=8,85$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 100,07 ($\pm 34,62$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 105,70 ($\pm 26,93$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 110,71 ($\pm 24,32$) ms sonra ve REM’de uyarandan ortalama 109,33 ($\pm 24,31$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni frontal bölgede, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,046$), santral bölgede, pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,032$) (Şekil 9).

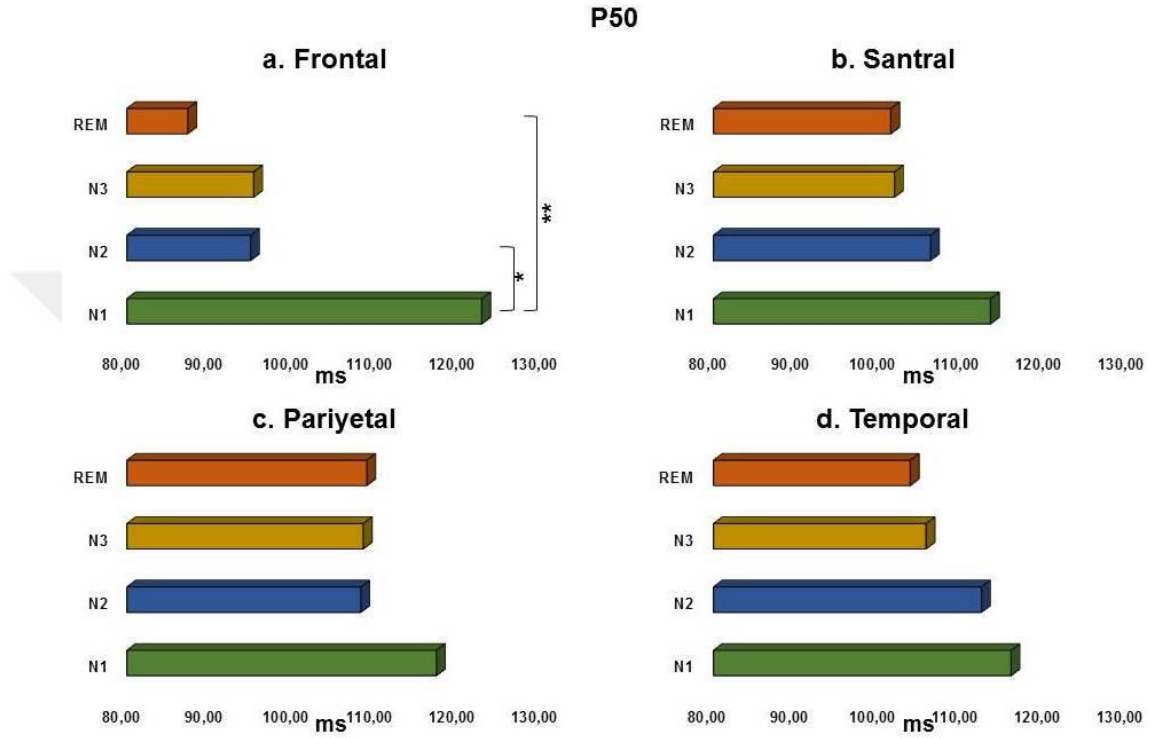


Şekil 9. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$; ** $\leq 0,01$).

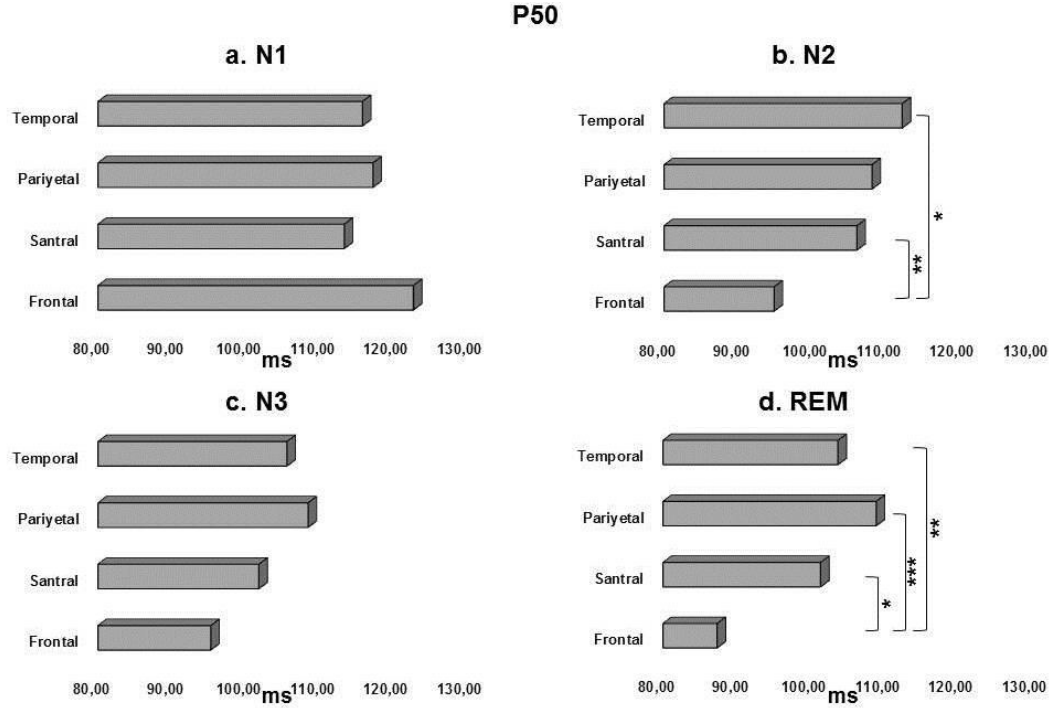
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=3,66$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeni N1'de frontal bölgede uyarandan ortalama 122,76 ($\pm 30,43$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 113,38 ($\pm 21,88$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 117,29 ($\pm 21,17$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 115,85 ($\pm 23,40$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni N2'de frontal bölgede uyarandan ortalama 94,90 ($\pm 35,12$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 106,14 ($\pm 28,45$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 108,19 ($\pm 27,72$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 112,29 ($\pm 25,88$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni N3'te frontal bölgede uyarandan ortalama 95,29 ($\pm 35,19$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 101,81 ($\pm 31,50$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 108,48 ($\pm 29,50$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 105,62 ($\pm 24,29$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni REM'de frontal bölgede uyarandan ortalama 87,33 ($\pm 27,19$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 101,37 ($\pm 23,99$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 108,90 ($\pm 16,23$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan 103,71 ($\pm 22,37$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni

frontal bölgede N2 ve REM'de, N1'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,033$; $p=0,002$) (Şekil 10). P50 yanıt bileşeni N2'de frontal bölgede, santral ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,007$; $p=0,045$), REM'de frontal bölgede, santral, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,012$; $p=0,000$; $p=0,009$) (Şekil11).

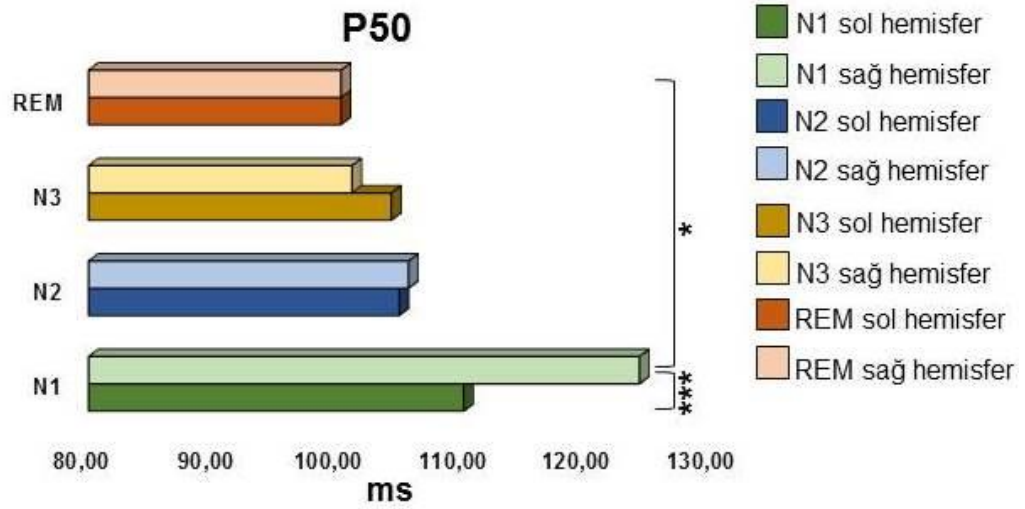


Şekil 10. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin bölgelerde evrelere göre ortaya çıkma süreleri



Şekil 11. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin evrelerde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri

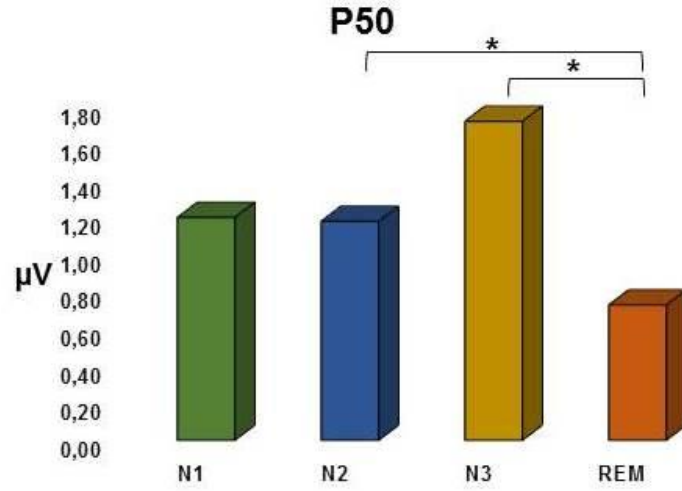
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=4,32$; $p=0,008$]. P50 yanıt bileşeni N1’de sol hemisferde uyarandan ortalama 110,22 ($\pm 20,05$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 124,36 ($\pm 26,56$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni N2’de sol hemisferde uyarandan 105,00 ($\pm 23,34$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan 105,76 ($\pm 35,47$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni N3’te sol hemisferde uyarandan ortalama 104,38 ($\pm 24,02$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 101,21 ($\pm 35,92$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni REM’de sol hemisferde uyarandan 100,31 ($\pm 16,30$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan 100,33 ($\pm 29,77$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni REM sağ hemisferde, N1 sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,027$). Ayrıca P50 yanıt bileşeni N1 sağ hemisferde, N1 sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,001$) (Şekil 12).



Şekil 12. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

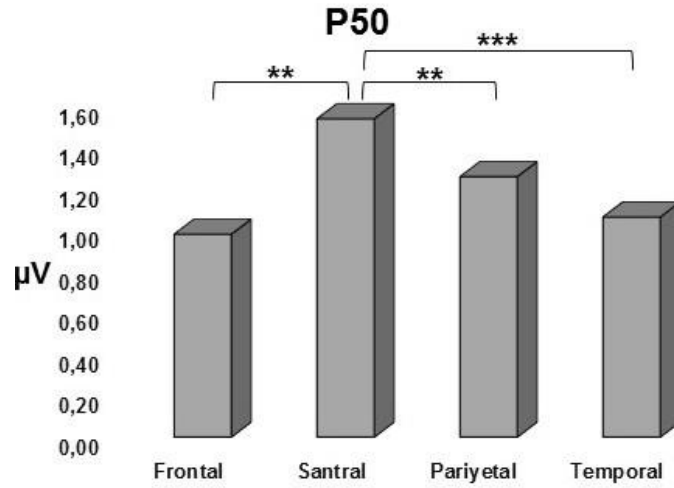
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=5,83$; $p=0,002$]. P50 yanıt bileşenin genliği N1'de ortalama $1,20 (\pm 1,10) \mu V$, N2'de ortalama $1,18 (\pm 0,92) \mu V$, N3'te ortalama $1,72 (\pm 1,44) \mu V$ ve REM'de ortalama $0,73 (\pm 0,87) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği N2 ve N3'te REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,028$; $p=0,018$) (Şekil 13).



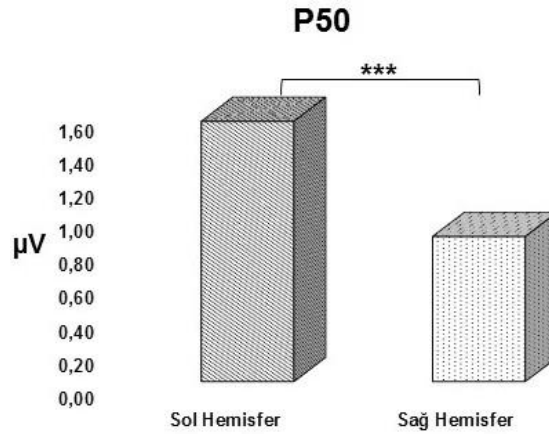
Şekil 13. P50 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. P50 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. P50 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir ($p \leq 0.05$).

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=12,08$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $0,98 (\pm 1,10) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,54 (\pm 1,32) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,26 (\pm 1,12) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,06 (\pm 1,00) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri yapılan post hoc analizde santral bölgede ortaya çıkan P50 yanıt bileşeninin genliği, frontal, pariyetal ve temporal bölgelerde ortaya çıkan P50 yanıt bileşenlerinin genliğinden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,0004$; $p=0,000$) (Şekil 14).



Şekil 14. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

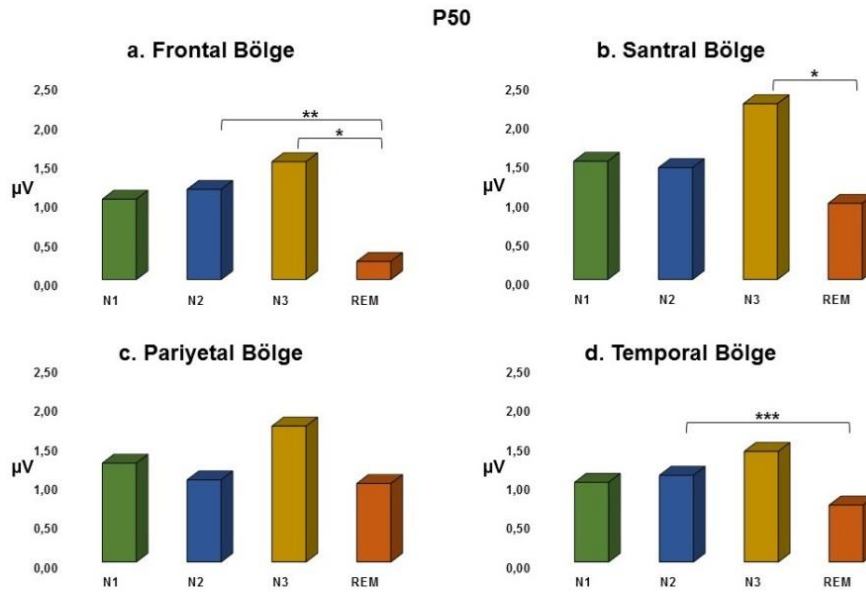
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=76,77$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,55 (\pm 0,87)$ μV bulunurken sağ hemisferde ortalama $1,18 (\pm 1,03)$ μV olarak bulunmuştur. Hemisferler için yapılan post hoc analizde sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşeninin genliği, sağ hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşeninin genliğinden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 15).



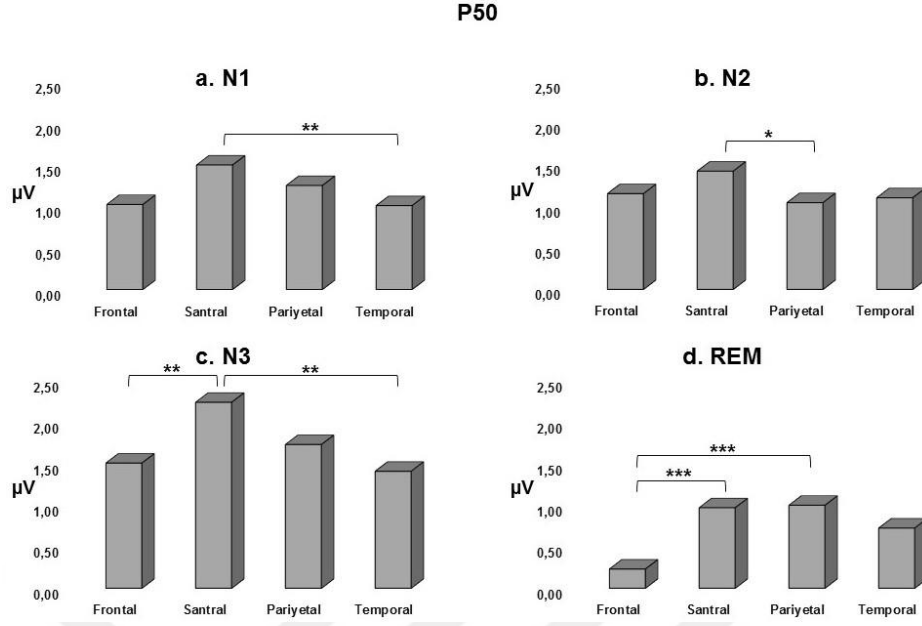
Şekil 15. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=2,12$; $p=0,030$]. P50 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $1,03 (\pm 1,05)$ μV , santral bölgede ortalama $1,50$

($\pm 1,26$) μV , pariyetal bölgede 1,26 ($\pm 1,21$) μV ve temporal bölgede ortalama 1,01 ($\pm 0,77$) μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama 1,15 ($\pm 0,87$) μV , santral bölgede ortalama 1,42 ($\pm 1,01$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,04 ($\pm 0,94$) μV ve temporal bölgede ortalama 1,10 ($\pm 0,84$) μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama 1,50 ($\pm 1,31$) μV , santral bölgede ortalama 2,24 ($\pm 1,62$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,73 ($\pm 1,31$) μV ve temporal bölgede ortalama 1,41 ($\pm 1,41$) μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği REM'de ise frontal bölgede ortalama 0,23 ($\pm 0,69$) μV , santral bölgede ortalama 0,97 ($\pm 1,00$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,00 ($\pm 0,81$) μV ve temporal bölgede ortalama 0,72 ($\pm 0,74$) μV olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde frontal bölgede meydana gelen P50 yanıt bileşeninin genliği REM'de N2 ve N3'ten anlamlı küçük bulunurken (sırasıyla $p=0,006$ ve $p=0,042$), santral bölgede P50 yanıt bileşeninin genliği REM'de N3'den anlamlı küçük ($p=0,016$) ve temporal bölgede P50 yanıt bileşeninin genliği REM'de N2'den anlamlı küçük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 16). Ayrıca P50 yanıt bileşeninin genliği N1'de santral bölgede temporal bölgeden, N2'de santral bölgede pariyetal bölgeden, N3'te santral bölgede frontal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,039$; $p=0,009$; $p=0,002$), REM'de santral ve pariyetal bölgede frontal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,001$) (Şekil 17).

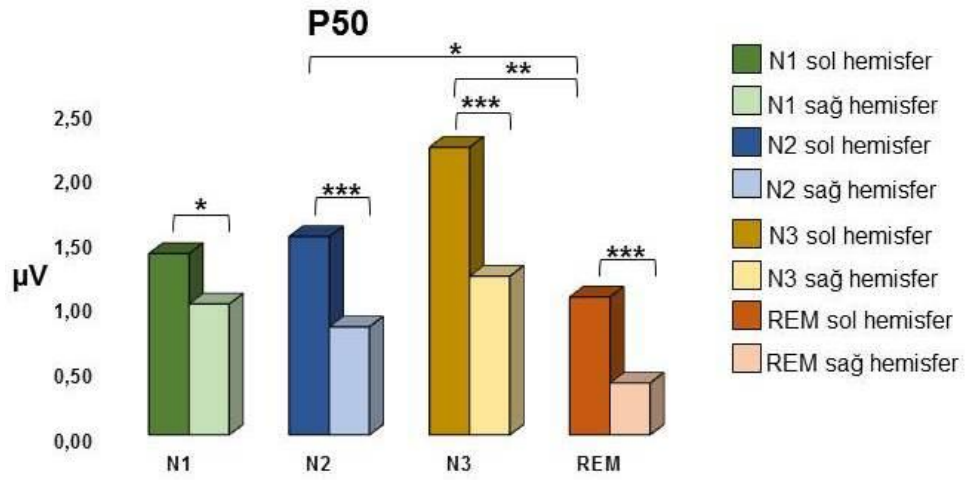


Şekil 16. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi



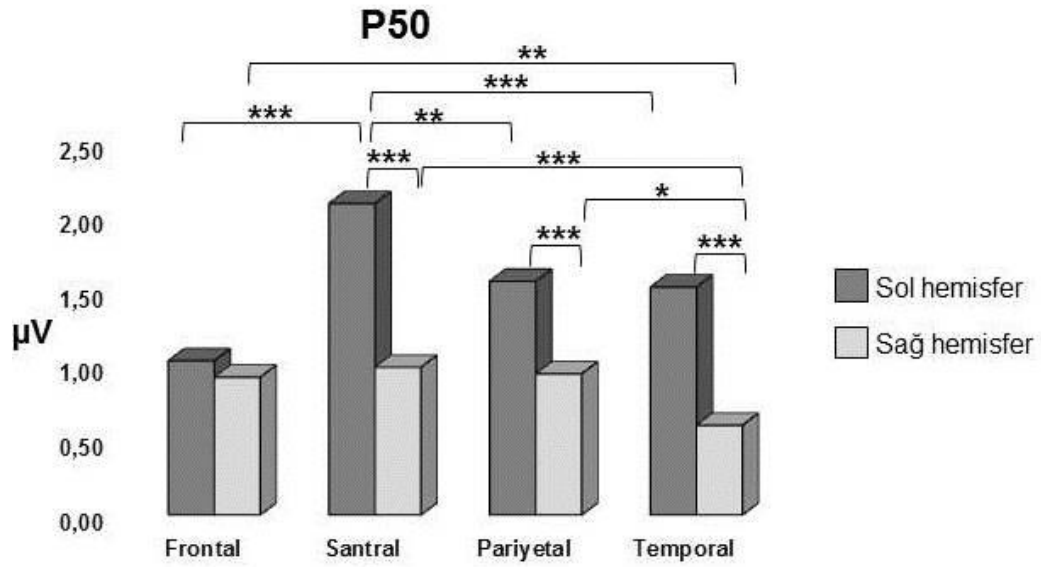
Şekil 17. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=4,70$; $p=0,005$]. P50 yanıt bileşeninin genliği N1 sol hemisferde ortalama $1,40 (\pm 1,01) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,01 (\pm 1,16) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği N2 sol hemisferde ortalama $1,53 (\pm 0,97) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,83 (\pm 0,72) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği N3 sol hemisferde ortalama $2,22 (\pm 1,41) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,22 (\pm 1,30) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği REM'de ise sol hemisferde ortalama $1,06 (\pm 0,97) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $0,40 (\pm 0,59) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N1, N2, N3 ve REM'de meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri sol hemisferde, sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,027$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$). Ayrıca N2 ve N3'te sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri, REM'de sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşeninin genliğinden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,030$; $p=0,007$) (Şekil 18).



Şekil 18. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre değişimi

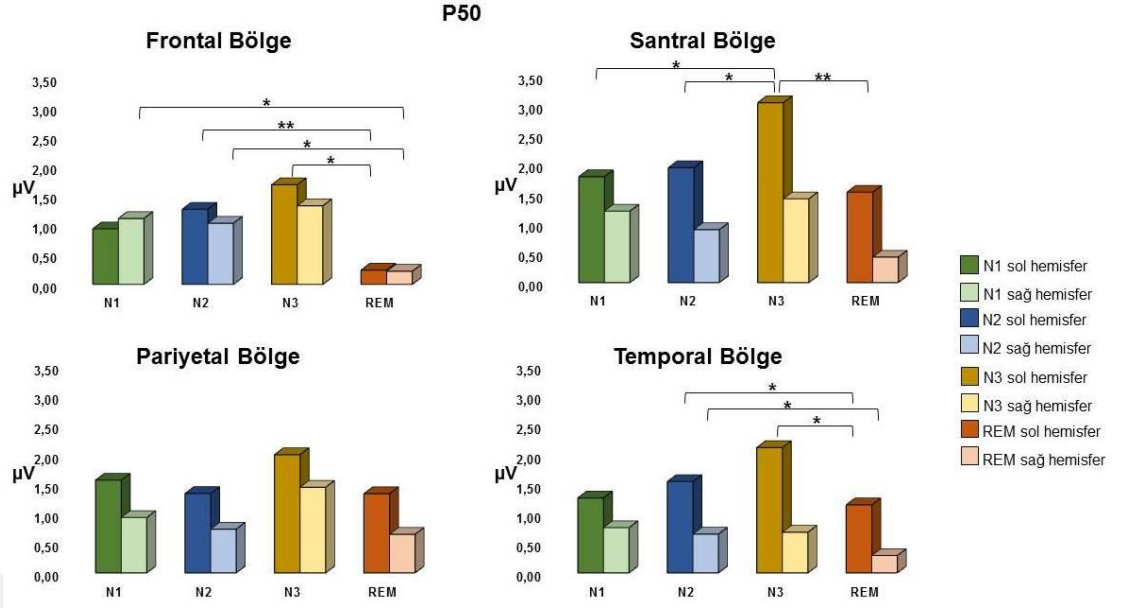
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=15,18$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşenin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,03 (\pm 1,11) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,92 (\pm 1,10) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $2,09 (\pm 1,26) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $0,99 (\pm 1,15) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,57 (\pm 1,09) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,95 (\pm 1,06) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği temporal bölgede ise sol hemisferde ortalama $1,53 (\pm 1,02) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $0,60 (\pm 0,73) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde santral, pariyetal ve temporal bölgelerde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri, sağ hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$). Ayrıca santral bölge sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenin genliği, frontal, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$, $p=0,001$). Frontal, santral ve pariyetal bölgelerde sağ hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri, temporal bölgede sağ hemisferde meydana gelen P50 yanıt bileşenin genliğinden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,000$, $p=0,012$) (Şekil 19).



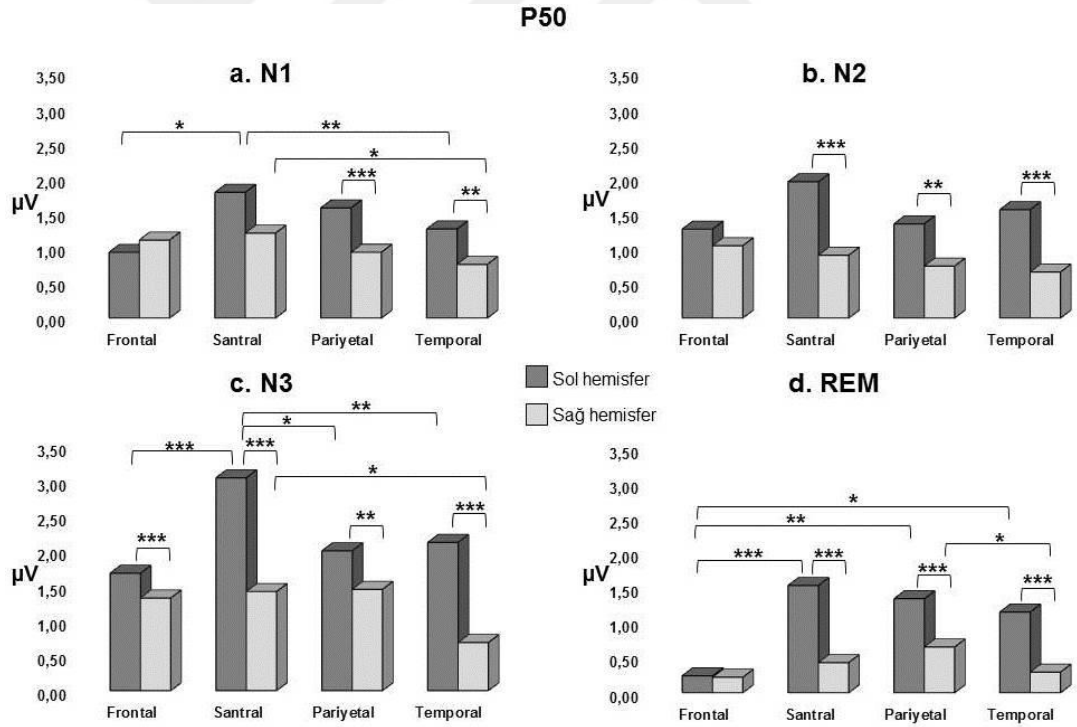
Şekil 19. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=2,29$; $p=0,019$]. P50 yanıt bileşenin genliği N1'de frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,94 (\pm 0,89) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,11 (\pm 1,21) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,79 (\pm 0,98) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,21 (\pm 1,46) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,57 (\pm 1,24) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,94 (\pm 1,13) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,27 (\pm 0,67) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,77 (\pm 0,79) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği N2'de frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,27 (\pm 0,92) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,03 (\pm 0,82) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,95 (\pm 1,01) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,90 (\pm 0,69) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,35 (\pm 0,98) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,74 (\pm 0,81) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,55 (\pm 0,87) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $0,66 (\pm 0,52) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği N3'te frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,68 (\pm 1,26) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,33 (\pm 1,37) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $3,05 (\pm 1,49) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,42 (\pm 1,33) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $2,00 (\pm 1,21) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,45 (\pm 1,38) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $2,12 (\pm 1,39) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,69 (\pm 1,02) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği REM'de frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,24 (\pm 0,83) \mu V$, sağ hemisferde

ortalama 0,22 ($\pm 0,53$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,53 ($\pm 0,96$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,43 ($\pm 0,70$) μV , pariyetal bölge sol hemisferde ortalama 1,34 ($\pm 0,85$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,65 ($\pm 0,62$) μV ve temporal bölge sol hemisferde ortalama 1,15 ($\pm 0,75$) μV ve sağ hemisferde ortalama 0,29 ($\pm 0,40$) μV olarak ölçülmüştür. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde N2 ve N3'te REM'den anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,006$; $p=0,028$), sağ hemisferde N1 ve N2'de REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,013$). P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde N3'te N1, N2 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,018$; $p=0,026$; $p=0,003$). P50 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde N2 ve N3'te REM'den anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,018$; $p=0,032$), sağ hemisferde N2'de REM'den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,024$) (Şekil 20). P50 yanıt bileşeninin genliği N1 sol hemisferde santral bölgede frontal ve temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,019$; $p=0,002$), sağ hemisferde santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,037$). P50 yanıt bileşeninin genliği N3 sol hemisferde santral bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,011$; $p=0,003$), sağ hemisferde santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,036$). P50 yanıt bileşeninin genliği REM sol hemisferde santral, pariyetal ve temporal bölgelerde frontal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$; $p=0,037$), sağ hemisferde pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,012$). P50 yanıt bileşeninin genliği N1 pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,009$). P50 yanıt bileşeninin genliği N2 santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$; $p=0,000$). P50 yanıt bileşeninin genliği N3 frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,006$; $p=0,001$), REM'de santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 21).



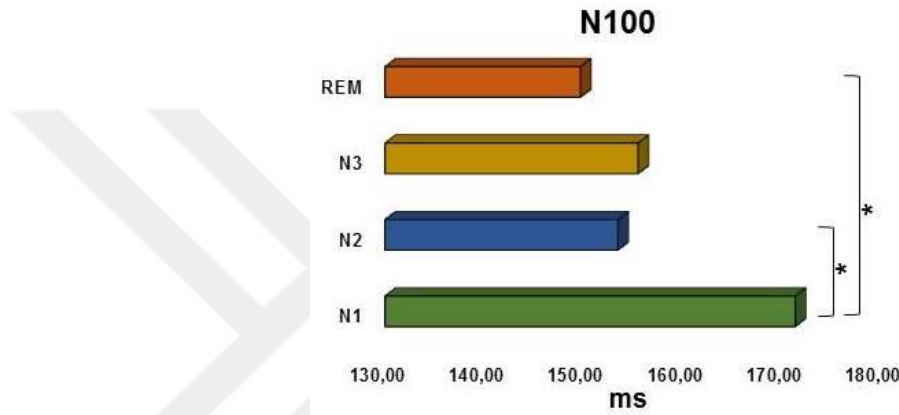
Şekil 20. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelere göre hemisferlerde değişimi



Şekil 21. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre hemisferlerde değişimi

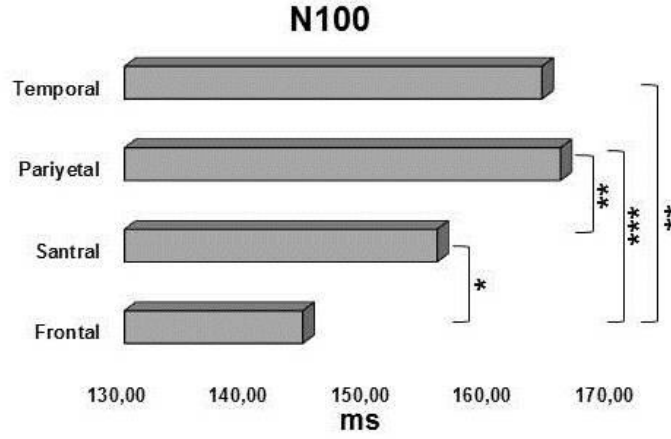
4.1.2. N100 Yanıt Bileşeni

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=5,13$; $p=0,003$]. N100 yanıt bileşeni N1'de uyarandan ortalama 171,26 ($\pm 30,47$) ms sonra, N2'de uyarandan ortalama 153,43 ($\pm 36,25$) ms sonra, N3'te uyarandan ortalama 155,46 ($\pm 39,13$) ms sonra ve REM'de uyarandan ortalama 149,66 ($\pm 30,53$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni N2 ve REM'de N1'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,036$; $p=0,012$) (Şekil 22).



Şekil 22. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört uyku evresini göstermektedir. Yatay eksen, N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$).

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etkianlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=15,28$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 144,56 ($\pm 39,20$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 155,53 ($\pm 33,56$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 165,61 ($\pm 30,49$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 164,11 ($\pm 33,24$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni frontal bölgede, santral, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,045$; $p=0,000$; $p=0,002$), santral bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,006$) (Şekil 23).

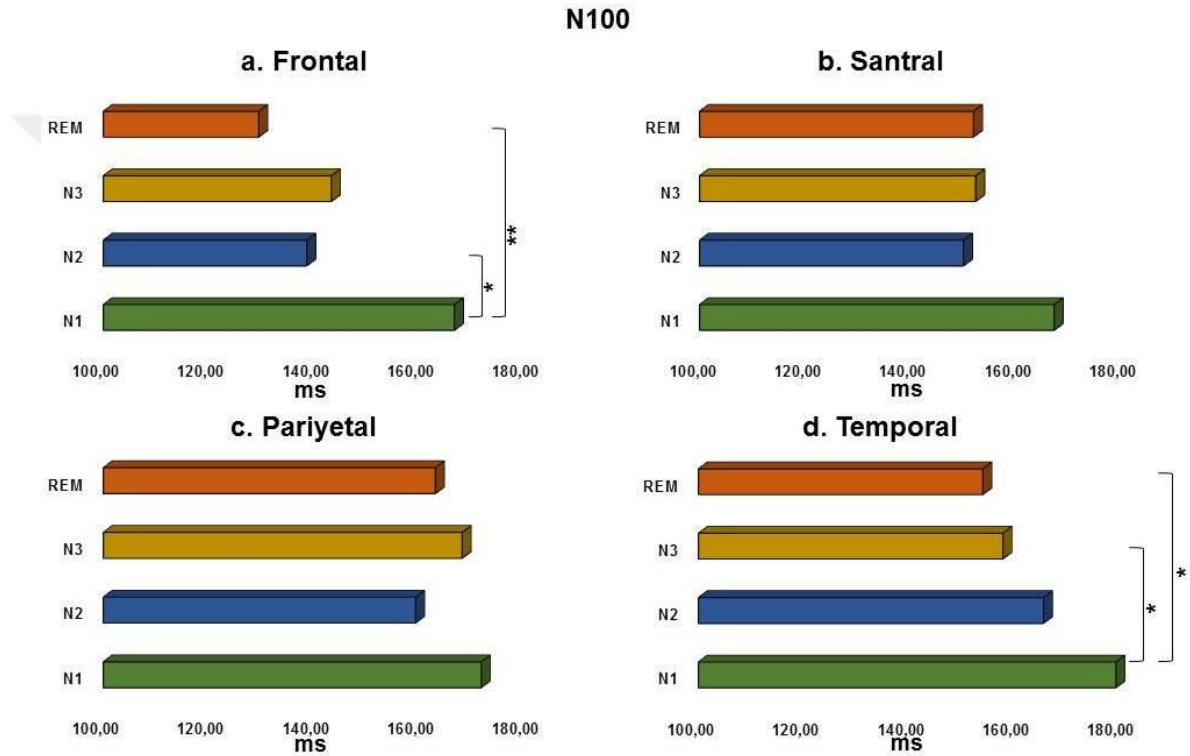


Şekil 23. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$; ** $\leq 0,01$; *** $\leq 0,001$).

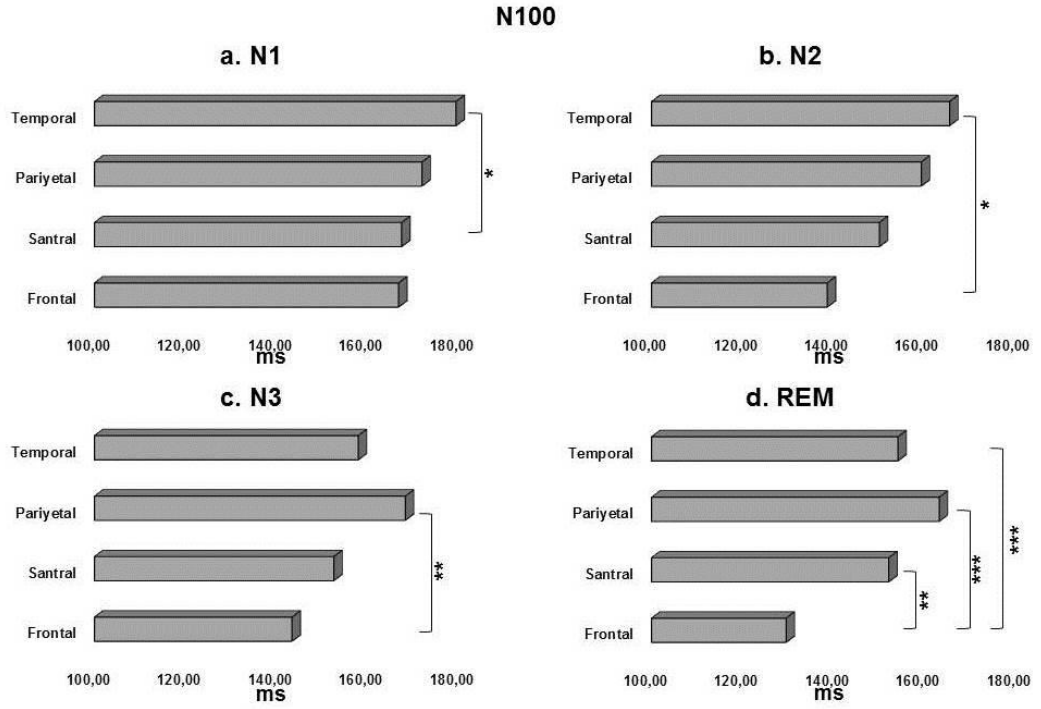
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeetkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=2,86$; $p=0,004$]. N100 yanıt bileşeni N1’de frontal bölgede uyarandan ortalama 166,71 ($\pm 36,03$) ms sonra, santral bölgede uyarandan 167,38 ($\pm 28,48$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 171,81 ($\pm 25,94$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 179,32 ($\pm 29,95$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni N2’de frontal bölgede uyarandan ortalama 138,67 ($\pm 38,95$), santral bölgede uyarandan ortalama 150,14 ($\pm 35,08$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 159,33 ($\pm 34,96$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 165,57 ($\pm 31,02$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni N3’te frontal bölgede uyarandan ortalama 143,33 ($\pm 41,48$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 152,48 ($\pm 39,16$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 168,19 ($\pm 35,65$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 157,86 ($\pm 37,17$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni REM’de frontal bölgede uyarandan ortalama 129,52 ($\pm 30,84$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 152,05 ($\pm 28,44$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 163,10 ($\pm 22,99$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 154,05 ($\pm 29,63$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni

frontal bölgede N2 ve REM'de N1'den anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,049$; $p=0,005$), temporal bölgede N3 ve REM'de N1'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,012$; $p=0,023$) (Şekil 24). N100 yanıt bileşeni N1'de santral bölgede, temporal bölgeden, N2'de frontal bölgede, temporal bölgeden ve N3'te frontal bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,036$; $p=0,037$; $p=0,006$). Ayrıca N100 yanıt bileşeni REM'de frontal bölgede, santral, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,006$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 25).

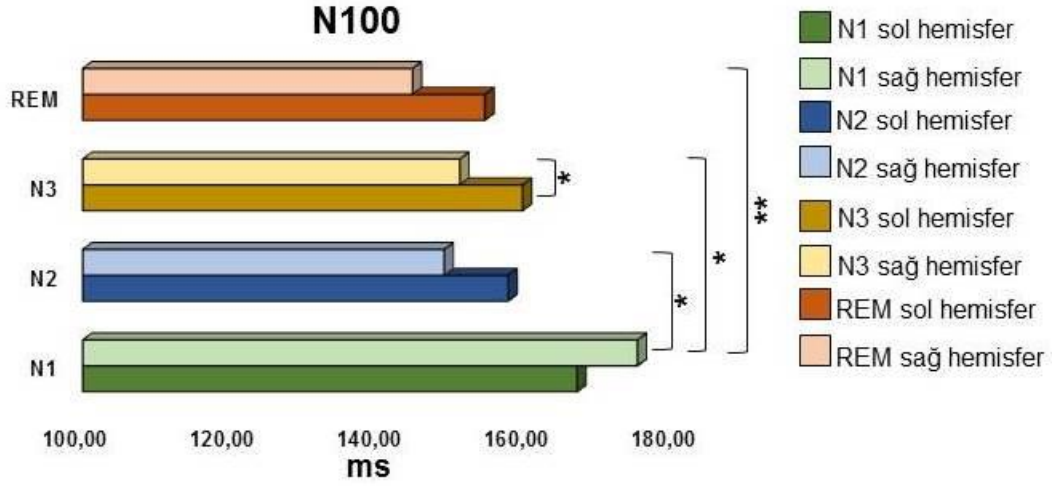


Şekil 24. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelerde evrelere göre ortaya çıkma süreleri



Şekil 25. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin evrelerde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri

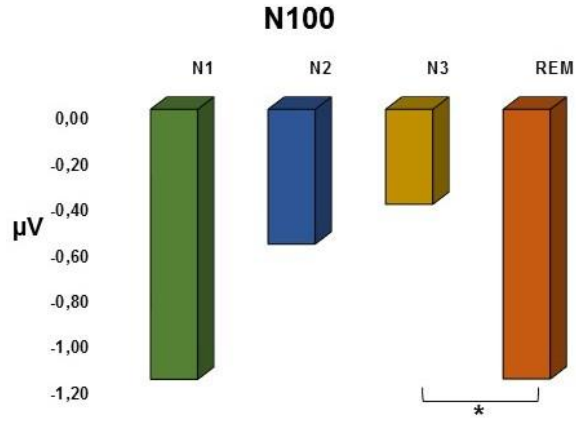
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=3,36$; $p=0,025$]. N100 yanıt bileşeni N1’de sol hemisferde uyarandan ortalama 167,13 ($\pm 26,24$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 175,33 ($\pm 33,81$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N2’de sol hemisferde uyarandan ortalama 157,76 ($\pm 32,91$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 149,10 ($\pm 39,03$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N3’te sol hemisferde uyarandan ortalama 159,71 ($\pm 33,01$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 151,21 ($\pm 44,22$) ms sonra ortaya çıkmıştır. REM’de sol hemisferde uyarandan ortalama 154,60 ($\pm 22,62$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 144,79 ($\pm 36,19$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni N2, N3 ve REM sağ hemisferlerde, N1 sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,012$; $p=0,043$; $p=0,008$). Ayrıca N100 yanıt bileşeni N3’te sağ hemisferde, sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,035$) (Şekil 26).



Şekil 26. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

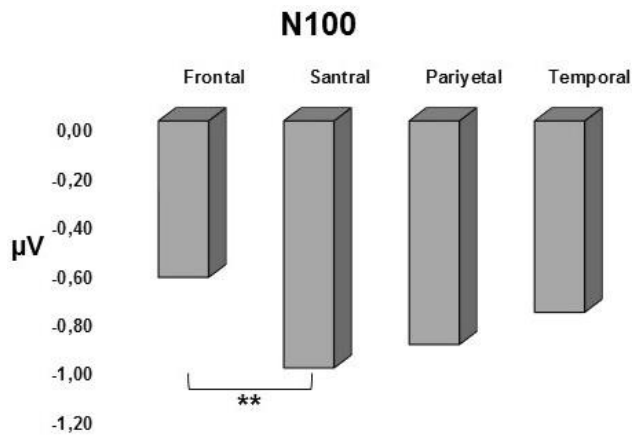
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=4,10$; $p=0,011$]. N100 yanıt bileşeninin genliği N1'de ortalama $-1,18 (\pm 1,18) \mu V$, N2'de ortalama $-0,59 (\pm 1,05) \mu V$, N3'te ortalama $-0,41 (\pm 1,48) \mu V$ ve REM'de ortalama $-1,18 (\pm 1,04) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği REM'de N3'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,050$) (Şekil 27).



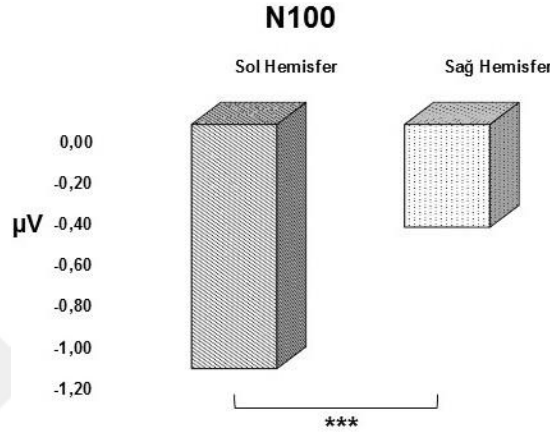
Şekil 27. N100 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. N100 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir ($p \leq 0.05$).

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=4,31$; $p=0,008$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-0,64 (\pm 1,18) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,01 (\pm 1,49) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,92 (\pm 1,14) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,78 (\pm 1,13) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede frontal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,003$) (Şekil 28).



Şekil 28. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

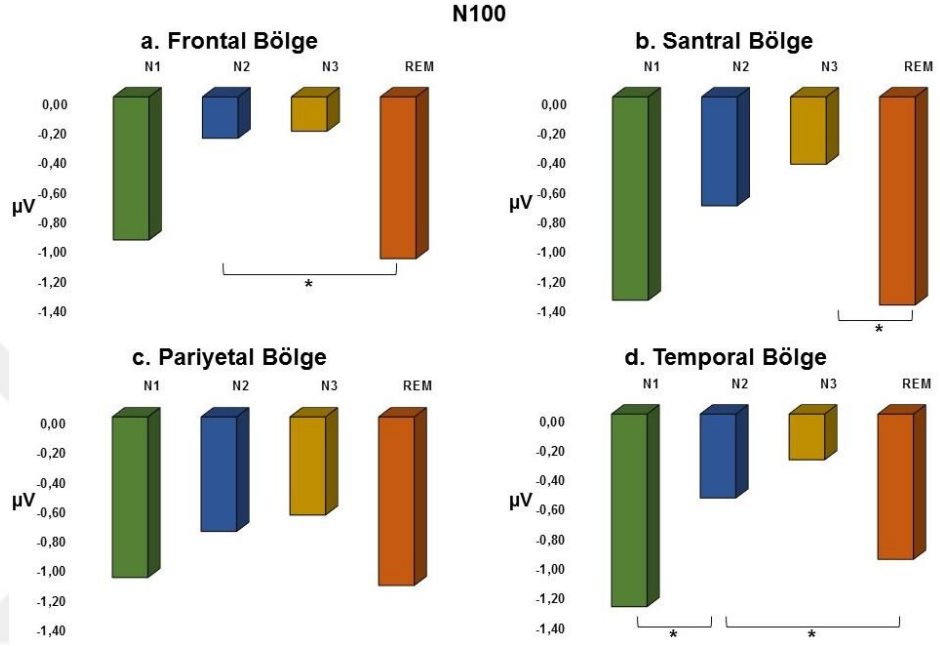
N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=44,58$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-1,18 (\pm 1,39) \mu V$, sağ hemisferde ise ortalama $-0,50 (\pm 0,98) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 29).



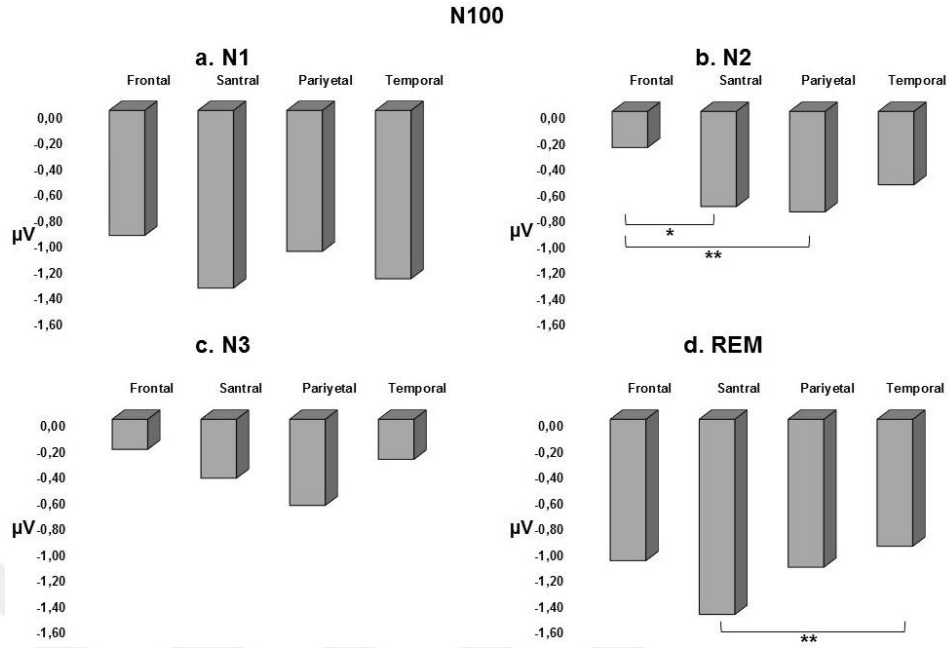
Şekil 29. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=2,08$; $p=0,034$]. N100 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $-0,96 (\pm 1,07) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,37 (\pm 1,40) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,08 (\pm 1,13) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,30 (\pm 1,10) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $-0,28 (\pm 0,85) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,73 (\pm 1,26) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,77 (\pm 1,09) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,56 (\pm 0,91) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $-0,23 (\pm 1,59) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,45 (\pm 1,72) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,66 (\pm 1,26) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,31 (\pm 1,32) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal bölgede ortalama $-1,09 (\pm 0,80) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,50 (\pm 1,32) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,14 (\pm 1,04) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,98 (\pm 0,92) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede REM'de N2'den, santral bölgede REM'de N3'ten

anlamli büyük bulunurken ($p=0,011$; $p=0,020$), temporal bölgede N1 ve REM'de N2'den anlamli büyük bulunmuştur ($p=0,018$; $p=0,025$) (Şekil 30). Ayrıca N100 yanıt bileşeninin genliği N2'de santral ve pariyetal bölgelerde frontal bölgeden anlamli büyük bulunurken ($p=0,015$; $p=0,009$), REM'de santral bölgede temporal bölgeden anlamli büyük bulunmuştur ($p=0,010$) (Şekil 31).



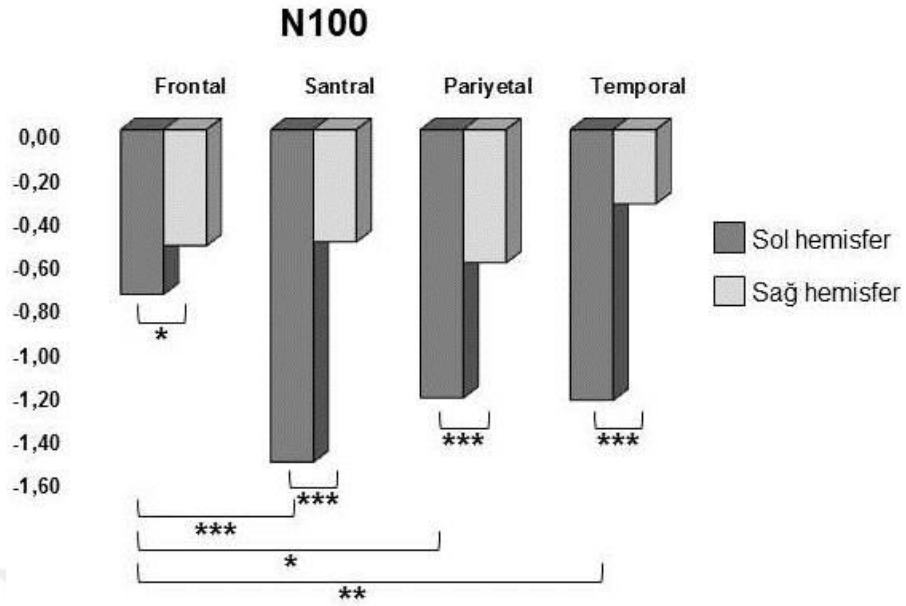
Şekil 30. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi



Şekil 31. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=16,74$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-0,75 (\pm 1,25) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,53 (\pm 1,10) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-1,52 (\pm 1,70) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,51 (\pm 1,03) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-1,22 (\pm 1,23) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,61 (\pm 0,95) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-1,23 (\pm 1,24) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,34 (\pm 0,79) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,011$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$). Ayrıca N100 yanıt bileşeninin genliği santral, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferlerde frontal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,042$; $p=0,003$) (Şekil 32).

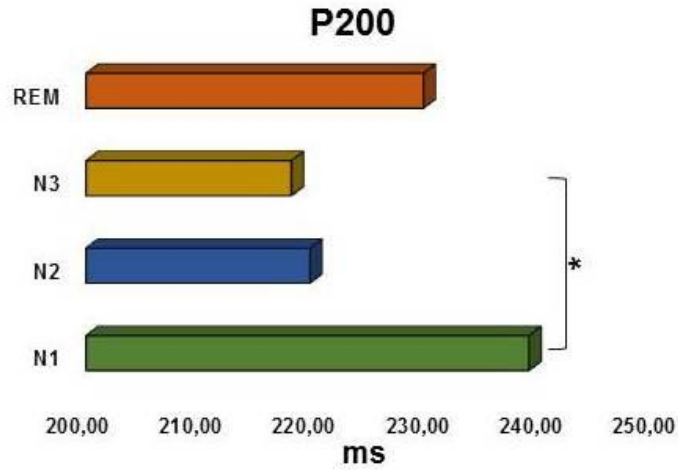


Şekil 32. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

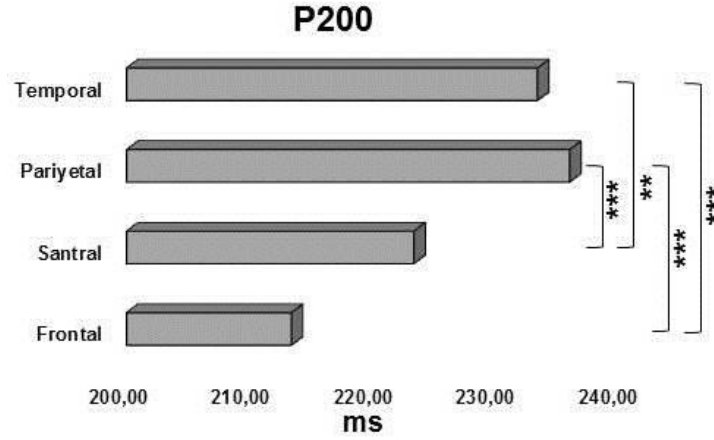
4.1.3. P200 Yanıt Bileşeni

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=5,27$; $p=0,003$]. P200 yanıt bileşeni N1'de uyarandan ortalama 238,97 ($\pm 30,70$) ms sonra, N2'de uyarandan ortalama 219,70 ($\pm 36,61$) ms sonra, N3'te uyarandan ortalama 218,06 ($\pm 31,37$) ms sonra ve REM'de uyarandan ortalama 229,66 ($\pm 31,75$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni N3'te, N1'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,014$) (Şekil 33).



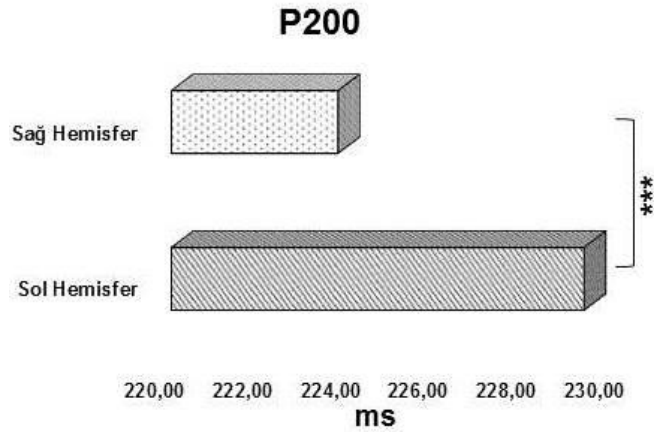
Şekil 33. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=19,33$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 213,42 ($\pm 34,68$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 223,39 ($\pm 30,67$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 236,07 ($\pm 30,49$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 233,45 ($\pm 34,12$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni frontal ve santral bölgelerde, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,003$) (Şekil 34).



Şekil 34. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (** $\leq 0,01$; *** $\leq 0,001$).

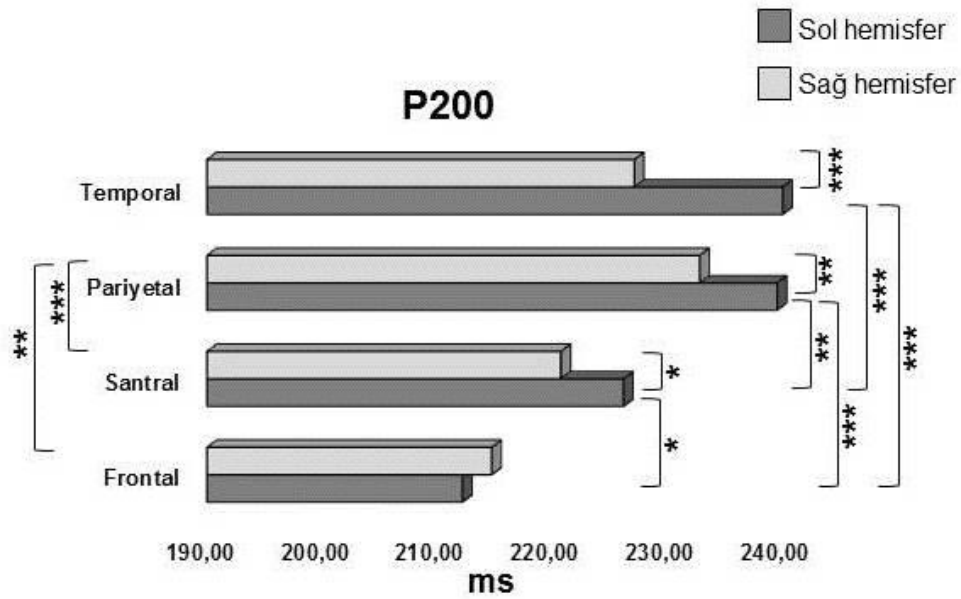
P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=21,81$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 229,38 ($\pm 31,90$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 223,79 ($\pm 35,21$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni sağ hemisferde, sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,000$) (Şekil 35).



Şekil 35. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen iki hemisferi göstermektedir. Yatay eksen, P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (*** $\leq 0,001$).

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=9,76$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 212,14 ($\pm 34,91$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 214,69 ($\pm 34,61$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 226,12 ($\pm 29,31$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 220,69 ($\pm 31,90$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 239,43 ($\pm 29,00$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 232,71 ($\pm 31,72$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 239,93 ($\pm 25,63$) ms sonra, sağ hemisferde ise uyarandan ortalama 227,05 ($\pm 39,94$) ms sonra ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sağ hemisferde, sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,015$; $p=0,002$; $p=0,000$). P200 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde, santral, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferlerden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,033$; $p=0,000$; $p=0,000$), santral bölge sol hemisferde, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferlerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,001$). Ayrıca P200 yanıt bileşeni frontal ve santral bölge sağ hemisferlerde, pariyetal bölge sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,001$) (Şekil 36).

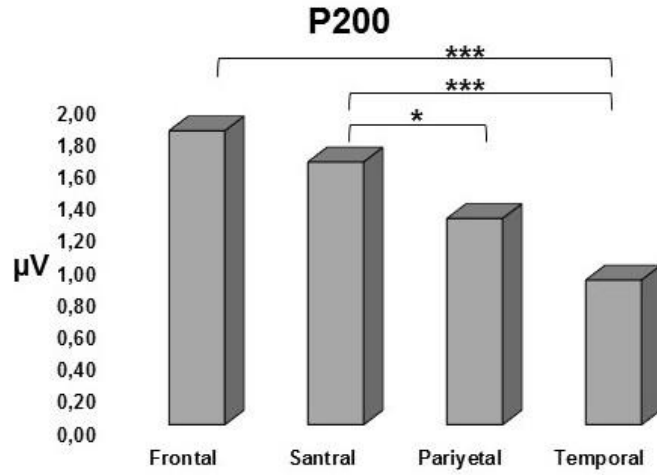


Şekil 36. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

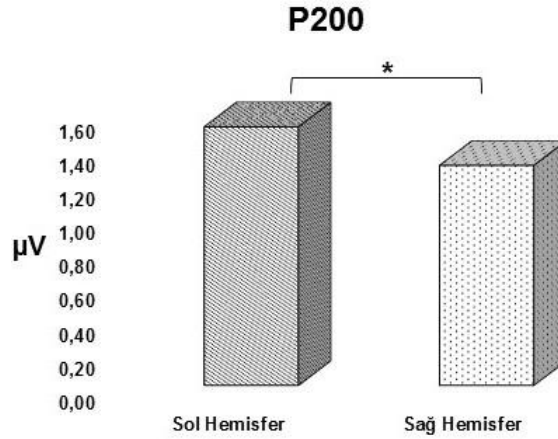
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etkiye anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=15,13$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,82 (\pm 1,75) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,63 (\pm 1,41) \mu V$, parietal bölgede ortalama $1,28 (\pm 1,13) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,90 (\pm 1,04) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,000$), santral bölgede parietal ve temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,015$; $p=0,000$) (Şekil 37).



Şekil 37. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

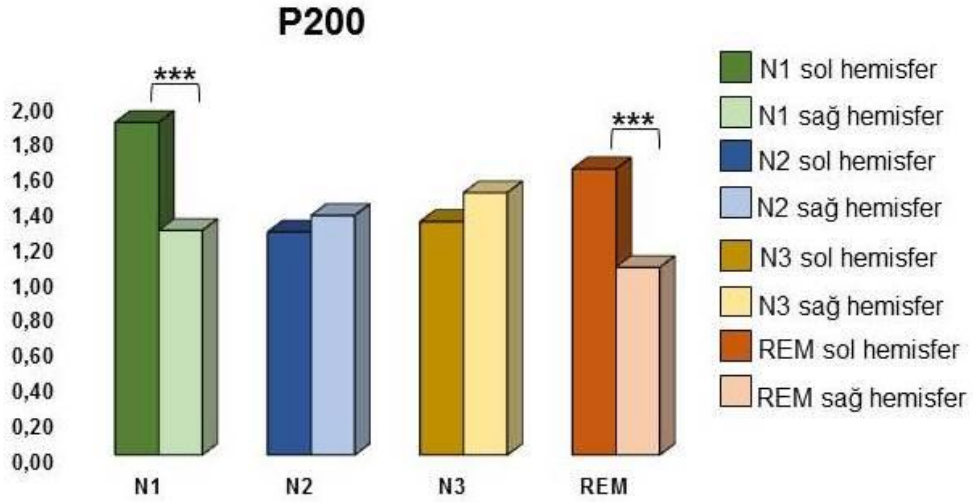
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=6,44$; $p=0,021$]. P200 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,52 (\pm 1,54)$ μV olarak ölçülürken sağ hemisferde ortalama $1,29 (\pm 1,24)$ μV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,021$) (Şekil 38).



Şekil 38. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

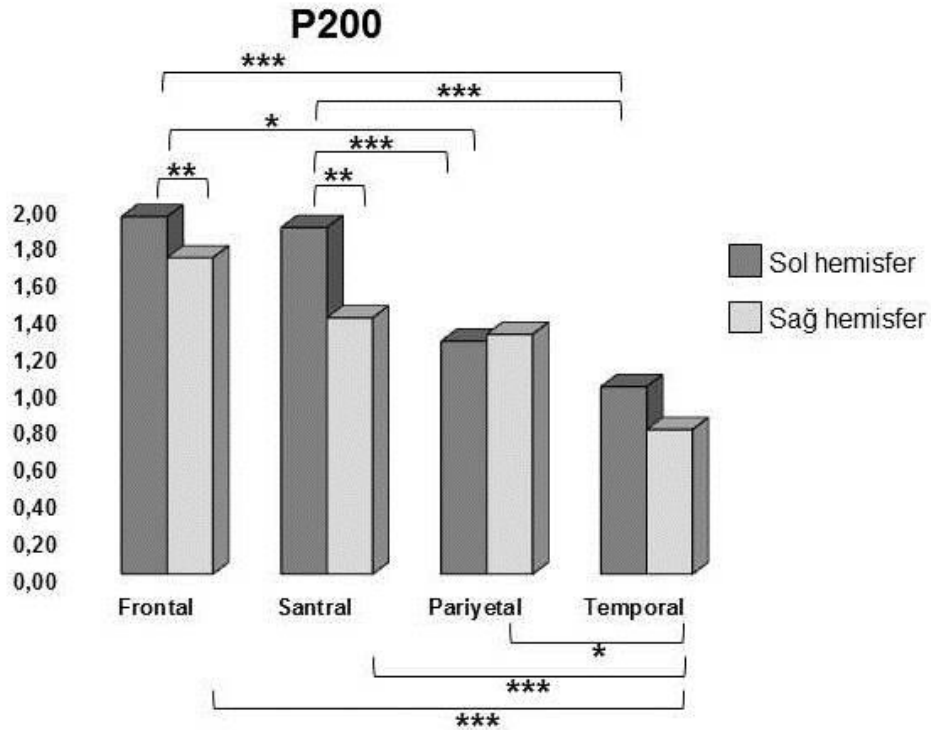
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=6,00$; $p=0,001$]. P200 yanıt bileşeninin genliği N1 sol hemisferde ortalama $1,88 (\pm 1,53) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,27 (\pm 1,12) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği N2 sol hemisferde ortalama $1,26 (\pm 1,06) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,36 (\pm 1,00) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği N3 sol hemisferde ortalama $1,32 (\pm 2,03) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,49 (\pm 1,73) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği REM'de sol hemisferde ortalama $1,62 (\pm 1,29) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,06 (\pm 0,95) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği N1 ve REM sol hemisferde, sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,001$) (Şekil 39).



Şekil 39. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=6,94$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,93 (\pm 1,87) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,71 (\pm 1,61) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $1,88 (\pm 1,55) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,39 (\pm 1,21) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,26 (\pm 1,17) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,30 (\pm 1,09) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,01 (\pm 1,27) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,78$

($\pm 0,73$) μV olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,007$; $p=0,002$). P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,037$; $p=0,000$), santral bölge sol hemisferde, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$). Ayrıca P200 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral ve pariyetal bölge sağ hemisferde temporal bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,046$) (Şekil 40).

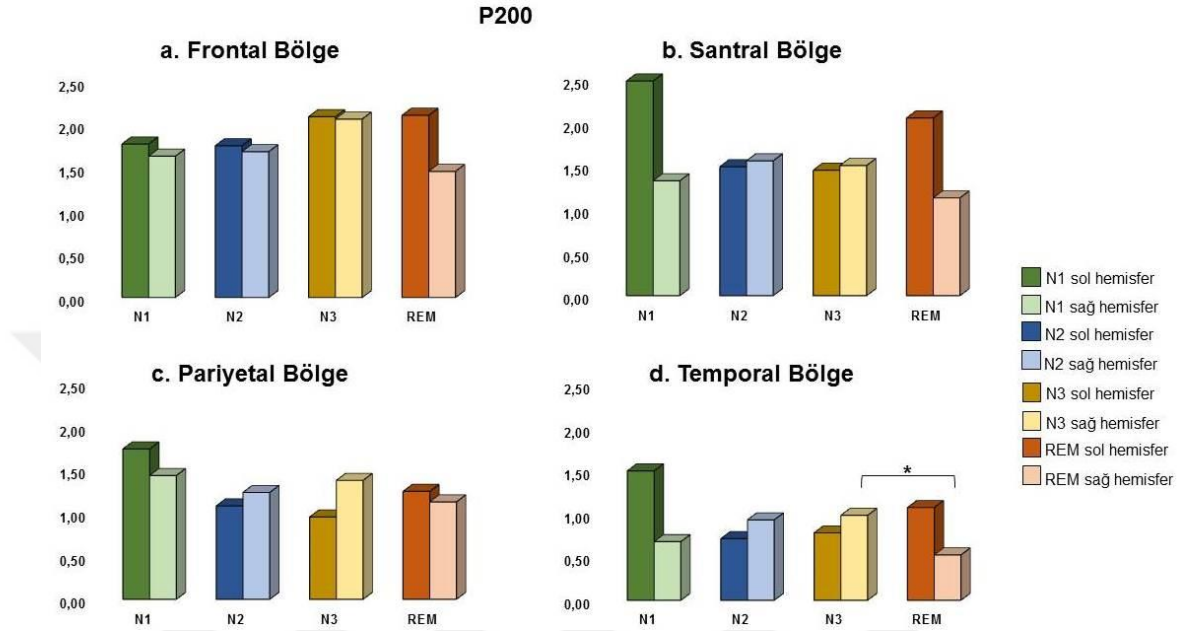


Şekil 40. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

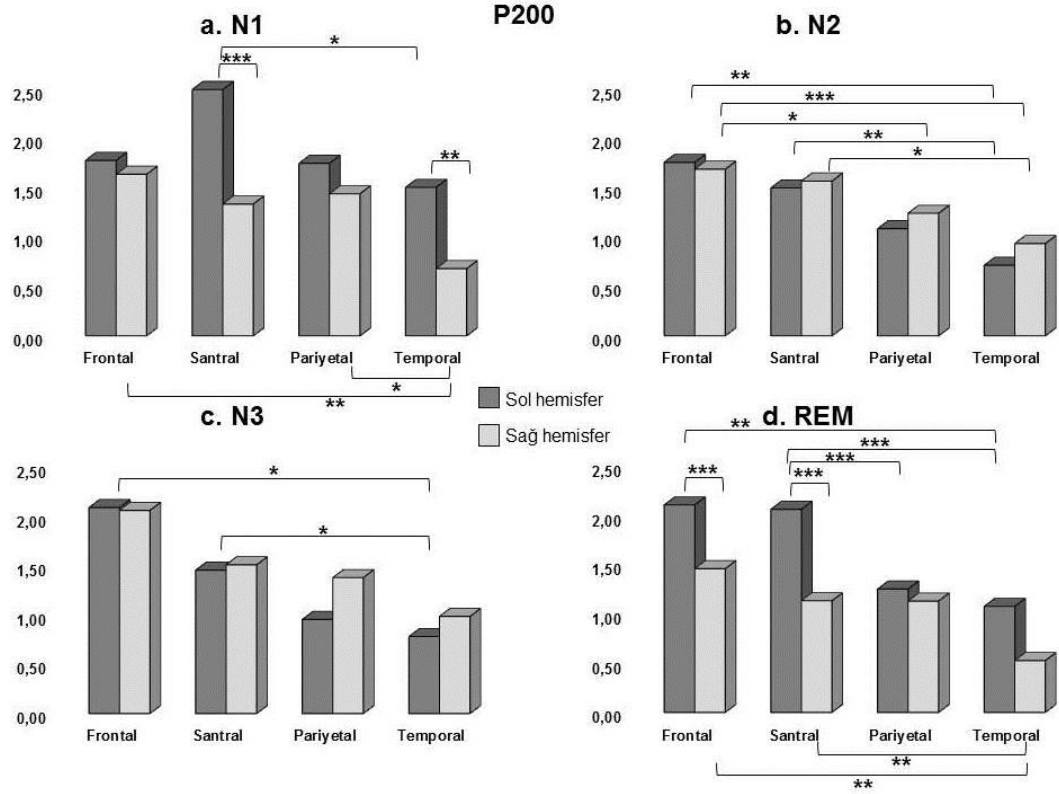
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=3,76$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,78 (\pm 1,55) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,64 (\pm 1,20) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $2,49 (\pm 1,87) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,33 (\pm 1,25) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,75 (\pm 1,29) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,44 (\pm 1,03) \mu V$ ve temporal bölge sol hemisferde

ortalama 1,50 ($\pm 1,26$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,68 ($\pm 0,79$) μV olarak ölçölmüştür. P200 yanıt bileşenin genliği N2'de frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,76 ($\pm 1,04$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,69 ($\pm 0,95$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,50 ($\pm 1,19$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,57 ($\pm 1,08$) μV , pariyetal bölge sol hemisferde ortalama 1,08 ($\pm 0,99$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,24 ($\pm 1,11$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,71 ($\pm 0,73$) μV ve sağ hemisferde ortalama 0,93 ($\pm 0,68$) μV olarak ölçölmüştür. P200 yanıt bileşenin genliği N3'te frontal bölge sol hemisferde ortalama 2,09 ($\pm 3,05$) μV , sağ hemisferde ortalama 2,06 ($\pm 2,66$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,46 ($\pm 1,69$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,51 ($\pm 1,59$) μV , pariyetal bölge sol hemisferde ortalama 0,96 ($\pm 1,09$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,38 ($\pm 1,17$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,78 ($\pm 1,65$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,99 ($\pm 0,89$) μV olarak ölçölmüştür. P200 yanıt bileşenin genliği REM'de frontal bölge sol hemisferde ortalama 2,11 ($\pm 1,29$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,46 ($\pm 1,07$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 2,06 ($\pm 1,17$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,14 ($\pm 0,84$) μV , pariyetal bölge sol hemisferde ortalama 1,25 ($\pm 1,21$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,13 ($\pm 1,10$) μV ve temporal bölge sol hemisferde ortalama 1,08 ($\pm 1,20$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,53 ($\pm 0,43$) μV olarak ölçölmüştür. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşenin genliği N3 temporal bölge sağ hemisferde, REM temporal bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,035$) (Şekil 41). P200 yanıt bileşenin genliği N1 sol hemisferde santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,020$), sağ hemisferde frontal ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,017$). P200 yanıt bileşenin genliği N2 sol hemisferdefrontal ve santral bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,005$; $p=0,006$), sağ hemisferde frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,047$; $p=0,000$; $p=0,021$). P200 yanıt bileşenin genliği N3 sol hemisferde frontal ve santral bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,015$; $p=0,014$). P200 yanıt bileşenin genliği REM sol hemisferde frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,000$; $p=0,000$), sağ hemisferde frontal ve santral bölgelerde temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$;

$p=0,010$). Ayrıca P200 yanıt bileşeni N1 santral ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$), REM frontal ve santral bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 42).



Şekil 41. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelere göre hemisferlerde değişimi



Şekil 42. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre hemisferlerde değişimi

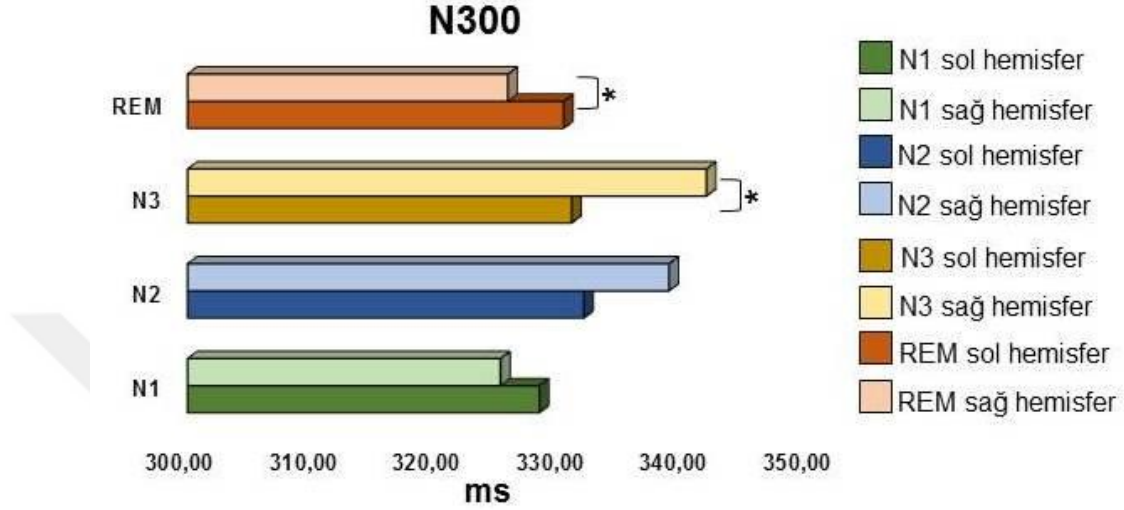
4.1.4. N300 Yanıt Bileşeni

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri, elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

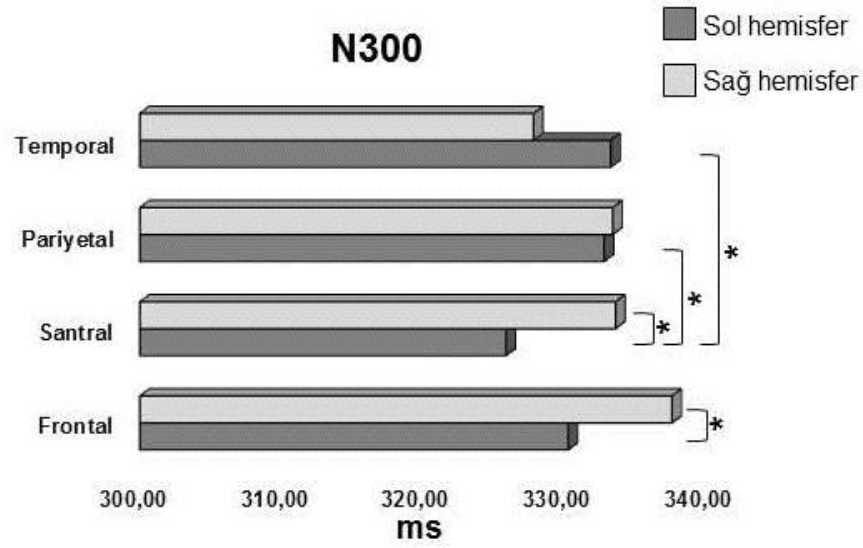
N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=3,40$; $p=0,025$]. N300 yanıt bileşeni N1’de sol hemisferde uyarandan ortalama $328,44 (\pm 34,31)$ ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama $325,30 (\pm 37,36)$ ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni N2’de sol hemisferde uyarandan ortalama $332,05 (\pm 27,28)$ ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama $338,93 (\pm 28,53)$ ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni N3’te sol hemisferde uyarandan ortalama $331,05 (\pm 35,48)$ ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama $341,95 (\pm 36,13)$ ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni REM’de uyarandan ortalama $330,41 (\pm 25,38)$ ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama

325,90 ($\pm 30,54$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeni N3'te sol hemisferde, sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkarken ($p=0,034$), REM'de sağ hemisferde, sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,046$) (Şekil 43).



Şekil 43. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

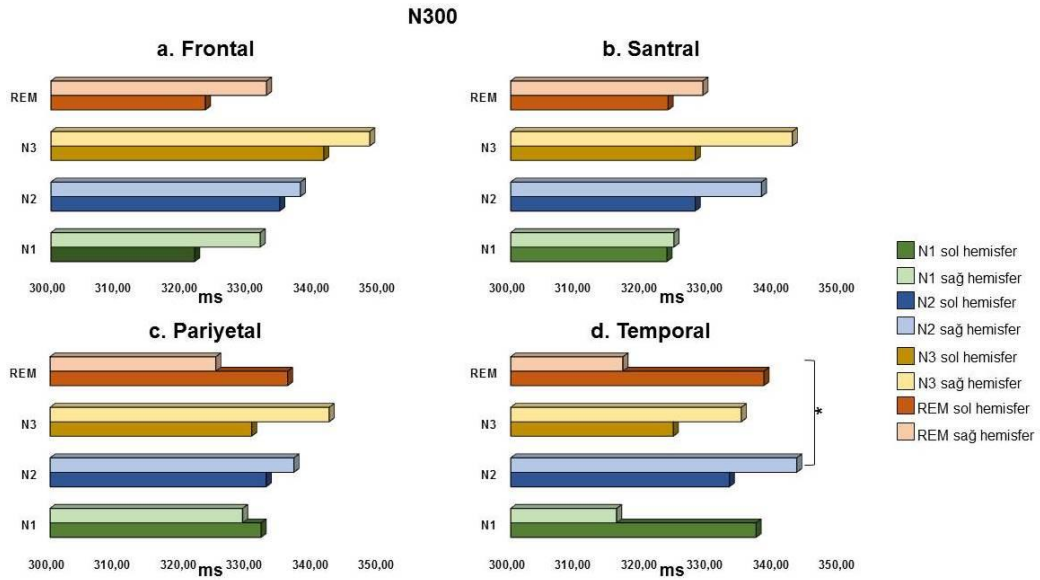
N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=5,89$; $p=0,002$]. N300 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 330,21 ($\pm 36,68$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 337,52 ($\pm 34,19$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 325,83 ($\pm 26,82$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 333,55 ($\pm 30,64$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 332,75 ($\pm 29,45$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 333,35 ($\pm 34,05$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 333,20 ($\pm 29,30$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 327,76 ($\pm 36,82$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeni frontal ve santral bölgelerde sol hemisferde, sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,014$; $p=0,036$). Ayrıca N300 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde, pariyetal ve temporal bölge sol hemisferlerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,042$; $p=0,029$) (Şekil 44).



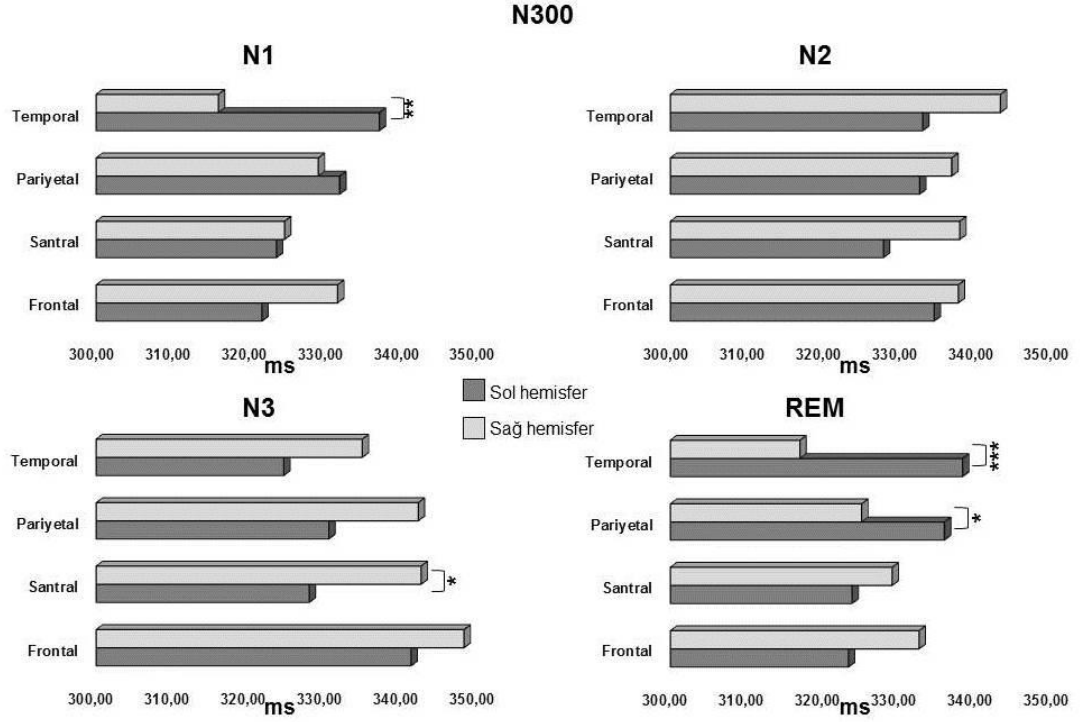
Şekil 44. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,153)=3,13$; $p=0,002$]. N300 yanıt bileşeni N1’de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 321,71 ($\pm 38,59$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 331,62 ($\pm 33,01$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 323,62 ($\pm 30,59$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 324,67 ($\pm 34,38$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 331,90 ($\pm 35,38$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 329,10 ($\pm 39,90$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 337,10 ($\pm 32,36$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 316,00 ($\pm 42,31$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni N2’de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 334,57 ($\pm 32,78$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 337,71 ($\pm 32,36$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 327,90 ($\pm 25,85$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 337,90 ($\pm 23,19$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 332,67 ($\pm 25,94$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 336,86 ($\pm 26,91$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 333,05 ($\pm 25,42$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 343,24 ($\pm 32,30$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni N3’te frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 341,24 ($\pm 44,01$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 348,19 ($\pm 32,62$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama

327,90 ($\pm 31,00$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 342,57 ($\pm 36,65$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 330,48 ($\pm 31,75$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 342,19 ($\pm 34,47$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 324,57 ($\pm 33,98$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 334,86 ($\pm 41,59$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni REM'de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 323,33 ($\pm 28,48$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 332,57 ($\pm 38,34$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 323,80 ($\pm 19,62$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 329,05 ($\pm 24,98$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 335,90 ($\pm 25,86$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 325,05 ($\pm 33,83$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 338,29 ($\pm 24,55$) ms sonra, sağ hemisferde ise uyarandan sonra ortalama 316,95 ($\pm 22,13$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde temporal bölge sağ hemisferde ortaya çıkan N300 yanıt bileşeni REM'de N2'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,034$) (Şekil 45). Ayrıca N300 yanıt bileşeni N1 temporal bölge sağ hemisferde sol hemisferden, N3 santral bölge sol hemisferde sağ hemisferden ve REM pariyetal bölge ile temporal bölgede sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,010$; $p=0,038$; $p=0,017$; $p=0,000$) (Şekil 46).

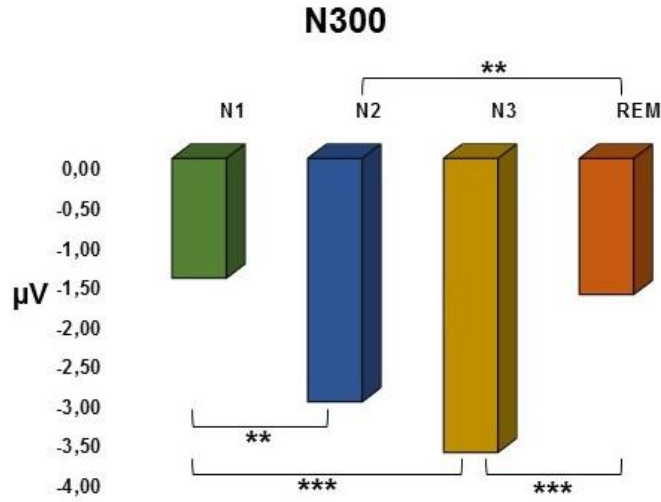


Şekil 45. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre evrelerde ortaya çıkma süreleri



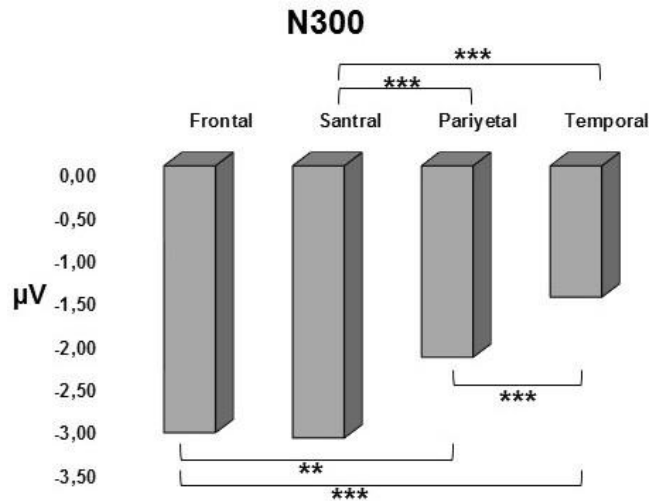
Şekil 46. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin evrelere göre bölgelerde ortaya çıkma süreleri

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=15,16$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşenin genliği N1’de ortalama $-1,51 (\pm 1,15)$ μV , N2’de ortalama $-3,06 (\pm 1,85)$ μV , N3’te ortalama $-3,70 (\pm 2,19)$ μV ve REM’de ortalama $-1,71 (\pm 1,08)$ μV olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği N2 ve N3’te N1 ve REM’den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,006$; $p=0,001$; $p=0,010$; $p=0,000$) (Şekil 47).



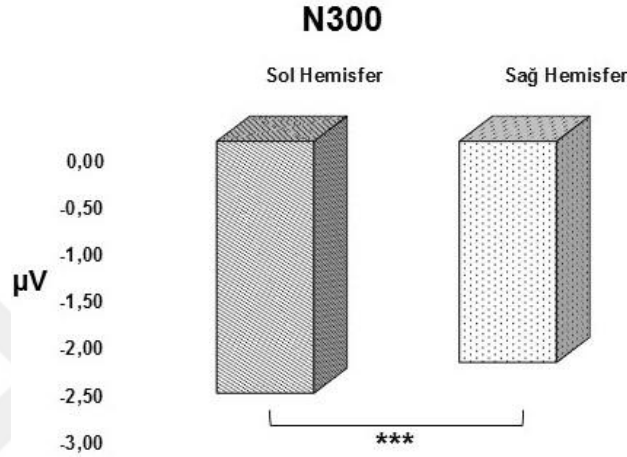
Şekil 47. N300 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=60,58$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-3,10 (\pm 2,07) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,16 (\pm 2,05) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,22 (\pm 1,57) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,52 (\pm 1,15) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$), pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 48).



Şekil 48. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

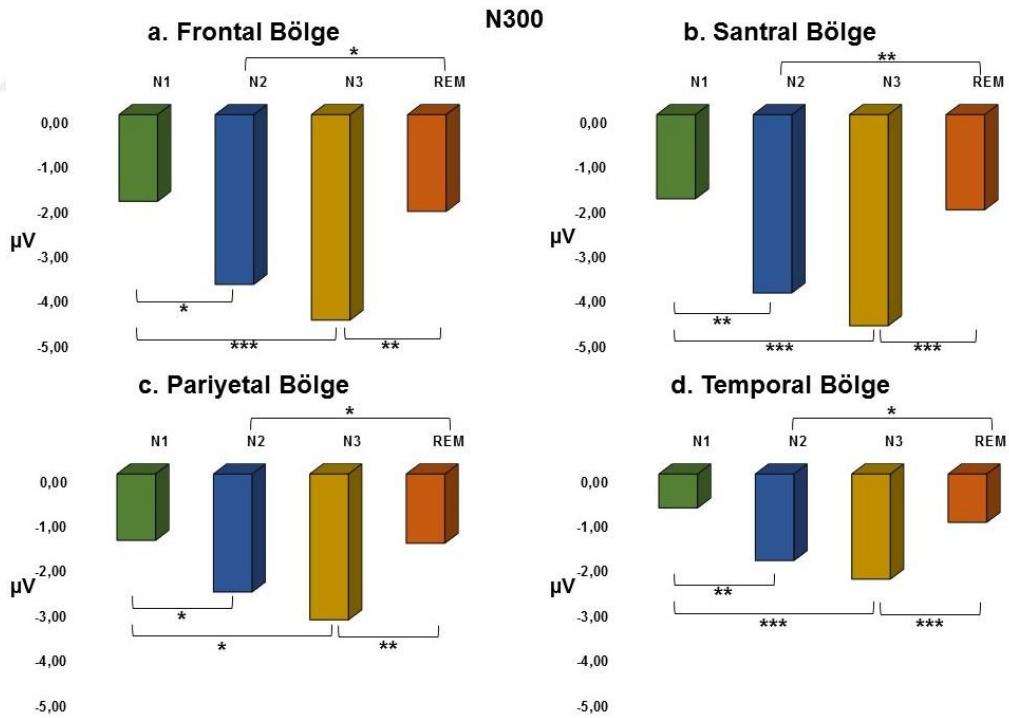
N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,17)=38,62$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-2,67 (\pm 1,93) \mu V$ iken sağ hemisferde ortalama $-2,34 (\pm 1,81) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 49).



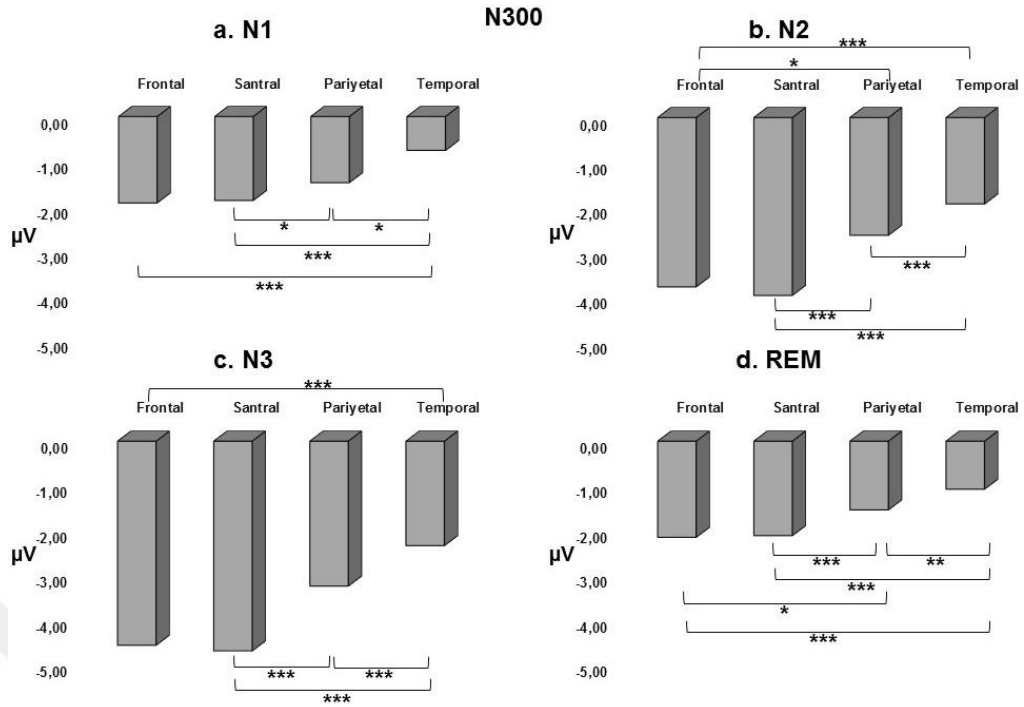
Şekil 49. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,153)=4,27$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $-1,92 (\pm 1,02) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,87 (\pm 1,16) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,47 (\pm 1,27) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,75 (\pm 0,72) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $-3,77 (\pm 2,02) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,96 (\pm 1,95) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,62 (\pm 1,46) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,92 (\pm 1,05) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $-4,56 (\pm 2,49) \mu V$, santral bölgede ortalama $-4,68 (\pm 2,23) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-3,24 (\pm 1,70) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-2,33 (\pm 1,25) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal bölgede ortalama $-2,15 (\pm 1,06) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,11 (\pm 1,06) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,53 (\pm 1,07) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,07 (\pm 0,76) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde N2 ve N3'te N1 ve

REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,012$; $p=0,001$; $p=0,037$; $p=0,003$; $p=0,003$; $p=0,000$; $p=0,005$; $p=0,000$; $p=0,046$; $p=0,012$; $p=0,016$; $p=0,002$; $p=0,003$; $p=0,000$; $p=0,014$; $p=0,000$) (Şekil 50). N300 yanıt bileşeninin genliği N1 frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,031$; $p=0,000$; $p=0,016$). N300 yanıt bileşeninin genliği N2 frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,036$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$). N300 yanıt bileşeninin genliği N3 frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$). N300 yanıt bileşeninin genliği REM frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,016$; $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,004$) (Şekil 51).



Şekil 50. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

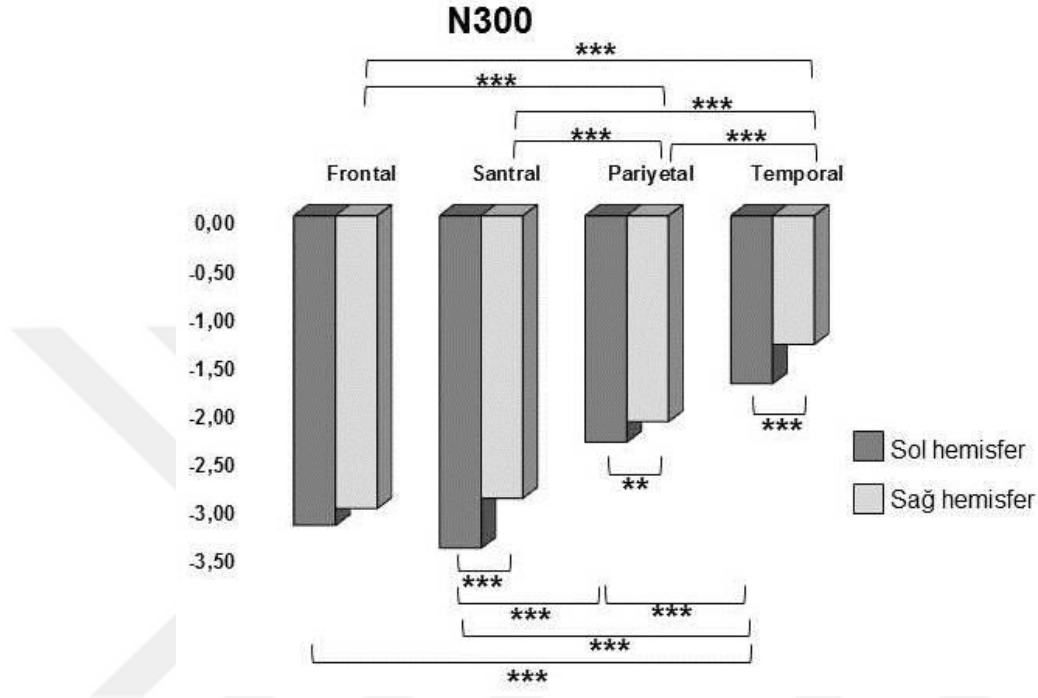


Şekil 51. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=4,56$; $p=0,007$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-3,18 (\pm 2,15) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $-3,01 (\pm 1,99) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-3,42 (\pm 2,15) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,90 (\pm 1,94) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-2,33 (\pm 1,61) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,12 (\pm 1,54) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ise ortalama $-1,73 (\pm 1,15) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $-1,32 (\pm 1,13) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,003$; $p=0,001$). N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$;

p=0,000; p=0,000; p=0,000). N300 yanıt bileşeninin genliği sağ hemisferde frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla p=0,000; p=0,000; p=0,000; p=0,000; p=0,000) (Şekil 52).

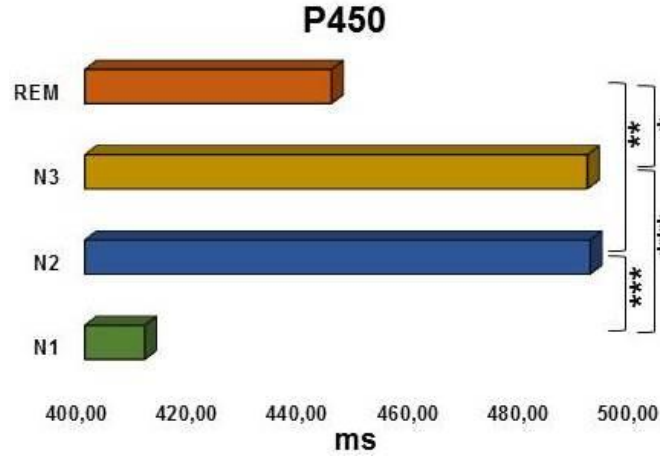


Şekil 52. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı bir farklılık gözlenmemiştir.

4.1.5. P450 Yanıt Bileşeni

P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=15,40$; p=0,000]. P450 yanıt bileşeni N1'de uyarandan ortalama 410,83 ($\pm 50,83$) ms sonra, N2'de uyarandan ortalama 491,30 ($\pm 43,31$) ms sonra, N3'te uyarandan ortalama 490,79 ($\pm 37,64$) ms sonra ve REM'de uyarandan ortalama 444,55 ($\pm 53,57$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeni N1'de N2 ve N3'ten anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla p=0,001; p=0,000), REM'de N2 ve N3'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla p=0,005; p=0,022) (Şekil 53).



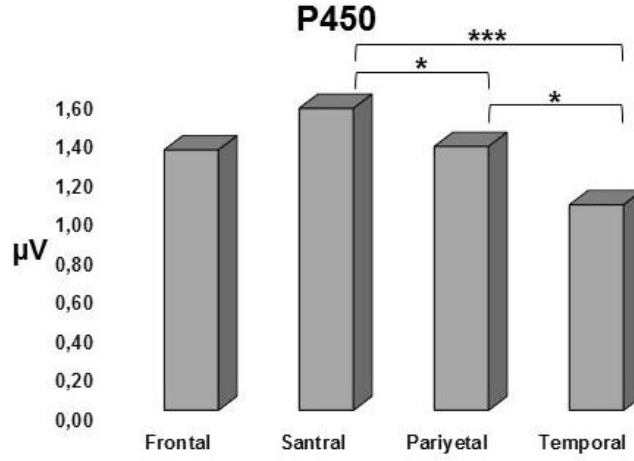
Şekil 53. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört uyku evresini göstermektedir. Yatay eksen, P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir.

P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

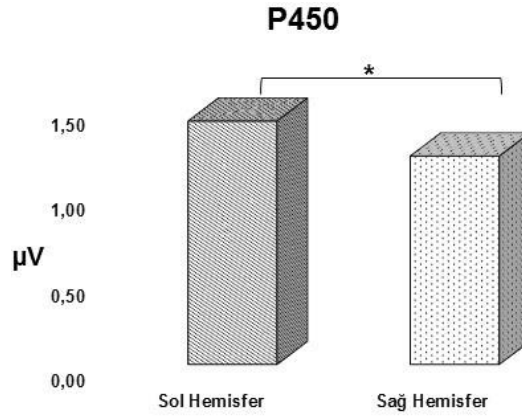
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=3,04$; $p=0,037$]. P450 yanıt bileşeninin genliği N1'de ortalama $0,74 (\pm 1,17) \mu V$, N2'de ortalama $1,80 (\pm 1,46) \mu V$, N3'te ortalama $1,77 (\pm 1,83) \mu V$ ve REM'de ortalama $0,98 (\pm 0,84) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık görülmemiştir.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=9,20$; $p=0,000$]. P450 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,33 (\pm 1,55) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,54 (\pm 1,66) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,35 (\pm 1,33) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,05 (\pm 1,18) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,023$; $p=0,000$; $p=0,012$) (Şekil 54).



Şekil 54. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

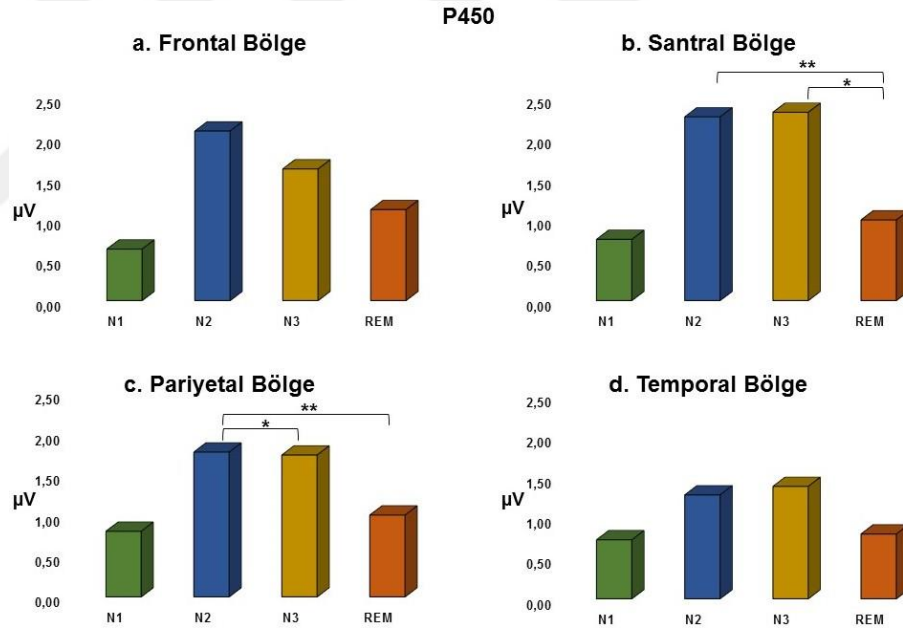
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,17)=5,22$; $p=0,035$]. P450 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,42 (\pm 1,56) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $1,22 (\pm 1,32) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,035$) (Şekil 55).



Şekil 55. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,153)=3,07$; $p=0,002$]. P450 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $0,63 (\pm 1,30) \mu V$, santral bölgede ortalama $0,75 (\pm 1,32) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,81 (\pm 1,20) \mu V$ ve temporal

bölgede ortalama $0,73 (\pm 0,78)$ μV olarak ölçülmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $2,08 (\pm 1,59)$ μV , santral bölgede ortalama $2,26 (\pm 1,84)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $1,78 (\pm 1,24)$ μV ve temporal bölgede ortalama $1,28 (\pm 1,09)$ μV olarak ölçülmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $1,62 (\pm 2,06)$ μV , santral bölgede ortalama $2,31 (\pm 1,89)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $1,74 (\pm 1,66)$ μV ve temporal bölgede ortalama $1,38 (\pm 1,60)$ μV olarak ölçülmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği REM'de ise frontal bölgede ortalama $1,12 (\pm 0,92)$ μV , santral bölgede ortalama $0,99 (\pm 0,90)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $1,01 (\pm 0,85)$ μV ve temporal bölgede ortalama $0,80 (\pm 0,67)$ μV olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği N2'de santral ve pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,042$), N3'te santral bölgede pariyetal ve temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,017$; $p=0,003$) (Şekil 56).



Şekil 56. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

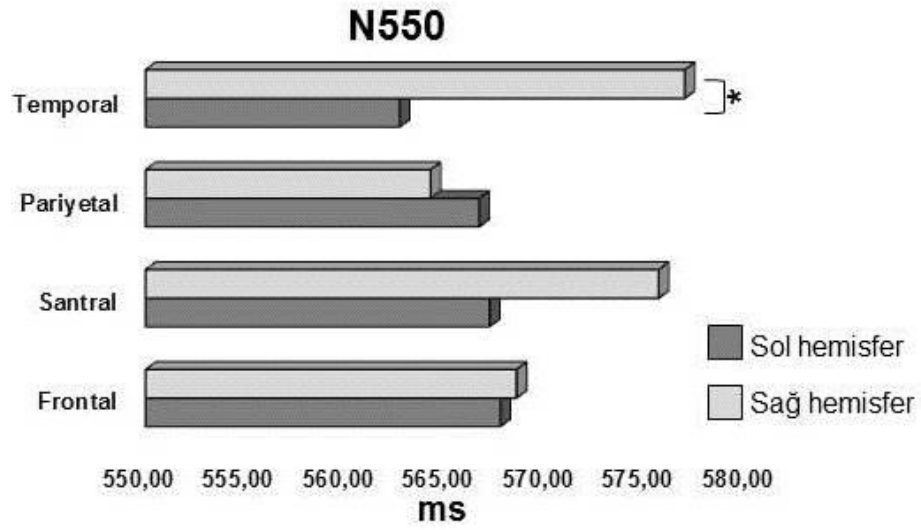
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.1.6. N550 Yanıt Bileşeni

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=3,79$; $p=0,016$]. N550 yanıt bileşeni N1'de uyarandan ortalama 522,81 ($\pm 78,19$) ms sonra, N2'de uyarandan ortalama 616,43 ($\pm 91,83$) ms sonra, N3'te uyarandan ortalama 581,25 ($\pm 72,45$) ms sonra ve REM'de uyarandan ortalama 553,90 ($\pm 69,71$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

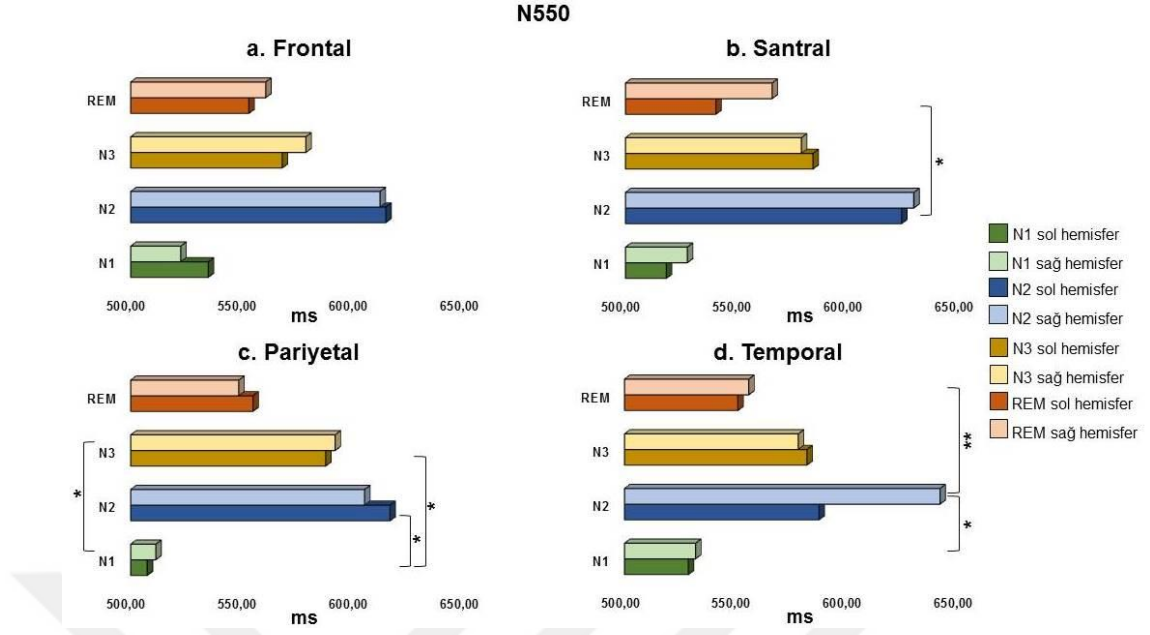
N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=3,39$; $p=0,025$]. N550 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 567,69 ($\pm 88,68$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 568,50 ($\pm 89,74$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 567,16 ($\pm 87,91$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 575,60 ($\pm 84,35$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni parietal bölge sol hemisferde uyarandan ortalamadan 566,64 ($\pm 82,70$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 564,21 ($\pm 86,24$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 562,67 ($\pm 80,77$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 576,89 ($\pm 86,80$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde, sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,019$) (Şekil 57).



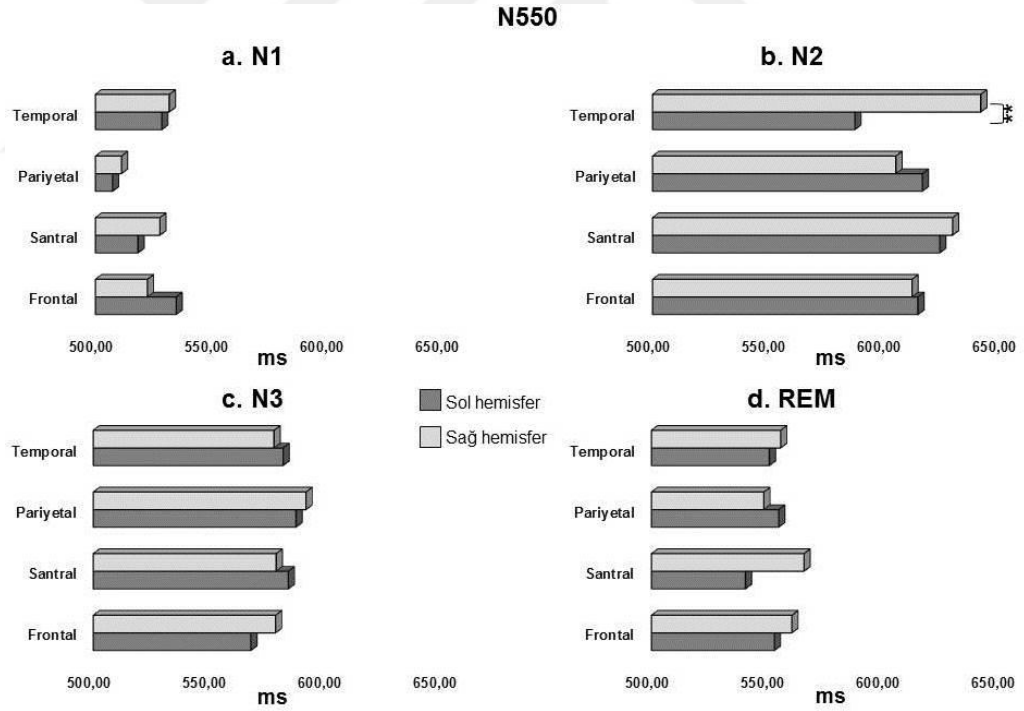
Şekil 57. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(9,153)=2,63$; $p=0,007$]. N550 yanıt bileşeni N1’de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 534,86 ($\pm 93,22$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 522,48 ($\pm 90,82$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 518,38 ($\pm 80,13$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 527,81 ($\pm 79,39$) ms sonra, parietal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 507,43 ($\pm 65,38$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 511,24 ($\pm 65,73$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 528,70 ($\pm 77,45$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 531,90 ($\pm 77,92$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni N2’de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 614,67 ($\pm 98,39$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 612,10 ($\pm 97,48$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 624,10 ($\pm 90,15$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 629,62 ($\pm 89,53$) ms sonra, parietal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 616,57 ($\pm 89,97$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 605,14 ($\pm 93,84$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan 587,43 ($\pm 91,32$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 641,81 ($\pm 88,77$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni N3’te frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 568,10 ($\pm 71,64$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 578,76 ($\pm 74,24$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama

584,29 ($\pm 72,98$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 579,05 ($\pm 68,31$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 587,62 ($\pm 73,07$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 591,90 ($\pm 78,12$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 582,00 ($\pm 76,77$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 578,10 ($\pm 74,09$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N550 yanıt bileşeni REM’de frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 553,14 ($\pm 73,92$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 560,67 ($\pm 75,95$) ms sonra, santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 540,60 ($\pm 71,78$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 565,90 ($\pm 70,48$) ms sonra, pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 554,95 ($\pm 61,38$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 548,57 ($\pm 76,61$) ms sonra, temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 550,95 ($\pm 66,94$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 555,81 ($\pm 68,59$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde santral bölge sol hemisferde ortaya çıkan N550 yanıt bileşeni N2’de REM’den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,017$). Pariyetal bölge sol hemisferde ortaya çıkan N550 yanıt bileşeni N1’de N2 ve N3’ten anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,037$; $p=0,042$), sağ hemisferde N1’de N3’ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,035$). Temporal bölge sağ hemisferde ortaya çıkan N550 yanıt bileşeni N1 ve REM’de N2’den anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,045$; $p=0,009$) (şekil 58). Ayrıca N550 yanıt bileşeni N2 temporal bölge sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,002$) (şekil 59).



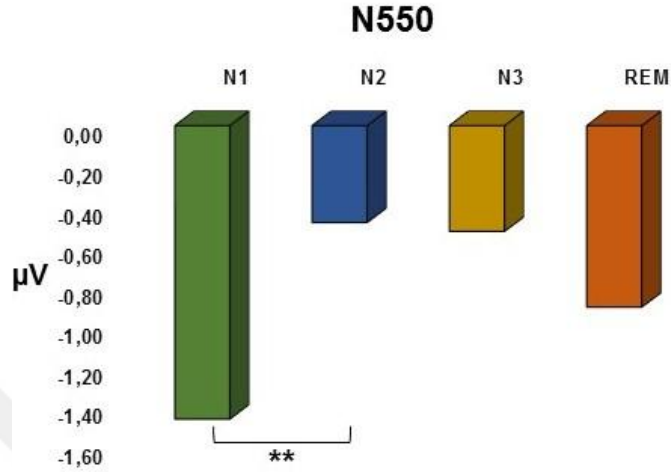
Şekil 58. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre evrelerde ortaya çıkma süreleri



Şekil 59. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin evrelere göre bölgelerde ortaya çıkma süreleri

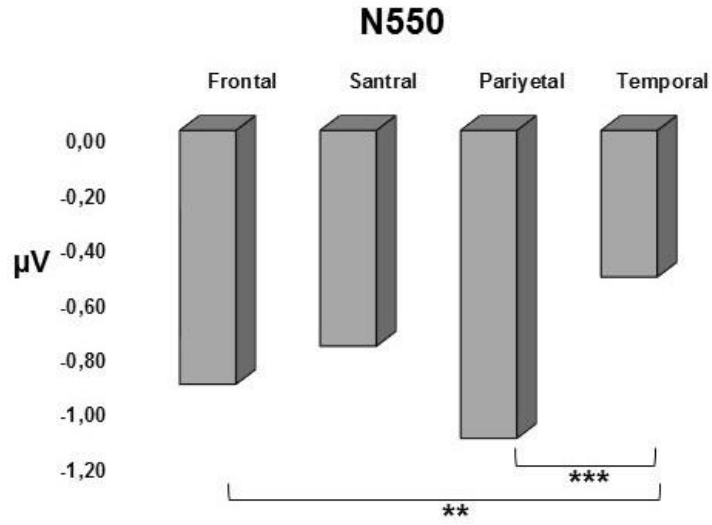
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=6,49$; $p=0,001$]. N550 yanıt bileşeninin

genliği N1’de ortalama $-1,46 (\pm 1,21)$ μV , N2’de ortalama $-0,48 (\pm 1,24)$ μV , N3’te ortalama $-0,53 (\pm 1,62)$ μV ve REM’de ortalama $-0,90 (\pm 0,74)$ μV olarak ölçölmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği N1’de N2’den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,004$) (Şekil 60).



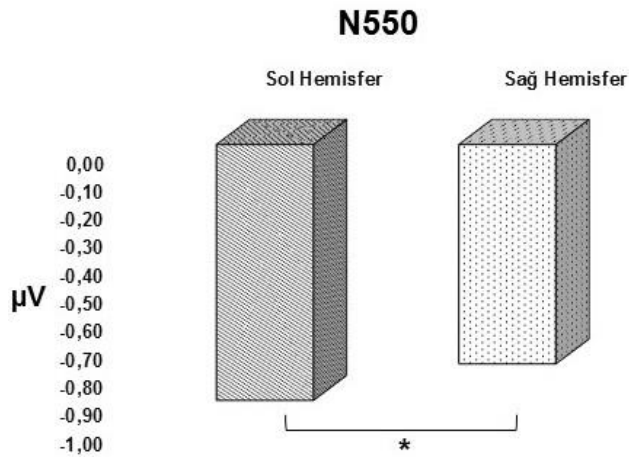
Şekil 60. N550 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. N550 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=8,84$; $p=0,000$]. N550 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-0,92 (\pm 1,46)$ μV , santral bölgede ortalama $-0,79 (\pm 1,42)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-1,12 (\pm 1,17)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-0,53 (\pm 1,04)$ μV olarak ölçölmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği frontal ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,007$; $p=0,001$) (Şekil 61).



Şekil 61. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

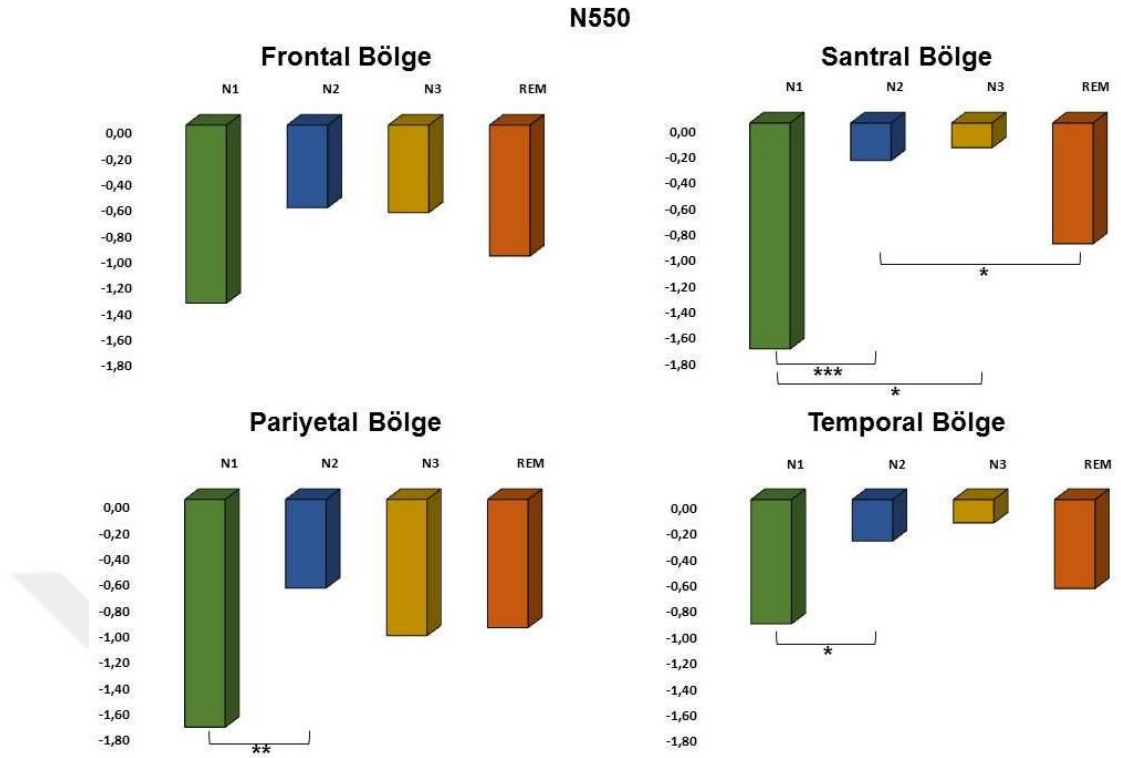
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,17)=5,92$; $p=0,026$]. N550 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-0,91 (\pm 1,37) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $-0,78 (\pm 1,23) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,026$) (Şekil 62).



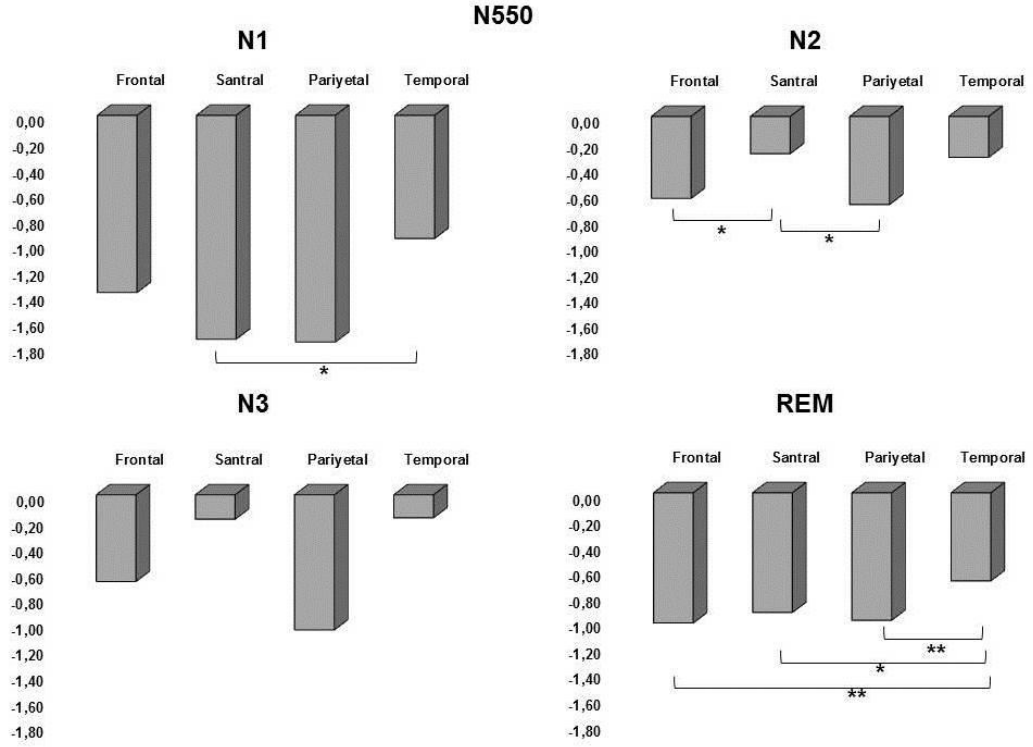
Şekil 62. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,153)=2,71$; $p=0,006$]. N550 yanıt

bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $-1,38 (\pm 1,01) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,74 (\pm 1,35) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,76 (\pm 1,37) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,96 (\pm 0,90) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $-0,64 (\pm 1,32) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,29 (\pm 1,47) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,68 (\pm 1,23) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,32 (\pm 0,83) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $-0,68 (\pm 2,22) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,19 (\pm 1,48) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,05 (\pm 1,08) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,18 (\pm 1,39) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal bölgede ortalama $-1,01 (\pm 0,81) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,93 (\pm 0,69) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,99 (\pm 0,66) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,68 (\pm 0,78) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede N1'de N2 ve N3'ten anlamlı büyük bulunurken ($p=0,001$; $p=0,011$), REM'de N2'den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,027$). N550 yanıt bileşeninin genliği pariyetal ve temporal bölgelerde N1'de N2'den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,004$; $p=0,042$) (Şekil 63). N550 yanıt bileşeninin genliği N1'de santral bölgede temporal bölgeden, N2'de frontal ve pariyetal bölgede santral bölgeden, REM'de frontal, santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,038$; $p=0,019$; $p=0,028$; $p=0,007$; $p=0,018$; $p=0,002$) (Şekil 64).



Şekil 63. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

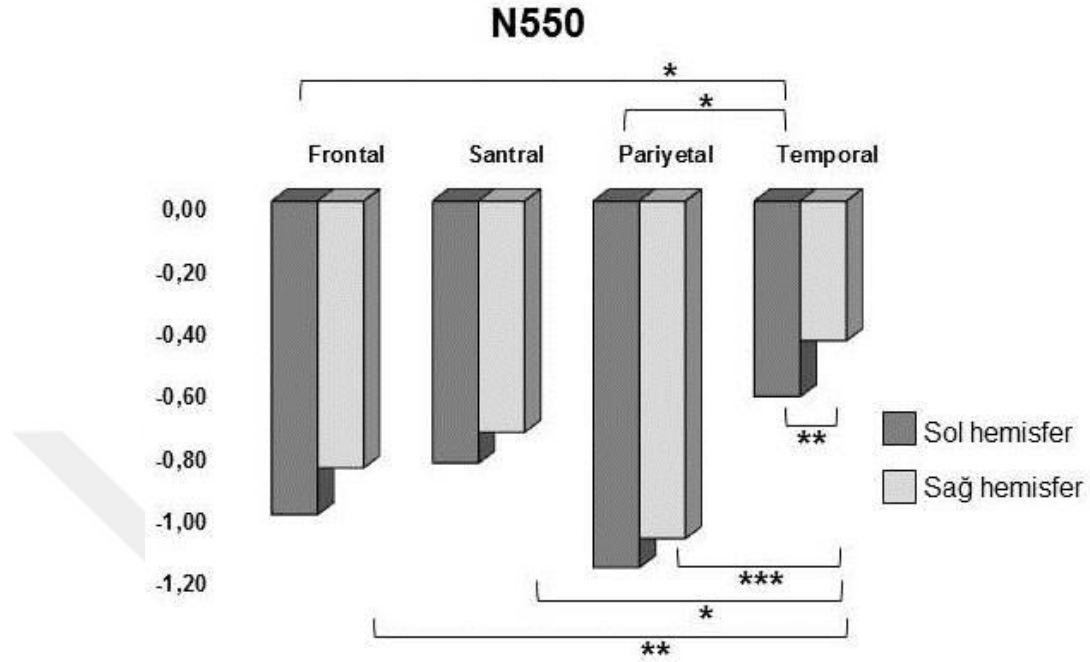


Şekil 64. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,51)=3,65$; $p=0,018$]. N550 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-1,00 (\pm 1,50) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,85 (\pm 1,43) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-0,83 (\pm 1,50) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,74 (\pm 1,35) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-1,17 (\pm 1,25) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,08 (\pm 1,10) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği temporal bölgede ise sol hemisferde ortalama $-0,62 (\pm 1,14) \mu V$, sağ hemisferde ise ortalama $-0,45 (\pm 0,92) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,007$). P450 yanıt bileşeninin genliği frontal ve pariyetal bölgelerde sol hemisferde, temporal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,022$; $p=0,015$), frontal, santral, pariyetal bölgelerde

sağ hemisferde temporal bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,009$; $p=0,028$; $p=0,000$) (Şekil 65).



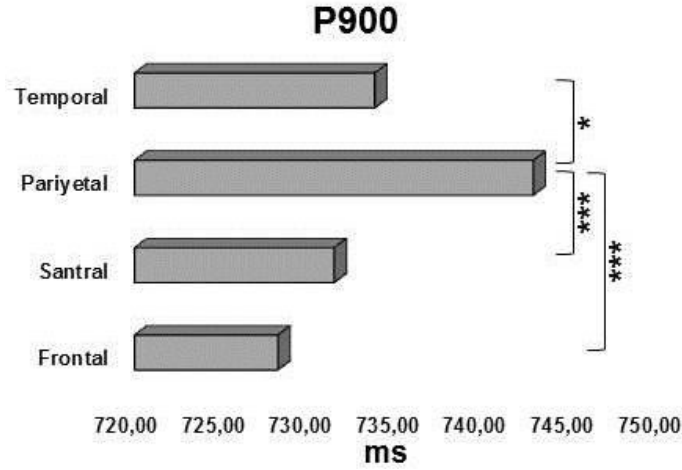
Şekil 65. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

4.1.7. P900 Yanıt Bileşeni

P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=8,15$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 728,18 ($\pm 78,98$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 731,39 ($\pm 80,99$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 742,75 ($\pm 78,98$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 733,70 ($\pm 82,80$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeni frontal ve santral bölgelerde pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,001$), temporal bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,030$) (Şekil 66).

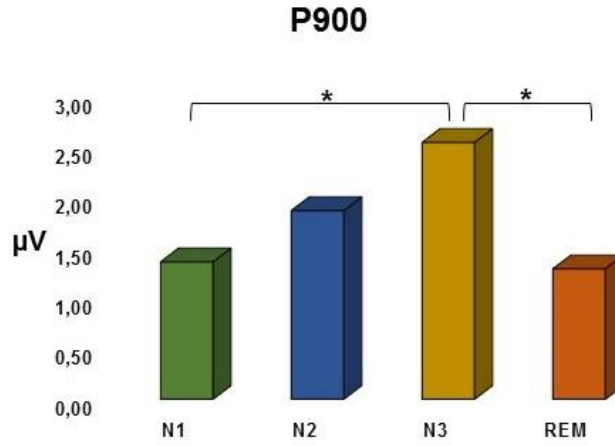


Şekil 66.Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$; ** $\leq 0,01$; *** $\leq 0,001$).

P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

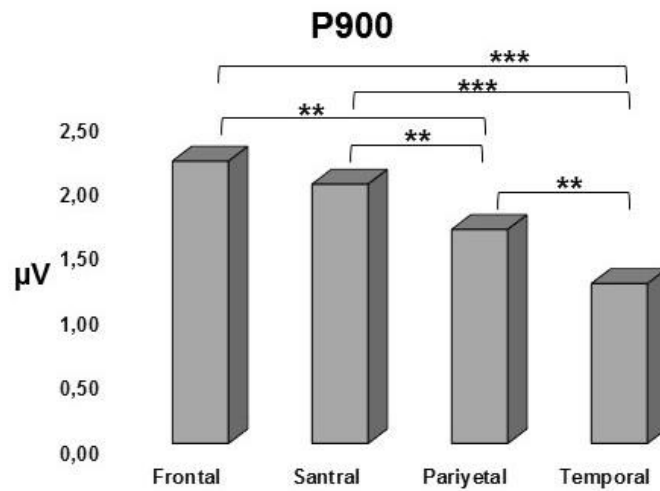
P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=7,03$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşenin genliği N1'de ortalama $1,36 (\pm 0,92) \mu V$, N2'de ortalama $1,87 (\pm 1,42) \mu V$, N3'te ortalama $2,54 (\pm 1,95) \mu V$ ve REM'de ortalama $1,29 (\pm 0,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği N3'te N1 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,048$; $p=0,022$) (Şekil 67).



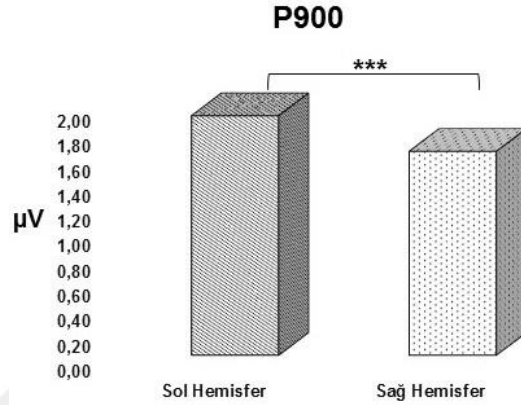
Şekil 67. P900 yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. P900 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir ($p \leq 0.05$).

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=32,10$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $2,18 (\pm 1,65) \mu V$, santral bölgede ortalama $2,00 (\pm 1,54) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,65 (\pm 1,19) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,23 (\pm 1,18) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,000$; $p=0,003$; $p=0,000$; $p=0,002$) (Şekil 68).



Şekil 68. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

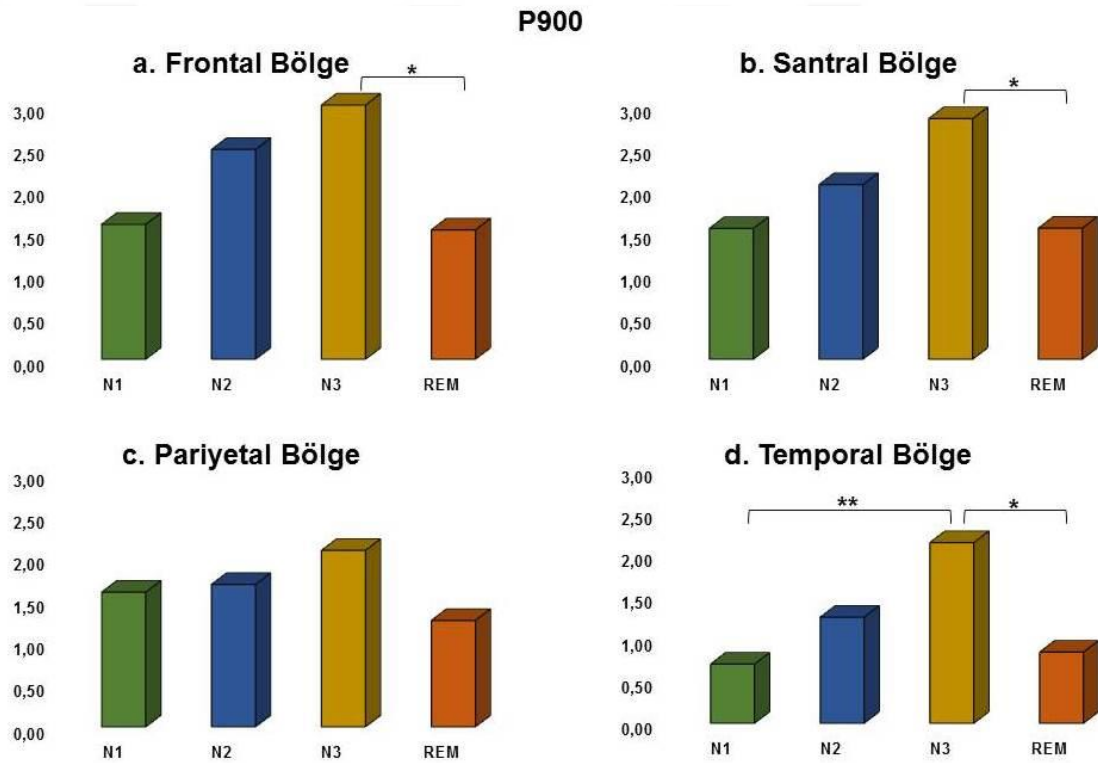
P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=15,10$; $p=0,001$]. P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,91 (\pm 1,40) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,62 (\pm 1,48) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 69).



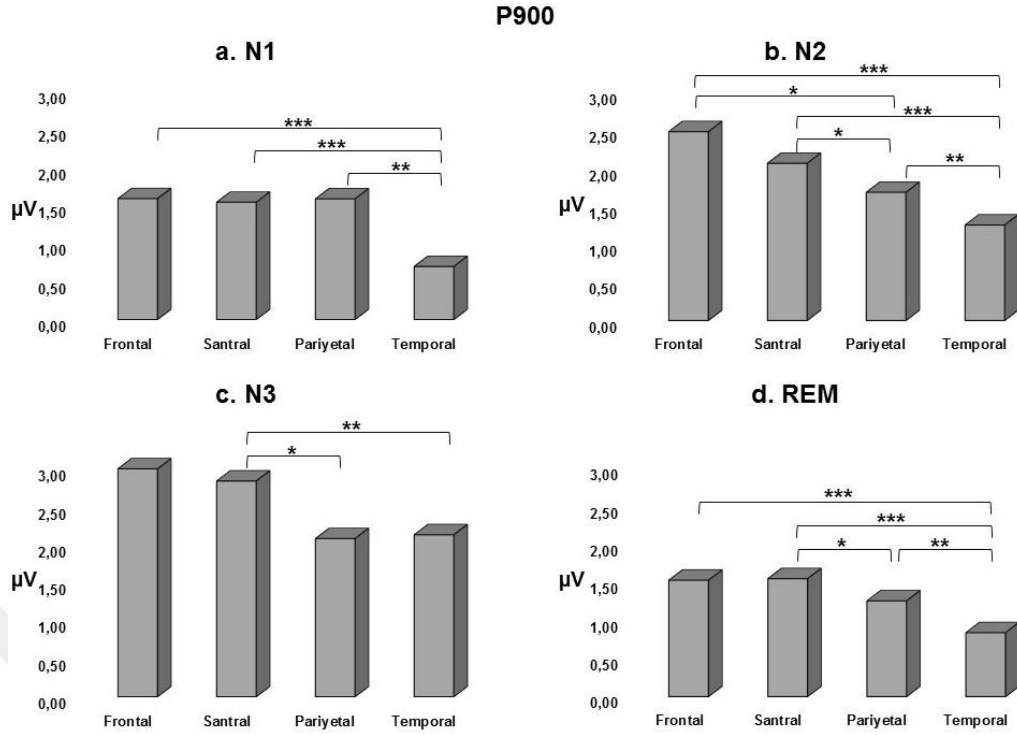
Şekil 69. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=2,49$; $p=0,011$]. P900 yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $1,59 (\pm 0,80) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,54 (\pm 0,75) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,59 (\pm 1,16) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,70 (\pm 0,55) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P900 yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $2,48 (\pm 1,78) \mu V$, santral bölgede ortalama $2,06 (\pm 1,51) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,68 (\pm 0,99) \mu V$, temporal bölgede ortalama $1,25 (\pm 0,98) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P900 yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $3,12 (\pm 2,16) \mu V$, santral bölgede ortalama $2,84 (\pm 2,20) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $2,08 (\pm 1,56) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $2,13 (\pm 1,65) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P900 yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal bölgede ortalama $1,53 (\pm 0,92) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,55 (\pm 0,90) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,26 (\pm 0,82) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,84 (\pm 0,60) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral ve pariyetal bölgede N3'te REM'den anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,033$; $p=0,046$; $p=0,01$), temporal bölgede ayrıca N3'te REM'den anlamlı

büyük bulunmuştur ($p=0,010$) (Şekil 70). P900 yanıt bileşeninin genliği N1’de frontal, santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,004$). P900 yanıt bileşeninin genliği N2’de frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,020$; $p=0,000$; $p=0,044$; $p=0,000$; $p=0,002$). P900 yanıt bileşeninin genliği N3’te santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,049$; $p=0,043$). P900 yanıt bileşeninin genliği REM’de frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,013$; $p=0,000$; $p=0,008$) (Şekil 71).



Şekil 70. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

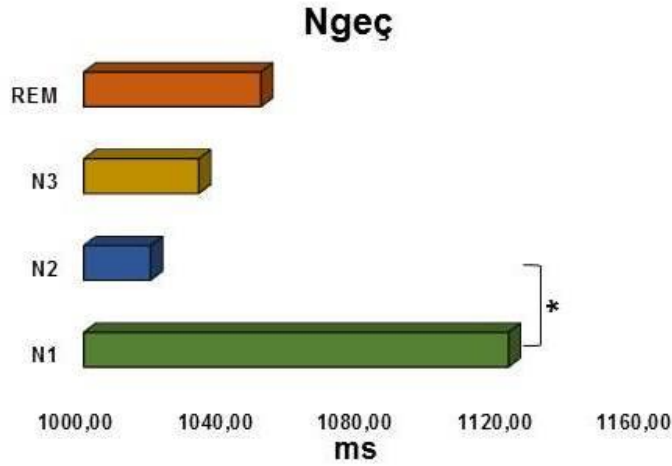


Şekil 71. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimlerinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.1.8. Ngeç Yanıt Bileşeni

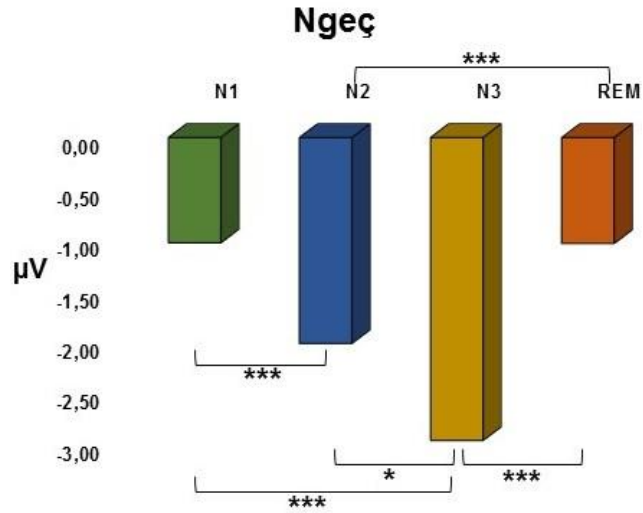
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=4,39$; $p=0,008$]. Ngeç yanıt bileşeni N1’de uyarandan ortalama 1121,23 ($\pm 90,22$) ms sonra, N2’de uyarandan ortalama 1019,04 ($\pm 80,32$) ms sonra, N3’te uyarandan ortalama 1032,81 ($\pm 101,89$) ms sonra ve REM’de uyarandan ortalama 1050,54 ($\pm 88,67$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeni N2’de N1’den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,013$) (Şekil 72).



Şekil 72. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin evrelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört uyku evresini göstermektedir. Yatay eksen, Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$).

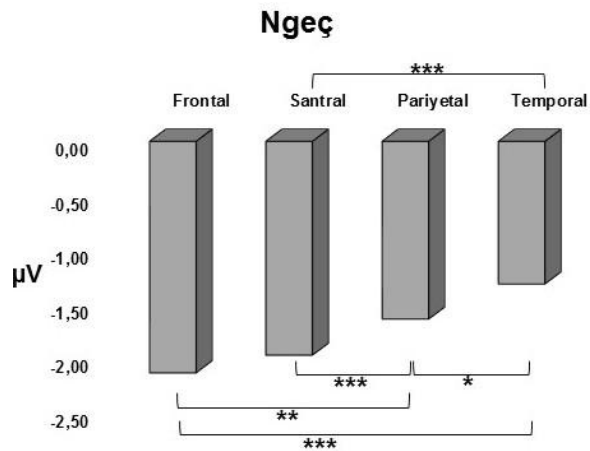
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=34,15$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği N1'de ortalama $-1,03 (\pm 0,90) \mu V$, N2'de ortalama $-2,01 (\pm 1,13) \mu V$, N3'te ortalama $-2,96 (\pm 1,72) \mu V$ ve REM'de ortalama $-1,03 (\pm 0,60) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği N2'de N1 ve REM'den anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,000$), N3'te N1, N2 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,012$; $p=0,000$) (Şekil 73).



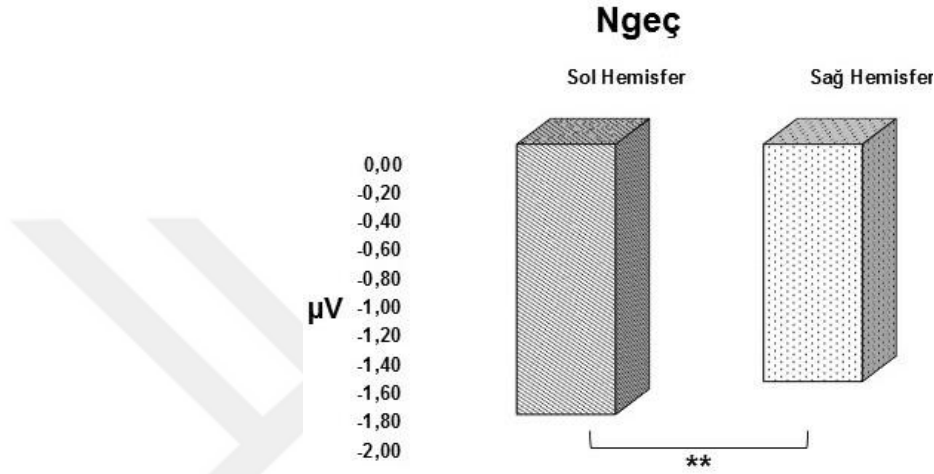
Şekil 73. Ngeç yanıt bileşeninin genliklerinin uyku evrelerinde değişimi. Ngeç yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,54)=28,05$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-2,13 (\pm 1,50) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,97 (\pm 1,53) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,63 (\pm 1,28) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,31 (\pm 1,18) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri frontal bölgede, pariyetal ve temporal bölgelerde, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,049$) (Şekil 74).



Şekil 74. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

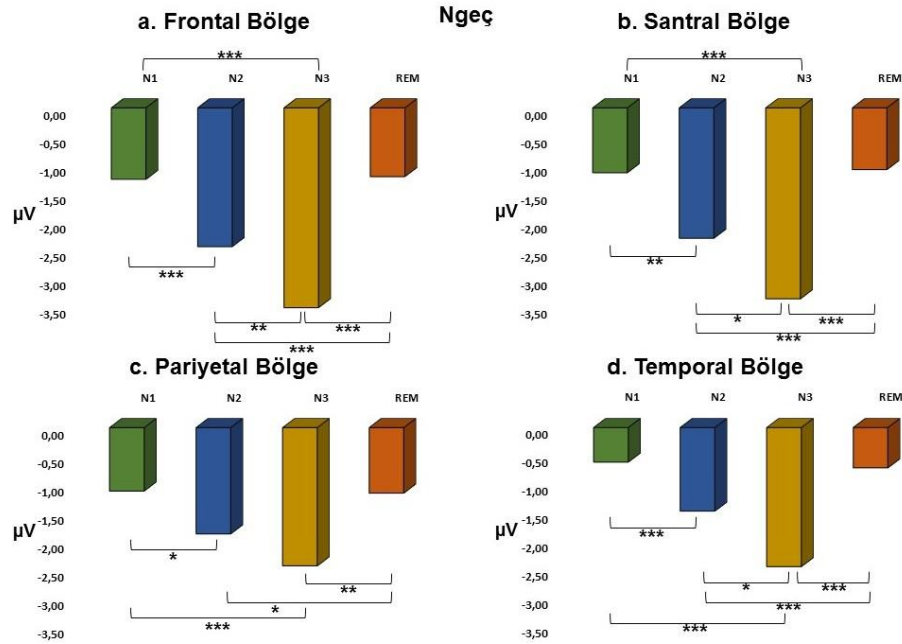
Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,18)=13,64$; $p=0,002$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-1,88 (\pm 1,38) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $-1,65 (\pm 1,43) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,002$) (Şekil 75).



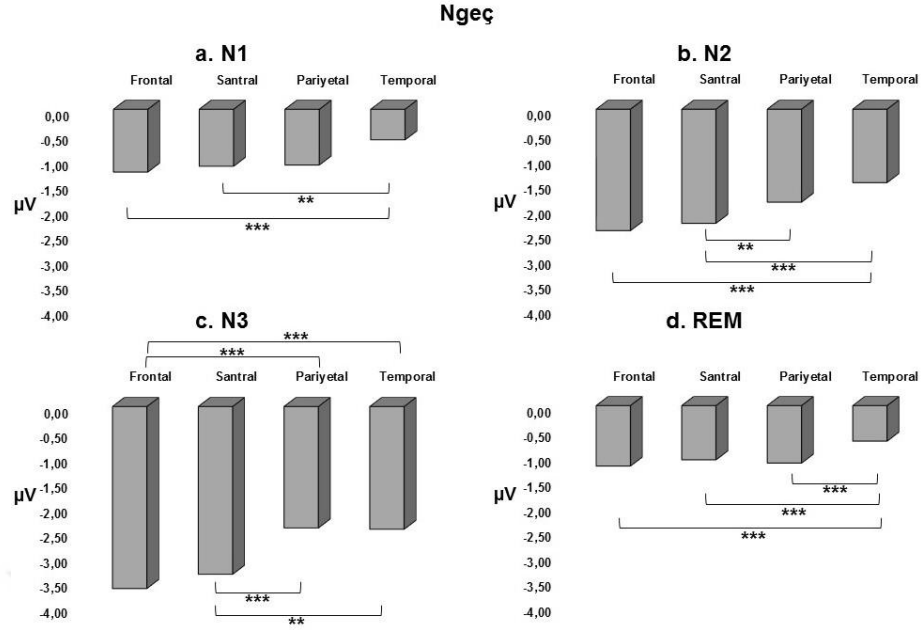
Şekil 75. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur [$F(9,162)=5,21$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal bölgede ortalama $-1,25 (\pm 0,72) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,14 (\pm 0,93) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,11 (\pm 1,18) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,61 (\pm 0,51) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede ortalama $-2,43 (\pm 1,11) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,28 (\pm 1,20) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,86 (\pm 1,13) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,47 (\pm 0,81) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede ortalama $-3,63 (\pm 1,71) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,34 (\pm 1,80) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,42 (\pm 1,54) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-2,45 (\pm 1,52) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal bölgede ortalama $-1,20 (\pm 0,62) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,08 (\pm 0,58) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,15 (\pm 0,63) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,71 (\pm 0,42) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt

bileşeninin genliği frontal bölgede N2'de N1 ve REM'den, N3'te N1, N2 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,008$; $p=0,000$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği santral bölgede N2'de N1 ve REM'den, N3'te N1, N2 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,023$; $p=0,000$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölgede N2'de N1 ve REM'den, N3'te N1 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,018$; $p=0,000$; $p=0,003$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği temporal bölgede N2'de N1 ve REM'den, N3'te N1, N2 ve REM'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,018$; $p=0,000$) (Şekil 76). Ngeç yanıt bileşeninin genliği N1'de frontal ve santral bölgelerde temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,003$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği N2'de frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,009$; $p=0,001$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği N3'te frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede de pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,008$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği REM'de frontal, santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,001$; $p=0,001$) (Şekil 77).



Şekil 76. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

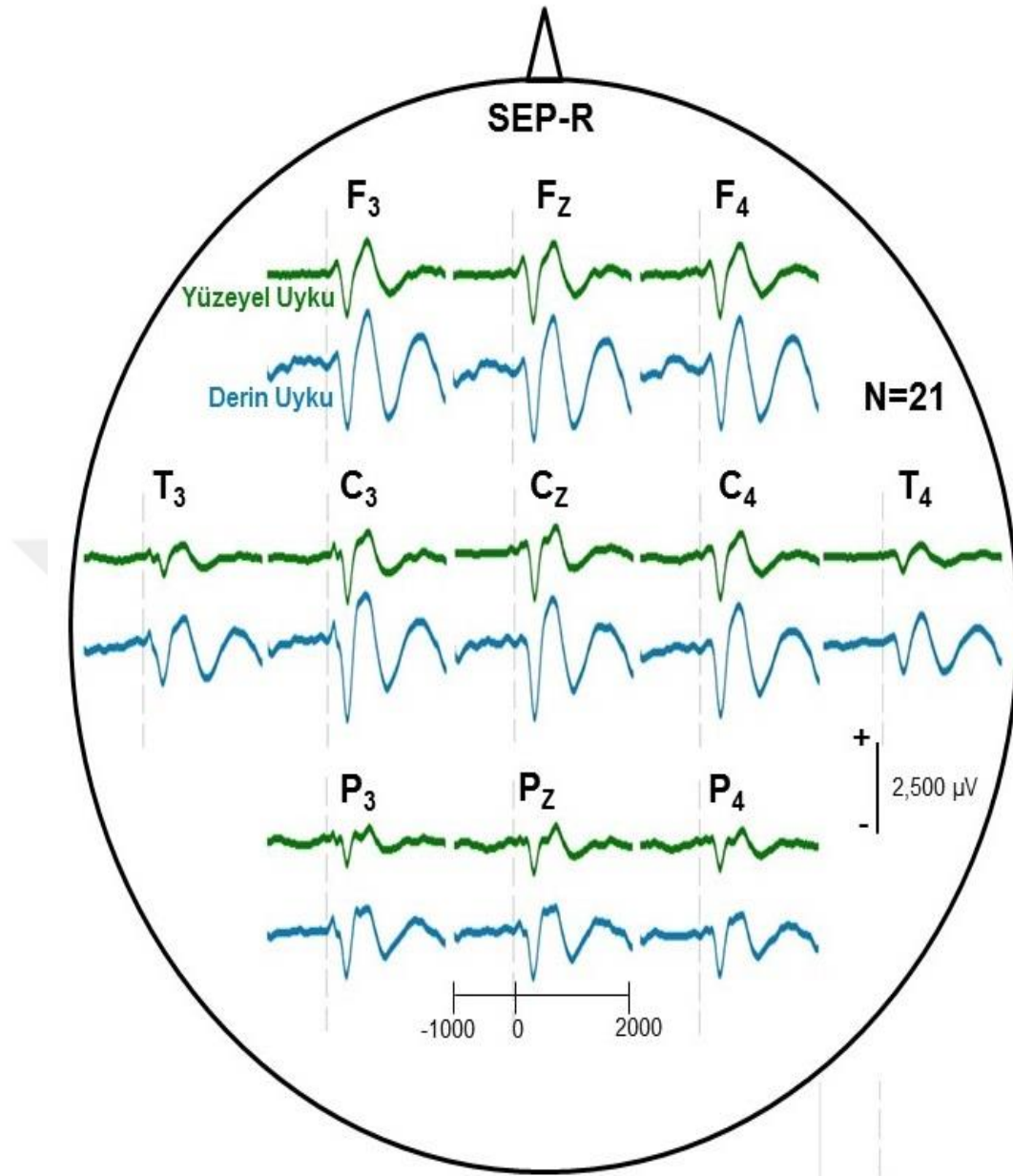


Şekil 77. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin evrelerde bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.2. Yüzeyel ve Derin Uyku Evrelerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları

Araştırmada, gece boyunca gönüllü katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli (SEP) uyarılarına karşı oluşan beyin yanıtları uyku evrelerinde olduğu gibi yüzeyel ve derin uyku evrelerinde ayrı ayrı incelenmiştir. Hem yüzeyel uykuda hem de derin uykuda elektrofizyolojik olarak P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenleri gözlenmiştir. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan beyin yanıtlarının kafa üzerindeki dağılımları Şekil 78’de gösterilmiştir.



Şekil 78. Yüzeyel ve derin uyku evrelerinde 21 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi. Frontal (F_Z, F₃, F₄), santral (C_Z, C₃, C₄), pariyetal (P_Z, P₃, P₄), temporal (T₃, T₄) bölgelere ait ölçümler sunulmaktadır. Yatay eksen uyarı öncesi 1000 ms, uyarı sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksen ve dikey eksen ise genlik (µV) değerlerini göstermektedir. Üst taraf pozitif yönü alt taraf negatif yönü göstermektedir.

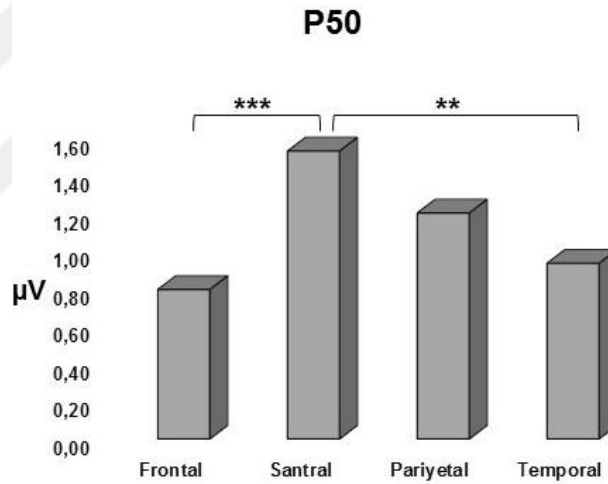
4.2.1. P50 Yanıt Bileşeni

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

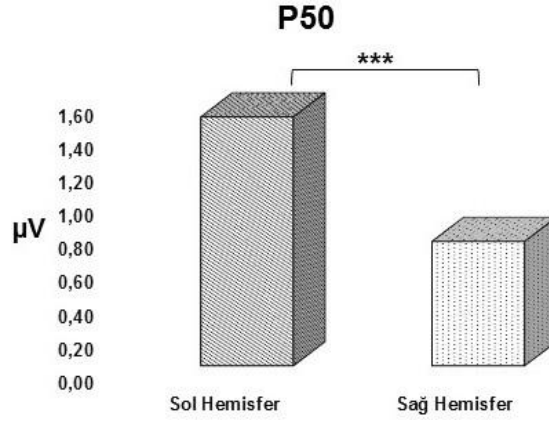
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=10,66$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $0,79 (\pm 0,98) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,53 (\pm 1,29) \mu V$, pariyetal bölgede $1,20 (\pm 1,02) \mu V$ ve temporal bölgede $0,93 (\pm 0,88) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede frontal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,003$) (Şekil 79).



Şekil 79. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

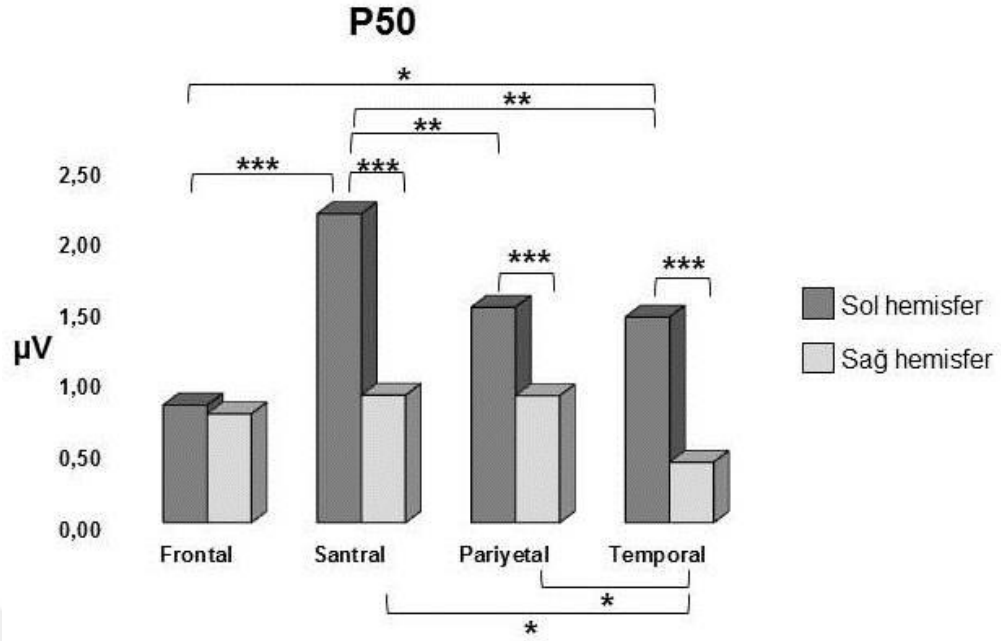
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=50,30$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,49 (\pm 1,16) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,74 (\pm 0,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 80).



Şekil 80. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=17,24$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşenin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,82(\pm 0,97)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,76 (\pm 1,01)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $2,17 (\pm 1,31)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,89 (\pm 0,90)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği parietal bölge sol hemisferde ortalama $1,51 (\pm 1,05)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,89 (\pm 0,89)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşenin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,44 (\pm 0,91)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,42 (\pm 0,46)$ μV olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşenin genliği santral, parietal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$). P50 yanıt bileşenin genliği santral ve temporal bölge sol hemisferlerde frontal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,037$), santral bölge sol hemisferde parietal ve temporal bölge sol hemisferlerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,004$). P50 yanıt bileşenin genliği santral ve parietal bölge sağ hemisferlerde temporal bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,032$; $p=0,043$) (Şekil 81).



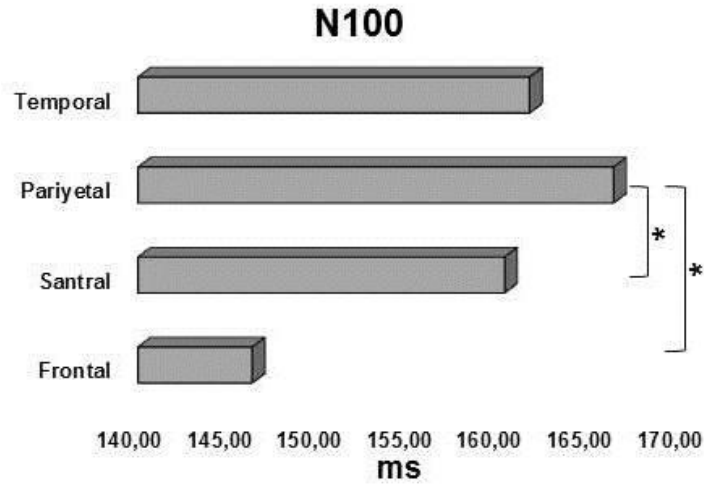
Şekil 81. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.2.2. N100 Yanıt Bileşeni

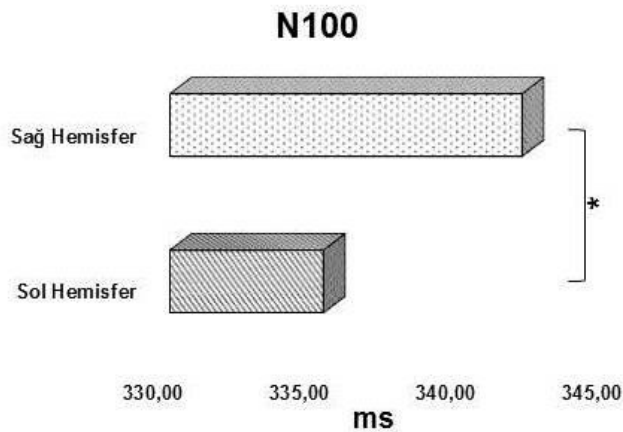
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=5,72$; $p=0,002$]. N100 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 146,31 ($\pm 38,93$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 160,26 ($\pm 30,88$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 166,29 ($\pm 30,36$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 161,64 ($\pm 34,74$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni frontal ve santral bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,050$; $p=0,037$) (Şekil 82).



Şekil 82. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$).

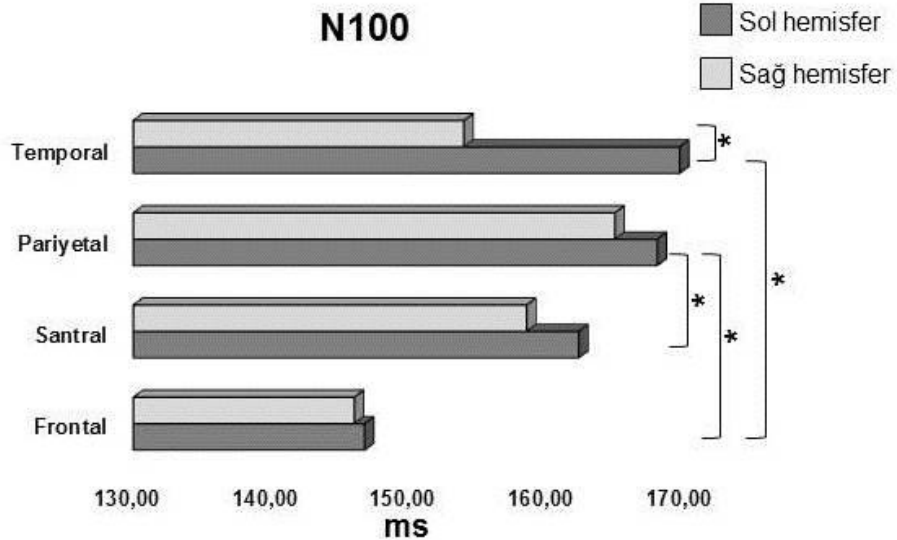
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=7,48$; $p=0,013$]. N100 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 161,60 ($\pm 30,60$) ms sonra ve sağ hemisferde uyarandan ortalama 155,74 ($\pm 37,93$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler içinyapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,013$) (Şekil 83).



Şekil 83. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(3,57)=4,22$; $p=0,009$]. N100 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 146,68 ($\pm 36,48$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 145,95 ($\pm 41,62$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 162,14 ($\pm 27,52$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 158,38 ($\pm 34,15$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 167,81 ($\pm 28,60$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 164,76 ($\pm 32,30$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 169,43 ($\pm 24,35$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 153,86 ($\pm 41,55$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni temporal bölge sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,016$). Ayrıca N100 yanıt bileşeni sol hemisferde frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,045$; $p=0,031$; $p=0,026$) (Şekil 84).

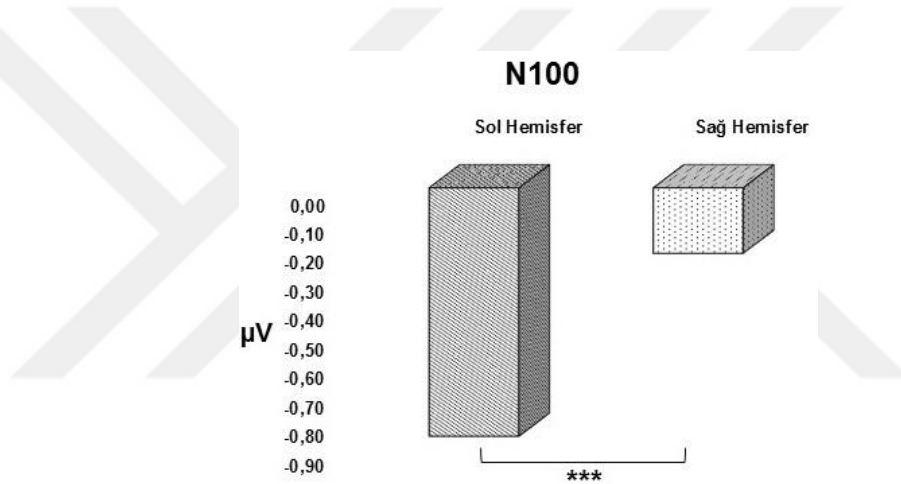


Şekil 84. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri ve elektrot bölgeleri için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=24,47$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-0,85 (\pm 1,05) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,23 (\pm 0,94) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 85).

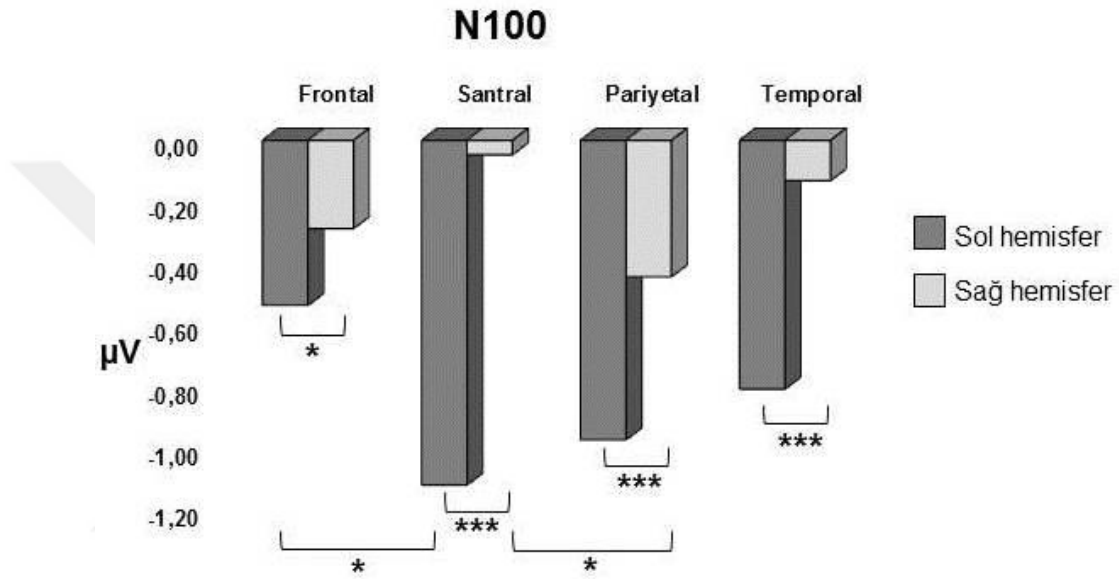


Şekil 85. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=10,15$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-0,53 (\pm 1,09) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,28 (\pm 1,09) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-1,11 (\pm 1,16) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,05 (\pm 1,09) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği parietal bölge sol hemisferde ortalama $-0,97 (\pm 0,99) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,44 (\pm 0,87) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-0,80 (\pm 0,88) \mu V$, sağ

hemisferde ortalama $-0,13 (\pm 0,58) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,026$; $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,000$). N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde frontal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,046$), pariyetal bölge sağ hemisferde santral bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,020$) (Şekil 86).



Şekil 86. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

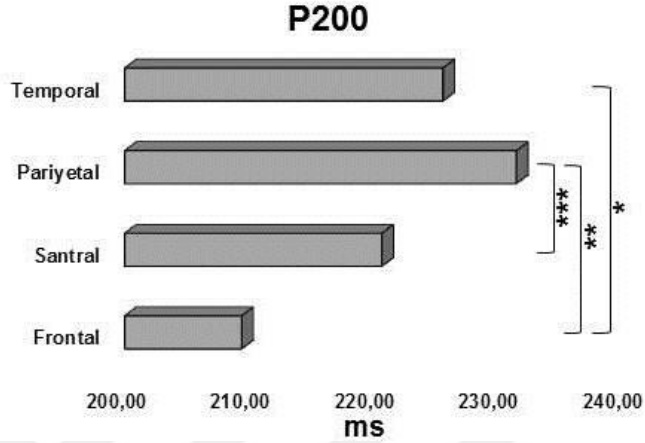
N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.2.3. P200 Yanıt Bileşeni

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

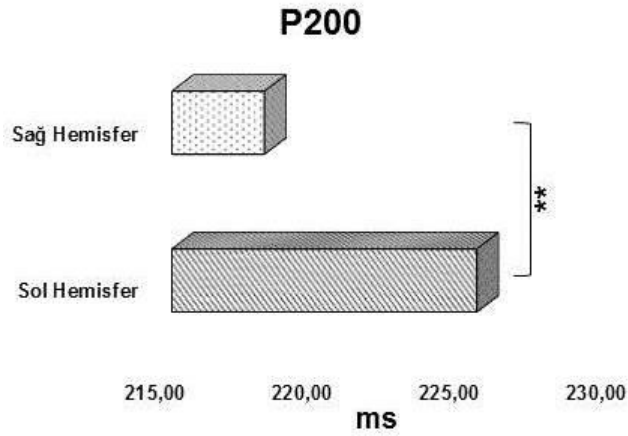
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=11,48$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama $209,38 (\pm 34,71)$ ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama $220,64 (\pm 30,40)$ ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama $231,45 (\pm 28,58)$ ms sonra, temporal bölgede uyarandan ortalama $225,55 (\pm 31,95)$ ms sonra ortaya

çıkıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı etken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,036$), santral bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,000$) (Şekil 87).



Şekil 87. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=9,30$; $p=0,006$]. P200 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama $225,37 (\pm 31,04)$ ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama $218,14 (\pm 33,37)$ ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,006$) (Şekil 88).

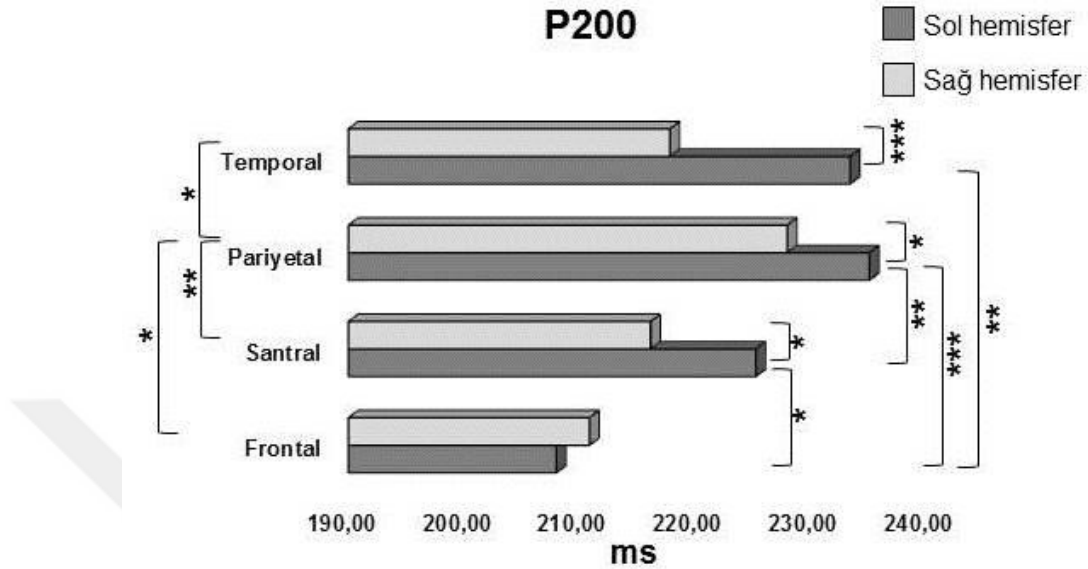


Şekil 88. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen iki hemisferi göstermektedir. Yatay eksen, P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir.

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(3,60)=7,48$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 207,95 ($\pm 34,66$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 210,81 ($\pm 35,13$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 225,19 ($\pm 26,95$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 216,10 ($\pm 33,21$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni parietal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 235,00 ($\pm 27,92$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 227,90 ($\pm 29,11$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 233,33 ($\pm 27,34$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 217,76 ($\pm 34,57$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni santral, parietal ve temporal bölgelerde sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,036$; $p=0,040$; $p=0,001$). P200 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde santral, parietal ve temporal bölge sol hemisferlerden anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,001$; $p=0,003$), santral bölge sol hemisferde parietal bölge sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,007$). Ayrıca P200 yanıt bileşeni frontal, santral ve temporal bölge sağ

hemisferlerde pariyetal bölge sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,033$; $p=0,002$; $p=0,025$) (Şekil 89).

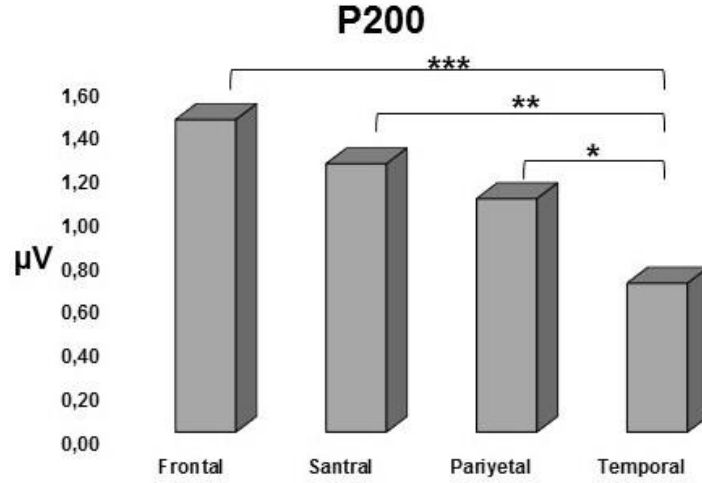


Şekil 89. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde; EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

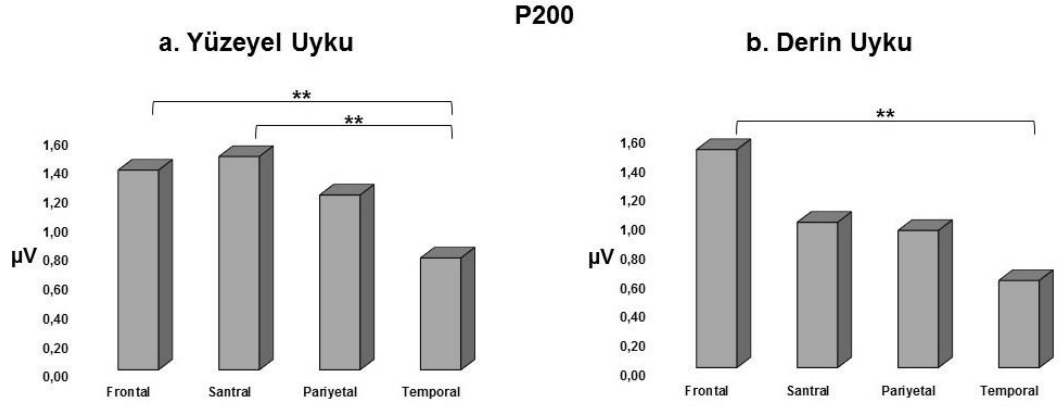
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=9,88$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,43 (\pm 1,26) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,23 (\pm 1,22) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,07 (\pm 1,05) \mu V$ ve temporal bölgede $0,68 (\pm 0,80) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,002$; $p=0,019$) (Şekil 90).



Şekil 90. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

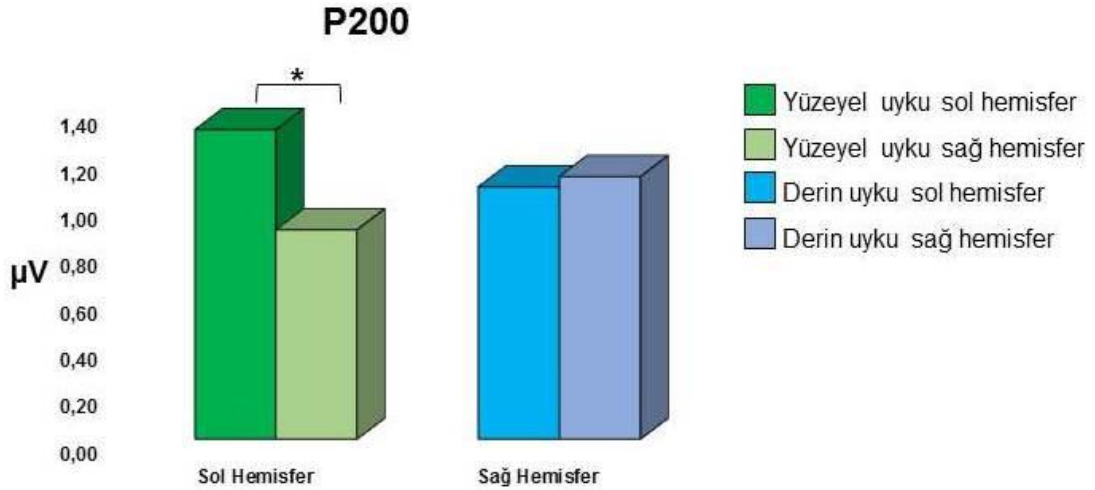
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=2,84$; $p=0,045$]. P200 yanıt bileşeninin genliği yüzeysel uykuda frontal bölgede ortalama $0,68 (\pm 0,87)$ μV , santral bölgede ortalama $1,37 (\pm 1,11)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $1,11 (\pm 0,92)$ μV , temporal bölgede ortalama $0,80 (\pm 0,71)$ μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda frontal bölgede ortalama $0,90 (\pm 1,09)$ μV , santral bölgede ortalama $1,69 (\pm 1,44)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $1,29 (\pm 1,11)$ μV ve temporal bölgede ortalama $1,07 (\pm 1,01)$ μV olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği yüzeysel uykuda frontal ve santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,003$), derin uykuda frontal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,007$) (Şekil 91).



Şekil 91. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi

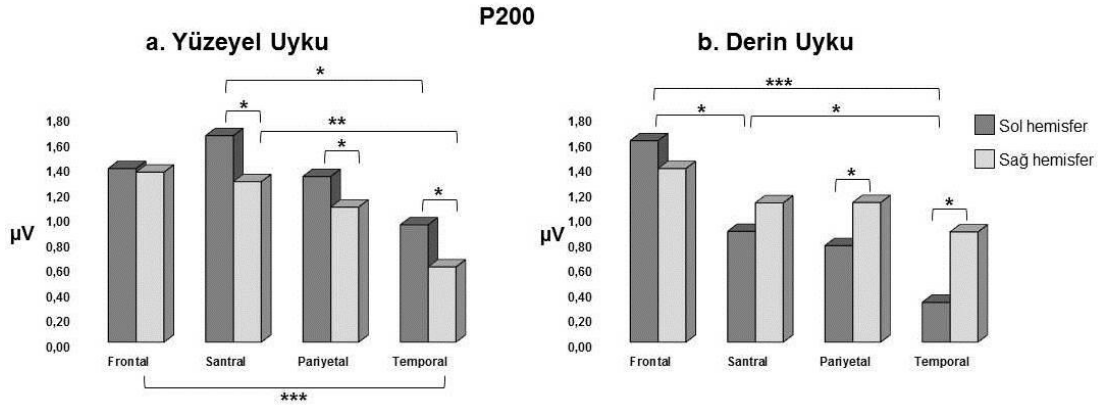
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=9,28$; $p=0,006$]. P200 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uyku sol hemisferde ortalama $1,29 (\pm 0,97)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,69 (\pm 0,82)$ μV olarak ölçülürken, derin uyku sol hemisferde ortalama $1,68 (\pm 1,30)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,79 (\pm 0,89)$ μV olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,021$) (Şekil 92).



Şekil 92. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=6,55$; $p=0,001$]. P200 yanıt bileşenin genliği yüzeyel uyku frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,38 (\pm 0,92) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,35 (\pm 1,14) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,65 (\pm 1,38) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,28 (\pm 1,08) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,32 (\pm 1,16) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,08 (\pm 1,10) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $0,93 (\pm 0,72) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,60 (\pm 0,55) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşenin genliği derin uyku frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,61 (\pm 1,53) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,38 (\pm 1,43) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $0,88 (\pm 1,23) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,11 (\pm 1,13) \mu V$, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $0,77 (\pm 0,88) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,11 (\pm 1,05) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $0,32 (\pm 1,07) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,88 (\pm 0,67) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşenin genliği yüzeyel uyku sol hemisferde santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,011$), sağ hemisferde frontal ve santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$). P200 yanıt bileşenin genliği derin uyku sol hemisferde frontal bölgede santral ve temporal bölgeden, santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,047$; $p=0,001$; $p=0,028$). P200 yanıt bileşenin genliği yüzeyel uyku santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,029$; $p=0,025$; $p=0,035$). P200 yanıt bileşenin genliği derin uykuda pariyetal ve temporal bölgelerde sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,032$; $p=0,011$) (Şekil 93).

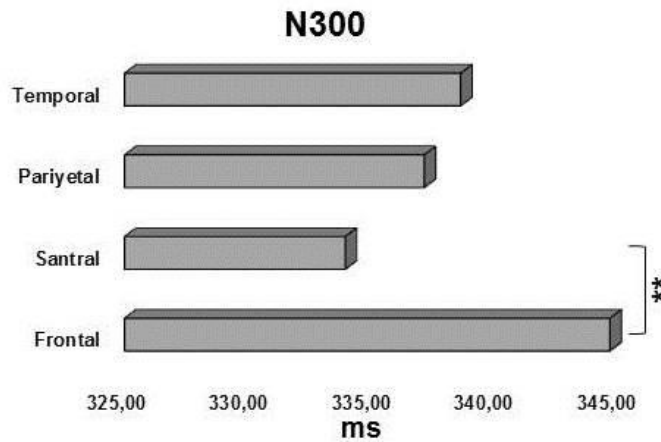


Şekil 93. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda BölgeX Hemisfer etkileşimine göre değişimi

4.2.4. N300 Yanıt Bileşeni

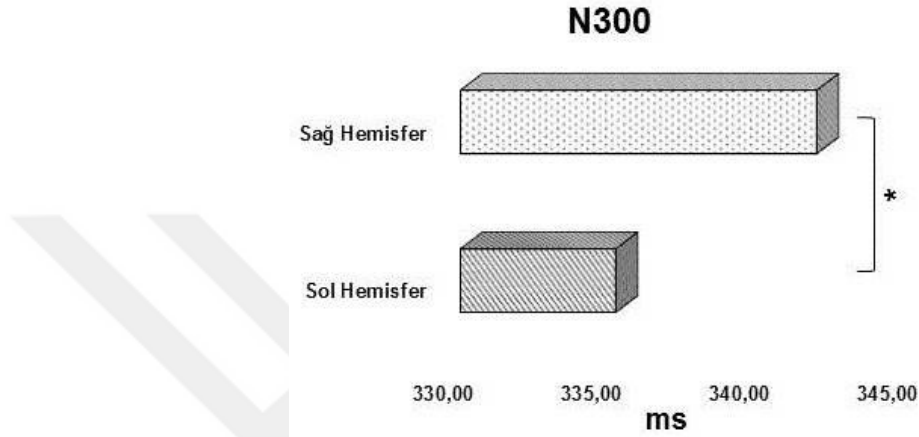
N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=4,47$; $p=0,007$]. N300 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 344,74 ($\pm 32,75$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 333,98 ($\pm 28,12$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 337,19 ($\pm 29,47$) ms sonra, temporal bölgede uyarandan ortalama 338,67 ($\pm 34,61$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri içinyapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeni santral bölgede frontal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,007$) (Şekil 94).



Şekil 94. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri

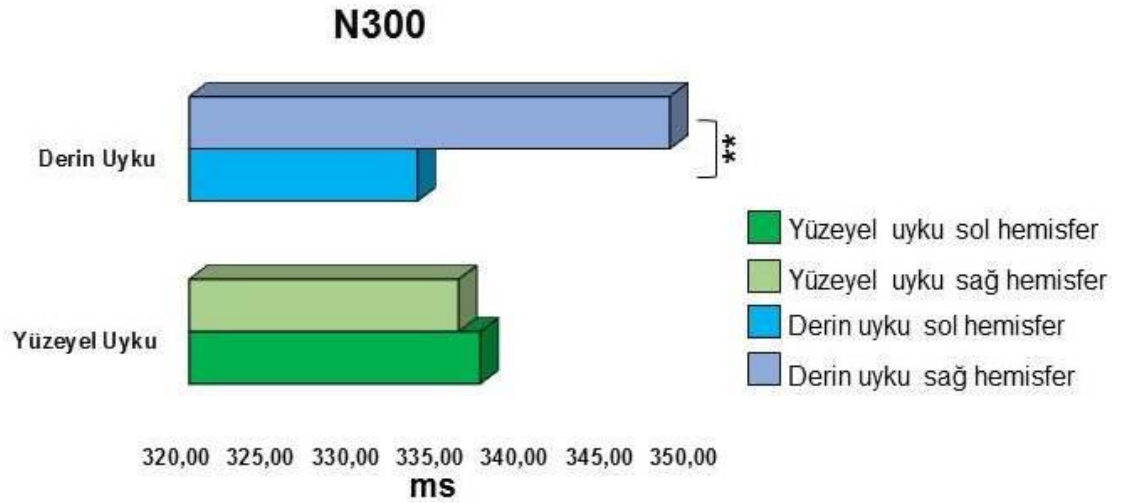
N300yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=6,69$; $p=0,018$]. N300 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 335,25 ($\pm 29,43$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 342,04 ($\pm 33,09$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeni sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,018$) (Şekil 95).



Şekil 95. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen iki hemisferi göstermektedir. Yatay eksen, N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir.

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

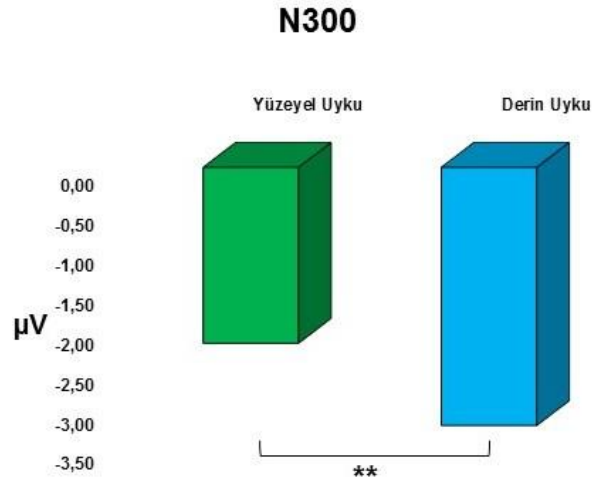
N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(1,20)=11,85$; $p=0,003$]. N300 yanıt bileşeni yüzeyel uyku sol hemisferde uyarandan ortalama 337,10 ($\pm 27,21$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan 335,83 ($\pm 32,31$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N300 yanıt bileşeni derin uyku sol hemisferde uyarandan ortalama 333,40 ($\pm 31,54$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 348,24 ($\pm 32,89$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeni derin uykuda sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,002$) (Şekil 96).



Şekil 96. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

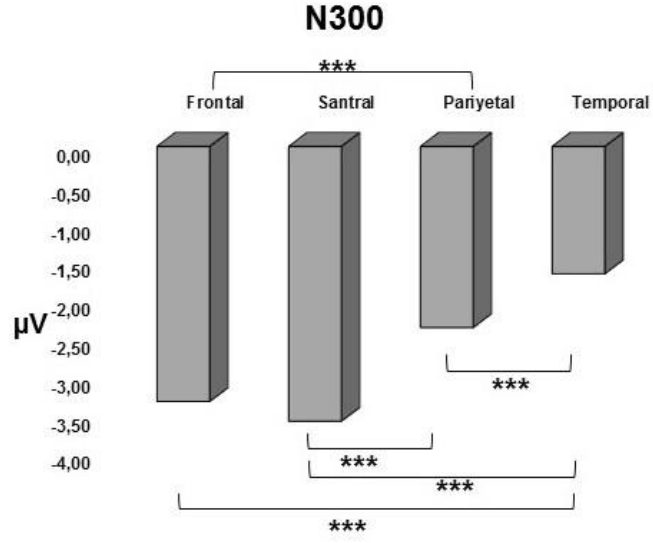
N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=13,43$; $p=0,002$]. N300 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda ortalama $-2,21 (\pm 1,34) \mu V$, derin uykuda ortalama $-3,24 (\pm 2,12) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri içinyapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,002$) (Şekil 97).



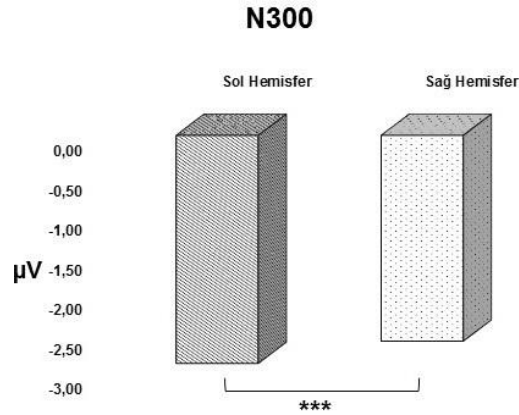
Şekil 97. N300 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde değişimi. N300 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=43,58$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-3,31 (\pm 2,01) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,57 (\pm 2,01) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,35 (\pm 1,47) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,65 (\pm 1,07) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$) (Şekil 98).



Şekil 98. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

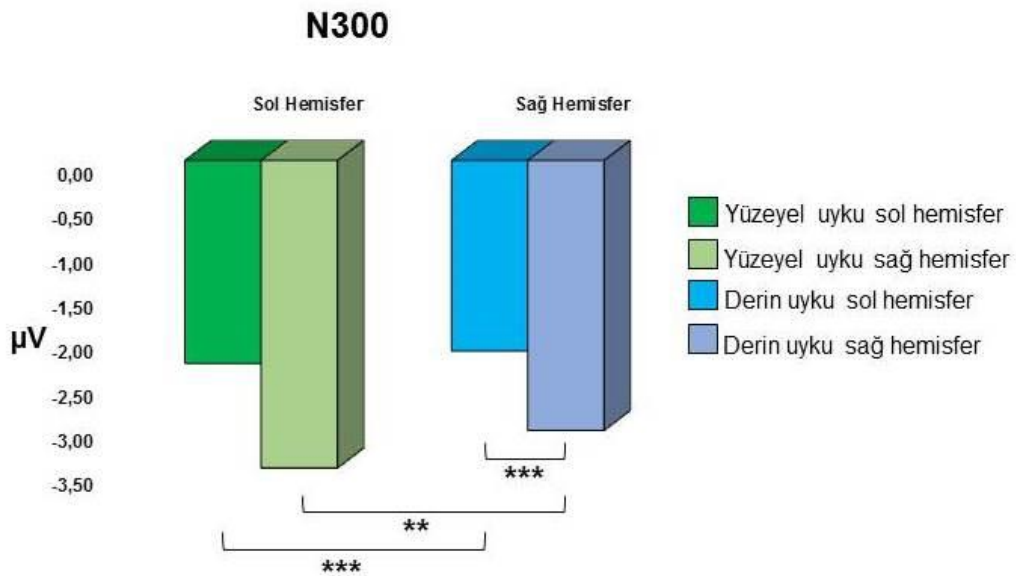
N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=14,20$; $p=0,001$]. N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-2,86 (\pm 1,92)$ μV , sağ hemisferde ortalama $-2,58 (\pm 1,77)$ μV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 99).



Şekil 99. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=7,25$; $p=0,014$]. N300 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uyku sol hemisferde ortalama $-2,27 (\pm 1,37) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,14 (\pm 1,32) \mu V$ olarak ölçülürken, derin uyku sol hemisferde ortalama $-3,45 (\pm 2,19) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-3,03 (\pm 2,04) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği derin uyku sol hemisferde yüzeyel uyku sol hemisferden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,001$), derin uyku sağ hemisferde yüzeyel uyku sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,002$). Ayrıca N300 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 100).



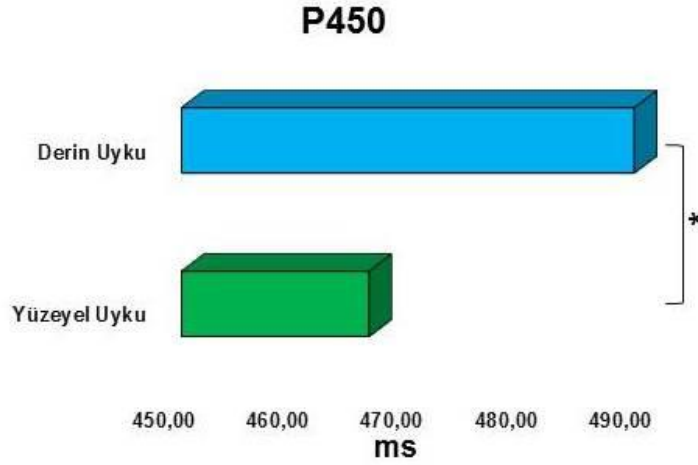
Şekil 100. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.2.5. P450 Yanıt Bileşeni

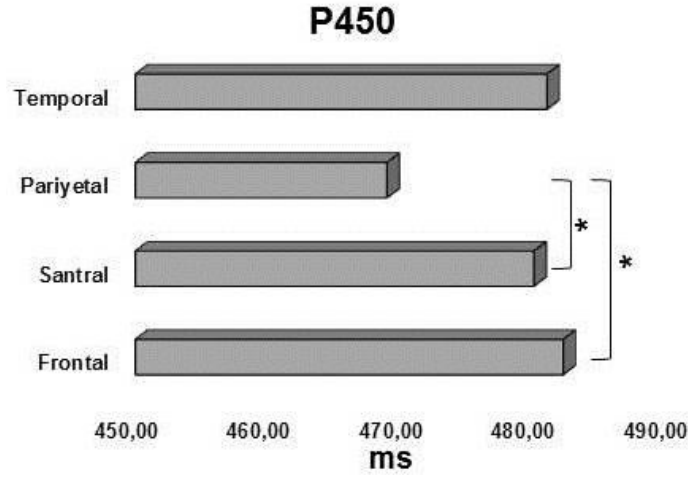
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=7,47$; $p=0,013$]. P450 yanıt bileşeni yüzeyel uykuda uyarandan ortalama $466,44 (\pm 41,05)$ ms sonra, derin uykuda uyarandan ortalama $489,69 (\pm 38,11)$ ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde

P450 yanıt bileşeni yüzeysel uykuda derin uykudan anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,013$) (Şekil 101).



Şekil 101. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin yüzeysel ve derin uykuda ortaya çıkma süreleri

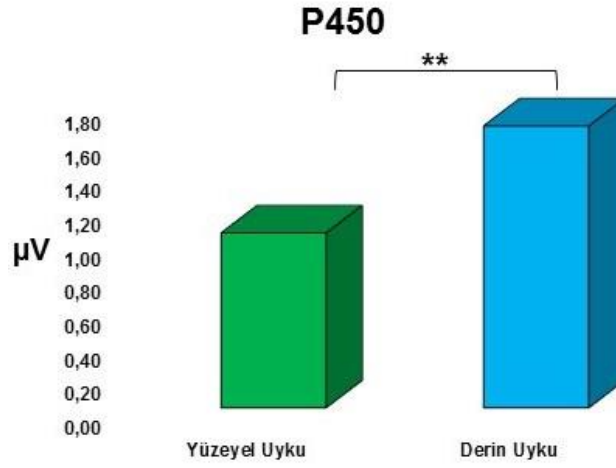
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=5,51$; $p=0,002$]. P450 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 482,21 ($\pm 41,28$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 480,01 ($\pm 41,89$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 468,95 ($\pm 36,79$) ms sonra, temporal bölgede uyarandan ortalama 480,99 ($\pm 44,01$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeni pariyetal bölgede frontal ve santral bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,027$; $p=0,032$) (Şekil 102).



Şekil 102. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin bölgelere göre ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen dört bölgeyi göstermektedir. Yatay eksen, P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir (* $\leq 0,05$).

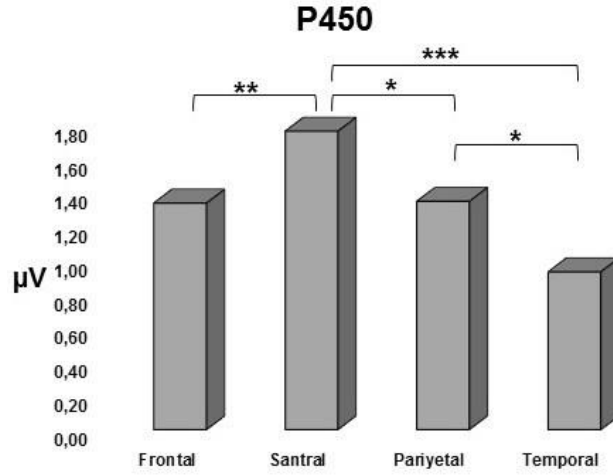
P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=9,71$; $p=0,006$]. P450 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda ortalama $1,03 (\pm 0,92) \mu V$, derin uykuda ortalama $1,66 (\pm 1,44) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,006$) (Şekil 103).



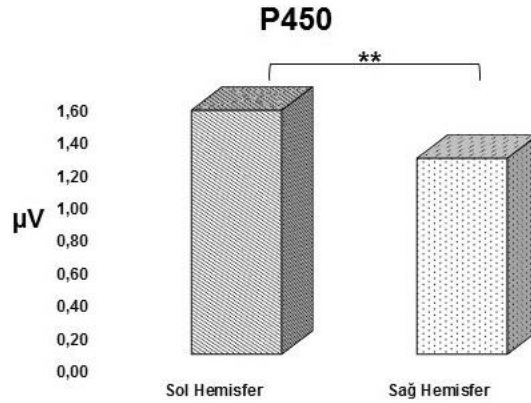
Şekil 103. P450 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde değişimi. P450 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=10,83$; $p=0,000$]. P450 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,34 (\pm 1,38) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,76 (\pm 1,44) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,35 (\pm 1,08) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,93 (\pm 0,87) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,006$; $p=0,030$; $p=0,000$), pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,026$) (Şekil 104).



Şekil 104. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

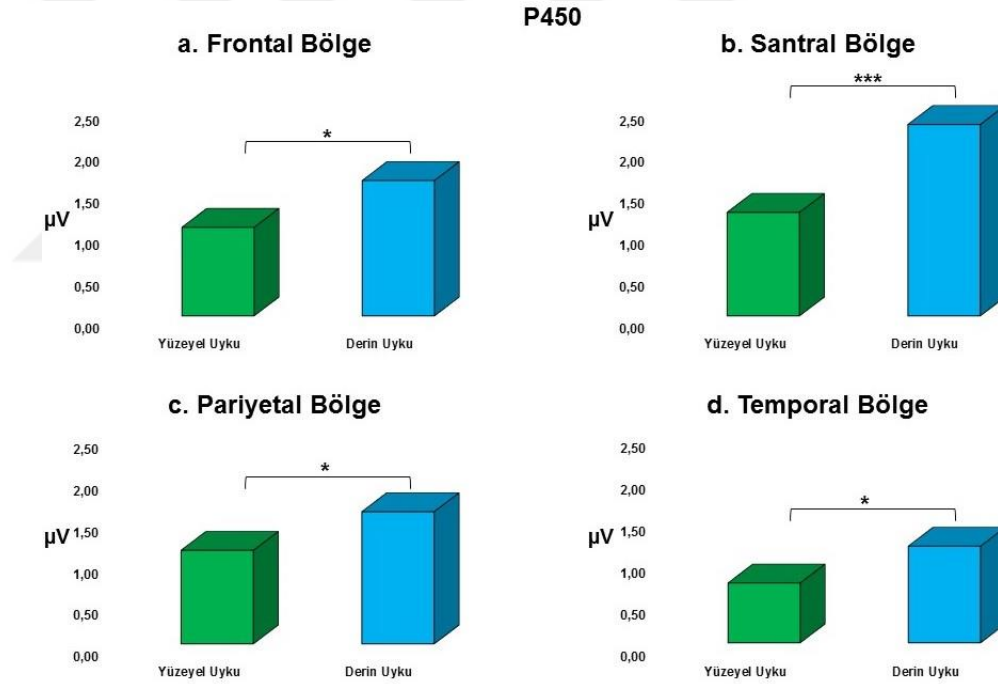
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=12,66$; $p=0,002$]. P450 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,49 (\pm 1,26)$ μV ve sağ hemisferde ortalama $1,20 (\pm 1,22)$ μV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,002$) (Şekil 105).



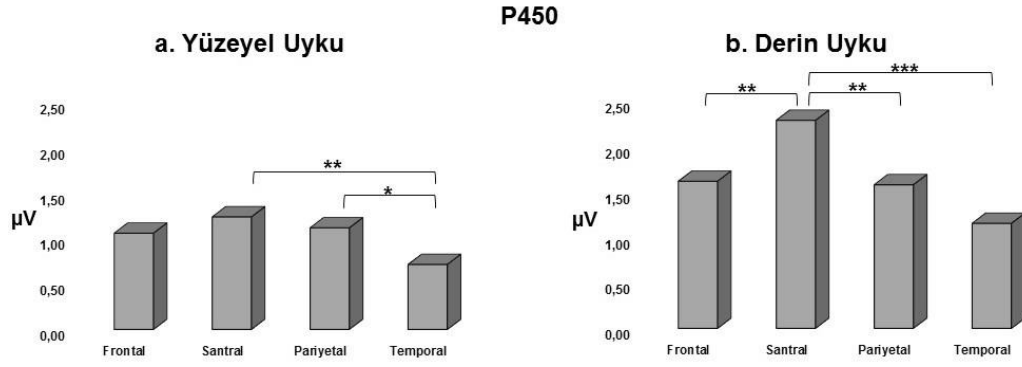
Şekil 105. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=5,32$; $p=0,003$]. P450 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda frontal bölgede ortalama $1,06 (\pm 0,99)$ μV , santral bölgede ortalama $1,24 (\pm 1,08)$ μV ,

pariyetal bölgede ortalama $1,12 (\pm 0,83) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,71 (\pm 0,66) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,62 (\pm 1,65) \mu V$, santral bölgede ortalama $2,29 (\pm 1,58) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,58 (\pm 1,24) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,16 (\pm 1,00) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,020$; $p=0,001$; $p=0,046$; $p=0,035$) (Şekil 106). P450 yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,010$; $p=0,049$). P450 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda santral bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,005$; $p=0,007$; $p=0,000$) (Şekil 107).



Şekil 106. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi



Şekil 107. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi

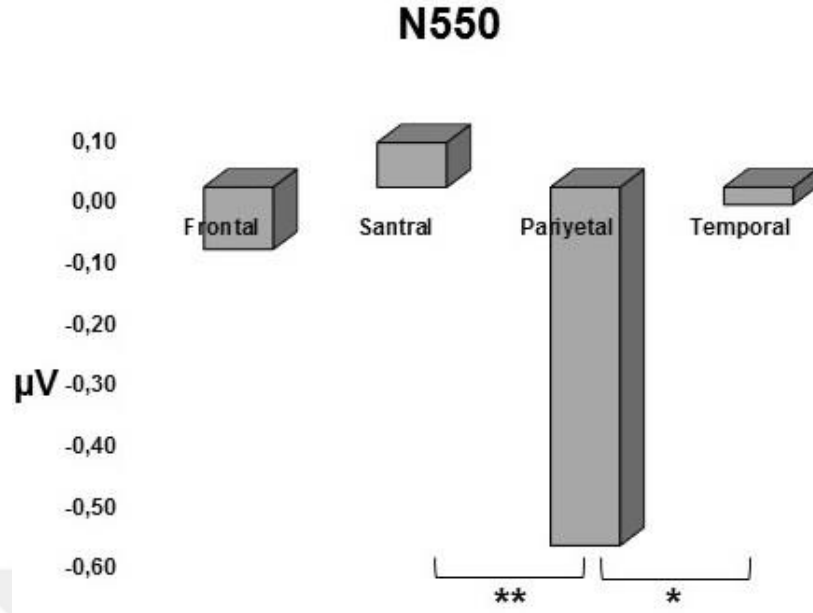
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.2.6. N550 Yanıt Bileşeni

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri, elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=4,94$; $p=0,005$]. N550 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-0,10 (\pm 1,44) \mu V$, santral bölgede ortalama $0,07 (\pm 1,08) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,58 (\pm 0,98) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,03 (\pm 0,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölgede santral ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,008$; $p=0,023$) (Şekil 108).



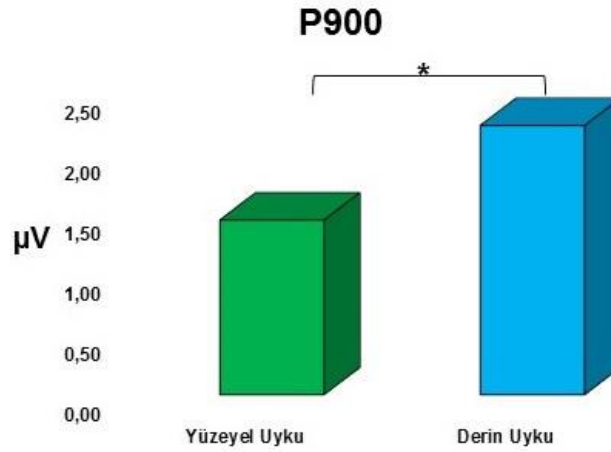
Şekil 108. Yüzeysel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.2.7. P900 Yanıt Bileşeni

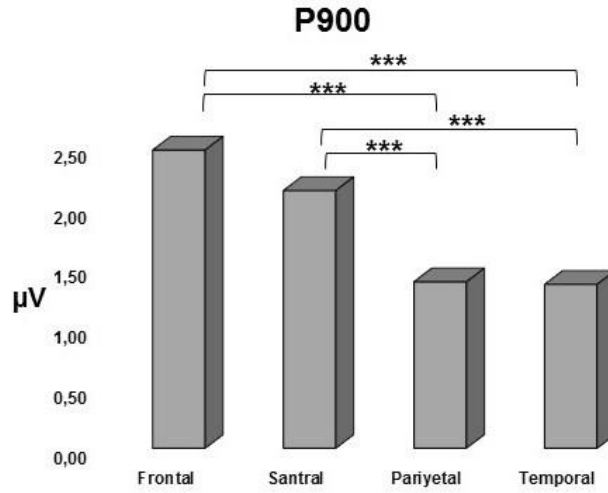
P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde uyku evreleri, elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(31,19)=8,04$; $p=0,011$]. P900 yanıt bileşeninin genliği yüzeysel uykuda ortalama $1,44 (\pm 0,94) \mu V$, derin uykuda ortalama $2,23 (\pm 1,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği derin uykuda yüzeysel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,011$) (Şekil 109).



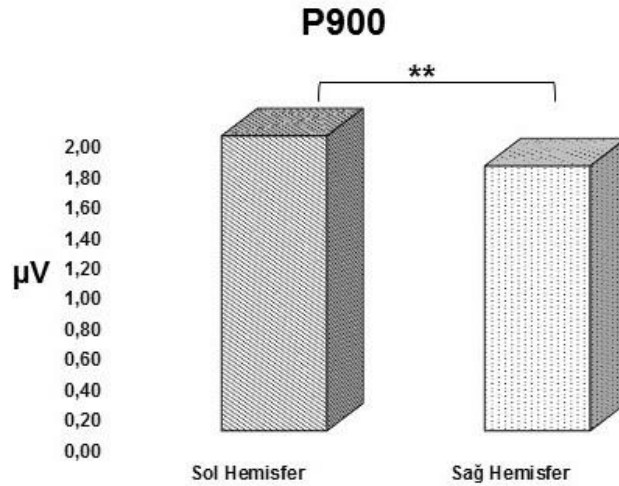
Şekil 109. P900 yanıt bileşeninin genliklerinin yüzeysel ve derin uyku evrelerinde değişimi. P900 yanıt bileşenlerinin genlik ortalamaları tüm uyku evrelerinde farklı renk sütunları ile gösterilmiştir.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,57)=34,25$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $2,47 (\pm 1,56) \mu V$, santral bölgede ortalama $2,13 (\pm 1,68) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,38 (\pm 1,25) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,36 (\pm 1,25) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede de pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 110).



Şekil 110. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,19)=9,56$; $p=0,006$]. P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,93 (\pm 1,45) \mu V$ ve sağ hemisferde ortalama $1,74 (\pm 1,58) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,006$) (Şekil 111).

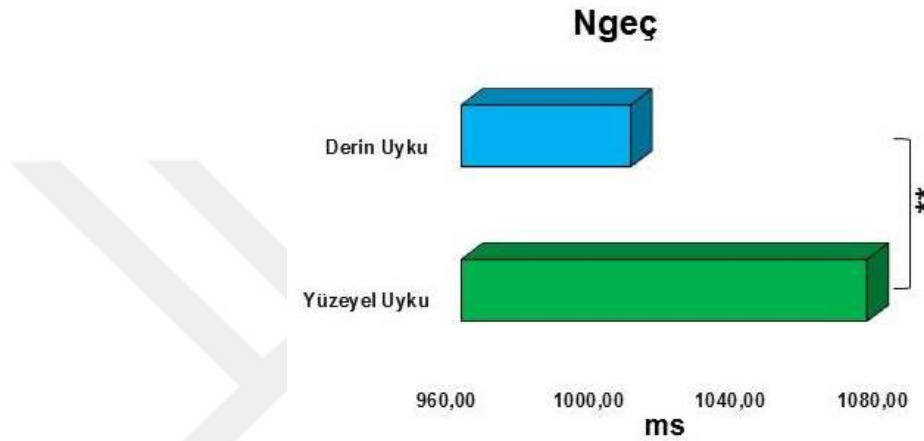


Şekil 111. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.2.8. Ngeç Yanıt Bileşeni

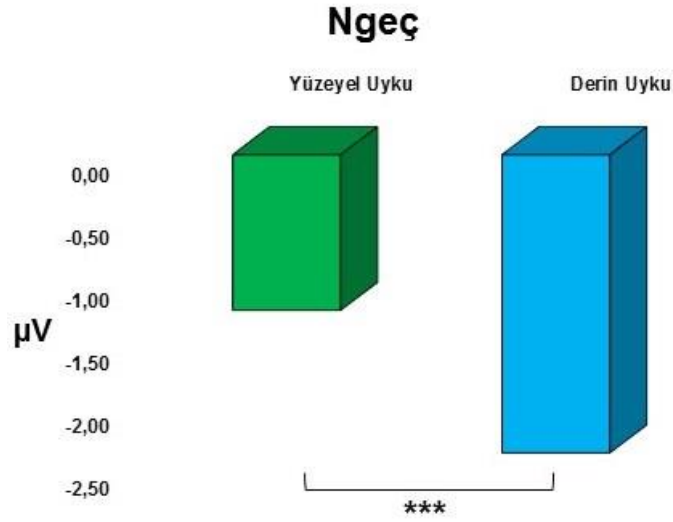
Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=13,25$; $p=0,002$]. Ngeç yanıt bileşeni yüzeyel uykuda uyarandan ortalama 1073,77 ($\pm 79,53$) ms sonra, derin uykuda uyarandan ortalama 1007,50 ($\pm 64,38$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeni derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,002$) (Şekil 112).



Şekil 112. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerinde ortaya çıkma süreleri. Dikey eksen iki uyku evresini göstermektedir. Yatay eksen, Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerini ms cinsinden göstermektedir.

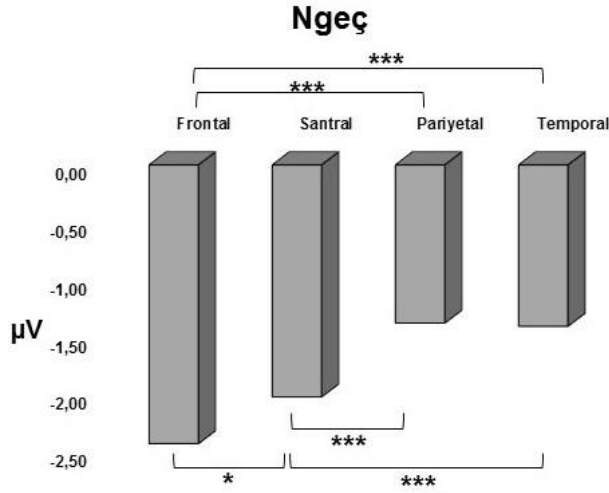
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde uyku evreleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,20)=23,44$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda ortalama -1,23 ($\pm 0,74$) μV , derin uykuda ortalama -2,37 ($\pm 1,60$) μV olarak ölçülmüştür. Uyku evreleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 113).



Şekil 113. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uyku evrelerine göre değişimi

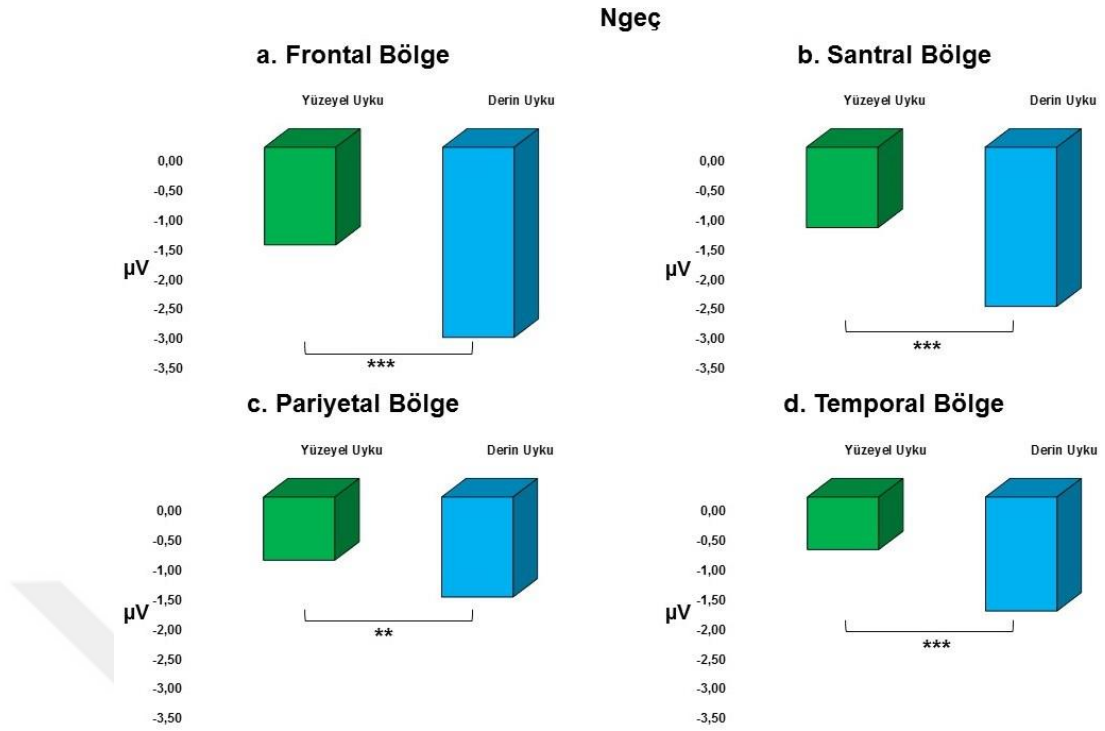
Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki [$F(3,60)=28,66$; $p=0,000$] anlamlı bulunmuştur. Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-2,42 (\pm 1,54) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,01 (\pm 1,42) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,37 (\pm 1,05) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,40 (\pm 1,13) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri içinyapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede santral, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,015$; $p=0,000$; $p=0,000$), santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 114).



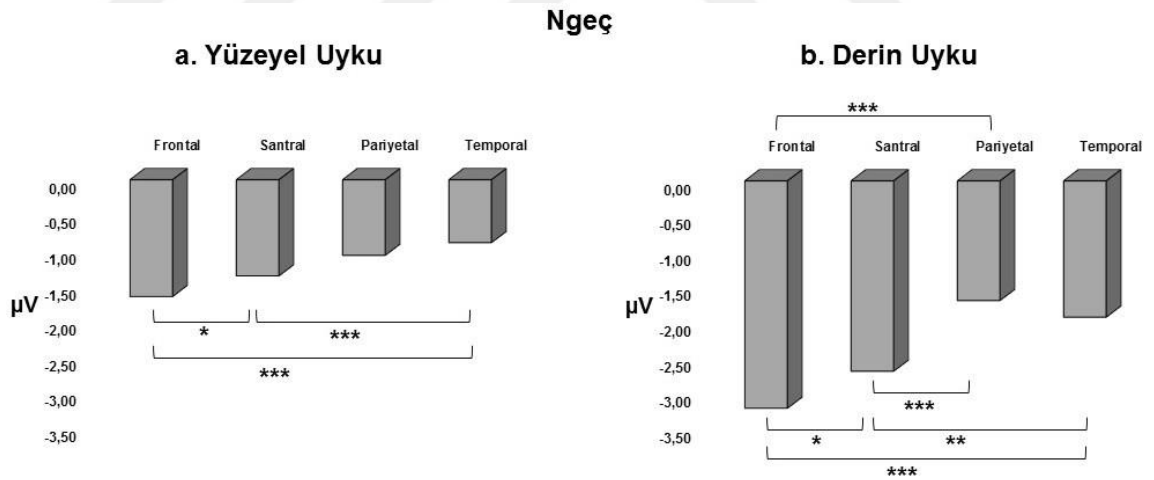
Şekil 114. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,60)=5,36$; $p=0,002$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda frontal bölgede ortalama $-1,64 (\pm 0,83) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,35 (\pm 0,67) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,06 (\pm 0,70) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,88 (\pm 0,55) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği derin uykuda frontal bölgede ortalama $-3,19 (\pm 1,70) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,68 (\pm 1,65) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,68 (\pm 1,25) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,92 (\pm 1,32) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde derin uykuda yüzeyel uykudan anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,005$; $p=0,001$) (Şekil 115). Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüzeyel uykuda frontal bölgede santral ve temporal bölgelerden, santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,000$; $p=0,000$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği derin uykuda frontal bölgede santral, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,046$; $p=0,000$; $p=0,000$), santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,003$) (Şekil 116).



Şekil 115. Yüzeyel ve derin uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde evrelere göre değişimi

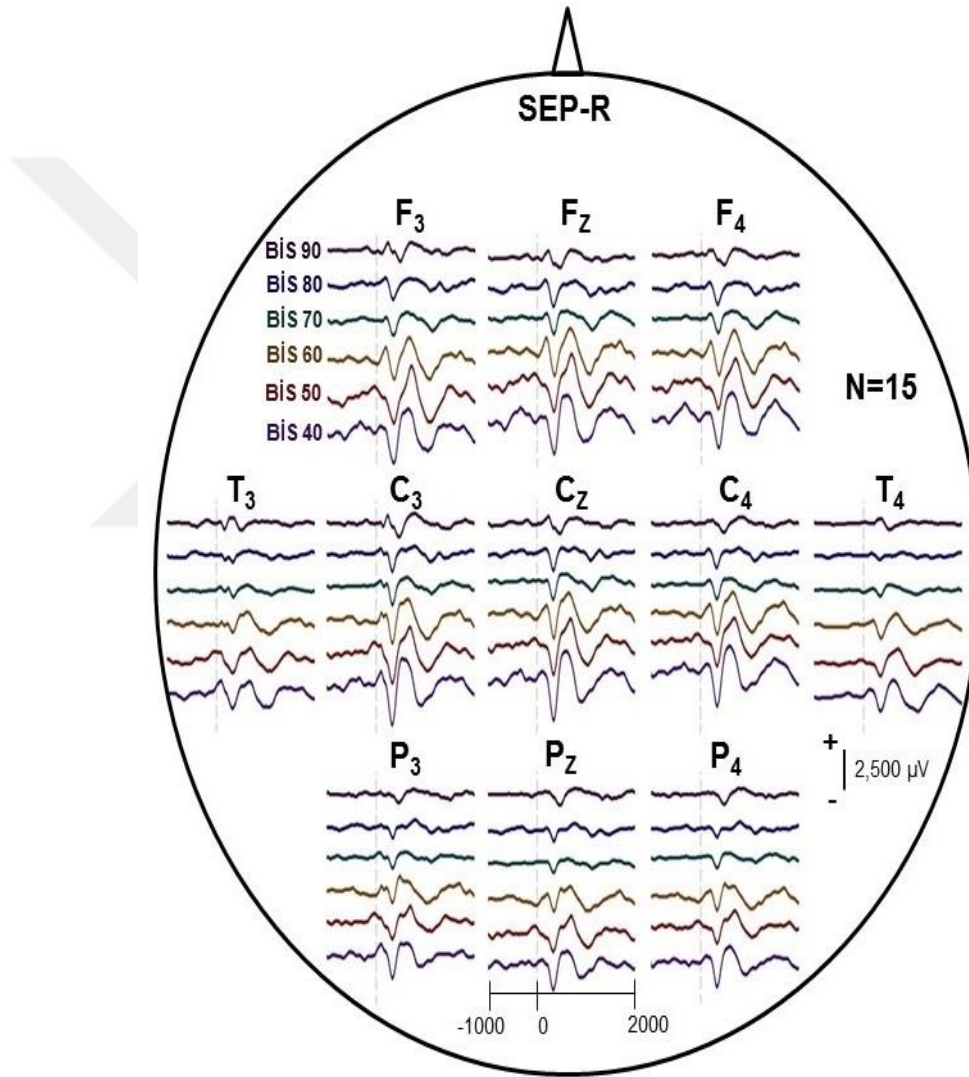


Şekil 116. Ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüzeyel ve derin uykuda bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.3. BİS Dönemlerine Göre Uykuda Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları

Gece boyunca gönüllü katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli (SEP) uyarılarına karşı oluşan beyin yanıtları BİS indeks gruplarında incelendiğinde yine aynı bileşenler gözlenmiştir. BİS indekslerine göre yapılan incelemede klasik uyku evrelerine göre daha fazla sayıda dönem incelenmiştir. BİS ortalaması 90, 80, 70, 60, 50 ve 40 olan bu dönemlere ait ortalama yanıtların kafa üzerindeki dağılımları Şekil 117’de gösterilmiştir.



Şekil 117. BİS dönemlerinde 15 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi. Frontal (Fz, F3, F4), santral (Cz, C3, C4), parietal (Pz, P3, P4), temporal (T3, T4) bölgelere ait ölçümler sunulmaktadır. Yatay eksen uyaran öncesi 1000 ms, uyaran sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksen ve düşey eksen ise genlik (µV) değerlerini göstermektedir. Üst taraf pozitif yönü alt taraf negatif yönü göstermektedir.

4.3.1. P50 Yanıt Bileşeni

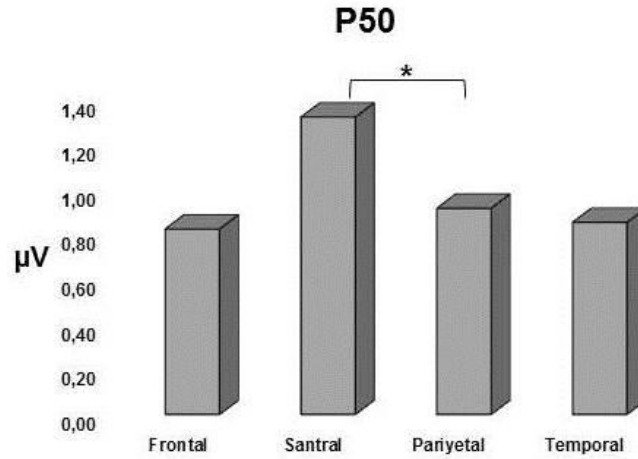
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,18)=7,21$; $p= 0,002$]. P50 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 91,43 ($\pm 28,38$) ms sonra, santral bölgede ortalama 102,49 ($\pm 23,27$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 103,15 ($\pm 22,84$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 102,06 ($\pm 23,77$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

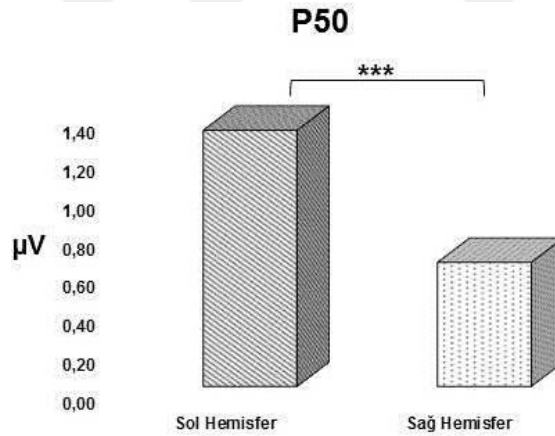
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,18)=4,42$; $p=0,017$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama 0,83 ($\pm 1,13$) μV , santral bölgede ortalama 1,32 ($\pm 1,29$) μV , pariyetal bölgede ortalama 0,92 ($\pm 1,07$) μV ve temporal bölgede ortalama 0,86 ($\pm 0,95$) μV olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede pariyetal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,038$) (Şekil 118).



Şekil 118. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

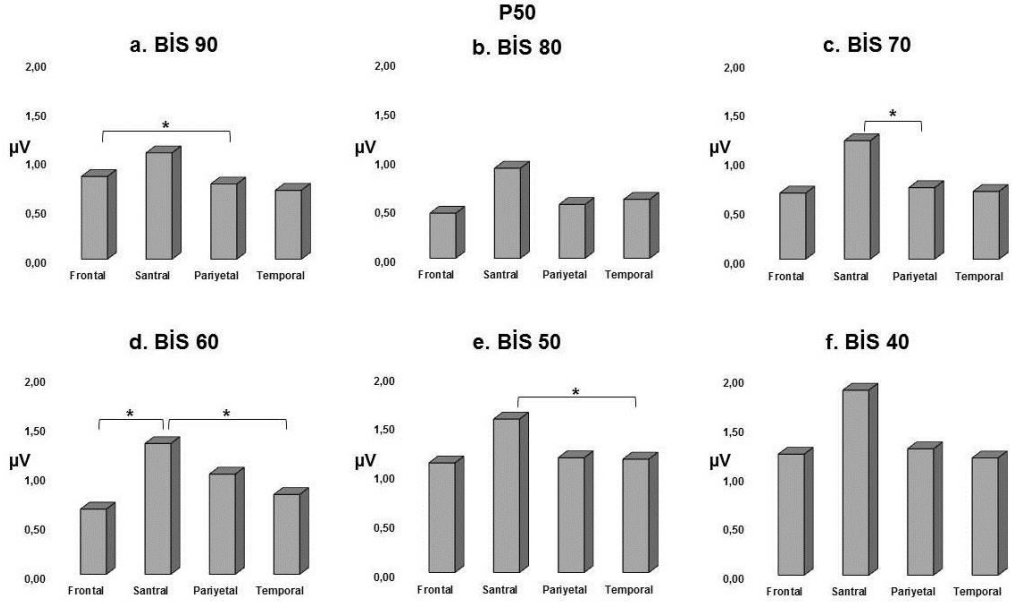
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,6)=33,41$; $p=0,001$]. P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,32 (\pm 1,27) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,64 (\pm 0,85) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 119).



Şekil 119. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

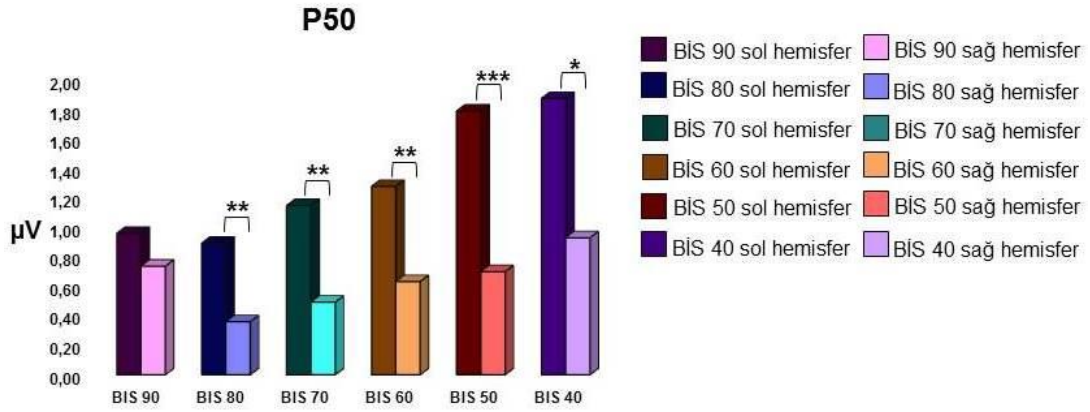
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(15,90)=1,89$; $p=0,034$]. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgede ortalama $0,84 (\pm 0,97) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,08 (\pm 0,99) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,76 (\pm 0,87) \mu V$ ve temporal

bölgede ortalama $0,70 (\pm 0,68) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölgede ortalama $0,46 (\pm 0,70) \mu V$, santral bölgede ortalama $0,91 (\pm 0,86) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,55 (\pm 0,62) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,60 (\pm 0,76) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölgede ortalama $0,67 (\pm 0,56) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,20 (\pm 0,89) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,73 (\pm 0,65) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,69 (\pm 0,71) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölgede ortalama $0,66 (\pm 0,81) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,33 (\pm 1,04) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,02 (\pm 0,84) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,81 (\pm 0,78) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede ortalama $1,11 (\pm 1,13) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,56 (\pm 1,57) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,16 (\pm 1,07) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,15 (\pm 1,33) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölgede ortalama $1,23 (\pm 1,96) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,88 (\pm 1,89) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,28 (\pm 1,82) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,19 (\pm 1,13) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgeden pariyetal bölgeden, BİS 70'te santral bölgeden pariyetal bölgeden, BİS 60'ta santral bölgeden frontal ve temporal bölgeden, BİS 50'de santral bölgeden temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,014$; $p=0,028$; $p=0,041$; $p=0,034$) (Şekil 120).



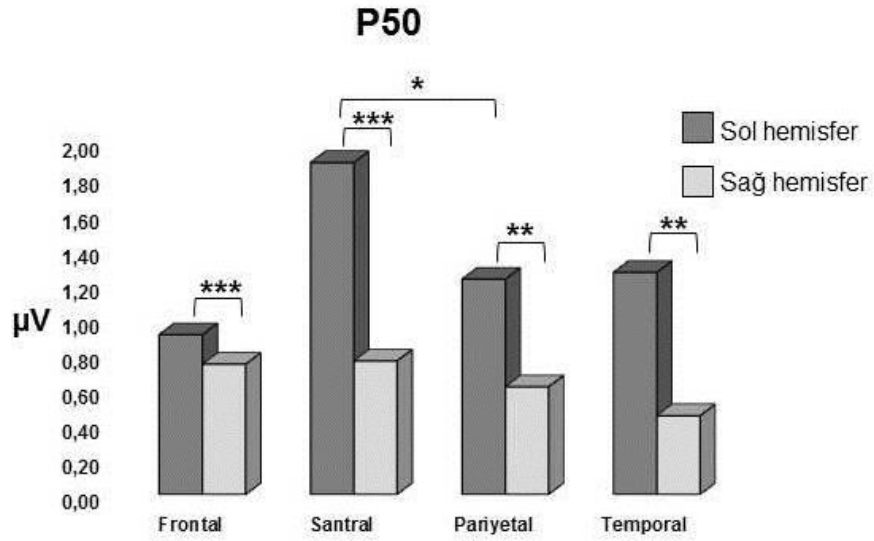
Şekil 120. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriX Hemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(5,30)=2,58$; $p=0,047$]. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da sol hemisferde ortalama $0,96 (\pm 0,95)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,74 (\pm 0,81)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de sol hemisferde ortalama $0,89 (\pm 0,84)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,36 (\pm 0,54)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te sol hemisferde ortalama $1,15 (\pm 0,76)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,49 (\pm 0,55)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta sol hemisferde ortalama $1,28 (\pm 1,00)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,63 (\pm 0,64)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de sol hemisferde ortalama $1,79 (\pm 1,34)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,70 (\pm 0,96)$ μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta sol hemisferde ortalama $1,87 (\pm 2,00)$ μV , sağ hemisferde ortalama $0,93 (\pm 1,28)$ μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriX Hemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği BİS 80, BİS 70, BİS 60, BİS 50, BİS 40 dönemlerinde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,009$; $p=0,003$; $p=0,008$; $p=0,001$; $p=0,022$) (Şekil 121).



Şekil 121. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BIS dönemleriXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,18)=10,72$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,91 (\pm 1,27) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,74 (\pm 0,97) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $1,89 (\pm 1,36) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,76 (\pm 0,91) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,22 (\pm 1,15) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,61 (\pm 0,89) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,26 (\pm 1,08) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,45 (\pm 0,54) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,003$; $p=0,009$). Ayrıca P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde pariyetal bölge sol hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,021$) (Şekil 122).



Şekil 122. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.3.2. N100 Yanıt Bileşeni

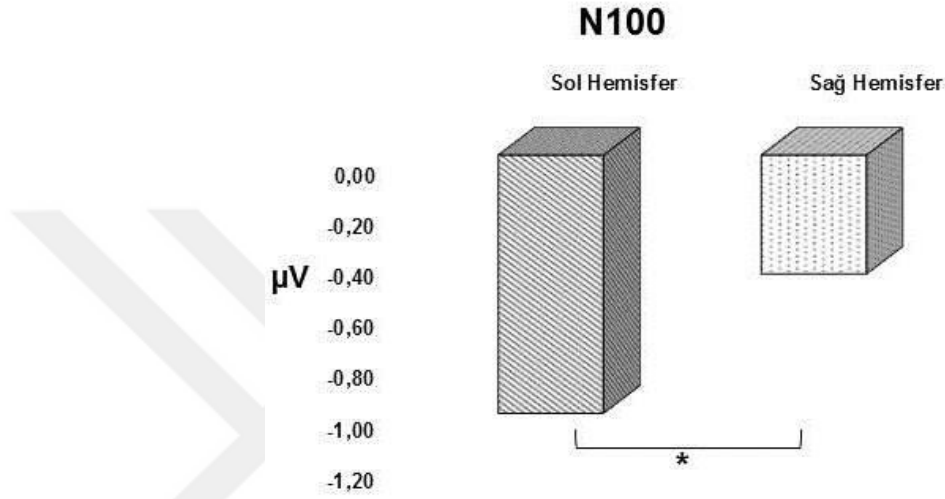
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,18)=3,25$; $p=0,046$]. N100 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 137,10 ($\pm 37,53$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 153,17 ($\pm 34,19$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 159,04 ($\pm 33,18$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 156,15 ($\pm 35,37$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri ve elektrot bölgeleri için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,6)=11,81$; $p=0,014$]. N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-1,01 (\pm 1,13) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,46 (\pm 0,95) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,014$) (Şekil 123).

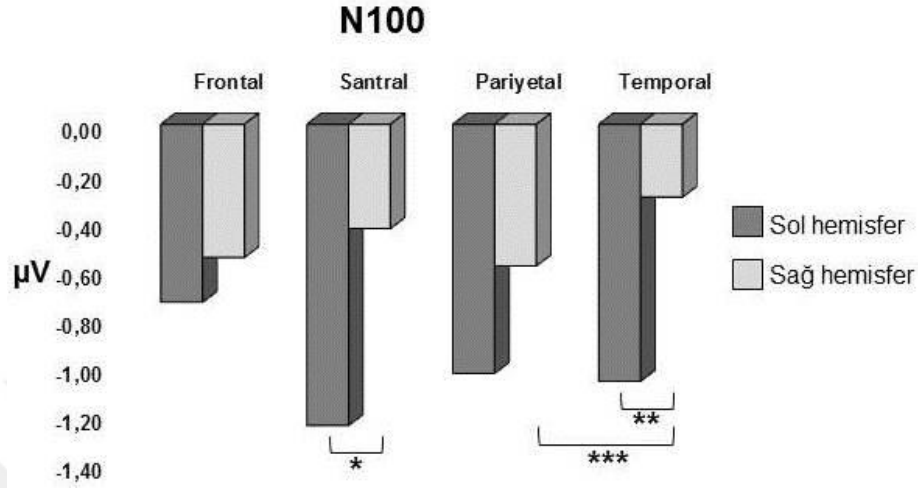


Şekil 123. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge ve BİS dönemleriXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,18)=11,72$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-0,73 (\pm 1,21) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,55 (\pm 1,05) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-1,23 (\pm 1,21) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,43 (\pm 0,98) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-1,02 (\pm 1,11) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,58 (\pm 1,05) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-1,05 (\pm 0,92) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,30 (\pm 0,64) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği santral ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla

$p=0,012$; $p=0,007$). Ayrıca N100 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sağ hemisferde temporal bölge sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 124).



Şekil 124. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

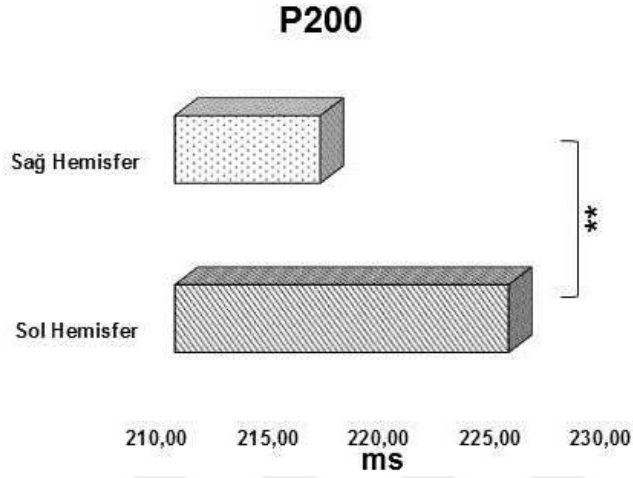
4.3.3. P200 Yanıt Bileşeni

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,30)=5,22$; $p=0,005$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 208,64 ($\pm 34,39$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 220,95 ($\pm 30,63$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 227,19 ($\pm 30,21$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 226,24 ($\pm 33,51$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,10)=10,54$; $p=0,009$]. P200 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 224,99 ($\pm 31,80$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 216,52 ($\pm 33,68$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler içinyapılan post hoc analizde

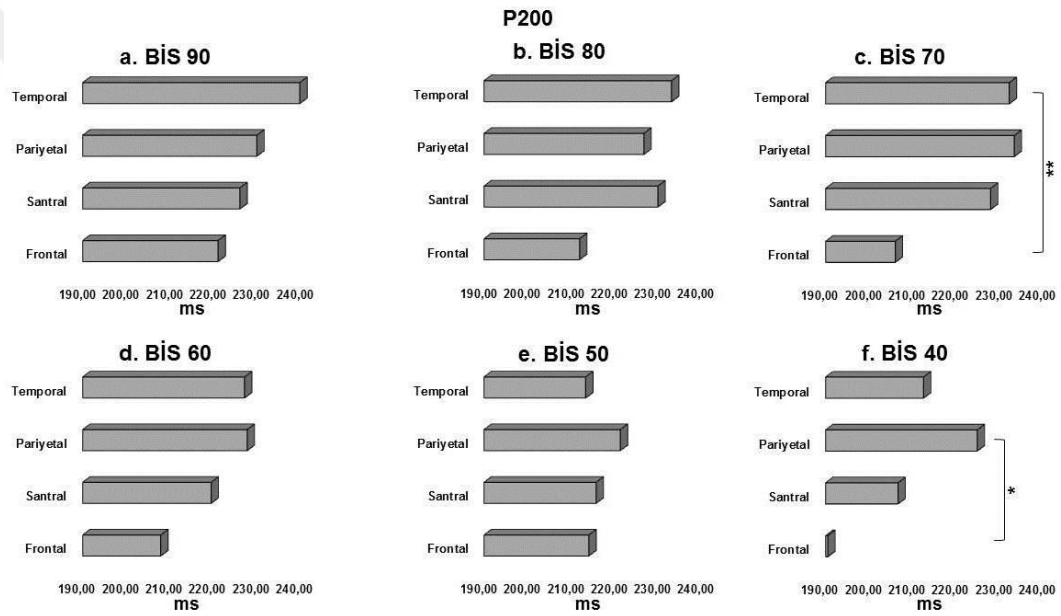
P200 yanıt bileşeni sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,009$) (Şekil 125).



Şekil 125. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin hemisferlere göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(15,150)=1,98$; $p=0,020$]. P200 yanıt bileşeni BİS 90'da frontal bölgede uyarandan ortalama 221,00 ($\pm 26,03$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 226,00 ($\pm 28,74$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 229,85 ($\pm 36,37$) ms sonra, temporal bölgede uyarandan ortalama 239,71 ($\pm 38,33$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni BİS 80'de frontal bölgede uyarandan ortalama 211,87 ($\pm 33,06$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 229,80 ($\pm 31,99$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 226,60 ($\pm 30,26$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 232,93 ($\pm 32,69$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni BİS 70'te frontal bölgede uyarandan ortalama 206,00 ($\pm 37,15$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 227,93 ($\pm 32,67$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 233,36 ($\pm 31,78$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 232,21 ($\pm 36,02$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni BİS 60'ta frontal bölgede uyarandan ortalama 207,93 ($\pm 30,83$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 219,53 ($\pm 29,13$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 227,80 ($\pm 26,77$) ms sonra, temporal bölgede uyarandan ortalama 227,20 ($\pm 28,60$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni BİS 50'de frontal bölgede uyarandan ortalama 214,0 ($\pm 48,13$) ms sonra, santral

bölgede uyarandan ortalama 215,67 ($\pm 35,30$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 221,20 ($\pm 34,36$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 213,27 ($\pm 31,67$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni BİS 40'ta frontal bölgede uyarandan ortalama 190,50 ($\pm 16,86$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 206,64 ($\pm 18,95$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 224,86 ($\pm 20,37$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 212,50 ($\pm 25,78$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni BİS 70'te frontal bölgede temporal bölgeden, BİS 40'ta frontal bölgede pariyetal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,007$; $p=0,025$) (Şekil 126).

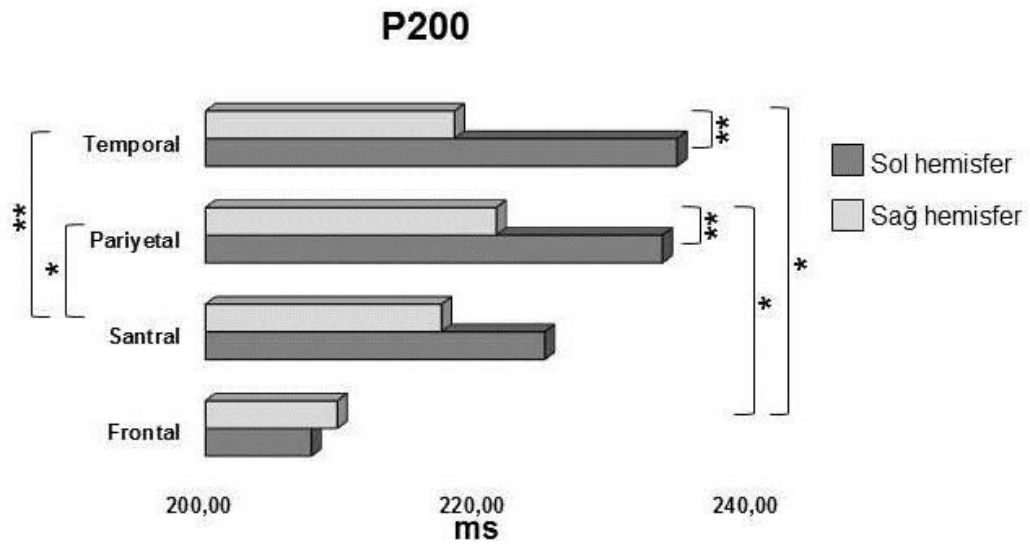


Şekil 126. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(3,30)=6,68$; $p=0,001$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 207,70 ($\pm 34,22$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 209,59 ($\pm 34,72$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 224,71 ($\pm 26,07$) ms sonra,

sağ hemisferde uyarandan ortalama 217,20 ($\pm 34,33$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 233,28 ($\pm 27,53$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 221,71 ($\pm 31,65$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P200 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 234,34 ($\pm 31,77$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 218,14 ($\pm 33,41$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni pariyetal ve temporal bölgelerde sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,010$). Ayrıca P200 yanıt bileşeni sol hemisferde frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,017$; $p=0,012$; $p=0,045$; $p=0,007$) (Şekil 127).



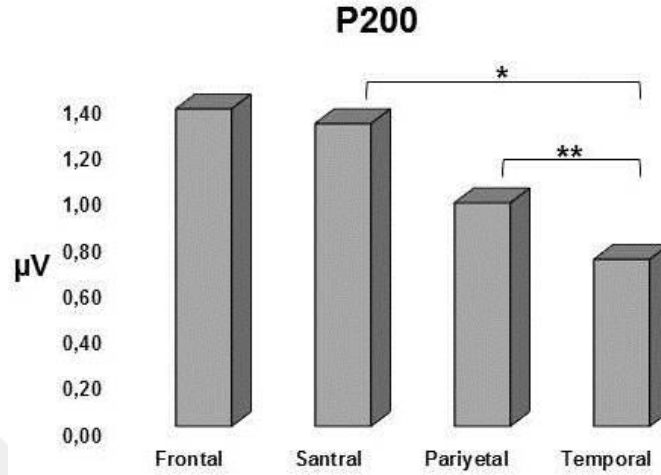
Şekil 127. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre ortaya çıkma süreleri

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

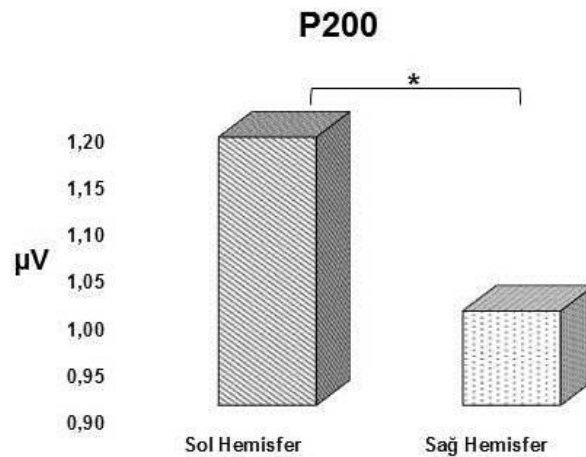
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,30)=7,85$; $p=0,001$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama 1,37 ($\pm 1,11$) μV , santral bölgede ortalama 1,31 ($\pm 1,13$) μV , pariyetal bölgede ortalama 0,97 ($\pm 0,90$) μV ve temporal bölgede ortalama 0,72 ($\pm 0,83$) μV olarak

ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,018$; $p=0,005$) (Şekil 128).



Şekil 128. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,10)=7,29$; $p=0,022$]. P200 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,19 (\pm 1,20)$ µV, sağ hemisferde ortalama $1,00 (\pm 0,84)$ µV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,022$) (Şekil 129).

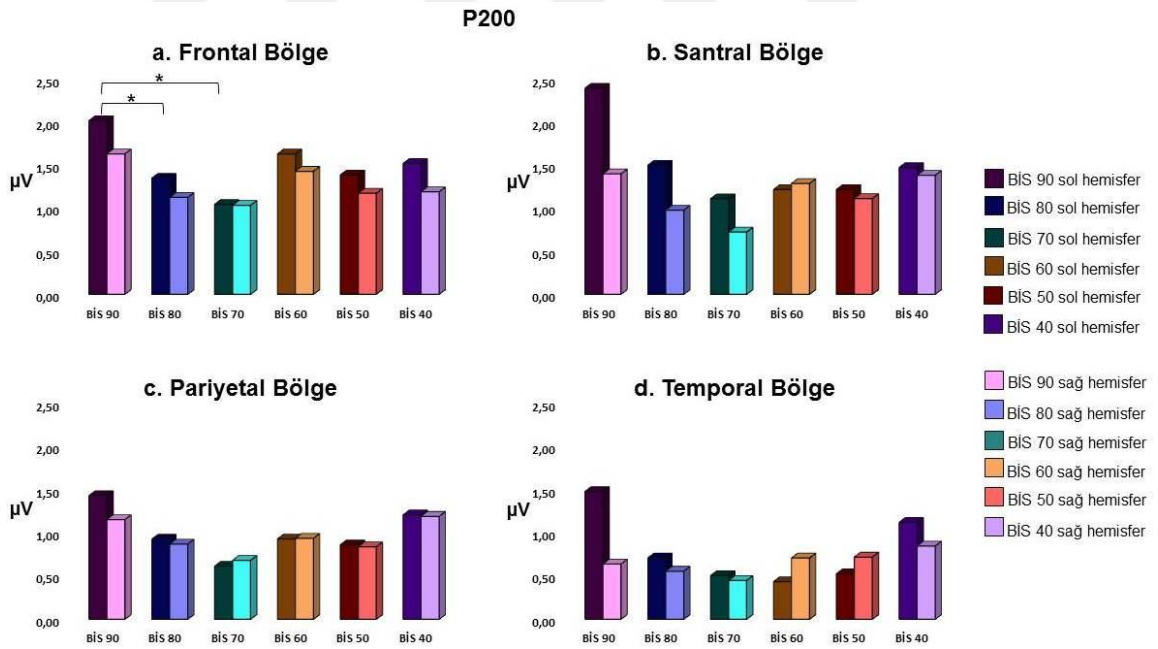


Şekil 129. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

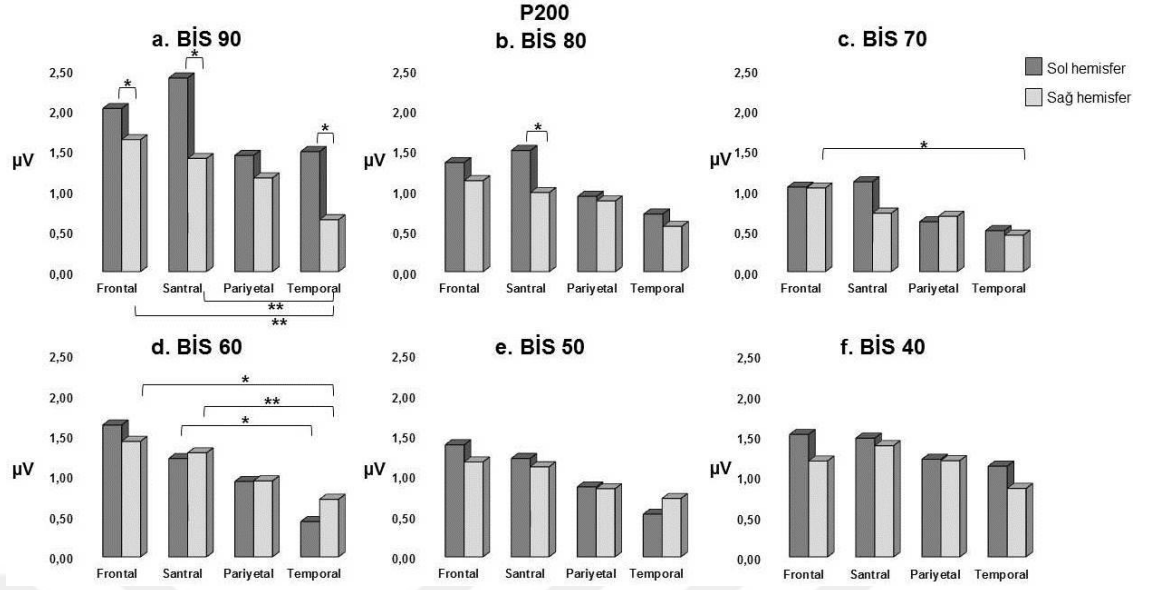
P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer ve BölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(15,150)=1,81$; $p=0,037$]. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölge sol hemisferde ortalama 2,01 ($\pm 0,99$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,63 ($\pm 0,89$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 2,39 ($\pm 1,94$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,39 ($\pm 0,77$) μV , parietal bölge sol hemisferde ortalama 1,43 ($\pm 1,24$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,16 ($\pm 0,98$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 1,48 ($\pm 1,24$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,64 ($\pm 0,67$) μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,35 ($\pm 0,82$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,12 ($\pm 0,91$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,50 ($\pm 0,91$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,98 ($\pm 0,56$) μV , parietal bölge sol hemisferde ortalama 0,93 ($\pm 0,55$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,87 ($\pm 0,42$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,71 ($\pm 0,42$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,56 ($\pm 0,39$) μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,04 ($\pm 0,65$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,03 ($\pm 0,63$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,11 ($\pm 0,80$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,68 ($\pm 0,45$) μV , parietal bölge sol hemisferde ortalama 0,61 ($\pm 0,44$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,68 ($\pm 0,45$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,51 ($\pm 0,40$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,45 ($\pm 0,27$) μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,63 ($\pm 1,03$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,43 ($\pm 0,92$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,21 ($\pm 0,82$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,28 ($\pm 0,81$) μV , parietal bölge sol hemisferde ortalama 0,93 ($\pm 0,88$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,94 ($\pm 0,76$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,44 ($\pm 0,52$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,71 ($\pm 0,54$) μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,38 ($\pm 1,65$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,17 ($\pm 1,45$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,21 ($\pm 1,17$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,11 ($\pm 1,24$) μV , parietal bölge sol hemisferde ortalama 0,86 ($\pm 0,84$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,84 ($\pm 0,73$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 0,53 ($\pm 0,75$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,72 ($\pm 0,73$) μV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölge sol hemisferde ortalama 1,52 ($\pm 1,67$) μV , sağ hemisferde

ortalama 1,19 ($\pm 1,01$) μV , santral bölge sol hemisferde ortalama 1,47 ($\pm 1,82$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,38 ($\pm 0,85$) μV , pariyetal bölge sol hemisferde ortalama 1,21 ($\pm 1,72$) μV , sağ hemisferde ortalama 1,19 ($\pm 1,08$) μV , temporal bölge sol hemisferde ortalama 1,12 ($\pm 1,82$) μV , sağ hemisferde ortalama 0,85 ($\pm 0,60$) μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde BİS 90'da BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,017$; $p=0,0,17$) (Şekil 130). P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 90 sağ hemisferde frontal ve santral bölgelerde temporal bölgeden, BİS 70'te sağ hemisferde frontal bölgede temporal bölgeden, BİS 60'ta sol hemisferde santral bölgede temporal bölgeden, sağ hemisferde frontal ve santral bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,003$; $p=0,032$; $p=0,036$; $p=0,013$; $p=0,009$). Ayrıca P200 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal, santral ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,038$; $p=0,045$; $p=0,026$), BİS 80'de santral bölgede sol hemisfer sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,032$) (Şekil 131).



Şekil 130. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi



Şekil 131. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

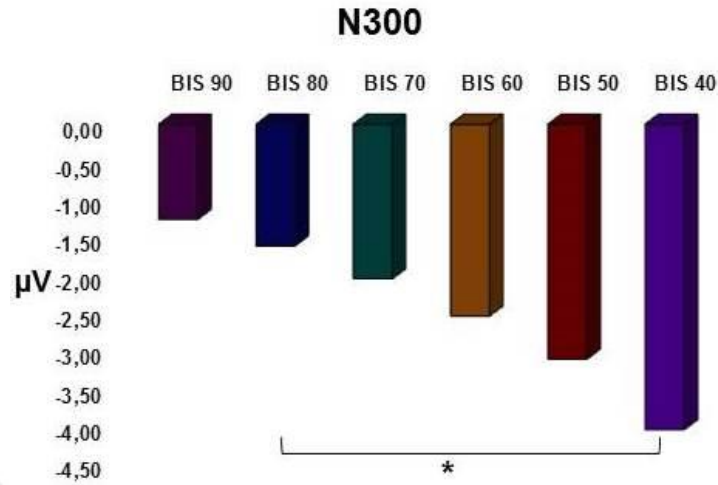
4.3.4. N300 Yanıt Bileşeni

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,45)=6,07$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeni BİS 90'da uyarandan ortalama 311,19 ($\pm 35,94$) ms sonra, BİS 80'de 332,83 ($\pm 26,65$) ms sonra, BİS 70'te uyarandan ortalama 337,38 ($\pm 26,58$) ms sonra, BİS 60'ta uyarandan ortalama 341,45 ($\pm 27,68$) ms sonra, BİS 50'de uyarandan ortalama 349,10 ($\pm 27,91$) ms sonra ve BİS 40'ta uyarandan ortalama 337,04 ($\pm 28,92$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

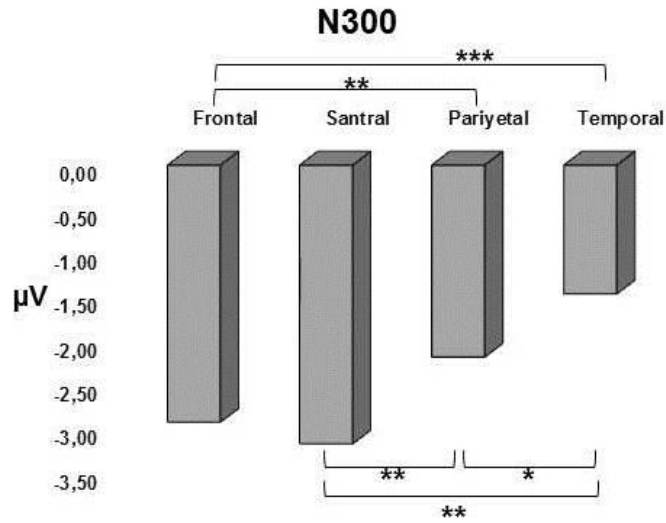
N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,45)=7,72$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da ortalama -1,25 ($\pm 1,30$) μV , BİS 80'de ortalama -1,60 ($\pm 0,99$) μV , BİS 70'te -2,04 ($\pm 1,26$) μV , BİS 60'ta ortalama -2,53 ($\pm 1,74$) μV , BİS 50'de ortalama -3,10 ($\pm 2,11$) μV ve BİS 40'ta ortalama -4,03 ($\pm 2,63$) μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleri için yapılan post hoc

analizde N300 yanıt bileşeninin genliği BIS 40'ta BIS 80'den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,026$) (Şekil 132).



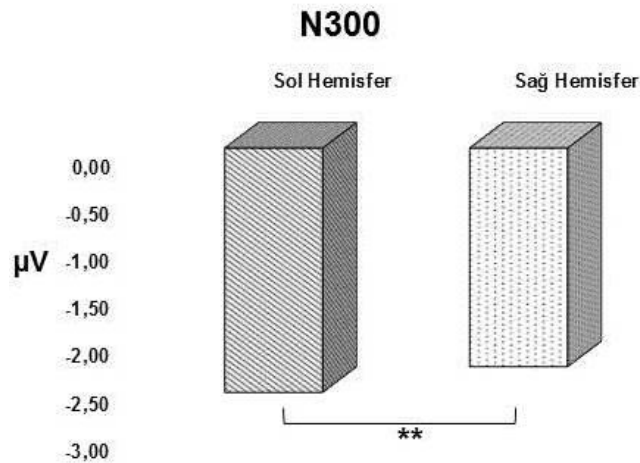
Şekil 132. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BIS dönemlerine göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,27)=27,59$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-2,91 (\pm 1,91) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,16 (\pm 2,40) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,18 (\pm 1,74) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,46 (\pm 1,25) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,000$; $p=0,003$; $p=0,002$), pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,020$) (Şekil 133).



Şekil 133. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,9)=10,56$; $p=0,010$]. N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-2,56 (\pm 2,08) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,29 (\pm 1,88) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,010$) (Şekil 134).

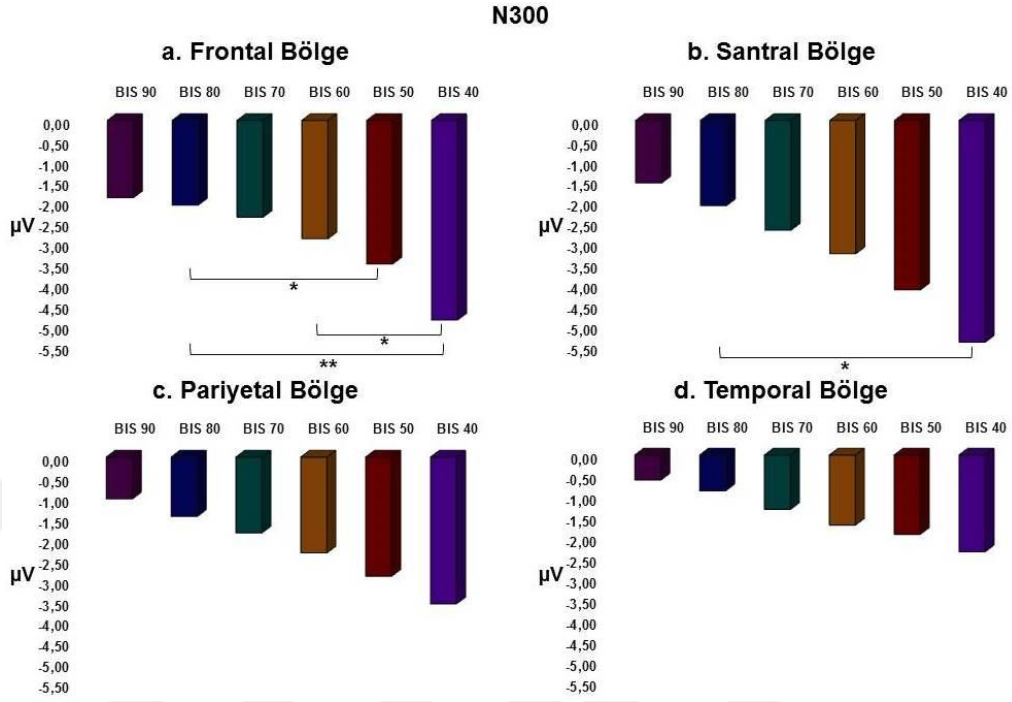


Şekil 134. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

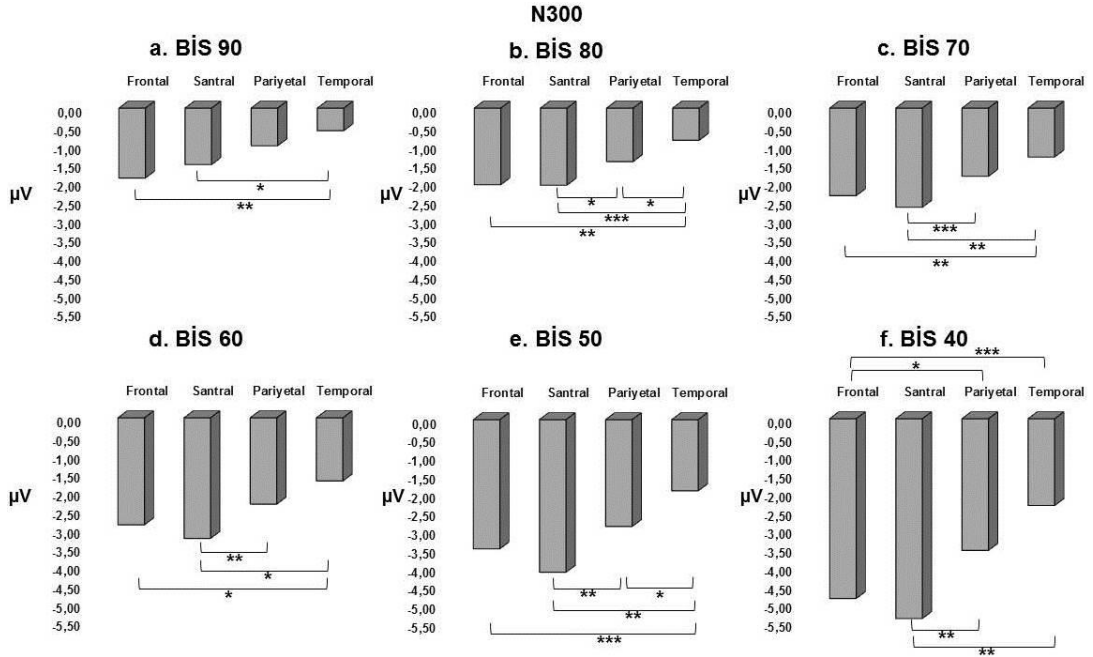
N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(15,135)=4,15$; $p=0,010$]. N300 yanıt

bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgede ortalama $-1,87 (\pm 1,12) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,51 (\pm 1,55) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,01 (\pm 1,09) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,60 (\pm 1,04) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölgede ortalama $-2,05 (\pm 1,07) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,07 (\pm 1,05) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,43 (\pm 0,70) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,86 (\pm 0,50) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölgede ortalama $-2,35 (\pm 1,15) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,66 (\pm 1,49) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,83 (\pm 1,14) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,31 (\pm 0,75) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölgede ortalama $-2,87 (\pm 1,89) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,23 (\pm 2,04) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,31 (\pm 1,57) \mu V$, temporal bölgede ortalama $-1,69 (\pm 0,91) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede ortalama $-3,48 (\pm 1,85) \mu V$, santral bölgede ortalama $-4,11 (\pm 2,60) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,88 (\pm 1,94) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,92 (\pm 1,30) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölgede ortalama $-4,84 (\pm 2,36) \mu V$, santral bölgede ortalama $-5,38 (\pm 2,99) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-3,55 (\pm 2,23) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-2,34 (\pm 1,77) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede BİS 50'de BİS 80'den, BİS 40'ta BİS 80 ve BİS 60'tan anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,037$; $p=0,008$; $p=0,037$), santral bölgede BİS 40'ta BİS 80'den anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,032$) (Şekil 135). N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal ve santral bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,005$; $p=0,047$), BİS 80'de frontal bölgede temporal bölgeden santral bölgede pariyetal ve temporal bölgeden, pariyetal bölge ise temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,020$; $p=0,001$; $p=0,040$). N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te ve BİS 60'ta frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,005$; $p=0,000$; $p=0,004$; $p=0,031$; $p=0,009$; $p=0,025$). N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,008$; $p=0,005$; $p=0,023$). Ayrıca N300 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal

bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,020$; $p=0,000$; $p=0,006$; $p=0,005$) (Şekil 136).



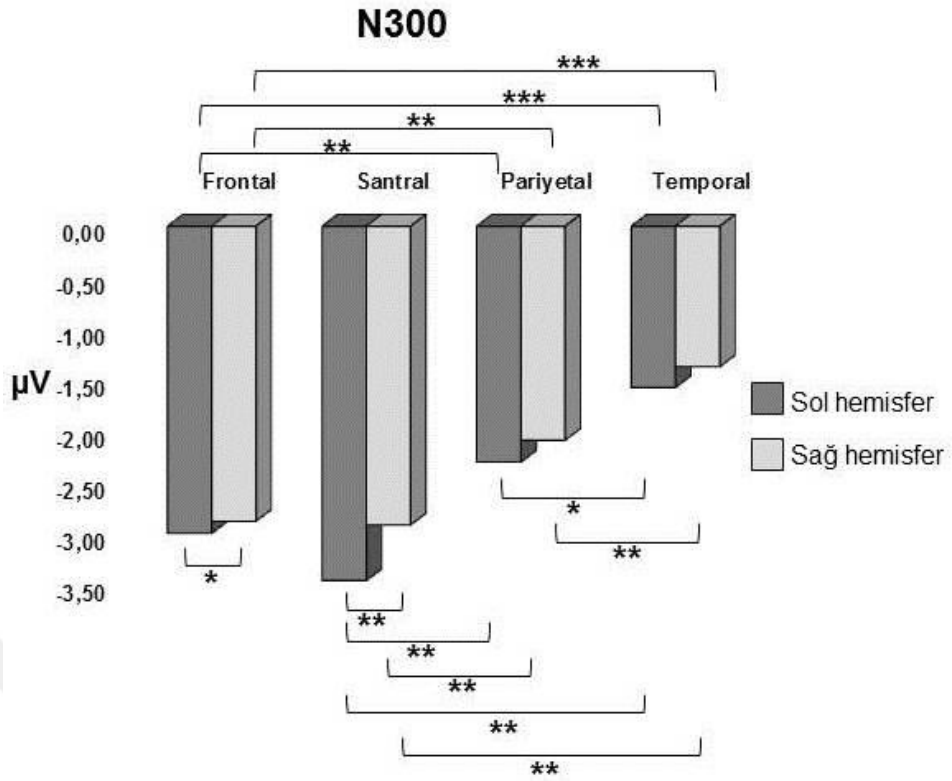
Şekil 135. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BIS dönemlerine göre değişimi



Şekil 136. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BIS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(3,27)=3,01$; $p=0,048$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-2,97 (\pm 1,97) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,85 (\pm 1,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-3,43 (\pm 2,51) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,89 (\pm 2,27) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-2,28 (\pm 1,79) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,36 (\pm 1,07) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-1,56 (\pm 1,41) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,36 (\pm 1,07) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,031$; $p=0,004$). N300 yanıt bileşeninin genliği sol ve sağ hemisferlerde frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,005$; $p=0,000$; $p=0,002$; $p=0,003$; $p=0,005$; $p=0,000$; $p=0,009$; $p=0,002$), pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,050$; $p=0,010$) (Şekil 137).

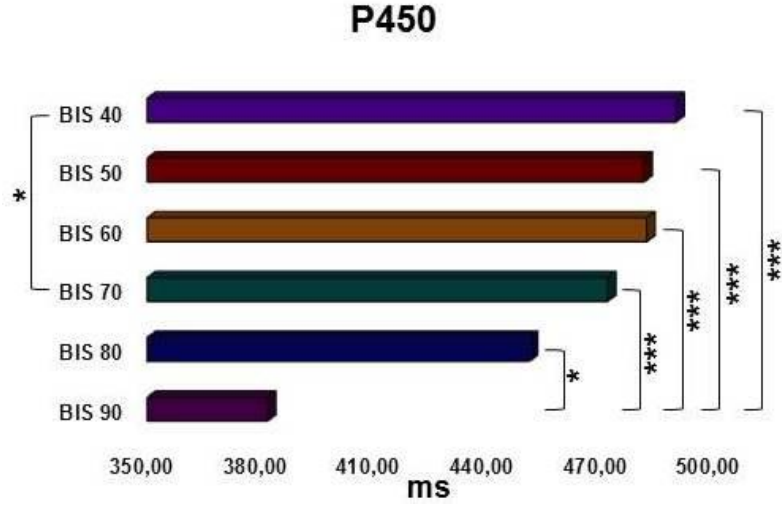


Şekil 137. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.3.5. P450 Yanıt Bileşeni

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,40)=22,21$; $p=0,000$]. P450 yanıt bileşeni BİS 90'da uyarandan ortalama 381,73 ($\pm 33,63$) ms sonra, BİS 80'de uyarandan ortalama 450,92 ($\pm 44,48$) ms sonra, BİS 70'te uyarandan ortalama 471,52 ($\pm 30,95$) ms sonra, BİS 60'ta uyarandan ortalama 481,88 ($\pm 26,91$) ms sonra, BİS 50'de uyarandan ortalama 481,20 ($\pm 32,27$) ms sonra ve BİS 40'ta uyarandan ortalama 489,59 ($\pm 42,28$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeni BİS 90'da BİS80, BİS 70, BİS 60, BİS 50 ve BİS 40'dan anlamlı erken ortaya çıkarken (sırasıyla $p=0,045$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) BİS 70'te BİS 40'tan anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,045$) (Şekil 138).



Şekil 138. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri

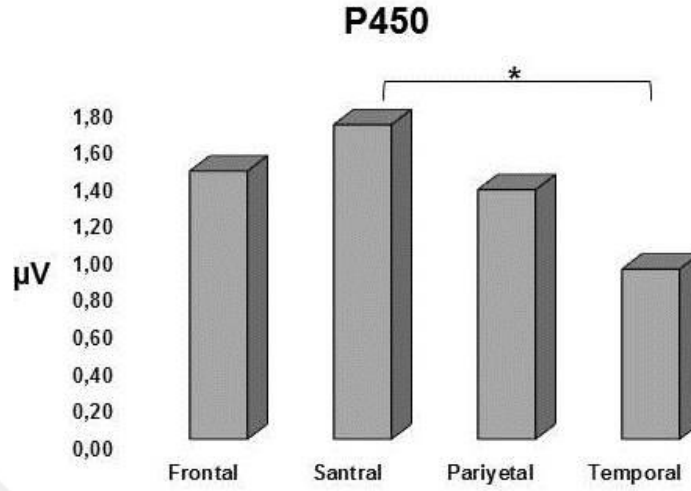
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,24)=4,15$; $p=0,017$]. P450 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 465,38 ($\pm 51,88$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 461,63 ($\pm 53,62$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 451,84 ($\pm 45,05$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 461,40 ($\pm 51,27$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P450yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,24)=7,11$; $p=0,001$]. P450 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama 1,45 ($\pm 1,85$) μV , santral bölgede ortalama 1,70 ($\pm 1,95$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,35 ($\pm 1,35$) μV ve temporal bölgede ortalama 0,92 ($\pm 1,02$) μV olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin

genliği santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,039$) (Şekil 139).



Şekil 139. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

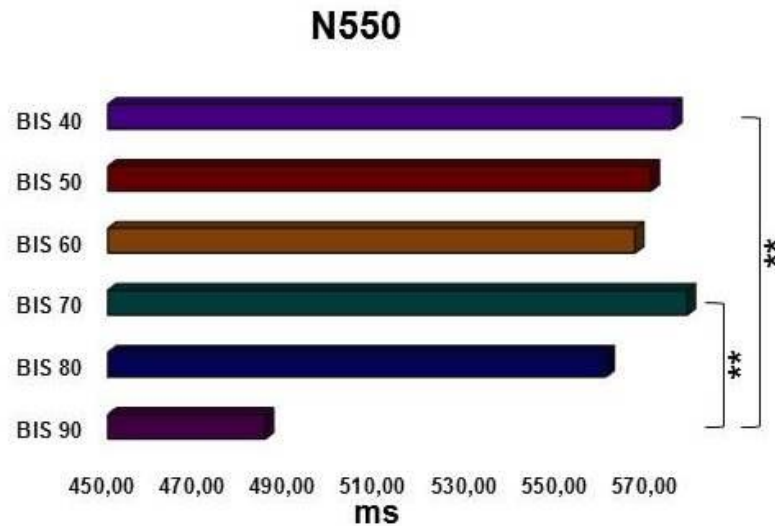
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(15,120)=2,99$; $p=0,000$]. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgede ortalama $0,99 (\pm 1,33)$ µV, santral bölgede ortalama $0,80 (\pm 1,78)$ µV, pariyetal bölgede ortalama $1,08 (\pm 1,71)$ µV ve temporal bölgede ortalama $1,10 (\pm 1,35)$ µV olarak ölçölmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölgede ortalama $0,97 (\pm 0,85)$ µV, santral bölgede ortalama $0,98 (\pm 0,64)$ µV, pariyetal bölgede ortalama $0,99 (\pm 0,64)$ µV ve temporal bölgede ortalama $0,55 (\pm 0,38)$ µV olarak ölçölmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölgede ortalama $1,07 (\pm 1,30)$ µV, santral bölgede ortalama $1,08 (\pm 1,24)$ µV, pariyetal bölgede ortalama $0,91 (\pm 1,02)$ µV ve temporal bölgede ortalama $0,63 (\pm 0,62)$ µV olarak ölçölmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölgede ortalama $1,45 (\pm 1,44)$ µV, santral bölgede ortalama $1,83 (\pm 1,40)$ µV, pariyetal bölgede ortalama $1,46 (\pm 1,05)$ µV, temporal bölgede ortalama $0,86 (\pm 0,82)$ µV olarak ölçölmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede ortalama $1,65 (\pm 1,69)$ µV, santral bölgede ortalama $2,14 (\pm 2,05)$ µV, pariyetal bölgede ortalama $1,85 (\pm 1,46)$ µV ve temporal bölgede

ortalama 1,27 ($\pm 1,02$) μV olarak ölçülmüştür. P450 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölgede ortalama 2,56 ($\pm 3,21$) μV , santral bölgede ortalama 3,37 ($\pm 2,77$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,75 ($\pm 1,73$) μV ve temporal bölgede ortalama 1,10 ($\pm 1,45$) μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.3.6. N550 Yanıt Bileşeni

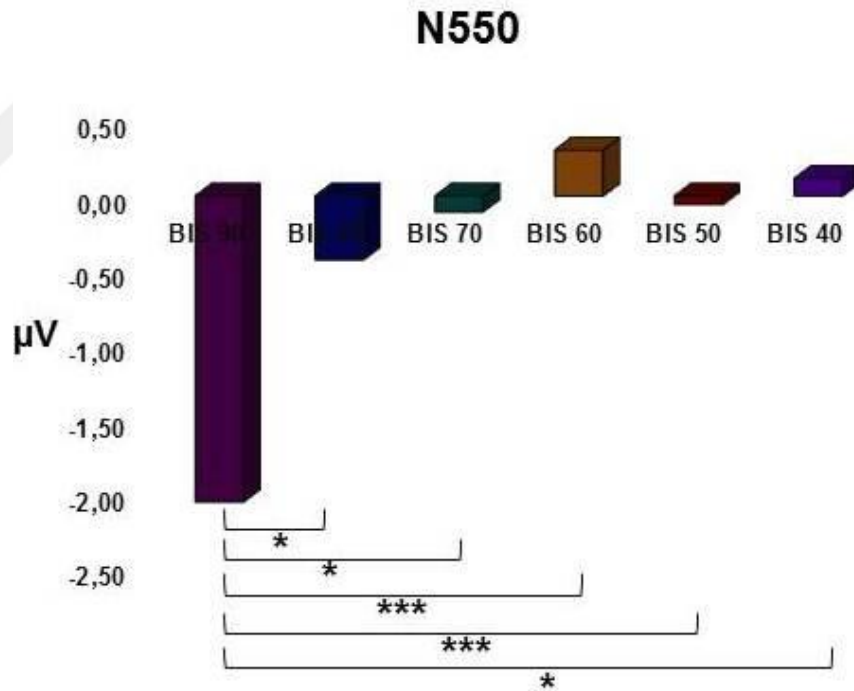
N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,35)=8,35$; $p=0,000$]. N550 yanıt bileşeni BİS 90'da uyarandan ortalama 484,68 ($\pm 60,92$) ms sonra, BİS 80'de uyarandan ortalama 559,90 ($\pm 69,66$) ms sonra, BİS 70'te uyarandan ortalama 577,84 ($\pm 52,75$) ms sonra, BİS 60'ta uyarandan ortalama 566,40 ($\pm 55,02$) ms sonra, BİS 50'de uyarandan ortalama 569,88 ($\pm 48,86$) ms sonra ve BİS 40'ta uyarandan ortalama 574,85 ($\pm 67,21$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeni BİS 90'da BİS 70 ve BİS 40'tan anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,004$) (Şekil 140).



Şekil 140. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,35)=16,14$; $p=0,000$]. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da ortalama $-2,04 (\pm 1,33) \mu V$, BİS 80'de ortalama $-0,43 (\pm 0,60) \mu V$, BİS 70'te ortalama $-0,11 (\pm 0,52) \mu V$, BİS 60'ta ortalama $0,31 (\pm 1,06) \mu V$, BİS 50'de ortalama $-0,06 (\pm 1,31) \mu V$ ve BİS 40'ta ortalama $0,12 (\pm 1,66) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da BİS 80, BİS 70, BİS 60, BİS 50 ve BİS 40'tan anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,050$; $p=0,015$; $p=0,006$; $p=0,002$; $p=0,039$) (Şekil 141).



Şekil 141. Ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi

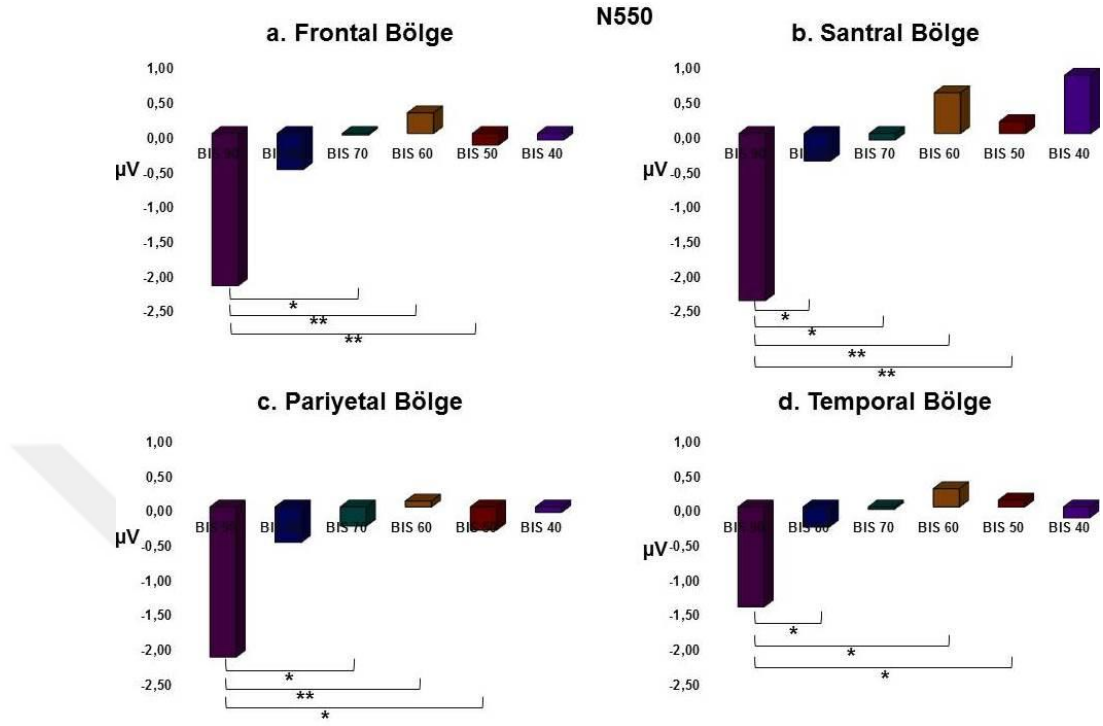
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,21)=3,46$; $p=0,035$]. N550 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-0,44 (\pm 1,56) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,23 (\pm 1,59) \mu V$,

pariyetal bölgede ortalama $-0,53 (\pm 1,22)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-0,25 (\pm 1,04)$ μV olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

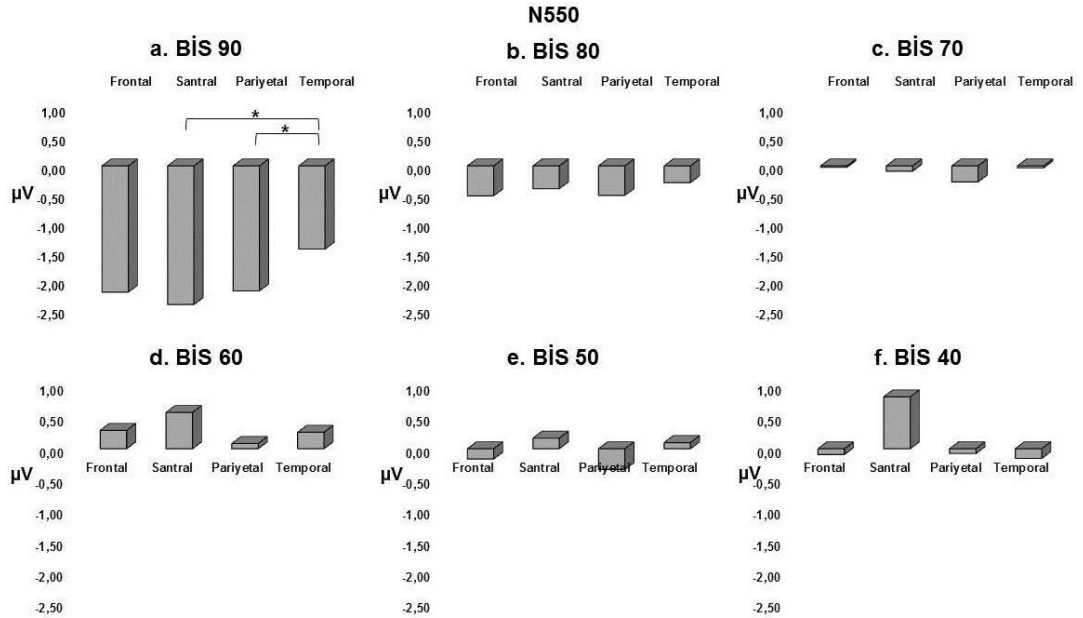
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(15,105)=2,34$; $p=0,006$]. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgede ortalama $-2,18 (\pm 1,32)$ μV , santral bölgede ortalama $-2,40 (\pm 1,50)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-2,16 (\pm 1,31)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-1,44 (\pm 1,01)$ μV olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölgede ortalama $-0,52 (\pm 0,68)$ μV , santral bölgede ortalama $-0,39 (\pm 0,62)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-0,51 (\pm 0,61)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-0,29 (\pm 0,46)$ μV olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölgede ortalama $-0,02 (\pm 0,74)$ μV , santral bölgede ortalama $-0,09 (\pm 0,51)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-0,27 (\pm 0,31)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-0,03 (\pm 0,37)$ μV olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölgede ortalama $0,29 (\pm 1,32)$ μV , santral bölgede ortalama $0,58 (\pm 1,25)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $0,08 (\pm 0,73)$ μV ve temporal bölgede ortalama $0,26 (\pm 0,79)$ μV olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede ortalama $-0,16 (\pm 1,78)$ μV , santral bölgede ortalama $0,17 (\pm 1,31)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-0,33 (\pm 1,00)$ μV , temporal bölgede ortalama $0,10 (\pm 1,02)$ μV olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölgede ortalama $-0,09 (\pm 1,87)$ μV , santral bölgede ortalama $0,83 (\pm 1,75)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $-0,08 (\pm 1,52)$ μV ve temporal bölgede ortalama $-0,16 (\pm 1,38)$ μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede BİS 90'da BİS 70, BİS 60 ve BİS 50'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,015$; $p=0,009$; $p=0,010$). N550 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede BİS 90'da BİS 80, BİS 70, BİS 60 ve BİS 50'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,048$; $p=0,014$; $p=0,006$; $p=0,002$). N550 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölgede BİS 90'da BİS 70, BİS 60 ve BİS 50'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,026$; $p=0,007$; $p=0,018$). N550 yanıt bileşeninin genliği temporal bölgede BİS 90'da BİS 80, BİS 60 ve BİS 50'den anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,029$; $p=0,044$; $p=0,013$) (Şekil 142). Ayrıca

N550 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,015$; $p=0,039$) (Şekil 143).



Şekil 142. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS dönemlerine göre değişimi

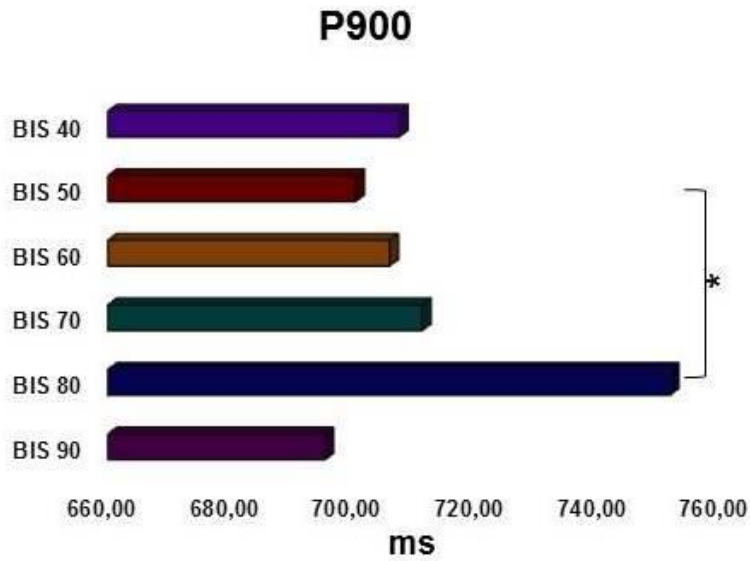


Şekil 143. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.3.7. P900 Yanıt Bileşeni

P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,50)=5,27$; $p=0,001$]. P900 yanıt bileşeni BİS 90'da uyarandan ortalama 695,33 ($\pm 48,41$) ms sonra, BİS 80'de uyarandan ortalama 751,57 ($\pm 67,25$) ms sonra, BİS 70'te uyarandan ortalama 711,18 ($\pm 46,10$) ms sonra, BİS 60'ta uyarandan ortalama 705,87 ($\pm 49,91$) ms sonra, BİS 50'de uyarandan ortalama 700,35 ($\pm 40,69$) ms sonra ve BİS 40'ta uyarandan ortalama 707,45 ($\pm 45,61$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeni BİS 50'de BİS 80'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,030$) (Şekil 144).

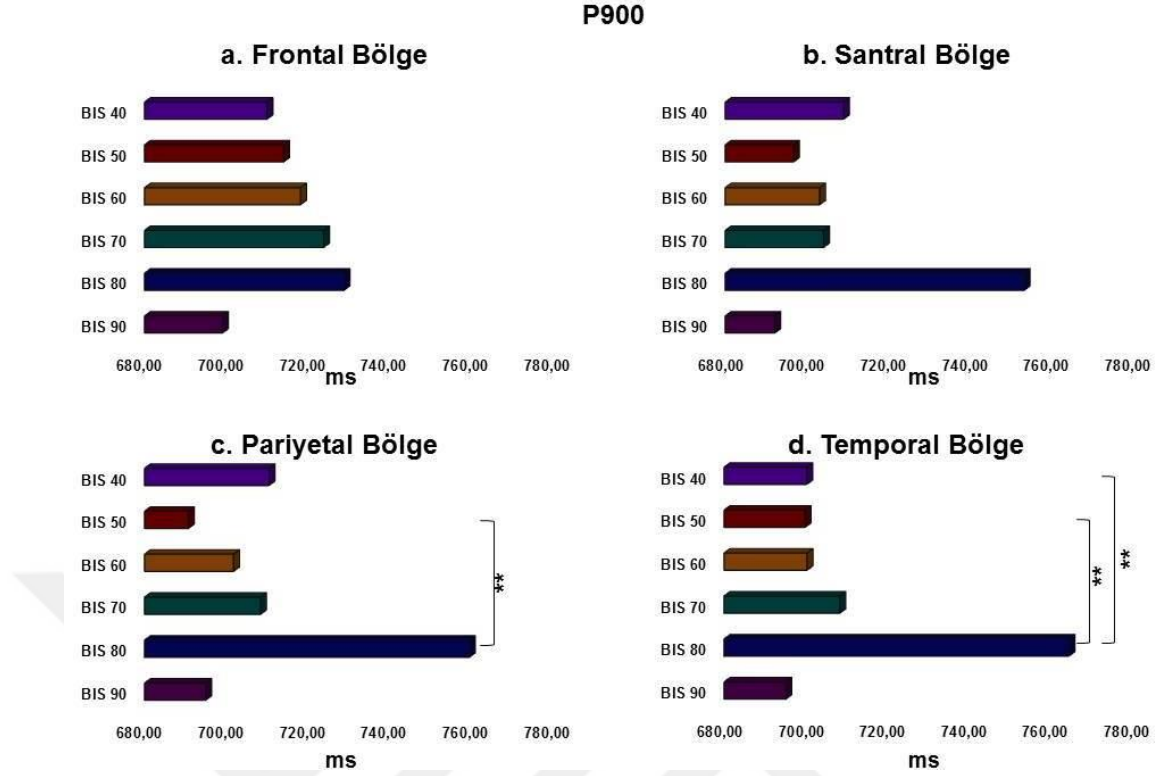


Şekil 144. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri

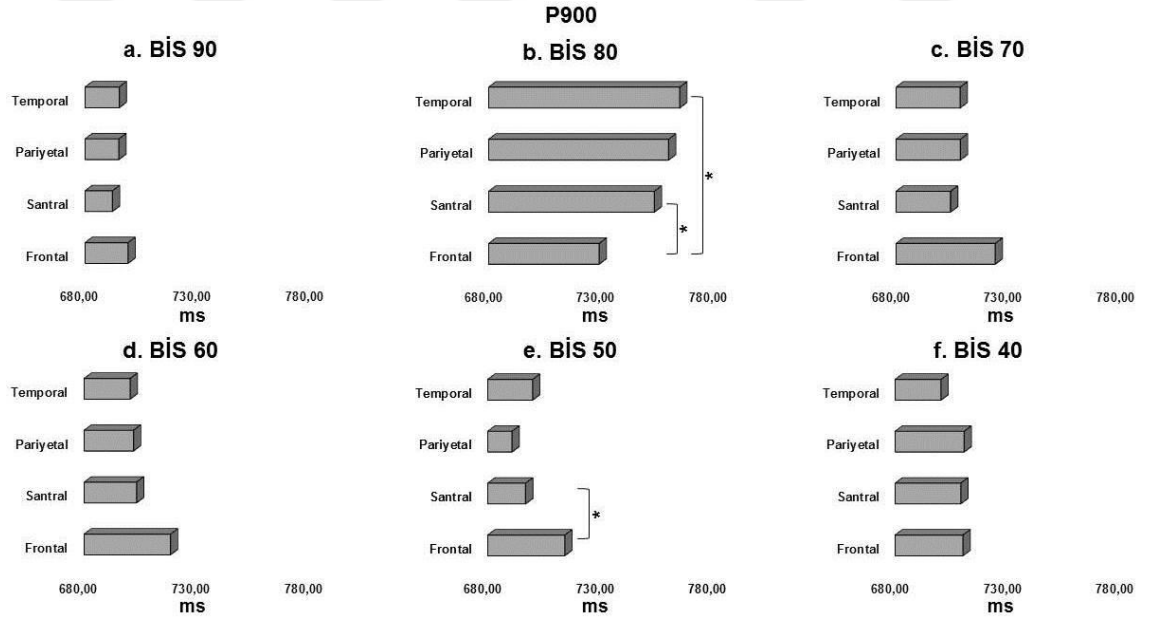
P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmuştur [$F(15,150)=1,76$; $p=0,046$]. P900 yanıt bileşeni BİS 90'da frontal bölgede uyarandan ortalama 699,07 ($\pm 45,43$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 692,14 ($\pm 50,17$) ms sonra, parietal bölgede

uyarandan ortalama 694,96 ($\pm 55,08$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 695,14 ($\pm 44,95$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P900 yanıt bileşeni BİS 80'de frontal bölgede uyarandan ortalama 728,87 ($\pm 74,76$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 753,27 ($\pm 70,23$) ms sonra, parietal bölgede uyarandan ortalama 759,60 ($\pm 53,85$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 764,53 ($\pm 66,04$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P900 yanıt bileşeni BİS 70'te frontal bölgede uyarandan ortalama 723,86 ($\pm 53,40$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 704,07 ($\pm 44,12$) ms sonra, parietal bölgede uyarandan ortalama 708,43 ($\pm 33,39$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 708,36 ($\pm 50,89$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P900 yanıt bileşeni BİS 60'ta frontal bölgede uyarandan ortalama 718,20 ($\pm 56,20$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 703,13 ($\pm 45,40$) ms sonra, parietal bölgede uyarandan ortalama 701,80 ($\pm 49,34$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 700,33 ($\pm 48,50$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P900 yanıt bileşeni BİS 50'de frontal bölgede uyarandan ortalama 714,07 ($\pm 39,51$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 696,73 ($\pm 39,06$) ms sonra, parietal bölgede uyarandan ortalama 690,73 ($\pm 35,86$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 699,87 ($\pm 46,00$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P900 yanıt bileşeni BİS 40'ta frontal bölgede uyarandan ortalama 710,00 ($\pm 50,27$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 709,00 ($\pm 51,34$) ms sonra, parietal bölgede uyarandan ortalama 710,50 ($\pm 43,85$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 700,29 ($\pm 37,33$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeni parietal bölgede BİS 50'de BİS 80'den, temporal bölgede BİS 40 ve BİS 50'de BİS 80'den anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,010$; $p=0,006$; $p=0,008$) (Şekil 145). Ayrıca P900 yanıt bileşeni BİS 80'de frontal bölgede santral ve temporal bölgelerden, BİS 50'de santral bölgede temporal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,011$; $p=0,034$; $p=0,019$) (Şekil 146).



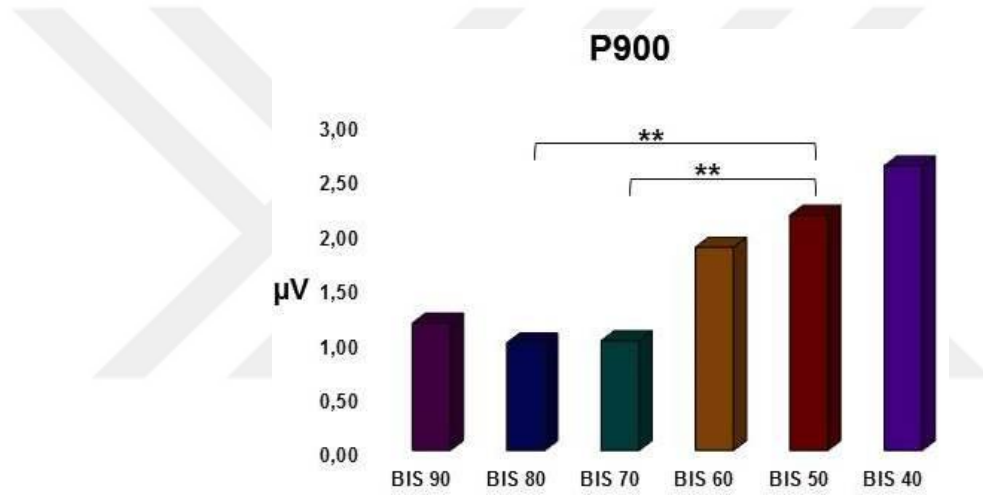
Şekil 145. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin bölgelerde BIS dönemlerine göre ortaya çıkma süreleri



Şekil 146. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin BIS dönemlerinde bölgelere göre ortaya çıkma süreleri

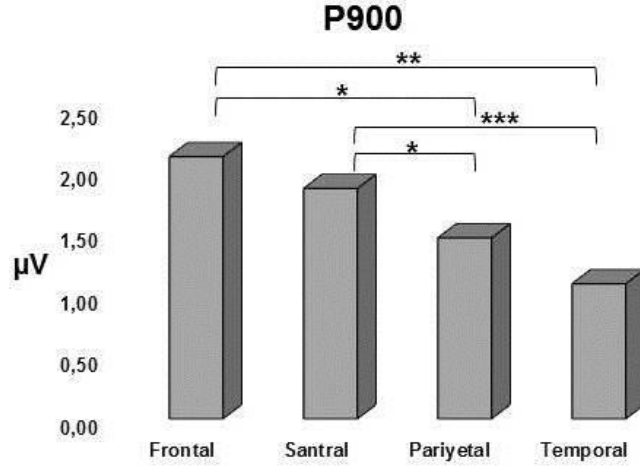
P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,50)=6,60$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da ortalama $1,16 (\pm 0,88) \mu V$, BİS 80 'de ortalama $0,98 (\pm 0,64) \mu V$, BİS 70'te ortalama $1,00 (\pm 0,65) \mu V$, BİS 60'ta ortalama $1,85 (\pm 1,41) \mu V$, BİS 50'de ortalama $2,14 (\pm 1,40) \mu V$ ve BİS 40'ta ortalama $2,59 (\pm 2,10) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,011$; $p=0,005$) (Şekil 147).



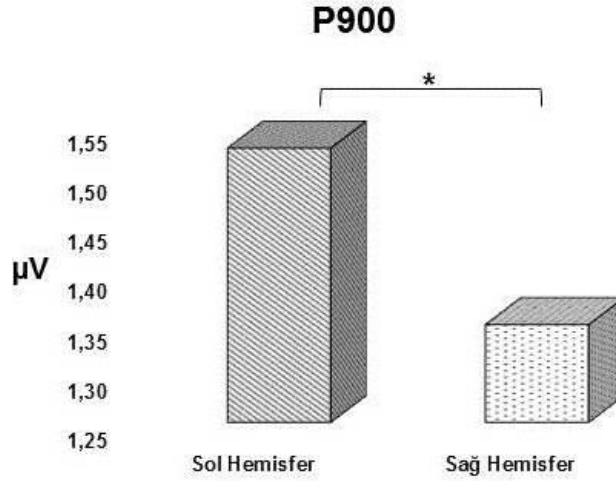
Şekil 147. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerine göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,30)=17,53$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $2,11 (\pm 1,61) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,85 (\pm 1,45) \mu V$, parietal bölgede ortalama $1,45 (\pm 1,18) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $1,08 (\pm 1,19) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde parietal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,046$; $p=0,002$; $p=0,027$; $p=0,001$) (Şekil 148).



Şekil 148. BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,10)=9,67$; $p=0,001$]. P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,53 (\pm 1,20)$ µV, sağ hemisferde ortalama $1,35 (\pm 1,12)$ µV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,011$) (Şekil 149).



Şekil 149. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

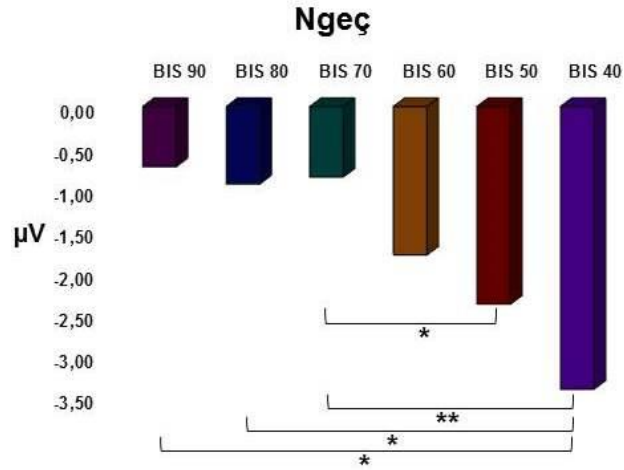
P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.3.8. Ngeç Yanıt Bileşeni

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,45)=2,65$; $p=0,035$]. Ngeç yanıt bileşeni BİS 90'da uyarandan ortalama 996,36 ($\pm 73,92$) ms sonra, BİS 80'de uyarandan ortalama 1045,92 ($\pm 53,05$) ms sonra, BİS 70'te uyarandan ortalama 1020,70 ($\pm 90,34$) ms sonra, BİS 60'ta uyarandan ortalama 1027,10 ($\pm 69,19$) ms sonra, BİS 50'de uyarandan ortalama 1028,65 ($\pm 48,53$) ms sonra ve BİS 40'ta uyarandan ortalama 999,89 ($\pm 92,23$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

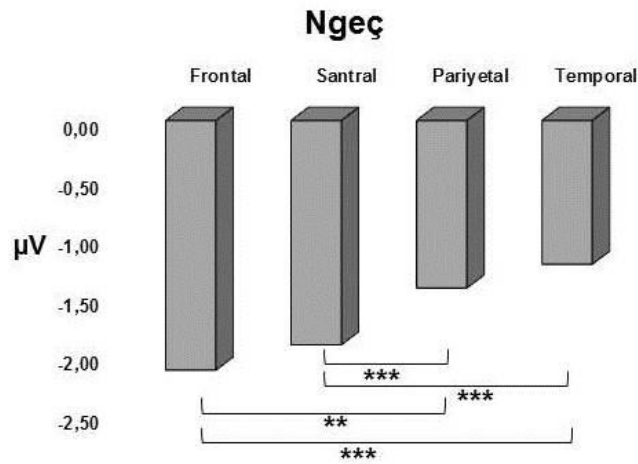
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge, BİS dönemleriXHemisfer, BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(5,45)=12,13$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da ortalama -0,72 ($\pm 0,92$) μV , BİS 80'de ortalama -0,93 ($\pm 0,53$) μV , BİS 70'te ortalama -0,84 ($\pm 0,73$) μV , BİS 60'ta ortalama -1,78 ($\pm 1,16$), BİS 50'de ortalama -2,37 ($\pm 1,59$) μV ve temporal bölgede ortalama -3,38 ($\pm 1,93$) μV olarak ölçülmüştür. BİS dönemleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de BİS 70'ten anlamlı büyük bulunurken ($p=0,028$), BİS 40'ta BİS 90, BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,020$; $p=0,024$; $p=0,010$) (Şekil 150).



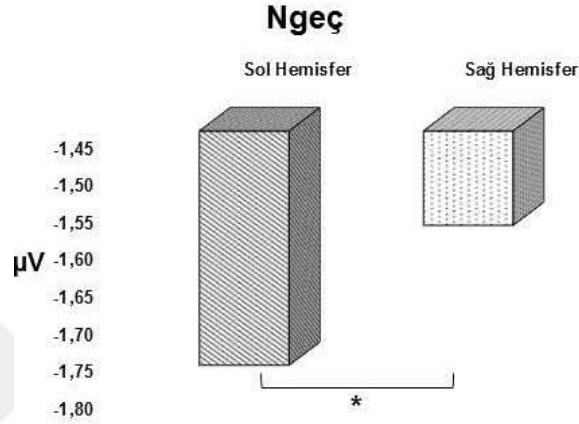
Şekil 150. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BIS dönemlerine göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,27)=28,43$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-2,12 (\pm 1,80) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,91 (\pm 1,67) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,42 (\pm 1,31) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,22 (\pm 1,23) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,010$; $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,000$) (Şekil 151).



Şekil 151. BIS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

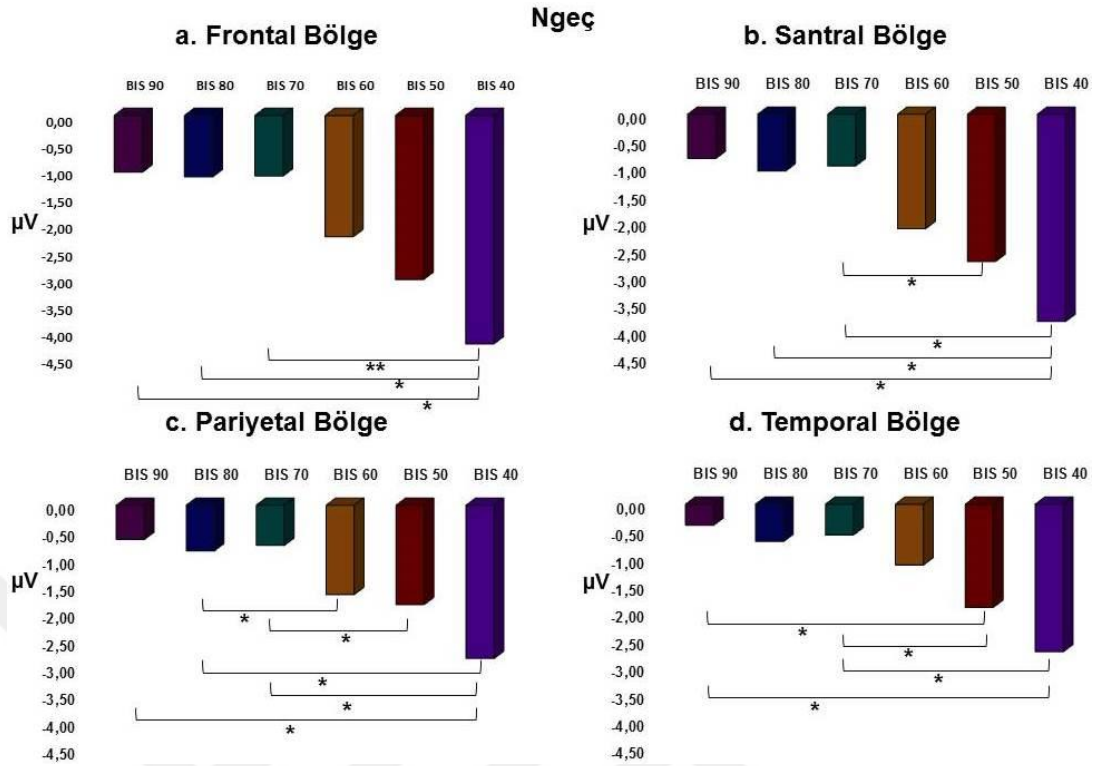
Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,9)=6,94$; $p=0,027$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $-1,76 (\pm 1,62) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,58 (\pm 1,49) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,027$) (Şekil 152).



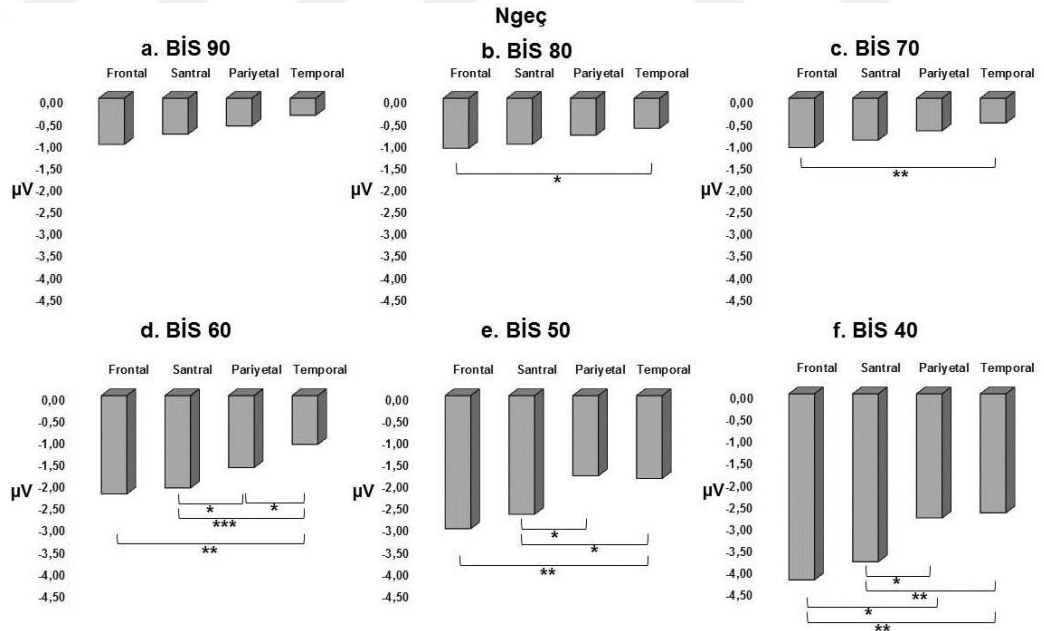
Şekil 152. BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(15,135)=3,28$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da frontal bölgede ortalama $-1,05 (\pm 1,00) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,81 (\pm 0,84) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,63 (\pm 1,09) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,38 (\pm 0,63) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de frontal bölgede ortalama $-1,14 (\pm 0,53) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,04 (\pm 0,51) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,84 (\pm 0,52) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,68 (\pm 0,44) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te frontal bölgede ortalama $-1,12 (\pm 0,77) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,95 (\pm 0,78) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,74 (\pm 0,74) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,56 (\pm 0,48) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta frontal bölgede ortalama $-2,24 (\pm 1,41) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,11 (\pm 1,14) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,64 (\pm 0,86) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,11 (\pm 0,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede ortalama $-3,04 (\pm 1,85) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,71 (\pm 1,72) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,83 (\pm 1,38)$

μV ve temporal bölgede ortalama $-1,89 (\pm 0,99) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta frontal bölgede ortalama $-4,23 (\pm 2,09) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,81 (\pm 2,05) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,82 (\pm 1,51) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-2,70 (\pm 1,67) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede BİS 40'ta BİS 90, BİS 80, BİS 70'ten anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,035$; $p=0,020$; $p=0,006$), santral bölgede BİS 50'de BİS 70'ten, BİS 40'ta BİS 90, BİS 80, BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,050$; $p=0,025$; $p=0,034$; $p=0,020$). Ngeç yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölgede BİS 60'ta BİS 80'ten, BİS 50'de BİS 70'ten, BİS 40'ta BİS 90, BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,045$; $p=0,018$; $p=0,021$; $p=0,034$; $p=0,012$), temporal bölgede BİS 50 ve BİS 40'ta BİS 90 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,029$; $p=0,029$; $p=0,035$; $p=0,040$) (Şekil 153). Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 80 ve BİS 70'te frontal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,018$; $p=0,010$), BİS 60'ta frontal ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,010$; $p=0,019$; $p=0,012$; $p=0,001$). Ayrıca Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,007$; $p=0,036$; $p=0,019$), BİS 40'ta frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,024$; $p=0,006$; $p=0,021$; $p=0,002$) (Şekil 154).

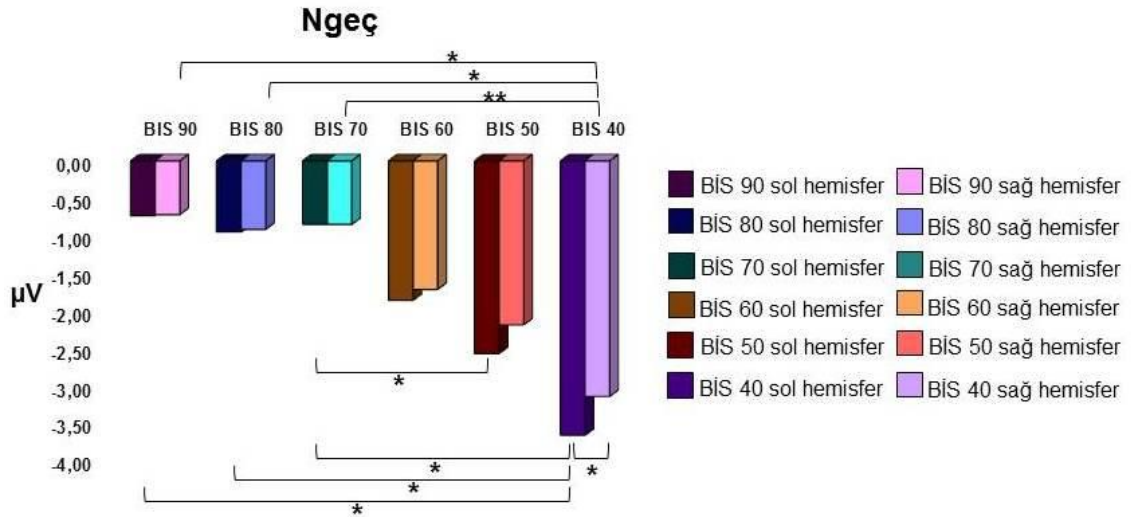


Şekil 153. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BIS dönemlerine göre değişimi



Şekil 154. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BIS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BİS dönemleriXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(5,45)=2,43$; $p=0,049$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 90'da sol hemisferde ortalama $-0,73 (\pm 0,89) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,71 (\pm 0,97) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 80'de sol hemisferde ortalama $-0,94 (\pm 0,55) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,91 (\pm 0,50) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 70'te sol hemisferde ortalama $-0,84 (\pm 0,70) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,84 (\pm 0,76) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 60'ta sol hemisferde ortalama $-1,85 (\pm 1,22) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,70 (\pm 1,11) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 50'de sol hemisferde ortalama $-2,56 (\pm 1,53) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,17 (\pm 1,64) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta sol hemisferde ortalama $-3,64 (\pm 1,99) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-3,12 (\pm 1,85) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BİS dönemleriXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde BİS 50'de BİS 70'ten, BİS 40'ta BİS 90, BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,018$; $p=0,19$; $p=0,027$; $p=0,014$), sağ hemisferde BİS 40'ta BİS 90, BİS 80 ve BİS 70'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,031$; $p=0,030$; $p=0,009$). Ayrıca Ngeç yanıt bileşeninin genliği BİS 40'ta sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,044$) (Şekil 155).



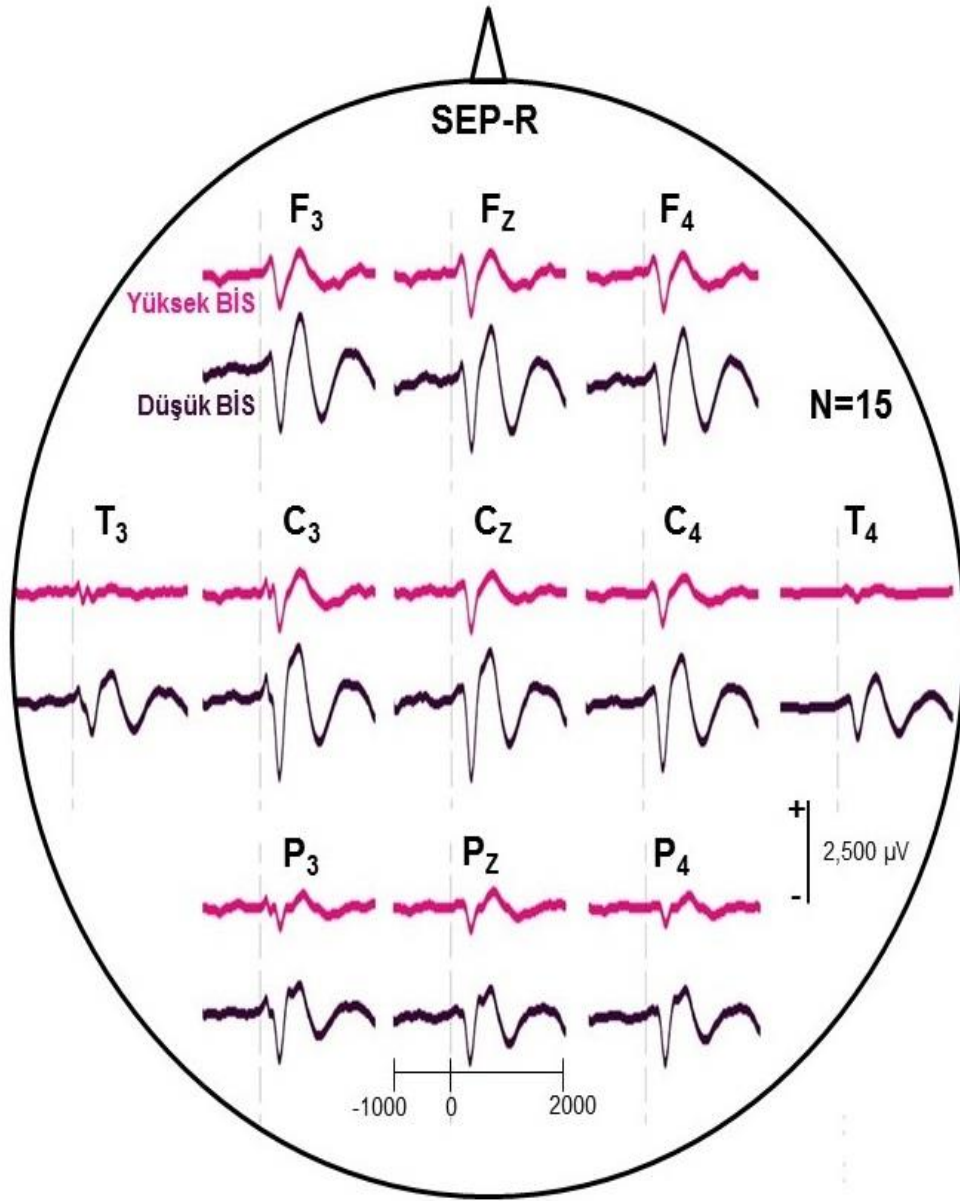
Şekil 155. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemleriXHemisfer etkileşimine göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve BİS dönemleriXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.4. Yüksek ve Düşük BİS Dönemlerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyeli Sonuçları

Araştırmada, gece boyunca gönüllü katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli (SEP) uyarılarına karşı oluşan beyin yanıtları yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ayrı ayrı incelenmiştir. P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenleri hem yüksek hem de düşük BİS dönemlerinde elektrofizyolojik olarak gözlenmiştir. Uyarılara karşı oluşan ortalama yanıtların kafa üzerindeki dağılımları Şekli 156'da gösterilmiştir.





Şekil 156. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde 15 kişilik grubun sağ ele uygulanan dokunsal uyarılma potansiyeli ortalamalarının kafa üzerindeki gösterimi. Frontal (F_Z, F₃, F₄), santral (C_Z, C₃, C₄), parietal (P_Z, P₃, P₄), temporal (T₃, T₄) bölgelere ait ölçümler sunulmaktadır. Yatay eksen uyaran öncesi 1000 ms, uyaran sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenini ve düşey eksen ise genlik (µV) değerlerini göstermektedir. Üst taraf pozitif yönü alt taraf negatif yönü göstermektedir.

4.4.1. P50 Yanıt Bileşeni

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=4,59$; $p=0,050$]. P50 yanıt bileşeni yüksek BİS'te uyarandan ortalama 114,78 ($\pm 25,91$) ms sonra, düşük BİS'te uyarandan ortalama 101,77 ($\pm 22,04$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,050$).

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=3,09$; $p=0,037$]. P50 yanıt bileşeni yüksek BİS'te frontal bölgede uyarandan ortalama 117,00 ($\pm 34,30$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 112,93 ($\pm 23,78$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 111,20 ($\pm 20,18$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 118,00 ($\pm 23,93$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni düşük BİS'te frontal bölgede uyarandan ortalama 93,00 ($\pm 22,26$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 101,80 ($\pm 18,89$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 105,53 ($\pm 21,13$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 106,73 ($\pm 23,98$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni frontal bölgede düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,026$).

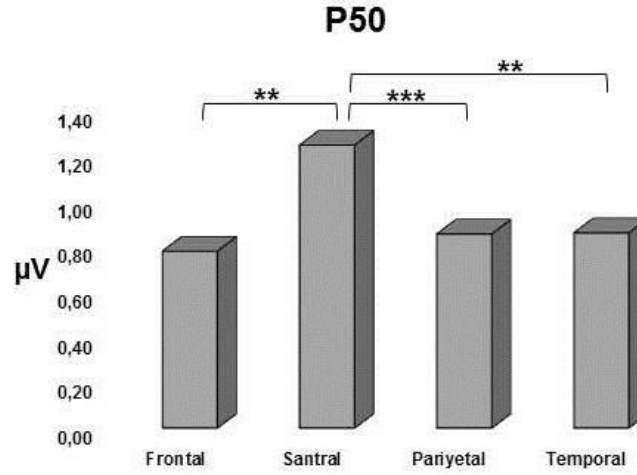
P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=4,69$; $p=0,048$]. P50 yanıt bileşeni yüksek BİS'te sol hemisferde uyarandan ortalama 108,07 ($\pm 18,71$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 121,50 ($\pm 30,20$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni düşük BİS'te sol hemisferde uyarandan ortalama 103,47 ($\pm 9,73$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 100,07 ($\pm 29,65$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni sağ hemisferde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkarken ($p=0,046$), yüksek BİS'te sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,007$).

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=6,17$; $p=0,001$]. P50 yanıt bileşeni frontal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 107,07 ($\pm 27,76$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 102,93 ($\pm 34,50$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni santral bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 104,80 ($\pm 4,16$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 109,93 ($\pm 30,91$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni pariyetal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 106,67 ($\pm 9,93$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 110,07 ($\pm 27,67$) ms sonra ortaya çıkmıştır. P50 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde uyarandan ortalama 104,53 ($\pm 5,94$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 120,20 ($\pm 32,42$) ms sonra ortaya çıkmıştır. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeni temporal bölge sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,008$).

P50 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

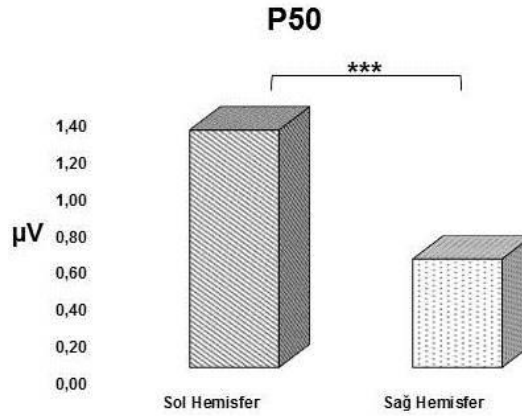
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=8,60$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama 0,78 ($\pm 0,82$) μV , santral bölgede ortalama 1,25 ($\pm 1,08$) μV , pariyetal bölgede ortalama 0,86 ($\pm 0,84$) μV ve temporal bölgede ortalama 0,86 ($\pm 0,79$) μV olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,001$; $p=0,006$) (Şekil 157).



Şekil 157. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

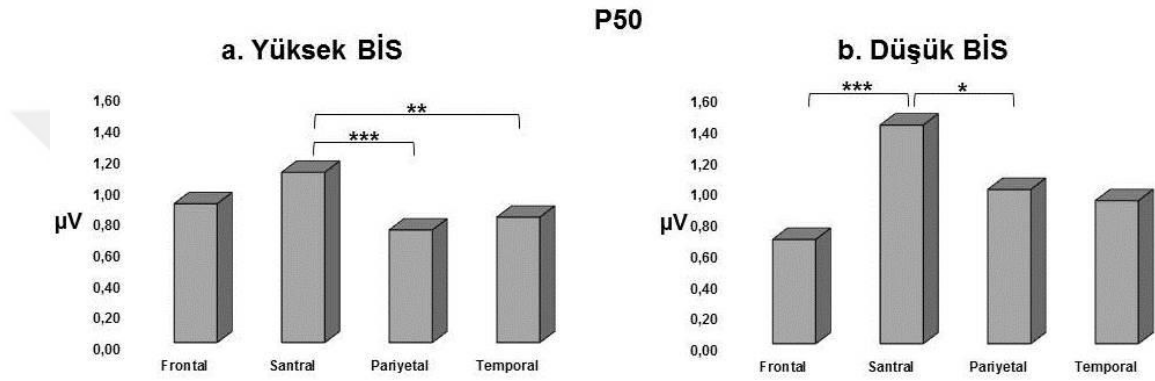
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=46,77$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,29 (\pm 0,96)$ μV ve sağ hemisferde ortalama $0,59 (\pm 0,69)$ μV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 158).



Şekil 158. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

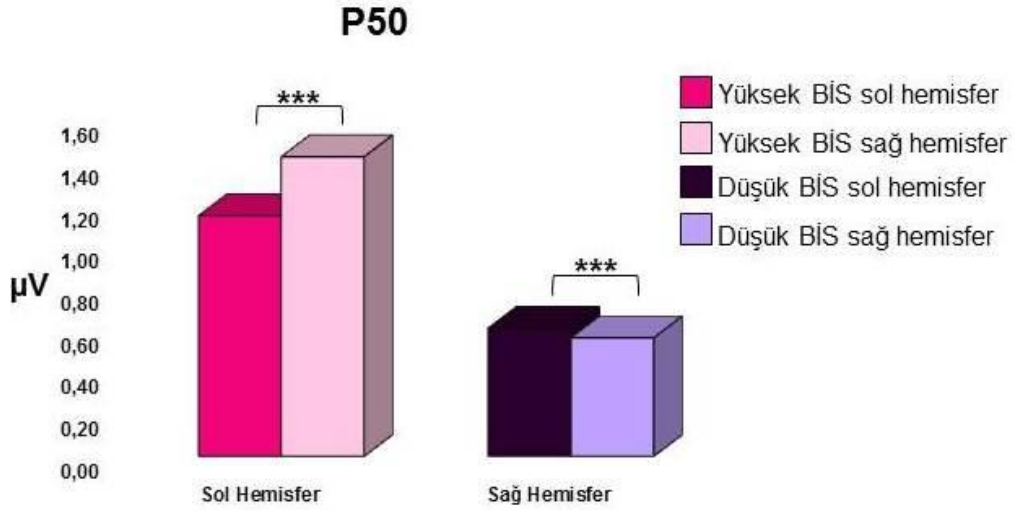
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=4,37$; $p=0,009$]. P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölgede ortalama $0,89 (\pm 0,77)$ μV , santral bölgede ortalama $1,09 (\pm 0,78)$ μV , pariyetal bölgede ortalama $0,72 (\pm 0,66)$ μV , temporal bölgede ortalama $0,80 (\pm 0,70)$

μV olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölgede ortalama $0,67 (\pm 0,86) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,40 (\pm 1,31) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,99 (\pm 0,98) \mu V$, temporal bölgede ortalama $0,92 (\pm 0,87) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,004$), düşük BİS'te de santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,012$) (Şekil 159).



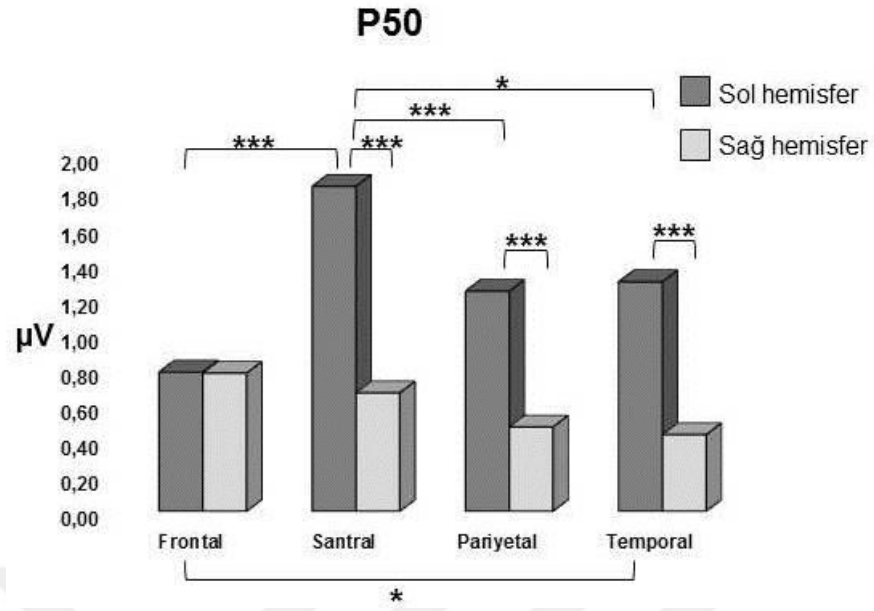
Şekil 159. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=4,67$; $p=0,048$]. P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS sol hemisferde ortalama $1,15 (\pm 0,71) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,61 (\pm 0,66) \mu V$ olarak ölçülürken, düşük BİS sol hemisferde ortalama $1,43 (\pm 1,14) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,56 (\pm 0,72) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek ve düşük BİS'te sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 160).



Şekil 160. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri

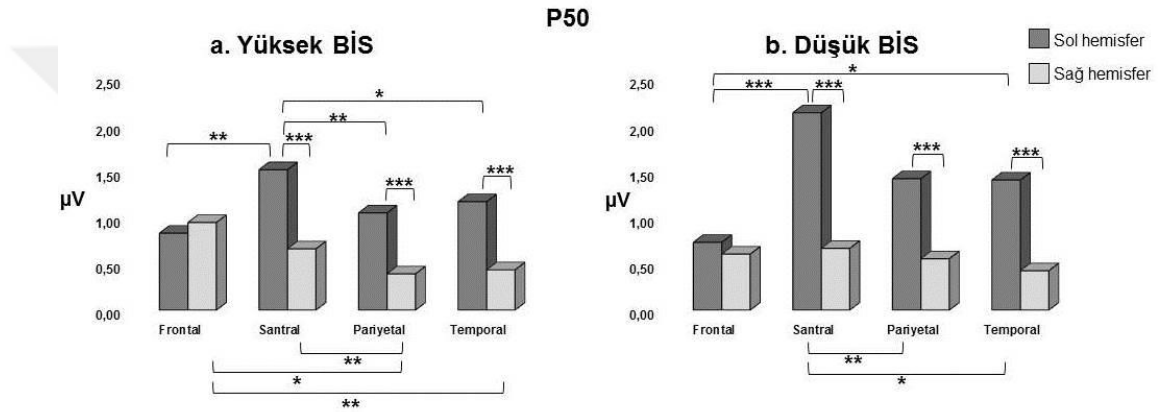
P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=22,69$; $p=0,000$]. P50 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,78 (\pm 0,79) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,78 (\pm 0,86) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $1,83 (\pm 1,07) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,67 (\pm 0,72) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $1,24 (\pm 0,82) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,47 (\pm 0,68) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,29 (\pm 0,85) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,43 (\pm 0,39) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$). Ayrıca P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde frontal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,032$), santral bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,021$) (Şekil 161).



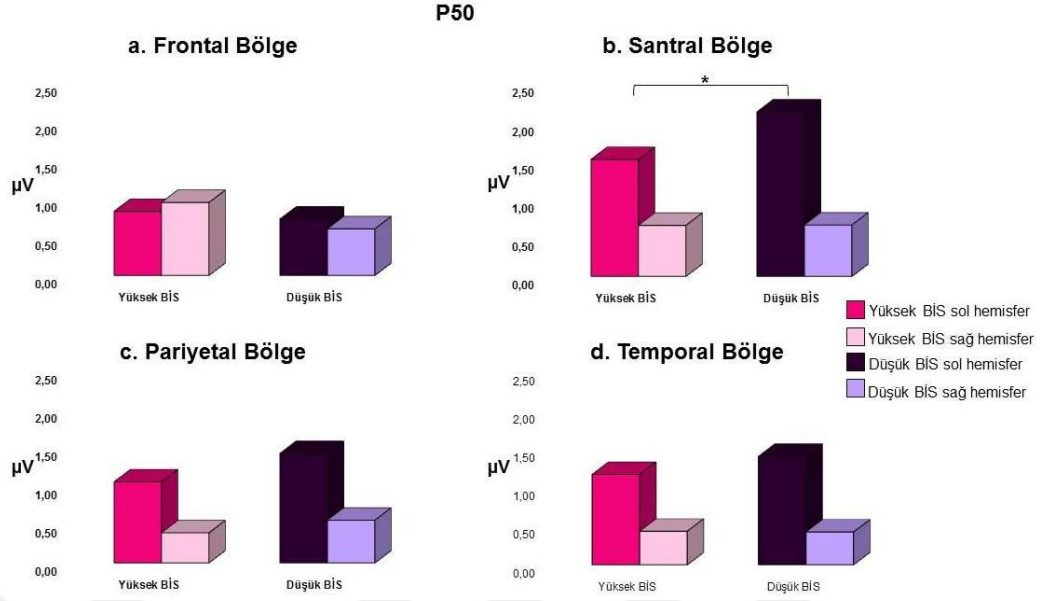
Şekil 161. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P50 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=2,91$; $p=0,046$]. P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,83 (\pm 0,63) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,95 (\pm 0,91) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,52 (\pm 0,71) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,66 (\pm 0,61) \mu V$, parietal bölge sol hemisferde ortalama $1,05 (\pm 0,62) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,39 (\pm 0,53) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,17 (\pm 0,76) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,44 (\pm 0,40) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P50 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölge sol hemisferde ortalama $0,73 (\pm 0,94) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,61 (\pm 0,80) \mu V$, santral bölge sol hemisferde ortalama $2,14 (\pm 1,30) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,67 (\pm 0,84) \mu V$, parietal bölge sol hemisferde ortalama $1,42 (\pm 0,97) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,56 (\pm 0,81) \mu V$, temporal bölge sol hemisferde ortalama $1,41 (\pm 0,94) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,43 (\pm 0,40) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS sol hemisferde santral bölgede frontal, parietal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,003$; $p=0,043$), sağ hemisferde frontal bölgede parietal ve temporal bölgelerden, santral bölgede parietal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,050$; $p=0,018$; $p=0,017$). P50 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS sol hemisferde santral

bölgede frontal, pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,002$; $p=0,034$), temporal bölgede frontal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,029$). P50 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$), düşük BİS'te de santral, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$) (Şekil 162). Ayrıca P50 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,031$) (Şekil 163).



Şekil 162. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi



Şekil 163. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P50 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde yüksek ve düşük BIS dönemlerine göre değişimi

4.4.2. N100 Yanıt Bileşeni

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BIS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=5,34$; $p=0,037$]. N100 yanıt bileşeni yüksek BIS'te uyarandan ortalama 166,10 ($\pm 37,50$) ms sonra, düşük BIS'te uyarandan ortalama 147,72 ($\pm 27,26$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BIS değerleri için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni düşük BIS'te yüksek BIS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,037$).

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=4,31$; $p=0,010$]. N100 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 146,67 ($\pm 42,61$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 154,37 ($\pm 30,72$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 161,00 ($\pm 26,58$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 165,60 ($\pm 31,71$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık gözlenmemiştir.

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

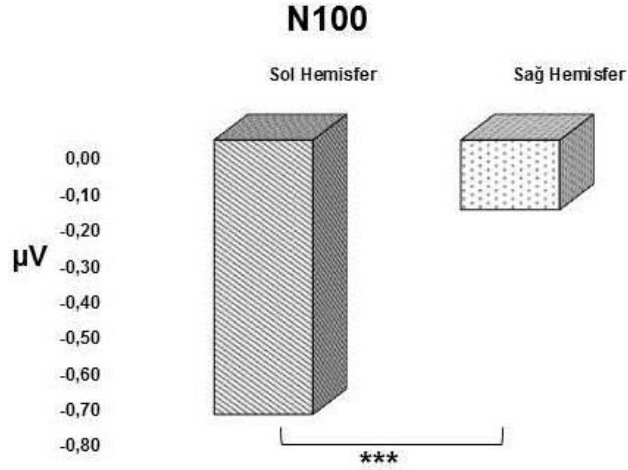
N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=5,23$; $p=0,004$]. N100 yanıt bileşeni yüksek BİS'te frontal bölgede uyarandan ortalama 163,73 ($\pm 49,51$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 161,53 ($\pm 34,33$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 163,40 ($\pm 31,84$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 175,73 ($\pm 31,56$) ms sonra ortaya çıkmıştır. N100 yanıt bileşeni düşük BİS'te frontal bölgede uyarandan ortalama 129,60 ($\pm 25,30$) ms sonra, santral bölgede ortalama 147,20 ($\pm 25,21$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 158,60 ($\pm 20,30$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 155,47 ($\pm 28,93$) ms sonra ortaya çıkmıştır. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeni frontal ve temporal bölgelerde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,017$; $p=0,021$). Ayrıca N100 yanıt bileşeni düşük BİS'te santral, pariyetal ve temporal bölgelerde frontal bölgeden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,037$; $p=0,012$; $p=0,041$).

N100 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=5,05$; $p=0,004$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama -0,24 ($\pm 0,74$) μV , santral bölgede ortalama -0,61 ($\pm 0,97$) μV , pariyetal bölgede ortalama -0,55 ($\pm 0,74$) μV ve temporal bölgede ortalama -0,51 ($\pm 0,67$) μV olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

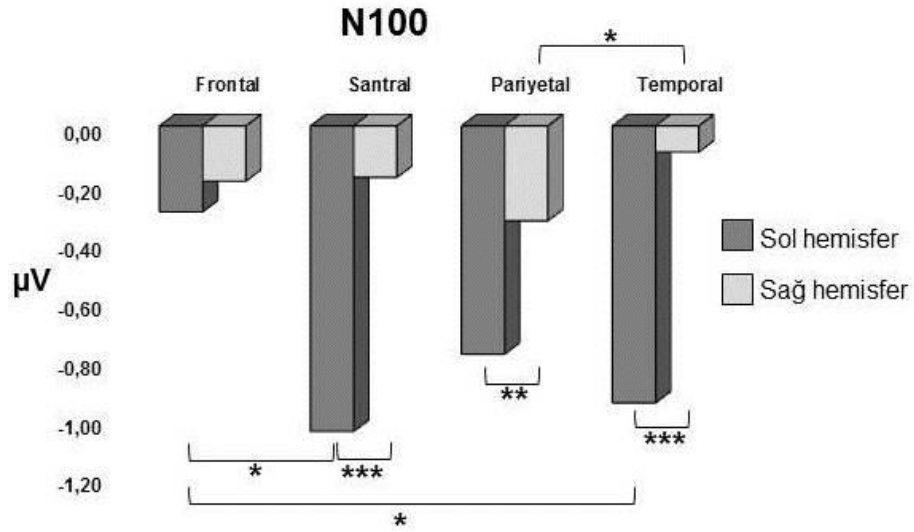
N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=31,90$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama -0,76 ($\pm 0,84$) μV , sağ hemisferde ortalama -0,19 ($\pm 0,63$) μV olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 164).



Şekil 164. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge ve EvreXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=11,69$; $p=0,000$]. N100 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-0,29 (\pm 0,72) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,19 (\pm 0,77) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-1,04 (\pm 1,01) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,17 (\pm 0,72) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-0,78 (\pm 0,81) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,32 (\pm 0,58) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N100 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-0,94 (\pm 0,62) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-0,09 (\pm 0,39) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N100 yanıt bileşeninin genliği santra, pariyetal ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,003$; $p=0,000$). Ayrıca N100 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde santral ve temporal bölgelerde frontal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,024$; $p=0,014$), sağ hemisferde pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,036$) (Şekil 165).



Şekil 165. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N100 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N100 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.4.3. P200 Yanıt Bileşeni

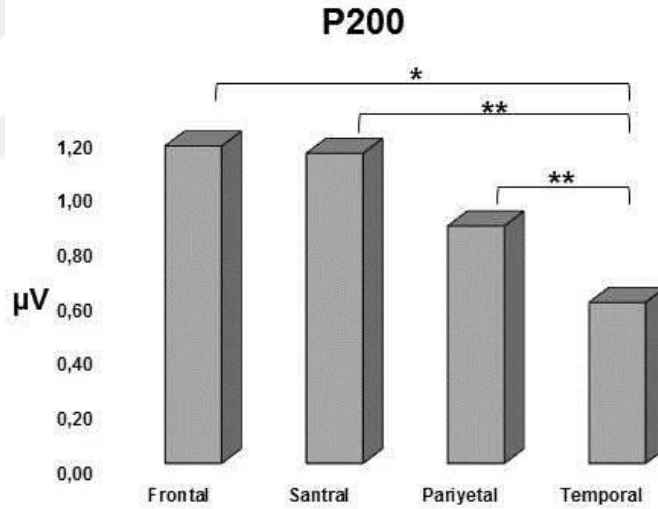
P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=19,01$; $p=0,001$]. P200 yanıt bileşeni yüksek BİS'te uyarandan ortalama 236,43 ($\pm 33,71$) ms sonra, düşük BİS'te uyarandan ortalama 210,03 ($\pm 20,85$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,001$).

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=10,29$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeni frontal bölgede uyarandan ortalama 211,73 ($\pm 35,20$) ms sonra, santral bölgede uyarandan ortalama 220,03 ($\pm 26,25$) ms sonra, pariyetal bölgede uyarandan ortalama 229,43 ($\pm 25,88$) ms sonra ve temporal bölgede uyarandan ortalama 231,73 ($\pm 31,98$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeni frontal bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı erken ortaya çıkmıştır (sırasıyla $p=0,013$; $p=0,012$).

P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P200 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=7,93$; $p=0,000$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,16 (\pm 1,02) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,14 (\pm 0,91) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,87 (\pm 0,65) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,59 (\pm 0,55) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral ve pariyetal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,040$; $p=0,006$; $p=0,009$) (Şekil 166).

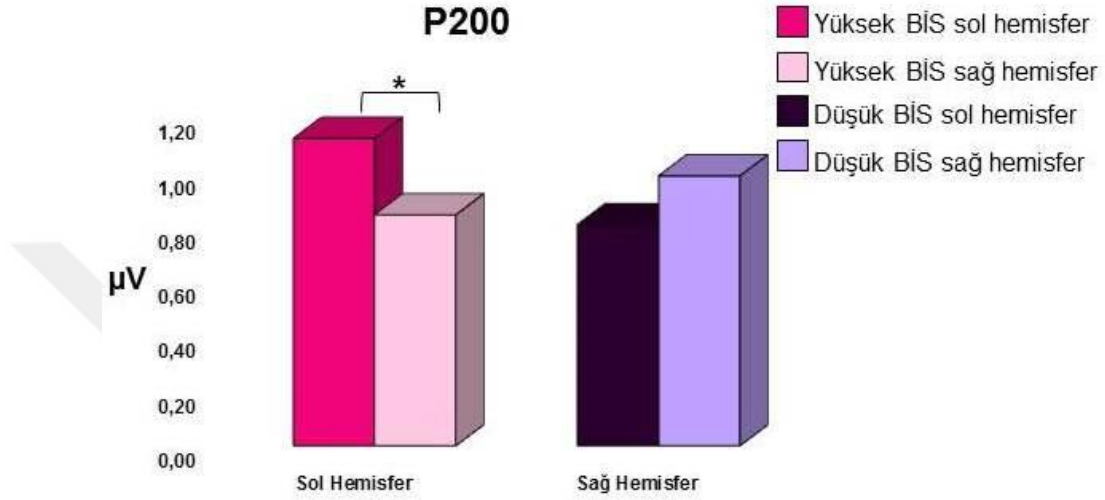


Şekil 166. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=10,51$; $p=0,006$]. P200 yanıt bileşeninin genliği yüksek

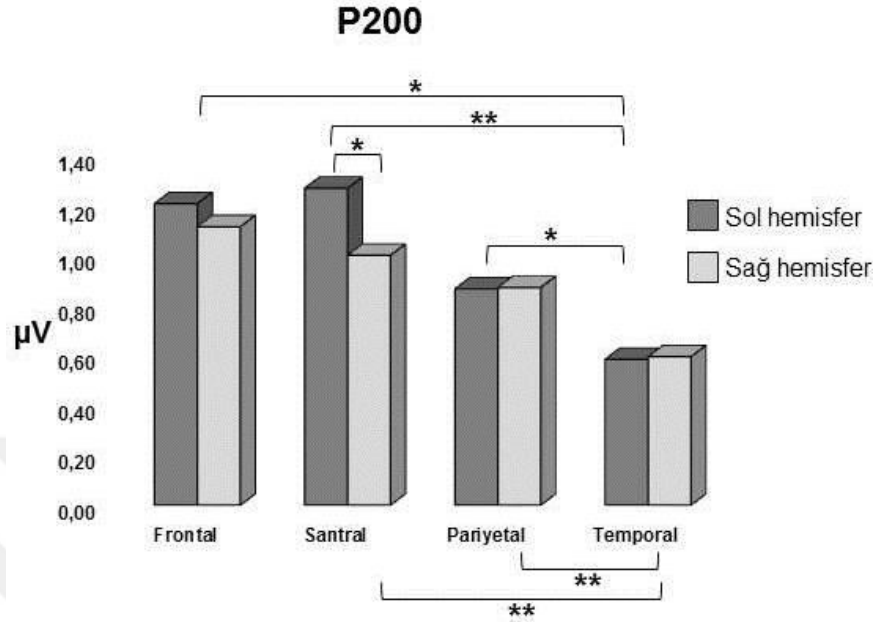
BİS sol hemisferde ortalama $1,12 (\pm 0,76) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,81 (\pm 0,58) \mu V$ olarak ölçülürken, düşük BİS sol hemisferde ortalama $0,84 (\pm 0,99) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,99 (\pm 0,93) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,022$) (Şekil 167).



Şekil 167. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=3,38$; $p=0,027$]. P200 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,21 (\pm 1,03) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,12 (\pm 1,03) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $1,27 (\pm 1,02) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,00 (\pm 0,78) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği parietal bölge sol hemisferde ortalama $0,87 (\pm 0,68) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,87 (\pm 0,64) \mu V$ olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $0,59 (\pm 0,62) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,60 (\pm 0,47) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,024$). P200 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde frontal, santral ve parietal bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,038$; $p=0,008$, $p=0,049$), sağ hemisferde santral ve parietal

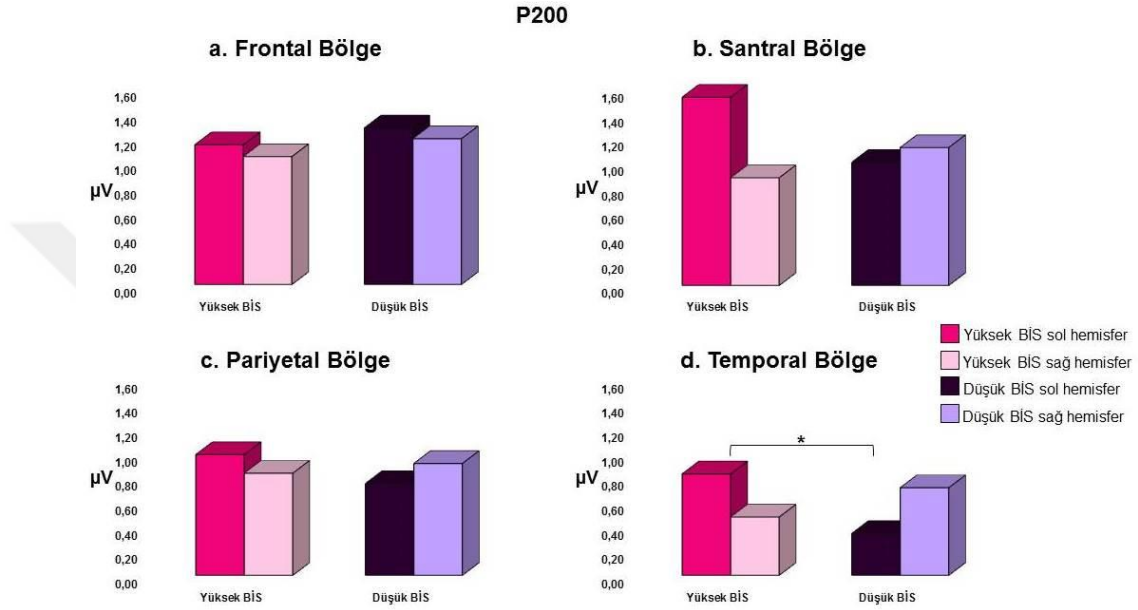
bölgelerde temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,009$; $p=0,005$) (Şekil 168).



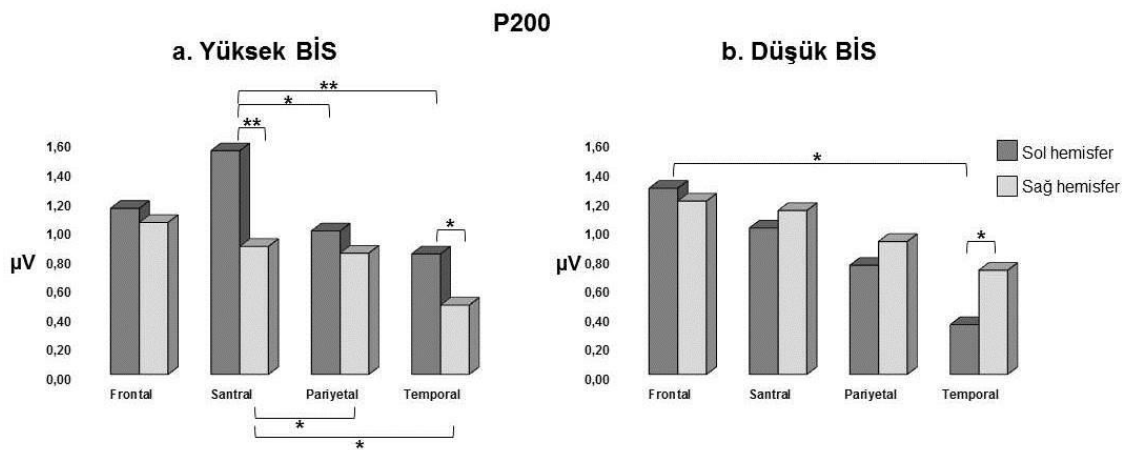
Şekil 168. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

P200 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=5,53$; $p=0,003$]. P200 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,14 (\pm 0,80)$ µV, sağ hemisferde ortalama $1,04 (\pm 0,80)$ µV, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,54 (\pm 0,86)$ µV, sağ hemisferde ortalama $0,88 (\pm 0,50)$ µV, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $0,99 (\pm 0,64)$ µV, sağ hemisferde ortalama $0,83 (\pm 0,44)$ µV, temporal bölge sol hemisferde ortalama $0,83 (\pm 0,58)$ µV, sağ hemisferde ortalama $0,48 (\pm 0,34)$ µV olarak ölçülmüştür. P200 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölge sol hemisferde ortalama $1,28 (\pm 1,24)$ µV, sağ hemisferde ortalama $1,19 (\pm 1,24)$ µV, santral bölge sol hemisferde ortalama $1,01 (\pm 1,12)$ µV, sağ hemisferde ortalama $1,13 (\pm 0,98)$ µV, pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $0,75 (\pm 0,72)$ µV, sağ hemisferde ortalama $0,91 (\pm 0,81)$ µV, temporal bölge sol hemisferde ortalama $0,34 (\pm 0,59)$ µV, sağ hemisferde ortalama $0,72 (\pm 0,56)$ µV olarak ölçülmüştür. EvreXBölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P200 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde yüksek BİS'te düşük BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,038$) (Şekil 169). P200 yanıt bileşeninin

genliği yüksek BİS sol hemisferde santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, sağ hemisferde santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,017$; $p=0,006$; $p=0,029$; $p=0,012$). P200 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te santral ve temporal bölgelerde sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunurken (sırasıyla $p=0,003$; $p=0,031$), düşük BİS'te temporal bölgede sağ hemisferde sol hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,012$) (Şekil 170).



Şekil 169. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi



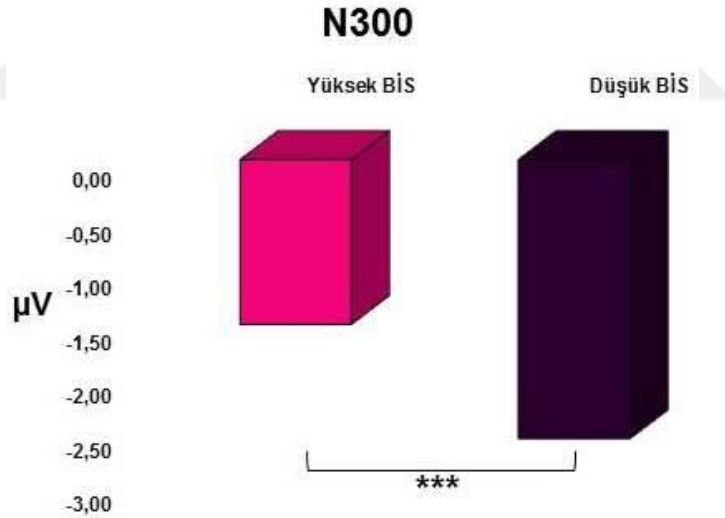
Şekil 170. Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

4.4.4. N300 Yanıt Bileşeni

N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri, elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N300 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,13)=20,55$; $p=0,001$]. N300 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te ortalama $-1,52 (\pm 0,89) \mu V$, düşük BİS'te ortalama $-2,57 (\pm 1,45) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$) (Şekil 171).

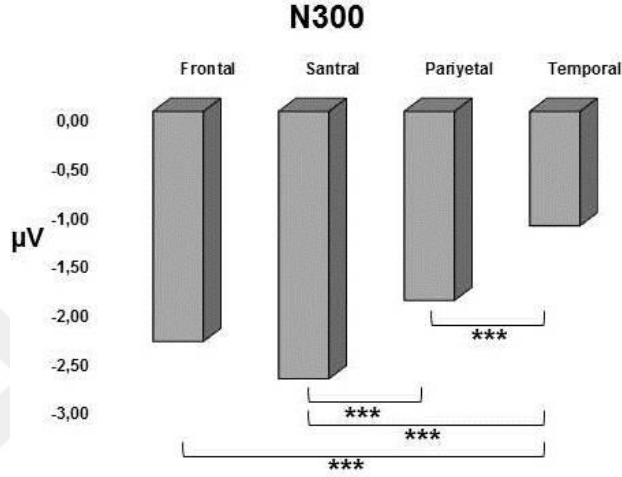


Şekil 171. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,39)=36,70$; $p=0,000$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal

bölgede ortalama $-2,35 (\pm 1,15) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,73 (\pm 1,55) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,93 (\pm 1,17) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,17 (\pm 0,70) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 172).

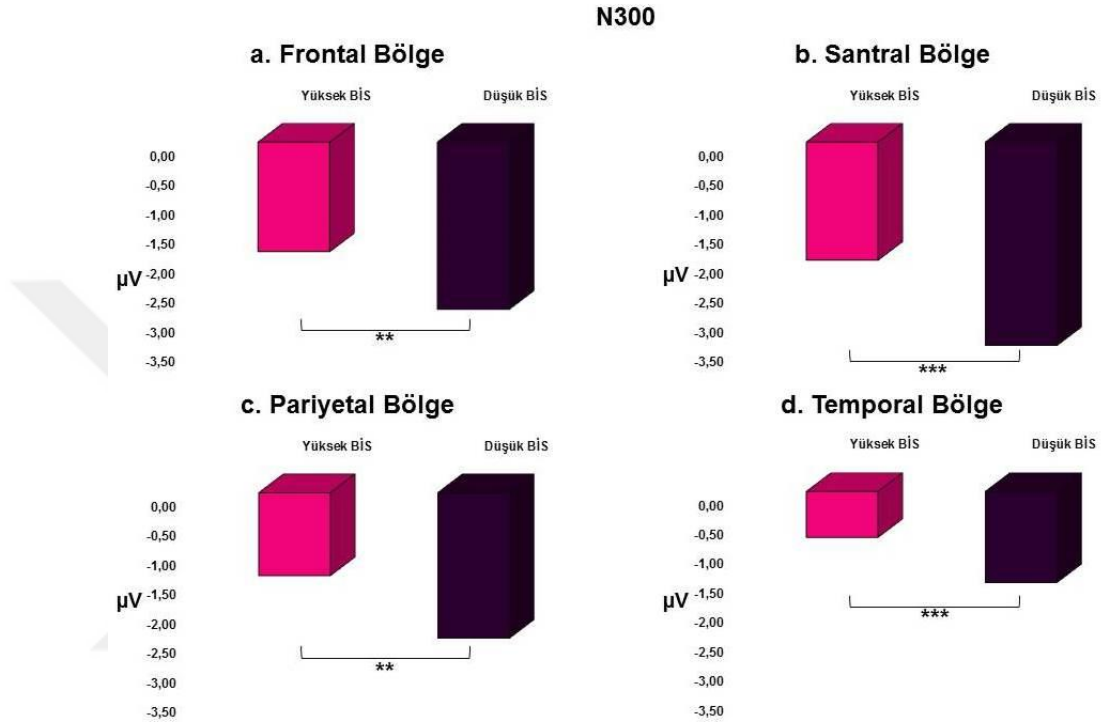


Şekil 172. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

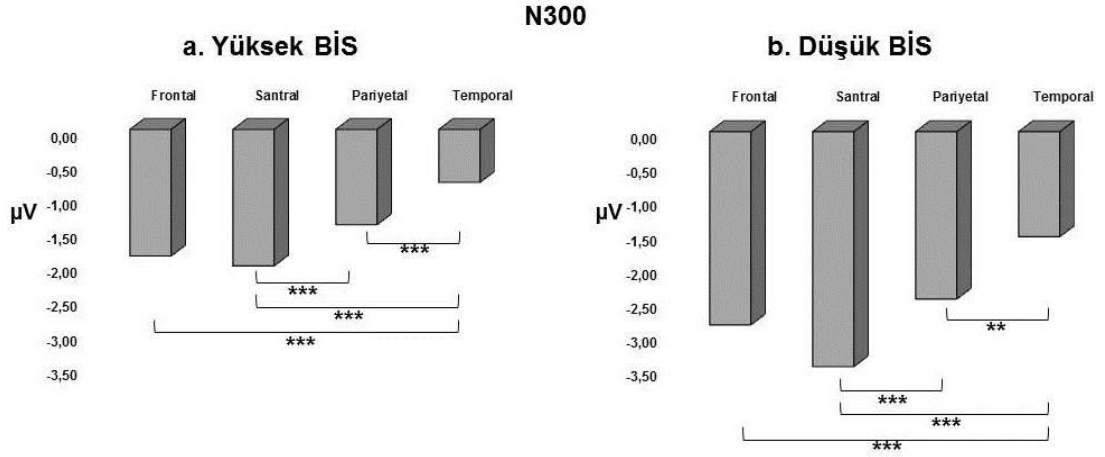
N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,39)=4,46$; $p=0,009$]. N300 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölgede ortalama $-1,86 (\pm 0,69) \mu V$, santral bölgede ortalama $-2,00 (\pm 1,05) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,40 (\pm 0,74) \mu V$, temporal bölgede ortalama $-0,78 (\pm 0,43) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölgede ortalama $-2,84 (\pm 1,32) \mu V$, santral bölgede ortalama $-3,45 (\pm 1,65) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-2,46 (\pm 1,28) \mu V$, temporal bölgede ortalama $-1,54 (\pm 0,71) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,004$; $p=0,000$; $p=0,002$; $p=0,000$). N300 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede

temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$) (Şekil 173). N300 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,002$) (Şekil 174).



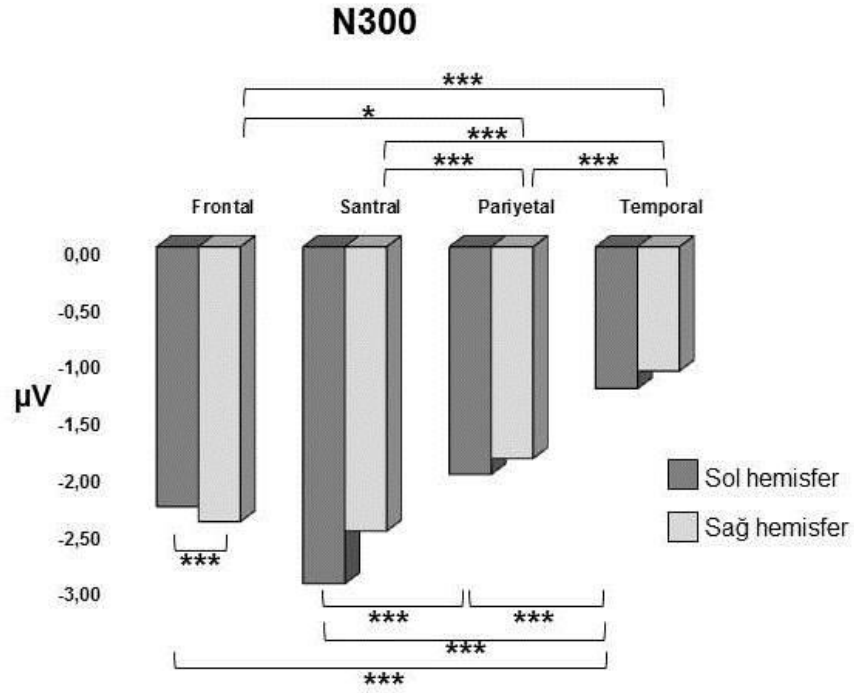
Şekil 173. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi



Şekil 174. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,39)=4,90$; $p=0,006$]. N300 yanıt bileşeninin genliği frontal bölge sol hemisferde ortalama $-2,28 (\pm 1,04) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,41 (\pm 1,27) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde ortalama $-2,96 (\pm 1,62) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-2,50 (\pm 1,48) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği pariyetal bölge sol hemisferde ortalama $-2,00 (\pm 1,16) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,86 (\pm 1,18) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N300 yanıt bileşeninin genliği temporal bölge sol hemisferde ortalama $-1,24 (\pm 0,67) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $-1,09 (\pm 0,74) \mu V$ olarak ölçülmüştür. BölgeXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde N300 yanıt bileşeninin genliği santral bölge sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,001$). N300 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde frontal bölgede temporal bölgeden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgeden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,001$). N300 yanıt bileşeninin genliği sağ hemisferde frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden, pariyetal bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,014$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 175).



Şekil 175. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde ağırsız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N300 yanıt bileşenlerinin genliklerinin BölgeXHemisfer etkileşimine göre değişimi

N300 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölgeXHemisfer etkileşiminde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.4.5. P450 Yanıt Bileşeni

P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,13)=11,08$; $p=0,005$]. P450 yanıt bileşeni yüksek BİS'te uyarandan ortalama 454,42 ($\pm 54,70$) ms sonra, düşük BİS'te uyarandan ortalama 495,23 ($\pm 39,39$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeni yüksek BİS'te düşük BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,005$).

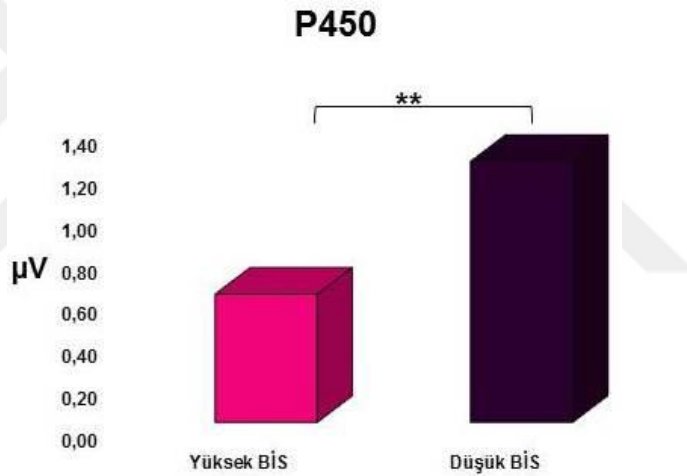
P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,13)=10,24$; $p=0,007$]. P450 yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 469,50 ($\pm 51,85$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 480,28 ($\pm 51,29$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler için yapılan post hoc

analizde P450 yanıt bileşeni sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,007$).

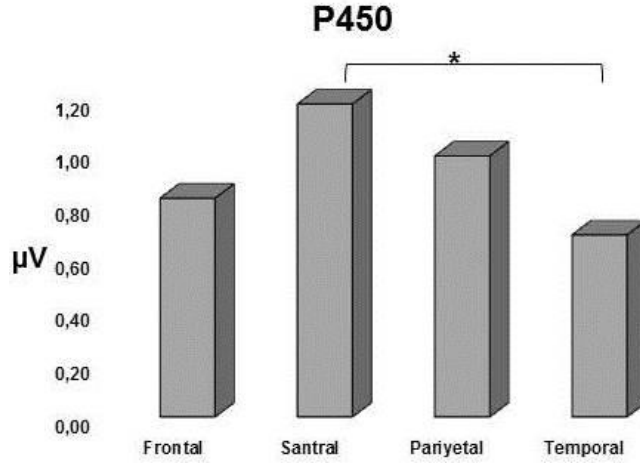
P450 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,13)=9,20$; $p=0,010$]. P450 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te ortalama $0,61 (\pm 0,71) \mu V$, düşük BİS'te ortalama $1,23 (\pm 1,05) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,010$) (Şekil 176).



Şekil 176. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

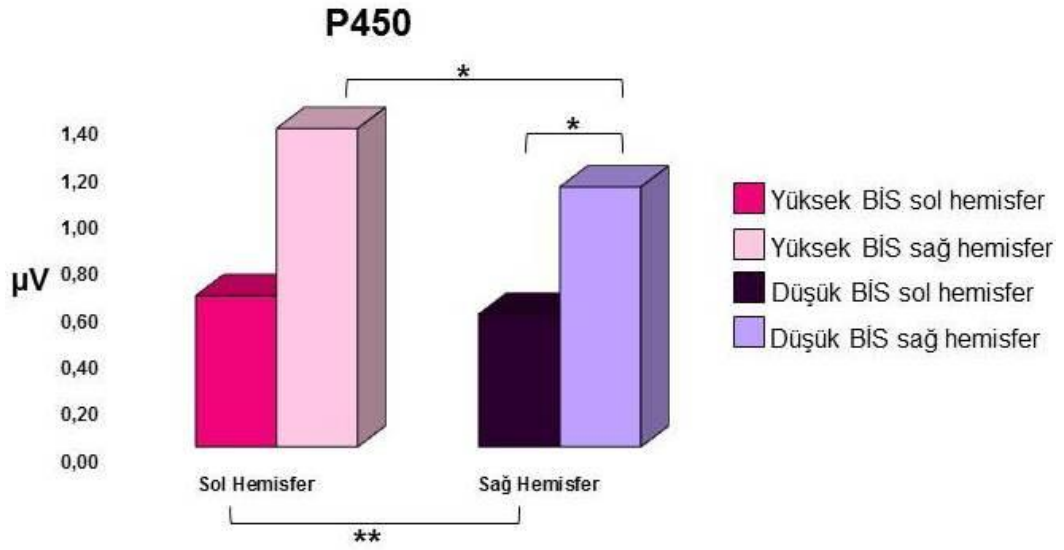
P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,39)=4,55$; $p=0,008$]. P450 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $0,83 (\pm 0,92) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,18 (\pm 1,15) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,99 (\pm 0,97) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,69 (\pm 0,65) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,031$) (Şekil 177).



Şekil 177. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşiminde de anlamlı farklılık bulunmamıştır.

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(1,13)=5,72$; $p=0,033$]. P450 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS sol hemisferde ortalama $0,65 (\pm 0,77) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $0,57 (\pm 0,66) \mu V$ olarak ölçülürken, düşük BİS sol hemisferde ortalama $1,36 (\pm 1,06) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,11 (\pm 1,03) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXHemisfer etkileşimi için yapılan post hoc analizde P450 yanıt bileşeninin genliği sol ve sağ hemisferde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,006$; $p=0,021$). Ayrıca P450 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,026$) (Şekil 178).



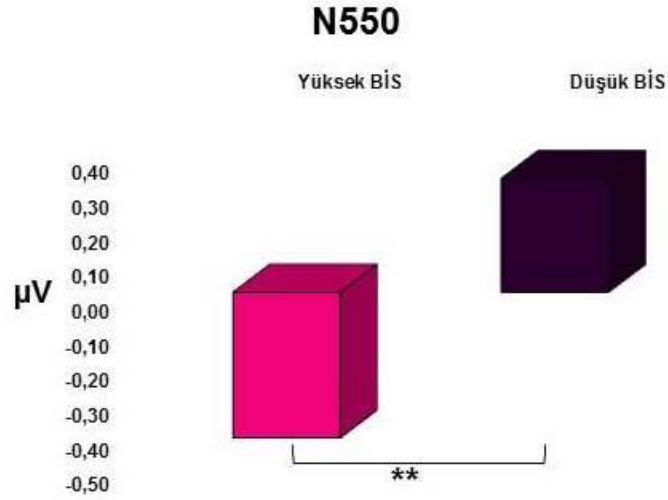
Şekil 178. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde ağrısız dokusal uyarılara karşı oluşan P450 yanıt bileşenlerinin EvreXHemisfer etkileşimine göre genlikleri

P450 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.4.6. N550 Yanıt Bileşeni

N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BIS değerleri, elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca N550 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

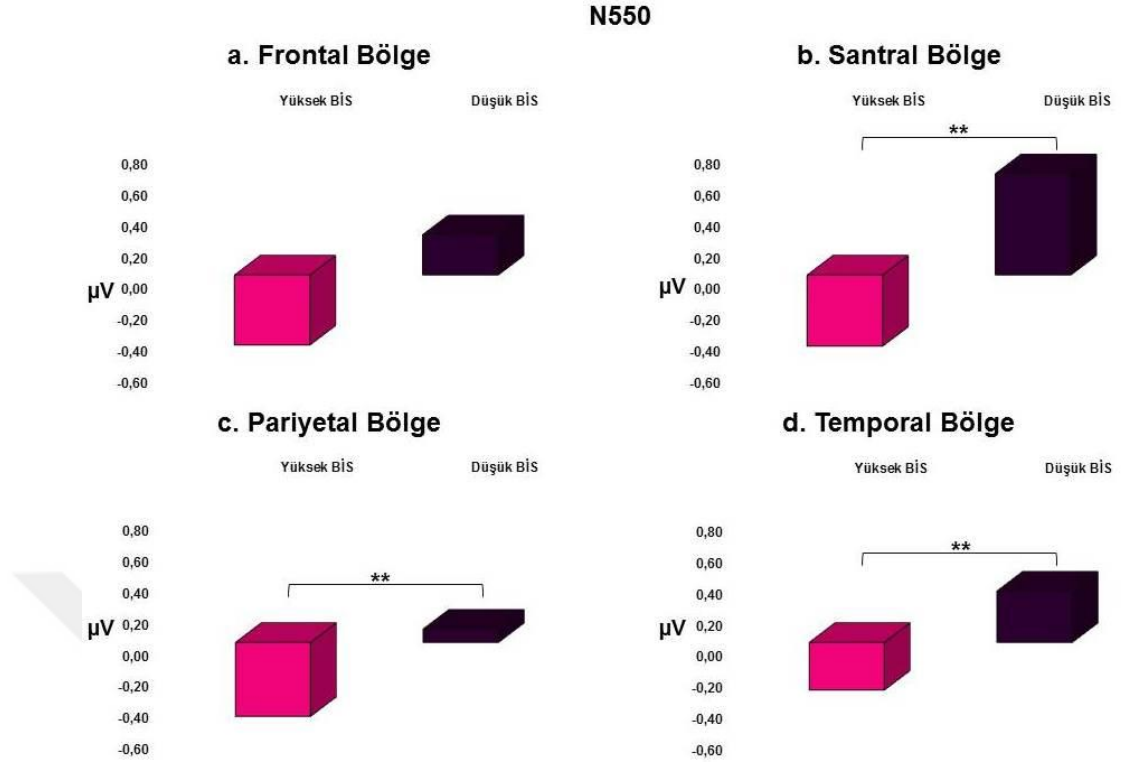
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BIS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,11)=10,07$; $p=0,009$]. N550 yanıt bileşeninin genliği yüksek BIS'te ortalama $-0,42 (\pm 0,61)$ μV , düşük BIS'te ortalama $0,33 (\pm 0,88)$ μV olarak ölçülmüştür. Yüksek ve düşük BIS değerleri için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği yüksek BIS'te düşük BIS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,009$) (Şekil 179).



Şekil 179. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır.

N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,33)=3,33$; $p=0,031$]. N550 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal bölgede ortalama $-0,45 (\pm 0,75) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,45 (\pm 0,67) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,47 (\pm 0,59) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,30 (\pm 0,41) \mu V$ olarak ölçülmüştür. N550 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölgede ortalama $0,26 (\pm 1,20) \mu V$, santral bölgede ortalama $0,65 (\pm 0,80) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,09 (\pm 0,70) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,33 (\pm 0,68) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde N550 yanıt bileşeninin genliği santral, pariyetal ve temporal bölgelerde yüksek BİS'te düşük BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,003$; $p=0,006$) (Şekil 180).



Şekil 180. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan N550 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BIS değerlerine göre değişimi

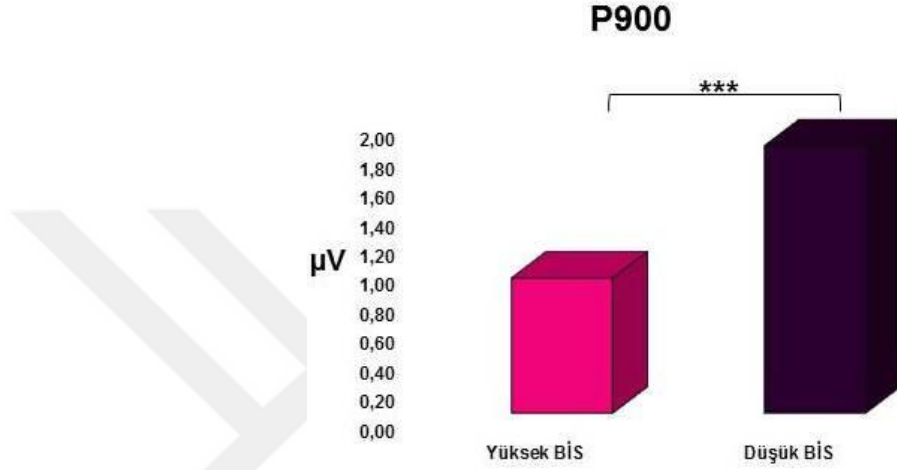
N550 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.4.7. P900 Yanıt Bileşeni

P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BIS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=6,03$; $p=0,028$]. P900 yanıt bileşeni yüksek BIS'te uyarandan ortalama 719,07 ($\pm 82,45$) ms sonra, düşük BIS'te uyarandan ortalama 671,28 ($\pm 45,01$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BIS değerleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeni düşük BIS'te yüksek BIS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,028$).

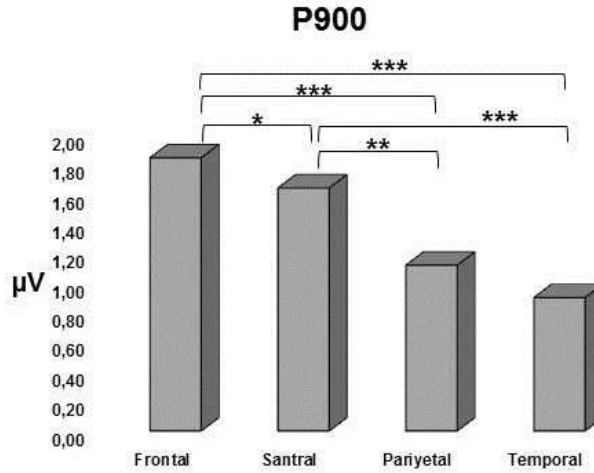
P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri ve hemisferler için ana etkiler anlamlı bulunmamıştır. Ayrıca P900 yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimlerinde anlamlı bulunmamıştır.

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=23,34$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te ortalama $0,92 (\pm 0,74) \mu V$, düşük BİS'te ortalama $1,83 (\pm 1,13) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 181).



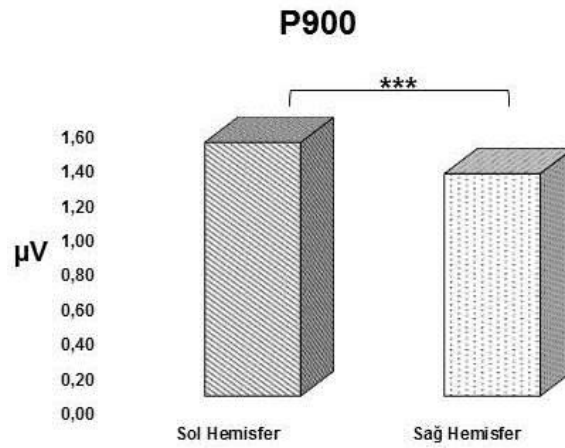
Şekil 181. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=28,72$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $1,84 (\pm 1,16) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,64 (\pm 1,06) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $1,12 (\pm 0,87) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,90 (\pm 0,80) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede santral, pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede ise pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,025$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,003$; $p=0,000$) (Şekil 182).



Şekil 182. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

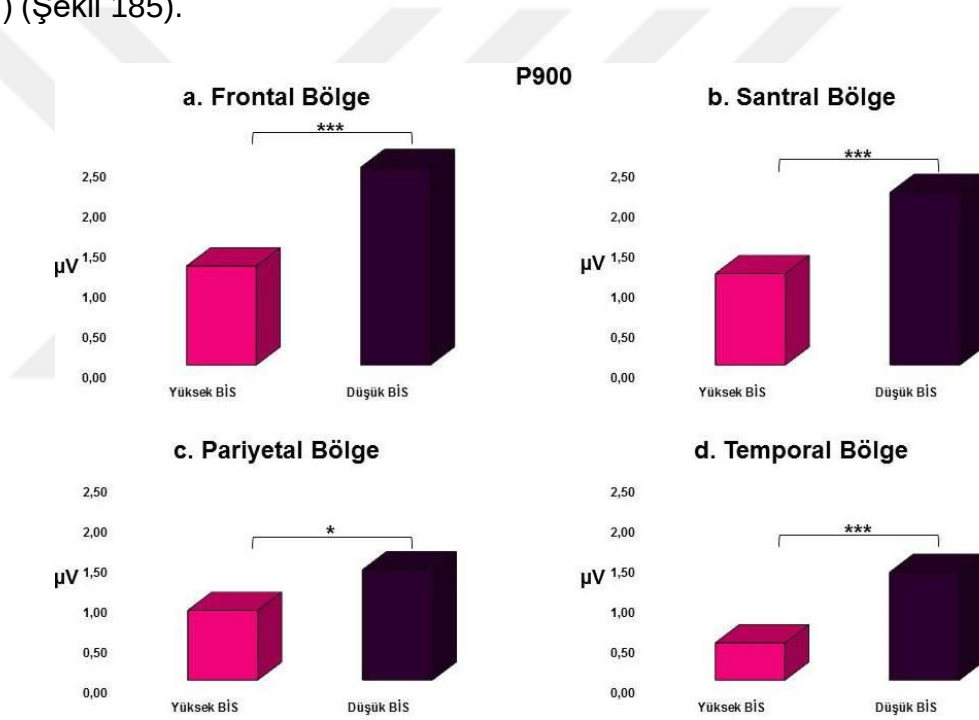
P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=23,45$; $p=0,000$]. P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde ortalama $1,46 (\pm 1,04) \mu V$, sağ hemisferde ortalama $1,28 (\pm 1,05) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Hemisferler için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 183).



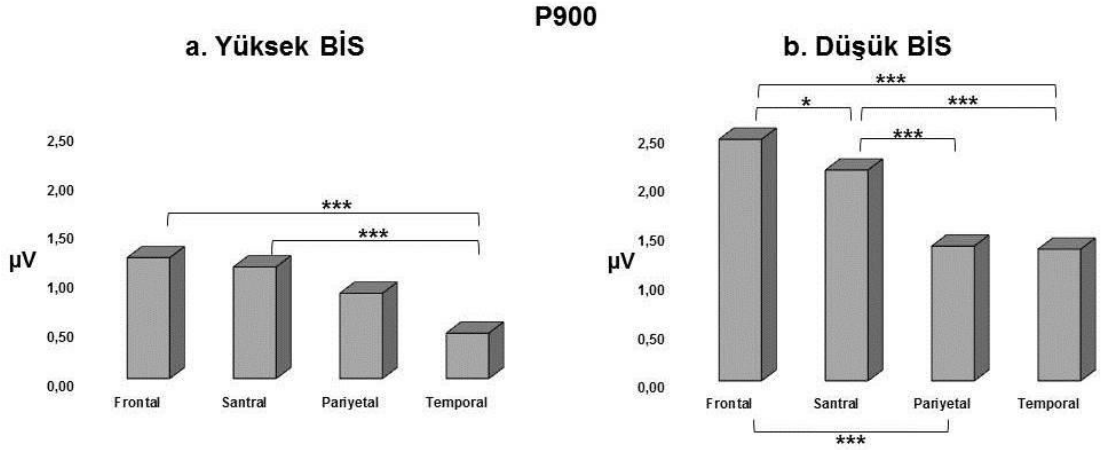
Şekil 183. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin hemisferlere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=4,59$; $p=0,007$]. P900 yanıt bileşeninin genliği yüksek BIS'te frontal bölgede ortalama $1,23 (\pm 0,57) \mu V$, santral bölgede ortalama $1,13 (\pm 0,71) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $0,87 (\pm 0,89) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $0,46 (\pm 0,47)$

μV olarak ölçülmüştür. P900 yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te frontal bölgede ortalama 2,45 ($\pm 1,28$) μV , santral bölgede ortalama 2,14 ($\pm 1,12$) μV , pariyetal bölgede ortalama 1,37 ($\pm 0,79$) μV ve temporal bölgede ortalama 1,34 ($\pm 0,83$) μV olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için yapılan post hoc analizde P900 yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,001$; $p=0,030$; $p=0,000$) (Şekil 184). P900 yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te frontal ve santral bölgede temporal bölgeden, düşük BİS'te frontal bölgede santral, pariyetal ve temporal bölgelerden, santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,036$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,001$; $p=0,001$) (Şekil 185).



Şekil 184. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BİS değerlerine göre değişimi



Şekil 185. Yüksek ve düşük BİS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan P900 yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

P900 yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer etkileşiminde, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

4.4.8. Ngeç Yanıt Bileşeni

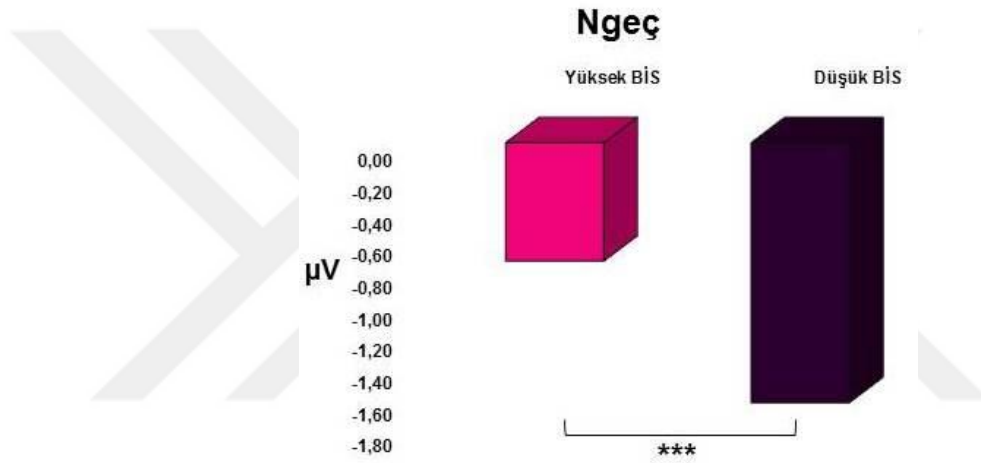
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=51,52$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeni yüksek BİS'te uyarandan ortalama 1150,58 ($\pm 56,92$) ms sonra, düşük BİS'te uyarandan ortalama 1009,98 ($\pm 65,03$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeni düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,000$).

Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=5,08$; $p=0,041$]. Ngeç yanıt bileşeni sol hemisferde uyarandan ortalama 1077,50 ($\pm 93,43$) ms sonra, sağ hemisferde uyarandan ortalama 1083,07 ($\pm 93,23$) ms sonra ortaya çıkmıştır. Hemisferler için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeni sol hemisferde sağ hemisferden anlamlı erken ortaya çıkmıştır ($p=0,041$).

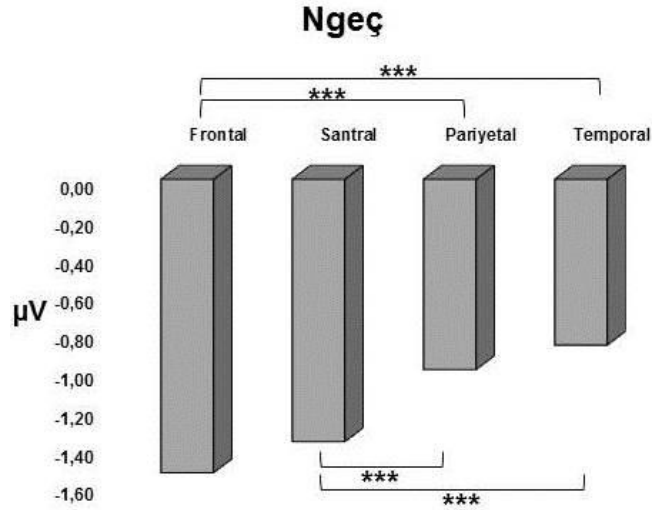
Ngeç yanıt bileşenlerinin ortaya çıkma süreleri incelendiğinde EvreXBölge, EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde yüksek ve düşük BİS değerleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(1,14)=26,94$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüksek BİS'te ortalama $-0,74 (\pm 0,45) \mu V$, düşük BİS'te ortalama $-1,63 (\pm 0,93) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Yüksek ve düşük BİS değerleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği düşük BİS'te yüksek BİS'ten anlamlı büyük bulunmuştur ($p=0,000$) (Şekil 186).



Şekil 186. Uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BİS dönemlerine göre değişimi

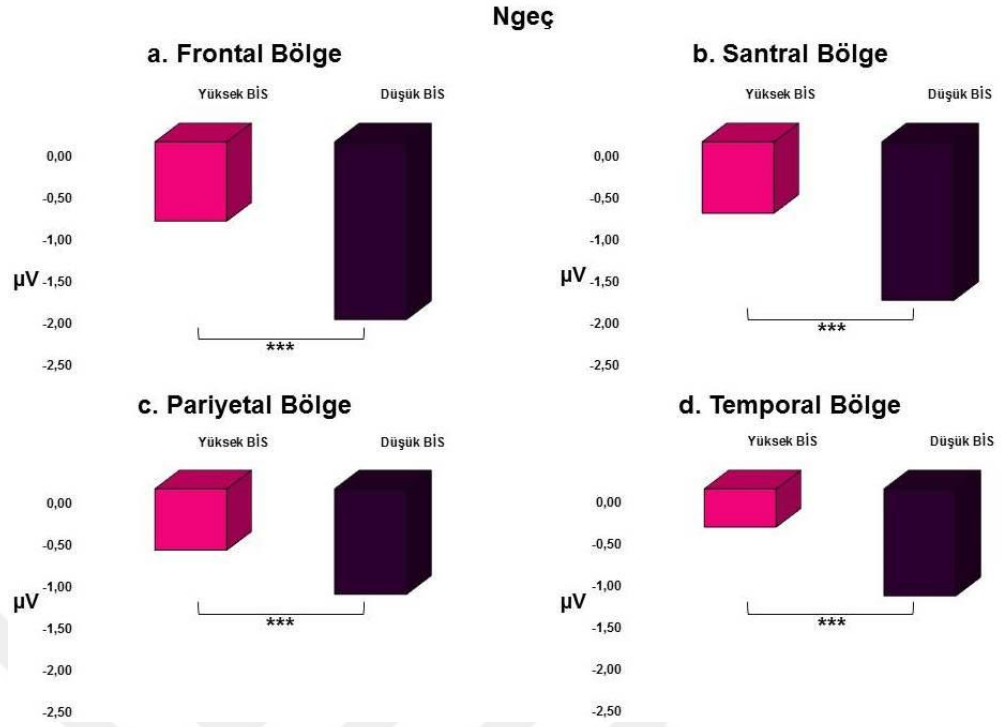
Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde elektrot bölgeleri için ana etki anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=28,44$; $p=0,000$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal bölgede ortalama $-1,53 (\pm 1,02) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,37 (\pm 0,84) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,99 (\pm 0,66) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,86 (\pm 0,68) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Elektrot bölgeleri için yapılan post hoc analizde Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 187).



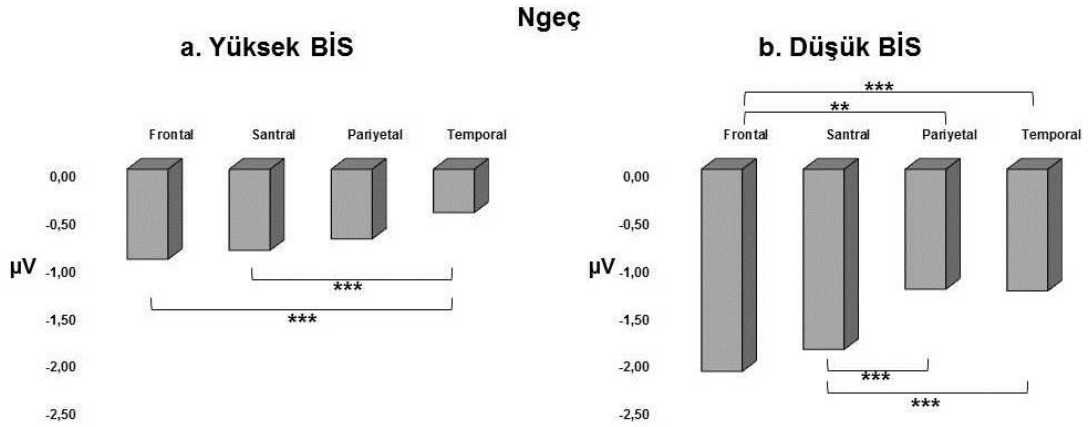
Şekil 187. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde hemisferler için ana etki anlamlı bulunmamıştır.

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXBölge etkileşimi anlamlı bulunmuştur [$F(3,42)=6,40$; $p=0,001$]. Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüksek BIS'te frontal bölgede ortalama $-0,94 (\pm 0,48) \mu V$, santral bölgede ortalama $-0,85 (\pm 0,35) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-0,73 (\pm 0,52) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-0,45 (\pm 0,25) \mu V$ olarak ölçülmüştür. Ngeç yanıt bileşeninin genliği düşük BIS'te frontal bölgede ortalama $-2,12 (\pm 1,09) \mu V$, santral bölgede ortalama $-1,89 (\pm 0,87) \mu V$, pariyetal bölgede ortalama $-1,25 (\pm 0,68) \mu V$ ve temporal bölgede ortalama $-1,27 (\pm 0,73) \mu V$ olarak ölçülmüştür. EvreXBölge etkileşimi için Ngeç yanıt bileşeninin genliği frontal, santral, pariyetal ve temporal bölgelerde düşük BIS'te yüksek BIS'ten anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,000$; $p=0,000$) (Şekil 188). Ngeç yanıt bileşeninin genliği yüksek BIS'te frontal ve santral bölgede temporal bölgeden anlamlı büyük bulunurken ($p=0,001$; $p=0,000$), düşük BIS'te frontal ve santral bölgelerde pariyetal ve temporal bölgelerden anlamlı büyük bulunmuştur (sırasıyla $p=0,002$; $p=0,001$; $p=0,000$; $p=0,001$) (Şekil 189).



Şekil 188. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin bölgelerde BIS değerlerine göre değişimi



Şekil 189. Yüksek ve düşük BIS dönemlerinde uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan Ngeç yanıt bileşenlerinin genliklerinin yüksek ve düşük BIS dönemlerinde bölgelere göre değişimi

Ngeç yanıt bileşenlerinin genlikleri incelendiğinde EvreXHemisfer, BölgeXHemisfer ve EvreXBölgeXHemisfer etkileşimleri anlamlı farklılık bulunmamıştır.

4.5. Klasik Uyku Evreleri ve BİS Dönemlerinde Dokunsal Uyarılma Potansiyellerinin Karşılaştırılması

Yüzeyel ve derin uyku evreleri olarak gruplandırılmış olan klasik uyku evreleri ile yüksek ve düşük BİS dönemleri olarak gruplandırılmış olan BİS indekslerine göre ortaya çıkan dokunsal uyarılma potansiyelleri karşılaştırılmıştır. Klasik uyku evreleri ve BİS dönemleri arasındaki ilişkiyi incelemek için Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Bu hesaplama için uyarandan önce 1000 ms ve uyarandan sonra 2000 ms olmak üzere toplam 3000 ms'lik zaman aralığındaki her bir noktanın genlik değeri kullanılmıştır. On iki ölçüm bölgesine ait yüzeyel uyku dokunsal uyarılma potansiyeli eğrisi ile yüksek BİS dönemine ait dokunsal uyarılma potansiyeli eğrisine ait her bir noktanın genlik değerleri ve derin uyku dokunsal uyarılma potansiyeli eğrisi ile düşük BİS dönemine ait dokunsal uyarılma potansiyeli eğrisine ait her bir noktanın genlik değerleri incelenmiştir. Yüzeyel uyku ile yüksek BİS dönemlerine ait dokunsal uyarılma potansiyelleri arasında 12 elektrottan elde edilen Pearson korelasyon katsayıları ve derin uyku ile düşük BİS dönemlerine ait dokunsal uyarılma potansiyelleri arasında 12 elektrottan elde edilen Pearson korelasyon katsayıları Tablo 4'te yer almaktadır.

Tablo 4. Yüzeyel uyku ile yüksek BİS ve derin uyku ile düşük BİS dönemlerinin karşılaştırılması

	Yüzeyel Uyku Yüksek BİS	Derin Uyku Düşük BİS
F₃	0,888	0,955
F_z	0,881	0,948
F₄	0,881	0,953
C₃	0,863	0,969
C_z	0,854	0,956
C₄	0,857	0,966
P₃	0,722	0,911
P_z	0,686	0,916
P₄	0,663	0,915
T₃	0,678	0,935
T₄	0,770	0,960
O_z	0,441	0,768

Analizlerde Pearson korelasyonu kullanılmış olup sonuçlar yukarıdaki tabloda gösterilmektedir.

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında, uyku süreci klasik uyku evrelerinde ve BİS dönemlerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenleri kafada 40 bölgede ayrı ayrı incelenmiştir. Öncelikli olarak 11 bölgenin bulguları değerlendirilmiştir.

5.1. Uyku Evrelerinde Elektrofizyolojik Beyin Yanıtları

H1: Uyku evrelerinde ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının ortaya çıkış zamanları ve genlikleri arasında farklılık bulunmaktadır.

Bu çalışmada, klasik uyku evrelerinde ve BİS dönemlerinde, ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları incelenmiştir. Uyaranlara karşı P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç yanıt bileşenleri ortaya çıkmıştır. Uykunun farklı dönemlerinde bu dalga bileşenlerinin ortaya çıkma sürelerinde ve genliklerinde değişiklikler olduğu görülmüştür.

Uyku sırasında uyarlama potansiyellerinin incelendiği çalışmaların büyük çoğunluğu işitsel uyaranları kullanmıştır (17,33–36). Literatürde yetişkinlerde uyanıklıkta ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının incelendiği çalışmalar bulunmasına rağmen uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının incelendiği çalışmalar bu tez çalışmasının çıktıları ile sınırlıdır.

5.1.1. P50 Yanıt Bileşeni

P50 yanıt bileşeni duyuşal işleme ile ilgili bir bileşendir ve uyarandan ortalama 50 ila 120 ms sonra ortaya çıkmaktadır (37). Mevcut araştırmada, P50 yanıt bileşenin genliği derin uykuda en büyük bulunurken, uyku başlangıcı olan N1’de ise diğer evrelere göre daha geç ortaya çıktığı bulunmuştur. N1 evresi uykunun başladığı evre olduğu için, P50 yanıt bileşeni uykunun başlatılması için dış uyaranların baskılanmasından etkilenmiş olabilir. Yanıt bileşeninin ortaya çıkma süresi sunulan literatür ile uyumludur.

Mevcut araştırma, tüm uyku evrelerinde P50 yanıt bileşenini gösteren ilk araştırmadır. Uykuda P50 yanıt bileşenin oluşması uykuda duyuşal işlemlenin en derin uyku olan N3’te bile devam ettiğini göstermektedir.

5.1.2. N100 Yanıt Bileşeni

Ibáñez AM ve ark.larının işitsel uyaranlar ile yapmış olduğu uyku araştırmasında N100 yanıt bileşeninin uyarandan 75-150 ms sonra ortaya çıktığı gösterilmiştir (38). Mevcut çalışmada N100 yanıt bileşeninin ortaya çıkma süresi literatür ile uyumludur.

Mevcut çalışmada, N100 yanıt bileşenin N1 ve REM'de en büyük genliğe sahip olduğu bulunmuştur. Ayrıca, N100 bileşeninin N1'de diğer evrelere göre daha geç ortaya çıktığı da gösterilmiştir.

Harsh ve ark. ile Ogilvie ve ark., N100 yanıt bileşeninin genliğinin uzayan reaksiyon süreleri ile azaldığını ve katılımcıların uyaranlara neredeyse cevap vermediğini bildirmişlerdir (39,40). Literatürde N100 yanıt bileşeninin genliğinin uyanıklıktan derin uykuya yavaş yavaş azaldığı ve REM'de bir miktar arttığı bildirilmiş ve bu bileşenin bilinç durumuna bağlı olduğu belirtilmiştir (41–43)

Kocaaslan S ve ark.larının uykuda işitsel uyaranları kullanarak yaptığı bir çalışmada, N100 yanıt bileşeninin genliğinde görülen bu küçülme uykuyu sürdürmek için işitsel uyaranların baskılanması ile ilgili olabileceği belirtilmiştir. Mevcut çalışmada da N100 yanıt bileşeninin genliğinde görülen küçülme, ağrısız dokunsal uyaranların baskılanmasıyla da ilişkili olabileceğini göstermektedir (33).

5.1.3. P200 Yanıt Bileşeni

Literatürde, P200 yanıt bileşeninin genliğinin derin uykuda diğer evrelere göre daha büyük olduğu belirtilmiştir (12,28,32). Bu durum, kortikal uyarılabilirliğin azalması ve buna ek olarak inhibe edici işlemlenin bir artışı olarak açıklanmıştır (42,44). Bir başka çalışmada ise P200 yanıt bileşeninin genliğinin gece boyunca stabil olduğu belirtilmiştir (45). Laurino ve ark., P200 bileşeninin uyku sürecinin devam etmesi için kortikal bir uyarım başlattığını iddia etmiştir (46).

Mevcut araştırmada da uyaranlara karşı oluşan P200 yanıt bileşeninin genliğinin uykuda değişmediği bulunmuştur. Laurino ve ark. iddia ettiği gibi P200 yanıt bileşeni uykunun devam ettirilmesinden sorumlu bir bileşen olabilir.

5.1.4. N300 Yanıt Bileşeni

Uyanıklıkta görülmeyen N300 yanıt bileşeni uyarandan 250-400 ms sonra ortaya çıkan negatif bir bileşendir. Bu bileşen uykulu bir durumdan uykuya geçişte görünmeye

başlamaktadır (47). Harsh ve ark. yaptıkları bir çalışmada N1'i, N1a (%50-%80 alfa dalgası içeren) ve N1b (%50'den az alfa dalgası içeren) olarak iki alt evreye ayırmışlar. Bu bileşenin ilk olarak Evre 1b'de ortaya çıktığını ve katılımcılar dış uyaranlara açık bir şekilde cevap veremediğinde daha tutarlı bir şekilde ortaya çıktığını belirtmişler (39). Ogilvie ve ark. bu bileşenin dış uyaranlara cevap vermede davranışsal bir başarısızlıkla ilişkili olduğunu gözlemlemişler (40). Colrain ve ark. uyku başlangıcında işitsel uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarını inceledikleri çalışmalarında N1'i, N1 alfa ve N1 teta alt evrelerine ayırmışlar. N350 yanıt bileşeninin N1 alfada gözlenmesinin zor olduğunu ancak N1 tetada kolayca görüldüğünü belirtmişler (41). Literatürde genel olarak uyaranlar sık uyaran aralığı ile uygulanmadığında N350'nin hemen N2 öncesi ortaya çıkmaya başladığı belirtilmiştir (48). Colrain ve ark. işitsel uyaranlar ile yaptıkları çalışmada hem sık hem de seyrek uyaranlara karşı N350 yanıt bileşeninin oluştuğunu göstermişler (41). Literatürde N350 bileşenin N1 dışındaki diğer evrelerde K komplekslerinin ortalamalarında ortaya çıkan bir bileşen olduğunu belirten çalışmalar mevcuttur (49).

Mevcut araştırmada, N300 yanıt bileşeninin genliği N3'te diğer evrelere göre daha büyük bulunmuştur. Literatür ile uyumlu olarak bu bileşenin genliği uyku derinleştikçe yani BİS değerleri küçüldükçe artmaktadır. Bu bileşen derin uyku ihtiyacını yansıtan bir bileşen olabilir.

5.1.5. P450 Yanıt Bileşeni

Literatürde, P450 yanıt bileşeninin N550 bileşeni ile ilişkili olduğu ve N550 yanıt bileşeninin olduğu zaman P450 yanıt bileşeninin de olduğunu belirtilmiştir (50). Literatürde, P450 yanıt bileşeninin genliğinin uyaran özelliklerine bağlı olarak değiştiğini gösteren çalışmaların yanı sıra bu bileşenin genliğinin uyaran özelliklerinden etkilenmediğini gösteren çalışmalarda mevcuttur (36,39,51,52). Kocaaslan ve ark. işitsel uyaranlar ile yaptıkları uyku çalışmasında P450 yanıt bileşeninin genliğinin uyku derinleştikçe arttığı belirtiler (33).

Mevcut çalışmada P450 yanıt bileşeni N1'de diğer evrelere göre daha erken ortaya çıkarken, N2 ve N3'te ortaya çıkma süresinin uzadığı, REM'de tekrar daha erken ortaya çıktığı bulunmuştur. Ancak P450 yanıt bileşeninin genliğinde anlamlı bir farklılık bulunmamıştır.

5.1.6. N550 Yanıt Bileşeni

Uyaranlara karşı oluşan yanıt bileşenlerinin incelendiği çalışmalarda uyarıdan yaklaşık 550 ms sonra büyük negatif bir bileşen tanımlanmıştır. N550 yanıt bileşeni işitsel uyaranların uygulandığı bir çalışmada K komplekslerinin çıkarıldığı yanıtlarda ya genliği çok küçük olarak görülmüş ya da hiç görülmemiş (53).

N550 yanıtının genliğini üç faktörün etkilediği düşünülmektedir. Bunlardan birinci K kompleksinin boyutu, K kompleksinin boyutu büyüdükçe N550 yanıt bileşeninin genliği artmaktadır. İkinci K kompleksinin sayısı, uyarana karşı oluşan yanıtta K kompleksi sayısı fazla ise N550 yanıt bileşeninin genliği artmaktadır. Üçüncü ise K kompleksinin uyaranla tutarlı bir geçici ilişki gösterme derecesidir (49).

N550 yanıt bileşeninin genliğinin uyanıklıkta hedef uyaranlarda daha büyük olduğu belirtilmiştir. Colrain, N550 yanıt bileşeninin büyük olasılıkla uyku sırasında hedef uyarana tanımadan ziyade uyaran etkisini yansıttığını iddia etmiştir (41).

Literatürde K kompleksinin N550 yanıt bileşeni üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada tonlar farklı uyaran aralıkları ile katılımcılara uygulanmış. K kompleksi uyaranlar arası süre fazla olduğunda, kısa olduğu zamana göre daha fazla görülmüş ve N550 yanıt bileşeninin genliği de daha büyük görülmüş (54). Colrain ve ark. yaptıkları bir çalışmada N550 yanıt bileşeninin genliğinin uyaranlar arası süreye göre değiştiği bildirilmiş (53).

Mevcut çalışmada N550 yanıt bileşeninin genliği N1'de diğer evrelere göre daha büyük bulunmuştur. Bu sonuca göre N550 yanıt bileşeninin genliği uyaranlar arası süreden ziyade uykunun başlatılması ile ilgili olabilir. N550 yanıt bileşeni de N350 yanıt bileşeni gibi uykuya özel fakat modaliteden bağımsız bir bileşen olabilir.

5.1.7. P900 Yanıt Bileşeni

P900 yanıt bileşeni N550 yanıt bileşeninden hemen sonra görülen pozitif bileşendir. P900 yanıt bileşeninin ortaya çıkma süresinin ve genliğinin farklı şiddetteki uyarlardan etkilenmediği bildirilmiştir (55). P900 yanıt bileşeni de N550 yanıt bileşeni gibi uyaran parametrelerinin manipülasyonundan etkilenmediği düşünülmektedir. Literatürde P900 yanıt bileşeninin de N550 yanıt bileşeni gibi uyaranlar arası süreden etkilendiği ve uzun uyaran aralıklarının genliğinin kısa uyaran aralıklarına göre daha

büyük olduğu bildirilmiştir (54). P900 yanıt bileşeninin incelendiği bir başka çalışmada P900 bileşeninin uykuya dalmak için uyarana bir inhibisyon tepkisi olduğunu ve aynı zamanda uyku derinleştikçe genliğin daha da arttığı belirtilmiştir.

Mevcut araştırmada P900 yanıt bileşeninin genliği N3'te diğer evrelere göre daha büyük bulunmuştur. Bu araştırma kapsamında uyku öncesi uyanıklık ve uyku sürecinde ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan beyin yanıtları da incelenmiştir. Lin ve ark. belirttiği gibi P900 yanıt bileşeni uyku öncesi uyanıklık durumunda gözlenmiş ancak uykunun başlaması ile genliği küçülmüş ve uyku derinleştikçe genliğinin tekrar arttı gözlenmiştir (18).

5.1.8. Ngeç Yanıt Bileşeni

Literatürde Ngeç yanıt bileşeninin incelendiği sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır (18,35). Bunun sebebi Ngeç yanıt bileşenini çok geç ortaya çıkması olabilir.

Mevcut araştırmada Ngeç yanıt bileşenin genliğinin uyku derinleştikçe arttığı ve uyku başlangıcında ortaya çıkma süresinin çok uzun olduğu gözlenmiştir. Elde edilen bulgular ışığında Ngeç yanıt bileşeninin P900 ile benzer özellikler gösterdiği bulunmuş ve altlarında yatan mekanizmaların aynı olduğu düşünülmektedir.

5.2. Uykuda Topolojik Olarak Beyin Yanıtları

H2: Uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan beyin yanıtlarının ortaya çıkma zamanları ve genlikleri arasında ölçüm bölgelerine göre farklılıklar bulunmaktadır.

Mevcut çalışmada P50 yanıt bileşeninin genliği bölgelere göre yapılan incelemede santral bölgede diğer bölgelere göre daha büyük bulunmuştur. Hemisferlere göre yapılan incelemede ise P50 yanıt bileşeninin genliği sol hemisferde sağ hemisfere göre daha büyük bulunmuştur. P50 yanıt bileşeni duyuşal işleme ile ilgili bir bileşen olduğunu için uyaran uygulanan elin kontralaterali ve ipsilaterali arasında görülen bu genlik farkı olağandır.

Mevcut çalışmada N100 yanıt bileşeninin genliği P50 yanıt bileşenin genliği gibi santral bölgede diğer bölgelere göre daha büyük bulunmuş ve genliği hemisferde sağ hemisfere göre daha büyük bulunmuştur.

P200 yanıt bileşeninin genliği frontal ve santral bölgelerde diğer bölgelere daha büyük bulunmuştur. P200 yanıt bileşeni bilişsel işleme ile ilgili bir bileşen olduğu için genliğinin bu bölgelerde daha büyük olması olağandır.

Literatürde birçok çalışmada N300 bileşeninin verteks keskin dalgalar ile ilişkili olabileceği öne sürülmüştür (32,51). Adından anlaşılacağı üzere verteks keskin dalgalar kafada orta bölgelerde en büyük genliğe sahip olduğu belirtilmiştir.

Literatürde N300 yanıt bileşeninin genliğinin santral bölgede en büyük olduğu, ön, arka ve yanlara doğru genliğinin küçüldüğü bildirilmiştir (29,32,33). Mevcut araştırmada N300 yanıt bileşeninin genliğinin frontal ve santral bölgelerde diğer bölgelere göre daha büyük olduğu bulunmuş ve genliğinin ön ve orta bölgelerden arka ve yan bölgelere gidildikçe küçüldüğü gözlenmiştir.

Mevcut çalışmada P450 yanıt bileşeninin genliği santral bölgede pariyetal ve temporal bölgelerden daha büyük bulunmuştur. Bu bileşeninin latansının BİS değerleri azaldıkça uzadığı bulunmuştur.

N550 yanıt bileşeninin genliğinin frontal ve frontosantral bölgelerde en büyük olduğu, orta hat frontal ve frontosantral bölgelerden posterior ve lateral bölgelere gidildikçe genliğinin kademeli olarak düştüğü belirtilmiştir (53,56).

Niiyama ve ark. 21 kanal EEG sistemi ile aldıkları kayıta seyrek uyaran paradigmasında işitsel uyaranları kullanmışlardır. Çalışmalarında N550 yanıt bileşeninin bilateral simetrik olduğunu ve frontosantral bölgelerde en büyük genliğe sahip olduğunu belirtmişlerdir (56). Cote ve ark. 29 kanallı EEG sistemini kullanarak yaptıkları çalışmada voltaj dağılımını incelemişlerdir. Çalışmalarında N2 ve N3'te N550 yanıt bileşeninin voltaj dağılımının frontosantral bölgede en fazla olduğunu, yanlara doğru iki taraflı eşit olarak azaldığını ve arka bölgelere doğru gidildikçe de azalma olduğunu bildirmişlerdir (57).

Mevcut araştırmada N550 yanıt bileşeninin genliğinin sol hemisferde sağ hemisfere göre daha büyük olduğu bulunmuştur ancak ön/arka bölgeler arasında bir farklılık bulunmamıştır.

Cote ve ark. P900 yanıt bileşeninin frontosantral bölgelerde en büyük genliğe sahip olduğunu ve bilateral olarak simetrik olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmalarında

ayrıca N3'te frontosantral bölgelerde en büyük genliğe sahip olan bu bileşenin genliğinin, arka bölgelerde N2'dekinden daha hızlı bir şekilde azaldığı belirtilmiştir (57).

Mevcut araştırmada ise P900 yanıt bileşenin genliği işitsel uyaranlar ile yapılan uyku çalışmalarında elde edilen bulgular ile uyumludur. P900 yanıt bileşenin genliği frontal ve santral bölgelerde diğer bölgelere göre anlamlı büyük bulunmuştur. Ngeç yanıt bileşeni ise P900 yanıt bileşeni gibi frontal ve santral bölgelerde diğer bölgelere göre anlamlı büyük bulunmuştur.

5.3. Klasik Uyku Evreleri ve BİS Dönemleri Arasındaki İlişki

H3: Klasik skorlama sistemi ve BİS ile ayrı ayrı incelenen beyin yanıtları arasında korelasyon vardır.

Araştırmada, ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları hem klasik uyku evrelerinde hem de farklı BİS dönemlerinde ayrı ayrı incelenmiştir. BİS sistemi ile uyku süreci klasik uyku evrelerine göre daha fazla döneme ayrılabilir. Bu da uyku sürecini makro süreçlerin yanı sıra mikro süreçlerde de incelenmesi anlamına gelmektedir. Bu araştırmada uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları BİS 90, 80, 70, 60, 50 ve 40 olan altı farklı dönemde incelenmiştir. Böylece uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının genliklerinin hangi dönemlerde küçüldüğü, hangi dönemlerde büyüdüğü veya yok olduğu detaylı olarak incelenebilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Uykuda işitsel uyaranlara karşı oluşan yanıt bileşenleri bu araştırmada kullanılan ağrısız dokunsal uyaranlara karşıda gözlenmiştir. Bu çalışma ile uykuda görülen yanıt bileşenlerinin uyarana özgü bileşenler olmadığı gösterilmiştir.

Bu çalışma P50 yanıt bileşeni açısından duysal işlemlenin uyku sırasında da devam ettiğini gösteren ilk çalışmadır.

Bu çalışma, BİS'in EEG ile birlikte kullanılarak, uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtlarının incelendiği ilk çalışmadır. Uykuda uyarana karşı oluşan beyin yanıtlarının klasik uyku evrelerinde ve BİS dönemlerinde birbiri ile uyumlu olduğu görülmüştür. BİS yöntemi ve klasik skorlama yöntemini bir arada kullanarak uyku süreci daha ayrıntılı incelenebildiği için BİS sistemini klasik skorlama sistemi ile birlikte kullanarak uyku bozukluklarının aydınlatılması mümkün olabilir.

Bu çalışmada, uykuda ağrısız dokunsal uyaranlara karşı oluşan beyin yanıtları incelenmiştir. Elde edilen bulgular, ileride yapılabilecek farklı uyku çalışmalarına ve klinik uygulamalara temel oluşturabilir. Farklı modalite ve desenlerde hazırlanmış çalışmalara, karşılaştırma olanağı sunabilir.

Bu çalışmada, ilk gece uykusu verileri kullanılmıştır. İleriki çalışmalarda uzun süreli ağrısız dokunsal uyarana karşı oluşan yanıt bileşenleri incelenebilir.

İleride hasta – kontrol grupları ile çalışmalar yapıp, bu bulgular ışığında uyku bozuklukları ile ilgili biyo-işaretler elde edilebilir.

7. KAYNAKLAR

1. Shepard JW, Buysse DJ, Chesson AL, Dement WC, Goldberg R, Guilleminault C, et al. History of the Development of Sleep Medicine in the United States. J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med. 2005 Jan 15;1(1):61–82.
2. Gottesmann C. Discovery of the Dreaming Sleep Stage: A Recollection. Sleep. 2009 Jan 1;32(1):15–6.
3. Chokroverty S. Chapter 2 - An Overview of Normal Sleep. In: Chokroverty S, editor. Sleep Disorders Medicine (Third Edition) [Internet]. Philadelphia: W.B. Saunders; 2009 [cited 2019 Feb 27]. p. 5–21. Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750675840000021>
4. Öztura İ. Polisomnografi. Türkiye Klin Nöroloji - Özel Konular. 2010;3(3):11–6.
5. Berry RB, Brooks R, Gamaldo C, Harding SM, Lloyd RM, Quan SF, et al. AASM Scoring Manual Updates for 2017 (Version 2.4). J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med. 2017 May 15;13(5):665–6.
6. Borbély AA, Daan S, Wirz-Justice A, Deboer T. The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. J Sleep Res. 2016 Apr;25(2):131–43.
7. Ertuğrul, Ayşegül, Rezaki, Murat. Uygunun Nörobiyolojisi ve Bellek Üzerine Etkisi. Türk Psikiyatri Derg. 2004;15(4):300–8.
8. Kaynak H. Uyku Tıbbı, Fizyolojisi ve Uyku Bozuklukları. Turk Klin Neurol - Spec Top. 2010;3(3):1–10.
9. Mignot E, Taheri S, Nishino S. Sleeping with the hypothalamus: emerging therapeutic targets for sleep disorders. Nat Neurosci. 2002 Nov;5 Suppl:1071–5.
10. Siegel JM. Do all animals sleep? Trends Neurosci. 2008 Apr;31(4):208–13.
11. Berger H. Über das Elektrenkephalogramm des Menschen. Arch Für Psychiatr Nervenkrankh. 1931 Dec 1;94(1):16–60.

12. Caton R. The Electric Currents of the Brain. *Am J EEG Technol.* 1970 Mar 1;10(1):12–4.
13. Nasibov E, Ozgören M, Ulutagay G, Oniz A, Kocaaslan S. On the analysis of BIS stage epochs via fuzzy clustering. *Biomed Tech (Berl).* 2010 Jun;55(3):147–53.
14. Nieuwenhuijs DJF. Processed EEG in natural sleep. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2006 Mar;20(1):49–56.
15. Shirakawa S, Uchimura N, Tanaka J, Sakamoto T, Satomura T, Tsutsumi Y, et al. Development and application of the “Sleep Ukiha” automated sleep analysis system. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2000 Jun;54(3):274–5.
16. Benini F, Trapanotto M, Sartori S, Capretta A, Gobber D, Boniver C, et al. Analysis of the bispectral index during natural sleep in children. *Anesth Analg.* 2005 Sep;101(3):641–4, table of contents.
17. Özgören M, Kocaaslan S, Öñiz A. Analysis of non-REM sleep staging with electroencephalography bispectral index. *Sleep Biol Rhythms.* 2008 Oct 1;6(4):249–55.
18. Oniz A, Inanc G, Guducu C, Ozgoren M. Brain responsiveness to non-painful tactile stimuli prior and during sleep. *Sleep Biol Rhythms.* 2016 Jan 1;14(1):87–96.
19. Yang C-M, Wu C-S. The effects of sleep stages and time of night on NREM sleep ERPs. *Int J Psychophysiol Off J Int Organ Psychophysiol.* 2007 Jan;63(1):87–97.
20. Oniz A, Inanc G, Guducu C, Ozgoren M. Explicit and implicit memory during sleep. *Sleep Biol Rhythms.* 2015;13(4):380–6.
21. Gosselin A, De Koninck J, Campbell KB. Total sleep deprivation and novelty processing: implications for frontal lobe functioning. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* 2005 Jan;116(1):211–22.

22. Stickgold R, Fosse R, Walker MP. Linking brain and behavior in sleep-dependent learning and memory consolidation. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 2002 Dec 24;99(26):16519–21.
23. Ağargün MY, Kara, Hayrettin, Anlar, Ömer. Pittsburgh Uyku Kalitesi İndeksinin Geçerliliği ve Güvenirliği. *Türk Psikiyatri Derg*. 1996;7(2):107–15.
24. Derogatis LR, Lipman RS, Covi L. SCL-90: an outpatient psychiatric rating scale-preliminary report. *Psychopharmacol Bull*. 1973 Jan;9(1):13–28.
25. Dağ I. Belirti Tarama Listesi (Scl-90-R)'nin Üniversite Öğrencileri için güvenirliliği ve geçerliliği. [Reliability and validity of the Symptom Check List (SCL-90-R) for university students.]. *Türk Psikiyatri Derg*. 1991;2(1):5–12.
26. Kılıç M. Belirti Tarama Listesi (SCL-90-R)'nin Geçerlilik ve Güvenirliği. *Türk Psikolojik Danışma Ve Rehberlik Derg*. 1991 May 28;1(2):45–52.
27. Spielberger CD, Gorsuch RL, Lushene RE. Manual for the State-Trait Anxiety Inventory. 1970 [cited 2019 Jan 22]; Available from: <http://ubir.buffalo.edu/xmlui/handle/10477/2895>
28. Oldfield RC. The assessment and analysis of handedness: The Edinburgh inventory. *Neuropsychologia*. 1971 Mar 1;9(1):97–113.
29. Izci B, Ardic S, Firat H, Sahin A, Altinors M, Karacan I. Reliability and validity studies of the Turkish version of the Epworth Sleepiness Scale. *Sleep Breath Schlaf Atm*. 2008 May;12(2):161–8.
30. Ozgoren M, Erdogan U, Bayazit O, Taslica S, Oniz A. Brain asymmetry measurement using EMISU (embedded interactive stimulation unit) in applied brain biophysics. *Comput Biol Med*. 2009 Oct;39(10):879–88.
31. Jasper HH. The Ten-Twenty Electrode System of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1958;10:371–5.

32. Berry RB, Gamaldo CE, Harding SM, Brooks R, Lloyd RM, Vaughn BV, et al. AASM Scoring Manual Version 2.2 Updates: New Chapters for Scoring Infant Sleep Staging and Home Sleep Apnea Testing. *J Clin Sleep Med JCSM Off Publ Am Acad Sleep Med*. 2015 Nov 15;11(11):1253–4.
33. Kocaaslan S, Öniz A, Özgören M. Uykuda işitsel uyarılma potansiyelleri. Auditory evoked potentials in sleep [Internet]. 2010 [cited 2019 Aug 8]; Available from: <http://adudspace.adu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11607/1908>
34. Kocaaslan S, Öniz A, Özgören M. Bispektral İndeks Işığında Uyku Elektrofizyolojisi. *Turk Klin J Med Sci*. 2009;29(6):1421–9.
35. Pratt H, Berlad I, Lavie P. “Oddball” event-related potentials and information processing during REM and non-REM sleep. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol*. 1999 Jan;110(1):53–61.
36. Hull J, Harsh J. P300 and sleep-related positive waveforms (P220, P450, and P900) have different determinants. *J Sleep Res*. 2001 Mar;10(1):9–17.
37. Öniz A, Gündücü Ç, Bayazıt O, Özgören M. Dokunsal olay ilişkili yanıtlar ışığında öğrenme sürecinin irdelenmesi. The assessment of learning through the scope of somatosensory event related potentials [Internet]. 2009 [cited 2019 Aug 8]; Available from: <http://adudspace.adu.edu.tr:8080/xmlui/handle/11607/1956>
38. Ibáñez AM, Martín RS, Hurtado E, López V. ERPs studies of cognitive processing during sleep. *Int J Psychol J Int Psychol*. 2009 Aug;44(4):290–304.
39. Harsh J, Voss U, Hull J, Schrepfer S, Badia P. ERP and behavioral changes during the wake/sleep transition. *Psychophysiology*. 1994 May;31(3):244–52.
40. Ogilvie RD, Simons IA, Kuderian RH, MacDonald T, Rustenburg J. Behavioral, event-related potential, and EEG/FFT changes at sleep onset. *Psychophysiology*. 1991 Jan;28(1):54–64.

41. Colrain IM, Di Parsia P, Gora J. The impact of prestimulus EEG frequency on auditory evoked potentials during sleep onset. *Can J Exp Psychol Rev Can Psychol Exp*. 2000 Dec;54(4):243–54.
42. Bastuji H, García-Larrea L. Evoked potentials as a tool for the investigation of human sleep. *Sleep Med Rev*. 1999 Mar;3(1):23–45.
43. Colrain IM, Campbell KB. The use of evoked potentials in sleep research. *Sleep Med Rev*. 2007 Aug;11(4):277–93.
44. Campbell KB, Colrain IM. Event-related potential measures of the inhibition of information processing: II. The sleep onset period. *Int J Psychophysiol Off J Int Organ Psychophysiol*. 2002 Dec;46(3):197–214.
45. Plihal W, Weaver S, Mölle M, Fehm HL, Born J. Sensory processing during early and late nocturnal sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1996 Sep;99(3):247–56.
46. Laurino M, Menicucci D, Piarulli A, Mastorci F, Bedini R, Allegrini P, et al. Disentangling different functional roles of evoked K-complex components: Mapping the sleeping brain while quenching sensory processing. *NeuroImage*. 2014 Feb 1;86:433–45.
47. Colrain IM, Crowley KE. Chapter 11 Evoked potentials during non-REM sleep: utility and functional significance. In: Guilleminault C, editor. *Handbook of Clinical Neurophysiology* [Internet]. Elsevier; 2005 [cited 2019 Feb 27]. p. 125–35. (Handbook of Clinical Neurophysiology; vol. 6). Available from: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156742310970036X>
48. de Lugt DR, Loewy DH, Campbell KB. The effect of sleep onset on event related potentials with rapid rates of stimulus presentation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1996 Jun;98(6):484–92.
49. Crowley K, Trinder J, Colrain IM. An examination of evoked K-complex amplitude and frequency of occurrence in the elderly. *J Sleep Res*. 2002 Jun;11(2):129–40.

50. Atienza M, Cantero JL, Escera C. Auditory information processing during human sleep as revealed by event-related brain potentials. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol*. 2001 Nov;112(11):2031–45.
51. Nielsen-Bohlman L, Knight RT, Woods DL, Woodward K. Differential auditory processing continues during sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1991 Oct;79(4):281–90.
52. Salisbury null, Squires null, Ibel null, Maloney null. Auditory event-related potentials during stage 2 NREM sleep in humans. *J Sleep Res*. 1992 Dec;1(4):251–7.
53. Colrain IM, Webster KE, Hirst G. The N550 component of the evoked K-complex: a modality non-specific response? *J Sleep Res*. 1999 Dec;8(4):273–80.
54. Bastien C, Campbell K. Effects of rate of tone-pip stimulation on the evoked K-Complex. *J Sleep Res*. 1994 Jun 1;3(2):65–72.
55. Bastien C, Campbell K. The evoked K-complex: all-or-none phenomenon? *Sleep*. 1992 Jun;15(3):236–45.
56. Niiyama Y, Fushimi M, Sekine A, Hishikawa Y. K-complex evoked in NREM sleep is accompanied by a slow negative potential related to cognitive process. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol*. 1995 Jul;95(1):27–33.
57. Cote KA, de Lugt DR, Langley SD, Campbell KB. Scalp topography of the auditory evoked K-complex in stage 2 and slow wave sleep. *J Sleep Res*. 1999 Dec;8(4):263–72.

8. EKLER

Ek 1. Katılımcılara Uygulanan Form ve Ölçekler

Ek 1.1. Aydınlatılmış Onam Formu

“FARKLI BİLİNÇ DURUMLARINDA BEYİN YANITLILIĞI VE BEYİNDE GÖRÜLEN HEMODİNAMİK DEĞİŞİMLERİN İNCELENMESİ”

GÖNÜLLÜ BİLGİLENDİRME FORMU KAYIT BİLGİLENDİRME BASAMAKLARI

- Uyku sırasında beyin elektriksel aktivitenizi ve beynin ön bölgesinde meydana gelen oksijenlenmeyi ölçen bir kayıt yapacağız.
- Randevu tarihinizde en geç saat 21:00'de laboratuvarımızda bulunmanız gerekmektedir.
- Bir gece uyku laboratuvarımızda yatacağınız için; pijama, terlik, v.s. gibi kişisel ihtiyaçlarınızı yanınızda getirmeniz gerekmektedir.
- Öncelikle sizi gürültüden arındırılmış özel bir odaya alacağız.
- Bu odada sizi rahat bir yatağa yatıracağız. Çekim süresince yalnız olacaksınız. Odada bir mikrofon ve kamera ile iletişimi sağlayacağız.
- Kayıt için başınıza ucunda kabloları bulunan özel bir kayıt bonesi takılacak. Bu boneden iyi kayıt alabilmek için deliklerine bir miktar jel sıkılacak. Ancak bu jel cildinize zarar vermeyecek ve suyla kolayca yıkanabilecektir.
- Ayrıca bir gözünüzün kenarına göz kırpmalarınızı fark edebilmemiz için iki özel kablo cilde zarar vermeyecek şekilde geçici olarak özel bir macunla tutturulacaktır.
- Kayıt süresince size dokunsal uyarılar verilecektir. Parmağınıza verilen havanın basıncı sizi rahatsız etmeyecek düzeyde olacak, sağlığınıza herhangi bir zarar vermeyecek özellikte olacaktır.
- Kayıt farklı bölümlerden oluşacaktır. Siz uyuduğunuz sürece bu bölümler ard-arda uygulanacaktır. Toplam kayıt süresi yaklaşık sekiz saattir.
- Ayrıca herhangi bir zaman arzu ettiğinizde bize seslendiğinizde mikrofon sayesinde içeriden sizi duyacağız.
- Çekim uyku saatinizde dikkate alınarak saat 22:00-24:00 arasında başlayacak ve ertesi gün 07:00-08:00'de sonlanacaktır.
- Kayıt sonrasında biz sizin bonenizi çıkarıp, kolayca temizlenmenizi sağlayacağız.

**“UYKU VE UYANIKLIK SÜRECİNDE BEYİN YANITLILIĞI VE BEYİNDE
GÖRÜLEN HEMODİNAMİK DEĞİŞİMLER”**

GÖNÜLLÜ UYGULAMA BİLGİLENDİRME FORMU

Uykuda bilgi işleme süreçleri esnasında, beyinde oluşan değişikliklerin neler olduğu halen bilim dünyası tarafından tam açıklanamamaktadır. Bu çalışmada temel amaç; uyku sürecinde farklı uyaran tiplerine (işitsel, dokunsal) karşı oluşan beyin yanıtlarını araştırmaktır. Çalışmaya toplam 30 bireyin katılması planlanmaktadır. Tüm çalışmaya katılan kişilerde beyin elektrik aktivitesi, hiçbir ağırlı girişim yapılmadan kaydedilecek ve bilgisayar işlemlerinden geçirildikten sonra değerlendirilecektir. Herhangi bir yan etkisi ya da bireye zararı bulunmayan bu işlemler için gerekli masraflar size veya güvencesi altında olduğunuz resmi veya özel hiçbir kurum veya kuruluşa ödetilmeyecektir.

Bu çalışma bilimsel bir çalışma olup, size doğrudan bir fayda sağlamamaktadır. Gönüllü bu çalışmayı ret etme ya da araştırma başladıktan sonra devam etmeme hakkına sahiptir. Araştırmacı da gönüllünün kendi rızasına bakmadan, olguyu araştırma dışı bırakabilir.

Bu araştırmada yer aldığımız süre içerisinde kayıtlarımızın yanı sıra ilişkili sağlık kayıtlarınız ve kişisel bilgileriniz kesinlikle gizli kalacaktır. Bununla birlikte kayıtlarınız kurumun yerel etik komitesine ve Sağlık Bakanlığına açık olacaktır. Çalışma verileri herhangi bir yayın ve raporda kullanılırken isminiz kullanılmayacak ve veriler izlenerek size ulaşılmayacaktır.

GÖNÜLLÜNÜN BEYANI

..... tarafından “Farklı Bilinç Durumlarında Beyin Yanıtlılığı ve Beyinde Görülen Hemodinamik Değişimlerin İncelenmesi” isimli bir araştırmanın yapılacağı bana belirtildi. Araştırmanın amacı ve uygulanma biçimi ile riskleri ve tıbbi bilgilerimle ilgili gizliliğin sağlanacağı konusunda yeterli açıklama yapıldı. Araştırma sırasında temas kuracağım telefon numaraları verildi. İstedğim zaman kendisi ile temasa geçebilirim. İstedğim zaman araştırmadan çekilebileceğimi biliyorum. “Yukarıda gönüllüye araştırmadan önce verilmesi gereken bilgileri okudum. Bunlar hakkında bana yazılı ve sözlü açıklamalar yapıldı. Bu koşullarla söz konusu klinik araştırmaya kendi rızamla, hiçbir baskı ve zorlama olmaksızın katılmayı kabul ediyorum”.

Gönüllünün

Adı:

Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

Tarih:

İmza:

Tanıgım

Adı:

Soyadı:

Adresi:

Telefonu:

Tarih:

İmza:

Araştırmacının

Adı: Gonca

Soyadı: İnanç

Adresi: DEÜ Tıp Fakültesi Biyofizik AD

Telefonu: 0232 412 44 81

Tarih:

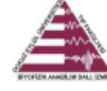
İmza:

Görüşme tarihi ve saati;

Ek 1.2. Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOFİZİK ANABİLİM DALI
35340 Balçova, İzmir
Telefon: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



KİŞİSEL BİLGİ FORMU

Tarih:/...../.....

1. Adı-Soyadı:

2. Doğum Tarihiniz:/...../.....

3. Cinsiyetiniz ☐ Bayan ☐ Bay

4. Medeni haliniz ☐ Evli ☐ Bekar ☐ Boşanmış

5. Adres :

İlçe/İl Tel (Ev/İş): Tel (Cep):

E-mail:

6. Eğitim durumunuz:

☐ Okur-yazar değil ☐ İlköğretim ☐ Lise ☐ Üniversite ☐ Lisansüstü

7. En son mezun olduğunuz veya okumakta olduğunuz bölümünüz? (Lise veya fakülte branşınızı yazınız.)

8. Mesleğiniz:

☐ Memur ☐ İşçi ☐ Serbest meslek ☐ Öğrenci ☐ Diğer.....

9. Boyunuz: 10. Vücut ağırlığınız:

Hastalık öyküsü

11. Geçirmiş olduğunuz önemli hastalık, kaza ve ameliyatlar (Özellikle ruhsal, nörolojik veya kronik; Hangi tarihte):

1.
2.
3.

12. Tedavisini görmekte olduğunuz hastalıklar:

Hastalık Adı:	İlaç Adı:	Doz Miktarı:
.....		
.....		
.....		

13. Soygeçmiş (Aile üyelerinin geçirmiş olduğu ruhsal, nörolojik ve kronik hastalıklar):

.....

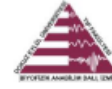
Alışkanlıklar (sigara/alkol/ madde kullanımı/ keyif verici ilaç):

14. Sigara içiyor musunuz?

☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (18. soruya geçiniz)

15. Düzenli olarak sigara içmeye kaç yaşında başladınız?/başlamıştınız?

16. Kaç adet sigara içiyorsunuz?/içiyordunuz? Günde...../Haftada...../Ayda.....



17. Sigara içmeyi ne kadar zaman önce bıraktınız?
18. Düzenli olarak alkol kullanıyor musunuz (Haftada 3 gün ve üstü =Düzenli kullanım)?
☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (22. soruya geçiniz)
19. Düzenli olarak alkol içmeye kaç yaşında başladınız/başlamıştınız?
20. Alkol kullanım miktarınız nedir? Günde...../Haftada...../Ayda.....
21. Alkol kullanmayı ne zaman bıraktınız?
22. Keyif verici madde kullanıyor musunuz?
☐ Evet ☐ Bıraktım ☐ Hayır (26. soruya geçiniz)
23. Düzenli olarak bu maddeyi içmeye kaç yaşında başladınız/başlamıştınız?
24. Madde kullanım miktarınız nedir? Günde...../Haftada...../Ayda.....
25. Bu maddeyi içmeyi ne zaman bıraktınız?
26. Görme sorunuz var mıdır? ☐ Evet(Varırsa açıklayınız):..... ☐ Hayır
27. İşitme sorunuz var mıdır? ☐ Evet(Varırsa açıklayınız):..... ☐ Hayır
28. El tercihi anket sonucunu yazınız: ☐ Sağ ☐ Sol :
29. Genellikle gece kaçta yatarsınız?
30. Uykuya dalmanız kaç dakika sürer?
31. Sabahları kaçta uyanırsınız?
32. Ortalama kaç saat uyursunuz? (Yataktaki geçirdiğiniz süreyi değil tam uyku süresini yazınız).....
33. Son bir ay içerisinde kaç kez uykuya dalmanız 30 dakikadan uzun sürdü?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla
34. Son bir ay içerisinde kaç kez gece yarısı ya da sabah çok erken uyandınız?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla
35. Son bir ay içerisinde kaç kez tuvalet ihtiyacınız için uyandınız?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla
36. Son bir ay içerisinde kaç kez rahat nefes alamadığınız için uyandınız?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla
37. Son bir ay içerisinde kaç kez öksürdüğünüz ya da yüksek sesle horladığınız için rahatsız uyudunuz?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla
38. Son bir ay içerisinde kaç kez çok üşüdüğünüz için rahatsız uyudunuz?
☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla



DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
BİYOFİZİK ANABİLİM DALI
35340 Balçova, İzmir
Telefon: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



39. Son bir ay içerisinde kaç kez çok terlediğiniz için rahatsız uyudunuz?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

40. Son bir ay içerisinde kaç kez kabus gördüğünüz için rahatsız uyudunuz?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

41. Son bir ay içerisinde kaç kez ağrınız olduğu için rahatsız uyudunuz?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

42. Son bir ay içerisinde kaç kez nedeniyle rahatsız uyudunuz?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

43. Son bir ay için uyku kalitenizi nasıl değerlendirirsiniz?

- ☐ Çok iyi ☐ Oldukça iyi ☐ Oldukça kötü ☐ Çok kötü

44. Son bir ay içerisinde uyumak için ne sıklıkta ilaç aldınız?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

45. Son bir ay içerisinde günlük aktiviteleriniz sırasında (araç kullanırken, yemek yerken, sosyal aktivitelerde vs.) uyanık kalmak için zorlandığınız oldu mu? Kaç kez?

- ☐ Hiç ☐ Haftada bir defadan az ☐ Haftada bir ya da iki defa ☐ Haftada üç ya da daha fazla

46. Son bir ay içerisinde işlerinizi yaparken isteksizlik hissettiğiniz için zorlandığınız oldu mu?

- ☐ Hiç ☐ Çok az ☐ Oldukça ☐ Çok büyük

Anketimize katıldığınız için teşekkür ederiz.

KAYITLARA GELİRKEN:

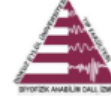
- Denemeye katılacağınız günün akşamında alkol veya herhangi bir ilaç kullanmamanız ve uykunuzu yeterli miktarda almanız gerekmektedir.
- Saçınızın temiz olması ve yanınızda tıraşınızın veya fişmanızın bulunması önemlidir.
- Denemeye geleceğiniz gün karnınızın aç veya açını tok olmaması ve en az 2 saat öncesinden çay-kahve-sigara içiminin durdurulması gerekmektedir.
- Herhangi bir endişeniz veya sorunuz olursa bölüm çalışanlarından bilgi edininiz.

Ek 1.3. Psikolojik Belirti Tarama Testi (SCL-90R)



Ad ve Soyad:

Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı
35340 Balçova, İzmir
Tel: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 89



Tarih:...../...../20.....

Saat:.....

SCL-90-R

Aşağıda zaman zaman herkeste olabilecek yakınma ve sorunların bir listesi vardır. Lütfen her birini dikkatlice okuyunuz. Sonra her bir durumun, bugün de dahil olmak üzere son on beş gün içinde sizi ne ölçüde huzursuz ve tedirgin ettiğini göz önüne alarak, cevap kağıdında belirtilen tanımlamalardan (Hiç / Çok az / Orta derecede / Oldukça fazla / İleri derecede) uygun olanının (yalnızca bir seçeneğin) altındaki parantez arasına bir (x) işareti koyunuz. Düşüncenizi değiştirseniz ilk yaptığınızı tamamen silmeyi unutmayınız. Lütfen anlamadığınız bir cümleyle karşılaştığınızda uygulamacıya danışınız.

	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
1. Baş ağrısı	()	()	()	()	()
2. Sinirlilik ya da içinin titremesi	()	()	()	()	()
3. Zihinden atamadığınız, yineleyici, hoş gitmeyen düşünceler	()	()	()	()	()
4. Baygınlık veya baş dönmesi	()	()	()	()	()
5. Cinsel arzu ve ilginin kaybı	()	()	()	()	()
6. Başkaları tarafından eleştirilme duygusu	()	()	()	()	()
7. Herhangi bir kimsenin düşüncelerimizi kontrol edebileceği fikri	()	()	()	()	()
8. Sorunlarınızdan pek çoğu için başkalarının suçlanması gerektiği duygusu	()	()	()	()	()
9. Olayları anımsamada güçlük	()	()	()	()	()
10. Dikkatsizlik veya sakarlıkla ilgili endişeler	()	()	()	()	()
11. Kolayca gücenme, rahatsız olma hissi	()	()	()	()	()
12. Göğüs veya kalp bölgesinde ağrılar	()	()	()	()	()
13. Caddelerde veya açık alanlarda korku hissi	()	()	()	()	()
14. Enerjinizde azalma veya yavaşlama hali	()	()	()	()	()
15. Yaşamınızın sonlanması düşünceleri	()	()	()	()	()
16. Başka kişilerin duymadıkları sesleri duyma	()	()	()	()	()
17. Titreme	()	()	()	()	()
18. Çoğu kişiye güvenilmemesi gerektiği hissi	()	()	()	()	()
19. İştah azalması	()	()	()	()	()
20. Kolayca ağlama	()	()	()	()	()
21. Karşı cinsten kişilerle utangaçlık ve rahatsızlık hissi	()	()	()	()	()
22. Tuzaga düşürülmüş veya yakalanmış olma hissi	()	()	()	()	()
23. Bir neden olmaksızın aniden korkuya kapılma	()	()	()	()	()
24. Kontrol edilemeyen öfke patlamaları	()	()	()	()	()
25. Evden dışarı yalnız çıkma korkusu	()	()	()	()	()
26. Olanlar için kendisini suçlama	()	()	()	()	()

	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
27. Belin alt kısmında ağrılar	()	()	()	()	()
28. İşlerin yapılmasında erteleme duygusu	()	()	()	()	()
29. Yalnızlık hissi	()	()	()	()	()
30. Karamsarlık hissi	()	()	()	()	()
31. Her şey için çok fazla endişe duyma	()	()	()	()	()
32. Her şeye karşı ilgisizlik hali	()	()	()	()	()
33. Korku hissi	()	()	()	()	()
34. Duygularınızın kolayca incitilebilmesi hali	()	()	()	()	()
35. Diğer insanların sizin özel düşüncelerinizi bilmesi	()	()	()	()	()
36. Başkalarının sizi anlamadığı veya hissedemeyeceği duygusu	()	()	()	()	()
37. Başkalarının sizi sevmediği ya da dostça olmayan davranışlar gösterdiği hissi	()	()	()	()	()
38. İşlerin doğru yapıldığından emin olabilmek için çok yavaş yapma	()	()	()	()	()
39. Kalbin çok hızlı çarpması	()	()	()	()	()
40. Bulantı veya midede rahatsızlık hissi	()	()	()	()	()
41. Kendini başkalarından aşağı görme	()	()	()	()	()
42. Adale (kas) ağrıları	()	()	()	()	()
43. Başkalarının sizi gözlediği veya hakkınızda konuştuğu hissi	()	()	()	()	()
44. Uykuya dalmada güçlük	()	()	()	()	()
45. Yaptığınız işleri bir ya da birkaç kez kontrol etme	()	()	()	()	()
46. Karar vermede güçlük	()	()	()	()	()
47. Otobüs, tren, metro gibi araçlarla yolculuk etme korkusu	()	()	()	()	()
48. Nefes almada güçlük	()	()	()	()	()
49. Soğuk veya sıcak basması	()	()	()	()	()
50. Sizi korkutan belirli uğraş, yer ve nesnelerden kaçınma durumu	()	()	()	()	()
51. Hiçbir şey düşünmeme hali	()	()	()	()	()
52. Bedeninizin bazı kısımlarında uyuşma, karıncalanma olması	()	()	()	()	()
53. Boğazınıza bir yumru tıkanmış olma hissi	()	()	()	()	()
54. Gelecek konusunda ümitsizlik	()	()	()	()	()
55. Düşüncelerinizi bir konuya yoğunlaştırmada güçlük	()	()	()	()	()
56. Bedeninizin çeşitli kısımlarında zayıflık hissi	()	()	()	()	()
57. Gerginlik veya çöşku hissi	()	()	()	()	()
58. Kol ve bacaklarda ağırlık hissi	()	()	()	()	()
59. Ölüm ya da ölüme düşünceleri	()	()	()	()	()
60. Aşırı yemek yeme	()	()	()	()	()

	Hiç	Çok az	Orta derecede	Oldukça Fazla	İleri derecede
61. İnsanlar size baktığı veya hakkınızda konuştuğu zaman rahatsızlık duyma	()	()	()	()	()
62. Size ait olmayan düşüncelere sahip olma	()	()	()	()	()
63. Bir başkasına vurmak, zarar vermek, yaralamak dürtülerinin olması	()	()	()	()	()
64. Sabahın erken saatlerinde uyanma	()	()	()	()	()
65. Yıkama, sayma, dokunma gibi bazı hareketleri yineleme hali	()	()	()	()	()
66. Uykuda huzursuzluk rahat uyuyamama	()	()	()	()	()
67. Bazı şeyleri kırıp dökme isteği	()	()	()	()	()
68. Başkalarının paylaşıp Kabul etmediği inanç ve düşüncelerin olması	()	()	()	()	()
69. Başkalarının yanında kendini çok sıkılgan hissetme	()	()	()	()	()
70. Çarşı, sinema gibi kalabalık yerlerde rahatsızlık hissi	()	()	()	()	()
71. Her şeyin bir yük gibi görünmesi	()	()	()	()	()
72. Dehşet ve panik nöbetleri	()	()	()	()	()
73. Toplum içinde yiyip-içerken huzursuzluk hissi	()	()	()	()	()
74. Sık sık tartışmaya girme	()	()	()	()	()
75. Yalnız bırakıldığında sinirlilik hali	()	()	()	()	()
76. Başkalarının sizi başarılarınız için yeterince takdir etmediği duygusu	()	()	()	()	()
77. Başkalarıyla birlikte olunan durumlarda bile yalnızlık hissetme	()	()	()	()	()
78. Yerinizde duramayacak ölçüde huzursuzluk duyma	()	()	()	()	()
79. Değersizlik duygusu	()	()	()	()	()
80. Size kötü bir şey olacaktıymış duygusu	()	()	()	()	()
81. Bağırma ya da eşyaları fırlatma	()	()	()	()	()
82. Topluluk içinde bayılacağınız korkusu	()	()	()	()	()
83. Eğer izin verirsiniz insanların sizi sömüreceği duygusu	()	()	()	()	()
84. Cinsiyet konusunda sizi çok rahatsız eden düşüncelerin olması	()	()	()	()	()
85. Günahlarınızdan dolayı cezalandırılmanız gerektiği düşüncesi	()	()	()	()	()
86. Korkutucu türden düşünce ve hayaller	()	()	()	()	()
87. Bedeninizin ciddi bir rahatsızlık olduğu düşüncesi	()	()	()	()	()
88. Başka bir kişiye asla yakınlık duyamama	()	()	()	()	()
89. Suçluluk duygusu	()	()	()	()	()
90. Aklınızda bir bozukluğun olduğu düşüncesi	()	()	()	()	()

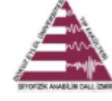
Not:

Güncelleme : 16.11.2007

Ek 1.4. Durumluk Anksiyete Değerlendirme Ölçeği (STAI-TX1)



Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı
35340 Balçova, İzmir
Tel: 0 232 412 44 81 Faks: 0 232 412 44 85



Adı Soyadı:

....../....../20....
Saat:

STAI FORM TX-1

YÖNERGE: Aşağıda kişilerin kendilerine ait duygularını anlatmada kullandıkları bir takım ifadeler verilmiştir. Her ifadeyi okuyun, sonra da nasıl hissettiğinizi ifadelerin sağ tarafındaki parantezlerden uygun olanını karalamak suretiyle belirtin. Doğru ya da yanlış cevap yoktur. Herhangi bir ifadenin üzerinde fazla zaman sarf etmeksizin anında nasıl hissettiğinizi gösteren cevabı işaretleyin.

	Hiç	Biraz	Çok	Tamamıyla
1. Şu anda sakinim	(1)	(2)	(3)	(4)
2. Kendimi emniyette hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
3. Şu anda sinirlerim gergin	(1)	(2)	(3)	(4)
4. Pişmanlık duygusu içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
5. Şu anda huzur içindeyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
6. Şu anda hiç keyfim yok.	(1)	(2)	(3)	(4)
7. Başıma geleceklerden endişe ediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
8. Kendimi dinlenmiş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
9. Şu anda kaygılıyım.	(1)	(2)	(3)	(4)
10. Kendimi rahat hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
11. Kendime güvenim var.	(1)	(2)	(3)	(4)
12. Şu anda asabım bozuk.	(1)	(2)	(3)	(4)
13. Çok sinirliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
14. Sinirlerimin çok gergin olduğunu hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
15. Kendimi rahatlamış hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
16. Şu anda halimden memnunum.	(1)	(2)	(3)	(4)
17. Şu anda endişeliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
18. Heyecandan kendimi şaşkına dönmüş hissediyorum.	(1)	(2)	(3)	(4)
19. Şu anda sevinçliyim.	(1)	(2)	(3)	(4)
20. Şu anda keyfim yerinde	(1)	(2)	(3)	(4)

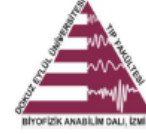
Durumluk kaygı puanı:

Güncelleme : 13.01.2009

Ek 1.5. Edinburgh El Tercihi Anketi



Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı
35340 Balçova, İzmir



Telefon : 0 232 412 44 81 Faks : 0 232 412 44 89

El Kullanımı Testi

Adı Soyadı :

Yaş :

Cinsiyet : Kadın () Erkek ()

Sağ veya sol elinizi hangi işlemlerde kullandığınızı bilmek istiyoruz. Lütfen her işlemde kullandığınız ele göre 'sol' veya 'sağ' hanesini işaretleyin. Mesela yazı yazarken, genellikle sağ ama ara sıra sol elinizi kullanıyorsanız, her iki haneye bir X yapın. Daima sağ elinizi kullanıyorsanız, XX yazın. Diğer soruları aynı şekilde cevaplandırın.

		Sol	Sağ
1	Yazmak		
2	Çizmek		
3	Taş Atmak		
4	Makas kullanmak		
5	Dış fırçası kullanmak		
6	Bıçak kullanmak		
7	Kaşık kullanmak		
8	Süpürge kullanmak (üst el)		
9	Kibrit çakmak		
10	Kutunun kapağını açmak		

$$LQ = \frac{\sum R - \sum L}{\sum R + \sum L} \times 100$$

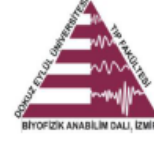
LQ = _____

Ek 1.6. Epworth Uyku Skalası



Dokuz Eylül Üniversitesi
Tıp Fakültesi
Biyofizik Anabilim Dalı

35340 Balçova, İzmir
Telefon : 0 232 412 44 81 Faks : 0 232 412 44 89



EPWORTH UYKULULUK TESTİ

ADI :

TARİH :

SOYADI :

DOĞUM TARİHİ :

CİNSİYETİ :

Aşağıdaki durumlarda son aylarda uyuklama veya uyuma ihtimalinize göre en uygun rakamı işaretleyiniz.

- 0 ► Hiçbir zaman uyuklamadım
- 1 ► Bazen uyuklarım \ uyurum
- 2 ► Genellikle uyuklarım \ uyurum
- 3 ► Sıklıkla uyuklarım \ uyurum

- Otururken ve okurken	0 1 2 3
- Oturmuş televizyon seyredirken	0 1 2 3
- Topluluk içinde aktif olmadan otururken	0 1 2 3
- Arabada yolcu olarak 1 saat aralıksız seyahat ederken	0 1 2 3
- Öğleden sonra şartlar uygun olduğunda ve uzandığımda	0 1 2 3
- Otururken ve birisi ile konuşurken	0 1 2 3
- Alkolsüz yemek sonrası sakin otururken	0 1 2 3
- Araba kullanırken trafik tıkanıldığında	0 1 2 3

TOPLAM :

/24

Güncelleme: 11/05/12

Ek 1.7. Kayıt Bilgi Formu

KAYIT BİLGİ FORMU

DEU Protokol No:.....

Tarih: / / 20...

BYF Protokol No:.....

Sayı : 20... /

Adı Soyadı: Cinsiyet: Yaş: Başlama Saati: :

Tıbbi Geçmiş:

Kullanılan İlaçlar:

Sigara (Pasif İçici?):

Alkol:

Kahve/Çay:

Şimdi:

Yemek:

Uyku:

(Önceki gece?):

Son Mens Tarihi?..... / / [] Düzenli [] Düzensiz [] Menapoz (OKS?.....)

Tansiyon:..... mmHg / mmHg

İzole Oda Ortalama Sıcaklığı/Nem (kayıt başı):.....⁰C

Diğer Notlar :

İzole Oda Ortalama Sıcaklığı/Nem(kayıt sonu):.....⁰C

Boy:

Yağ:

Su:

Kas:

Kemik:DENEYSEL KURULUM

EEG Bonesi: Model: [] Elektrot No: [] Boyut:

Inion-Nasion Mesafesi:.....cm Kafatası Çevresi:.....cm

Ölçümler: [] BIS [] Termal kayıt [] Micro EEG [] PSG [] fNIR [] Diğer

(.....)

Kamera: [] Termal Kamera [] Standart Kamera

Önemli Notlar:

Kişi Görüşü:

Bitiş Saati: :

Operatör(ler):

Ek 2. Etik Kurul Rapor

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	2514 -GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ AKADEMİK AMAÇLI ☐
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Farklı Bilişç Durumlarında Beyin Yantıtlığı ve Beyinde Görülen Hemodinamik Değişimlerin İncelenmesi
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr.Adile ÖNİZ Biyofizik A.D
	DESTEKLEYİCİ VE AÇIK ADRESİ	-
	DESTEKLEYİCİNİN YASAL TEMSİLCİSİ VE ADRESİ	-
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒ ÇOK MERKEZLİ ☐

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili		
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐	İngilizce ☒	Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒	İngilizce ☐	Diğer ☐

KARAR BİLGİLERİ	Karar No:2016/06-03	Tarih:03.03.2016
	Prof.Dr.Adile ÖNİZ'in sorumlusu olduğu "Farklı Bilinç Durumlarında Beyin Yantıtlılığı ve Beyinde Görülen Hemodinamik Değişimlerin İncelenmesi" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.	
ETİK KURUL BİLGİLERİ		
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu	
ETİK KURUL ÜYELERİ		

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsi yet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Banu ÖNVURAL (Başkan)	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ş.Reyhan UÇKU (Başkan Yardımcısı)	Halk Sağlığı	DEU Tıp Fakültesi Halk Sağlığı A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Nejat SARIOSMANOĞLU	Kalp Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ece BÖBER	Pediyatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Vesile ÖZTÜRK	Nöroloji	DEU Tıp Fakültesi Nöroloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Sevinç ERASLAN	Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Mukaddes GÜMÜŞTEKİN	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Ayşe Aydan ÖZKÜTÜK	Tıbbi Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Nihal GELECEK	Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Müge KIRAY	Fizyoloji	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Şeyda SEREN İNTEPELER	Hemşirelik Yönetimi	DEU Hemşirelik Fakültesi Hemşirelik Yönetimi A.D	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Sefa KIZILDAĞ	Tıbbi Biyoloji ve Genetik	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyoloji ve Genetik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Sevda ÖZKARDEŞLER	Anesteziyoloji	DEU Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D.	Kadın	E ☐	H ☒	
Uzm.Dr.Ahmet Can BİLGİN	Hukuk	DEU Tıp Tarihi ve Etik A.D	Erkek	E ☐	H ☒	
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	DEU Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐	H ☒	

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURUL KARARI

Sayın Prof.Dr. Adile Özgören

Araştırmanıza ilişkin Kurulumuz kararı aşağıda sunulmuştur.

Bilgilerinizi ve gereğini rica ederiz.

ETİK KOMİSYONUN ADI	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU
AÇIK ADRES	Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanlığı 2. Kat İnciraltı-İZMİR
TELEFON	0 232 412 22 54-0 232 412 22 58
FAKS	0 232 412 22 43
E-POSTA	etikkurul@deu.edu.tr

BAŞVURU BİLGİLERİ	DOSYA NO:	4793-GOA
	ARAŞTIRMA	UZMANLIK TEZİ ☐ MÜNFERİT ARAŞTIRMA ☐ ÖÇM ☐ YÜKSEKLİSANS ☐ DOKTORA ☒
	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Dokunsal Uyarılara Beyin Yanıtları: Elektroensefalografi ve Bispektral İndeks Sistemi Işığında Yeniden İnceleme
	ARAŞTIRMA PROTOKOL KODU	
	SORUMLU ARAŞTIRMACI ÜNVANI/ADI/SOYADI ve UZMANLIK ALANI	Prof.Dr. Adile Özgören Biyofizik A.D.
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☐ ÇOK MERKEZLİ ☒

DEĞERLENDİRİLEN BELGELER	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	ARAŞTIRMA İLE İLGİLİ LİTERATÜR	Mevcut		Türkçe ☐ İngilizce ☒ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU	Mevcut		Türkçe ☒ İngilizce ☐ Diğer ☐

	Karar No:2019/14-01	Tarih:12.06.2019				
KARAR BİLGİLERİ	Prof.Dr. Adile Özgören'in sorumlusu olduğu "Dokusal Uyarılara Beyin Yanıtları: Elektroensefalografi ve Bispektral İndeks Sistemi Işığında Yeniden İnceleme" isimli klinik araştırmaya ait başvuru dosyası ve ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş, etik açıdan çalışmanın gerçekleştirilmesinin uygun olduğuna oy birliği ile karar verilmiştir.					
ETİK KURUL BİLGİLERİ						
ÇALIŞMA ESASI	Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu İşleyiş Yönergesi İyi Klinik Uygulamaları Kılavuzu					
ETİK KURUL ÜYELERİ						
Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet	Araştırma ile ilişkili mi?		İmza
Prof.Dr.Sadık Kıvanç METİN (Başkan)	Kalp ve Damar Cerrahisi	DEU Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Serkan YENER (Başkan Yardımcısı)	Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Arzu GENÇ	Nörolojik Fizyoterapi - Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon	DEU Fizik Tedavi ve Rehabilitasyon Yüksek Okulu	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr. Sermin ÖZKAL	Tıbbi Patoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Patoloji A.D	Kadın	E ☐	H ☒	
Prof.Dr.Pınar TUNCEL	Tıbbi Biyokimya	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Nil Hocaoglu AKSAY	Tıbbi Farmakoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Farmakoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Murat BEKTAŞ	Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	DEU Hemşirelik Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Hemşireliği	Erkek	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Tufan ÇANKAYA	Tıbbi Genetik	Tıbbi Genetik Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Ayfer DAYI	Davranış Fizyolojisi	DEU Tıp Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı	Kadın	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Korcan DEMİR	Pedatrik Endokrinoloji	DEU Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Doç.Dr.Mahmut Cem ERGON	Tıbbi Mikrobiyoloji	DEU Tıp Fakültesi Tıbbi Mikrobiyoloji Anabilim Dalı	Erkek	E ☐	H ☒	
Öğr.Gör.Dr.Kıvanç YÜKSEL	Biyoistatistik ve Tıbbi Bilişim	Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Biyoistatistik ve Bilişim A.D	Erkek	E ☐	H ☒	Katılmadı
Av.Esra FIRTINA	Avukat	DEU Rektörlüğü Hukuk Müşavirliği	Kadın	E ☐	H ☒	
Mehmet Erhan ÖZKUL	Sağlık mensubu olmayan üye	D.E.U Tıp Fakültesi İdari Mali İşler	Erkek	E ☐	H ☒	

Ek 3. Arbis Formatında Özgeçmiş



GONCA İNANÇ

Kişisel Bilgiler

İletişim Bilgileri

Kimlik Numarası	34252796176
Doğum Tarihi	12/05/1985
İletişim Adresi	DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ BİYOFİZİK ANABİLİM DALI
Telefon	(232) 412 44 95
E-posta	gonca.inanc@gmail.com
Web Adresi	

Eğitim Bilgileri

17 Eylül 2012 - Şu Anda (7 yıl) Doktora, Doktora, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, BİYOFİZİK (DR) Diploma Numarası: - Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 4.0 / 4.0
01 Şubat 2010 - 01 Eylül 2012 (2 yıl 8 ay) Yüksek Lisans, Tezli Program, DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, BİYOFİZİK (YL) (TEZLİ) Tez Başlığı: Uyku Sürecinde Ağsız Dokunsal Uyarılara Karşı Beyinde Oluşan Yanıtlar Tez Konusu: Uykuda Uyanılmış Potansiyeller Altında Ağsız Dokunsal Uyarılara Karşı Beyinde Oluşan Elektrofizyolojik Yanıtları İncelemektir. Tarih: 2012 Tez Danışmanı: ADİLE ÖZGÖREN Diploma Numarası: 924 Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 3.73 / 4.0
01 Eylül 2008 - 01 Temmuz 2009 (11 ay) Yüksek Lisans, Tezsiz Program, MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, FİZİK ÖĞRETMENLİĞİ (YL) (TEZSİZ) Diploma Numarası: 273 Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 85.18 / 100.0
20 Haziran 2004 - 20 Haziran 2008 (4 yıl 1 ay) Lisans, İkinci Öğretim, MANİSA CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ, TÜRKİYE FEN-EDEBİYAT FAKÜLTESİ, FİZİK BÖLÜMÜ Diploma Numarası: 587 Ağırlıklı Genel Not Ortalaması: 61.84 / 100.0

Deneyim / İşyeri Bilgileri

01 Ocak 2012 - Şu Anda (7 yıl 9 ay) (Tam Zamanlı) ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ, ARAŞTIRMA GÖREVLİSİ, DİĞER (Dokuz Eylül Üniversitesi)

Yabancı Dil Bilgileri

İNGİLİZCE (Okuma: İyi, Yazma: İyi, Konuşma: İyi)
--

Ar-Ge Yetkinlik

Kitaplar

M. ÖZGÖREN, A. ÖZGÖREN & G. İNANÇ, Biyomedikal Açından Beyinde Biyoelektriksel İşaretler, O. KOÇAK & O. EROĞUL [Editörler], Biyomedikal Mühendisliği ve Uygulamaları(221 - 240), TÜRKİYE: EMO, 11 Nisan 2019, Kitapta Bölüm.

Makaleler

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, S. TAŞLICA, Ç. GÜDÜCÜ & M. ÖZGÖREN, Sleep is a Refreshing Process: An fNIRS Study, *Frontiers in Human Neuroscience*, 2019, 1662-5161, 13, 160, 1-9.

İ. ERGÖNÜL, G. İNANÇ, S. TAŞLICA & A. ÖZGÖREN, Time Estimation and Risk Taking Behavior in Type A Personality, *Journal of Basic and Clinical Health Sciences*, 2019, 25647288.

S. AVCI, B. BAYRAM, G. İNANÇ, N. GÖREN, M. ÖZGÖREN, A. ÖZGÖREN & N. ÇOLAK ORAY, Evaluation of the compliance between EEG monitoring (Bispectral Index™) and Ramsey Sedation Scale to measure the depth of sedation in the patients who underwent procedural sedation and analgesia in the emergency department, *Ulusal Travma ve Acil Cerrahi Dergisi-Turkish Journal of Trauma Emergency Surgery*, 2018, 1306-696X.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Non-Hızlı Göz Hareketi Uykuda Elektroensefalografi ve Bispektralindeks Sistemi İlişkisi, *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 2018, 2148-1504, 5, 4, 98-98.

İ. ERGÖNÜL, G. İNANÇ, S. TAŞLICA, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, The Effect of Appetitive Daytime Napping on Cognitive Functions, *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 2018, 2148-1504, 5, 2, 27-30.

G. İNANÇ, S. TAŞLICA, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, How brain responses change depending on time during sleep?, *SLEEP MEDICINE*, 2017, 1389-9457, 40, 141.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Investigation of non-painful tactile stimuli via bispectral index system during sleep, *SLEEP MEDICINE*, 2017, 1389-9457, 40, 248.

A. ONİZ, G. İNANÇ, C. GUDUCU & M. ÖZGÖREN, Brain responsiveness to non-painful tactile stimuli prior and during sleep, *SLEEP AND BIOLOGICAL RHYTHMS*, 2016, 1446-9235, 14, 1, 87-96.

A. ONİZ, G. İNANÇ, C. GUDUCU & M. ÖZGÖREN, Explicit and implicit memory during sleep, *SLEEP AND BIOLOGICAL RHYTHMS*, 2015, 1446-9235, 13, 4, 380-386.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Ağrısız Dokunsal Uyarılar ve Uyku, *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 2014, 21481504, 1, 1, 9-15.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Variations of Simple Somatosensory Evoked Potentials in the First and Second Halves of Sleep, *Journal of Turkish Sleep Medicine*, 2014, 21481504, 1, 3, 77-81.

Bildiriler

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, NREM Uykuda EEG ve BIS İlişkisi, Sözlü Sunum, 19. Ulusal Uyku Tıbbi Kongresi ve 6. Ulusal Uyku Tıbbi Tekniker ve Teknisyenliği Kongresi, 26 Eylül 2018, 30 Eylül 2018, 98 - 98.

İ. ERGÖNÜL, G. İNANÇ, S. TAŞLICA & A. ÖZGÖREN, A Tipi Kişilik Yapısında Risk Alma Davranışı ve Zaman Algısı ile İlişkisi: Ön Bulgular, Poster Sunumu, Beyin Biyofiziği III. Çalıştayı:İnsan Faktörü, 26 Nisan 2018, 27 Nisan 2018.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, G. İNANÇ, A. ELVAN, İ. S. SATOĞLU, Ö. AKÇALI, M. ÖZGÖREN, İ. E. ŞİMŞEK & A. ÖZGÖREN, Adölesan İdiyopatik Skolyozu Olan Hastalarda İşitsel Sistem Lateralizasyonu, Poster Sunumu, Beyin Biyofiziği Çalıştayı: İnsan Faktörü, 26 Nisan 2018, 27 Nisan 2018.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, A. ELVAN, G. İNANÇ, İ. S. SATOĞLU, Ö. AKÇALI, A. ÖZGÖREN & İ. E. ŞİMŞEK, Adölesan İdiyopatik Skolyozun Dengenin Limitleri (Los) Üzerine Etkisi, Poster Sunumu, Beyin Biyofiziği Çalıştayı: İnsan Faktörü, 26 Nisan 2018, 27 Nisan 2018.

Y. ŞENDÜLGER, S. ADALI, F. KILIÇ, G. AKIN, İ. ERGÖNÜL, G. İNANÇ, S. TAŞLICA & M. ÖZGÖREN, Görev Sırasında Verilen Görsel ve İşitsel Uyarıların Sürdürülebilir Dikkat Performansı Üzerinde Etkisi, Poster Sunumu, Beyin Biyofiziği III. Çalıştayı: İnsan Faktörü, 26 Nisan 2018, 27 Nisan 2018.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & İ. ERGÖNÜL, İnsan Faktörü'nde Bilişsel Ölçümler, Sözlü Sunum, Beyin Biyofiziği III. Çalıştayı:İnsan Faktörü, 26 Nisan 2018, 27 Nisan 2018.

İ. ERGÖNÜL, G. İNANÇ, S. TAŞLICA, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Gündüz Uykusunun Reaksiyon Zamanı Üzerindeki Etkisi, Sözlü Sunum, 18. Ulusal Uyku Tıbbi Kongresi, 26 Ekim 2017, 29 Ekim 2017.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Uykuda Dokunma Duyusunun Algılanması, Davetli Konuşmacı, 18. Ulusal Uyku Tıbbi Kongresi, 26 Ekim 2017, 29 Ekim 2017.

G. İNANÇ, S. TAŞLICA, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, How Brain Responses Change Depending on Time During Sleep?, Sözlü Sunum, World Sleep Congress 2017, 07 Ekim 2017, 11 Ekim 2017.

M. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & A. ÖZGÖREN, Investigation of Non-painful tactile stimuli via Bispectral Index System during Sleep, Sözlü Sunum, World Sleep Congress 2017, 07 Ekim 2017, 11 Ekim 2017.

M. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, S. TAŞLICA & A. ÖZGÖREN, Do Objective markers of Vigilance Exist?, Davetli Konuşmacı, 2017 ISSTA Annual Assembly of Members and 5th International Sleep Science and Medicine Expert Forum, 08 Ekim 2017, 08 Ekim 2017.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, İ. ERGÖNÜL & M. ÖZGÖREN, Investigation of brain with objective and subjective methods during sleep and wakefulness processes, Davetli Konuşmacı, 2017 ISSTA Annual Assembly of Members and 5th International Sleep Science and Medicine Expert Forum, 08 Ekim 2017, 08 Ekim 2017.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, G. İNANÇ, A. ELVAN, A. ÖZGÖREN, İ. E. ŞİMŞEK, İ. S. SATOĞLU, Ö. AKÇALI & M. ÖZGÖREN, Behavioral level changes of brain asymmetries in AIS patients after conservative treatment: a preliminary study, Poster Sunumu, SOSORT 2017, 04 Mayıs 2017, 06 Mayıs 2017.

G. İNANÇ, B. AKÇAY BAYRAKTAR, M. ÖZGÖREN, A. ELVAN, Ö. AKÇALI, İ. S. SATOĞLU, İ. E. ŞİMŞEK & A. ÖZGÖREN, Electrophysiological responses relates to visual perception in patients with adolescent idiopathic scoliosis, Poster Sunumu, SOSORT 2017, 04 Mayıs 2017, 06 Mayıs 2017.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, A. ELVAN, G. İNANÇ, A. ÖZGÖREN, İ. S. SATOĞLU, Ö. AKÇALI & İ. E. ŞİMŞEK, How does the conservative treatment effect postural control mechanisms in patients with adolescent idiopathic scoliosis?, Poster Sunumu, SOSORT 2017, 04 Mayıs 2017, 06 Mayıs 2017.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, Ç. GÜDÜCÜ & M. ÖZGÖREN, Objective Tactile Electrophysiology during Sleep, Davetli Konuşmacı, 4th International Sleep Medicine & Science Expert Forum, 15 Nisan 2017, 17 Nisan 2017.

G. İNANÇ, S. TAŞLICA, E. Ş. BALCIOĞLU, F. KARAAĞAÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Genlik ve Frekans Analizi ile Uykuda Ağrınsız Dokunsal Uyarıların İncelenmesi: Ön Bulgular, Sözlü Sunum, 20.Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, 03 Kasım 2016, 05 Kasım 2016.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Farklı Biliş Durumlarında Ağrınsız Dokunsal Olay İlişkili Potansiyeller, Sözlü Sunum, 7. Dünya Uyku Federasyonu Kongresi ve 16. Türk Uyku Tıbbı Derneği Kongresi, 31 Ekim 2015, 03 Kasım 2015.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Topological distribution of non-painful tactile evoked potentials, Poster Sunumu, 7th World Congress of the World Sleep Federation, 31 Ekim 2015, 03 Kasım 2015.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, A. ELVAN, G. İNANÇ, M. SELMANİ, M. ÖZGÖREN, A. ÖZGÖREN & İ. E. ŞİMŞEK, Adolesan İdiyopatik Skolyozlu Hastalarda Konservatif Tedavi Gravite Merkezindeki Değişimleri Nasıl Etkilemektedir?, Sözlü Sunum, Uluslararası Katılımlı 9. Ulusal Protez-Ortez Kongresi, 22 Ekim 2015, 24 Ekim 2015.

B. AKÇAY BAYRAKTAR, G. İNANÇ, A. ELVAN, M. ÖZGÖREN, İ. E. ŞİMŞEK & A. ÖZGÖREN, Adolesan İdiyopatik Skolyozlu Hastalara Elektrofizyolojik Bakış, Poster Sunumu, Uluslararası Katılımlı 9. Ulusal Protez-Ortez Kongresi, 22 Ekim 2015, 24 Ekim 2015.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Uyku Süreçlerine Yeni Bir Bakış, Sözlü Sunum, 15. ULUSAL UYKU TIBBİ KONGRESİ & 3. ULUSAL UYKU TIBBİ TEKNİSYENLİĞİ KONGRESİ, 01 Kasım 2014, 05 Kasım 2014.

A. ÖZGÖREN, Ç. GÜDÜCÜ, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Uykunun Bellek Konsolidasyonuna Etkisi, Davetli Konuşmacı, 15. ULUSAL UYKU TIBBİ KONGRESİ & 3. ULUSAL UYKU TIBBİ TEKNİSYENLİĞİ KONGRESİ, 01 Kasım 2014, 05 Kasım 2014.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Sleep and Sleepiness: How to Get More Out of Vigilance Measure, Davetli Konuşmacı, 8th Asian Sleep Research Society Congress, 22 Eylül 2014, 24 Eylül 2014.

B. YELDELEN, B. N. YETİM, B. Y. (K. O. KULLANICI), O. YAĞDI, K. A. MUTLUGÜLEÇLER, G. İNANÇ & A. ÖZGÖREN, Uykuda Dokunsal ve İşitsel Uyarılara Karşı Oluşan Beyin Yanıtlarının İncelenmesi, Poster Sunumu, VII. Özel Çalışma Modülü Sempozyumu, 19 Eylül 2014, 19 Eylül 2014.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, N. EVİRGİN & M. ÖZGÖREN, Beyin Yanıtlılığı ve Vijilans Ölçümleri, Davetli Konuşmacı, 39. Ulusal Fizyoloji Kongresi, 10 Eylül 2014, 14 Eylül 2014.

M. ÖZGÖREN, S. TAŞLICA, Ç. GÜDÜCÜ, G. İNANÇ & A. ÖZGÖREN, Farklı Biliş Durumlarında Beyin Ölçümü, Davetli Konuşmacı, 39. Ulusal Fizyoloji Kongresi, 10 Eylül 2014, 14 Eylül 2014.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Non-Painful Tactile Stimulation in NREM Sleep, Davetli Konuşmacı, Kickoff Sempozyum, 26 Mayıs 2013, 28 Mayıs 2013.

A. ÖZGÖREN, Ç. GÜDÜCÜ, S. TAŞLICA, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Uygulamalı Biyofizik: Dokuz Eylül Üniversitesi Örnekleri, Davetli Konuşmacı, 1. ODTÜ Sinirbilim Günleri, 16 Şubat 2013, 17 Şubat 2013.

A. ÖZGÖREN, E. KISACIK, Ç. GÜDÜCÜ, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Uyarılanmış Bellek Bataryası: Uykuda Bellek Ölçümü, Sözlü Sunum, 13.ULUSAL UYKU TIBBİ KONGRESİ, 12 Aralık 2012, 16 Aralık 2012.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Uykuda Dokunsal Uyarılar: Beyin Asimetrisi, Sözlü Sunum, 13.ULUSAL UYKU TIBBİ KONGRESİ, 12 Aralık 2012, 16 Aralık 2012.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Brain Responsiveness to Non-Painful Tactile Stimulation in Different Sleep Stages, Poster Sunumu, The 7th Asian Sleep Research Society Congress, 30 Kasım 2012, 02 Aralık 2012.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Uyku Süreçlerinde Ağrısız Dokunsal Uyarılara Beyin Yanıtları, Sözlü Sunum, 17. Biyomedikal Mühendisliği Ulusal Toplantısı, 03 Kasım 2012, 05 Kasım 2012.

M. ÖZGÖREN, Ç. GÜDÜCÜ, T. BEZİRCİOĞLU, G. İNANÇ & A. ÖZGÖREN, Multimodal Sensory Evoked Potentials in Blind, Deaf and Healthy Individuals, Sözlü Sunum, 16th World Congress of Psychophysiology, 13 Eylül 2012, 17 Eylül 2012.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ, T. BEZİRCİOĞLU, M. TETİK & M. ÖZGÖREN, Non-Painful Tactile Responses During Sleep, Sözlü Sunum, 16th World Congress of Psychophysiology, 13 Eylül 2012, 17 Eylül 2012.

A. ÖZGÖREN, G. İNANÇ & M. ÖZGÖREN, Event Related Potentials via Non-Painful Tactile Stimuli in Sleep, Poster Sunumu, 21st Congress of the European Sleep Research Society, 04 Eylül 2012, 08 Eylül 2012.

G. İNANÇ, M. ÖZGÖREN & A. ÖZGÖREN, Yüzeysel Uykuda Dokunsal Uyarılara Karşı Beyin Yanıtlılığı, Sözlü Sunum, 12. Ulusal Uyku Tıbbi Kongresi, 21 Ekim 2011, 25 Ekim 2011.

Ödüller

Üniversite, Kurum veya Kuruluşların Verdiği Ödüller, Ulusal, En İyi 7 Bildiri Ödülü, En İyi Bildiri, Ödül Alınan Kurum: Türk Uyku Tıbbi Derneği (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 05 Kasım 2014.

Üniversite, Kurum veya Kuruluşların Verdiği Ödüller, Ulusal, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Mezuniyet İkincilik Ödülü, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Mezuniyet İkincilik Ödülü, Ödül Alınan Kurum: SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ, TÜRKİYE, 21 Aralık 2012.

Üniversite, Kurum veya Kuruluşların Verdiği Ödüller, Ulusal, 13. Ulusal Uyku Tıbbi Kongresi Araştırma Sunu Birincilik Ödülü, En İyi Araştırma, Ödül Alınan Kurum: Türk Uyku Tıbbi Derneği (Sistemde kayıtlı olmayan kuruluş), TÜRKİYE, 16 Aralık 2012.

TÜBİTAK Burs ve Destekleri

Proje Bilgileri

1085113, Duyusal Engelli Bireylerde Beyin Plastisite ve Kapasite Kullanımının Elektrofizyolojik İrdelenmesi, 1001 - Araştırma, Burslu, Sonuçlandı, ARDEB, SBAG - Sağlık Bilimleri Araştırma Destek Grubu, Projeye Katılma/Ayrılma Tarihleri: 01.01.2011 - 15.05.2011, Proje Başlangıç/Bitiş Tarihleri: 15.05.2008 - 15.05.2011.

1188283, Beynin Gizemli Dünyasına Yolculuk, Bilim ve Toplum, Eğitimci, Sonuçlandı, BİLİM TOPLUM, Bilim Ve Toplum Programları Müdürlüğü, Projeye Katılma/Ayrılma Tarihleri: 03.12.2018 - 03.06.2019, Proje Başlangıç/Bitiş

Ek 4. Tez Projesi ile İlişkili Yayın ve Bildiriler

TY1. İnanc G, Özgören M, Öniz A, "Ağrısız Dokunsal Uyarılar ve Uyku", Journal of Turkish Sleep Medicine, 1/1/9-15/2014

TY2. İnanc G, Özgören M, Öniz A, "Basit Dokunsal Uyarılma Potansiyellerinin Uykunun İlk ve İkinci Yarısında Değişimleri", Journal of Turkish Sleep Medicine, 2014;3:77-81, 2014

TY3. Oniz A, Inanc G, Guducu C, Ozgoren M, "Brain Responsiveness to Non-painful Tactile Stimuli Prior and During Sleep", Sleep and Biological Rhythms, 14/1/87-96/2016

TY4. İnanc G, Özgören M, Öniz A, "Uykuda Dokunma Duyusunun Algılanması", "Türk Uyku Tıbbı Dergisi, 2017; 4: 123-123", 18. Ulusal Uyku Tıbbı Kongresi, Bodrum, Ekim 2017

TY5. Öniz A, İnanc G, Ergönül İ, Özgören M, "Investigation of brain with objective and subjective methods during sleep and wakefulness processes", 2017 ISSTA Annual Assembly of Members and 5th International Sleep Science and Medicine Expert Forum, Çekya, Ekim 2017

TY6. İnanc G, Taşlıca S, Özgören M, Öniz A, "How Brain Responses Change Depending on Time During Sleep?", World Sleep Congress 2017, Çekya, Ekim 2017

TY7. Özgören M, İnanc G, Öniz A, "Investigation of Non-painful tactile stimuli via Bispectral Index System during Sleep", World Sleep Congress 207, Çekya, Ekim 2017

TY8. İnanc G, Özgören M, Öniz A, "NREM Uykuda EEG ve BİS İlişkisi", "Journal of Turkish Sleep Medicine, 5;4: 98, 2018", 19. Ulusal Uyku Tıbbı Kongresi ve 6. Ulusal Uyku Tıbbı Tekniker ve Teknisyenliği Kongresi, İstanbul, Eylül 2018

TY9. Oniz A, Inanc G, Taslica S, Guducu C, Ozgoren M, "Sleep is a Refreshing Process: An fNIRS Study", Frontiers in Human Neuroscience, 14/05/2019



Ağrısız Dokunsal Uyarılar ve Uyku

Non-Painful Tactile Stimuli and Sleep

Gonca İnanç, Murat Özgören*, Adile Öniç*

Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

*Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Uyku ve Bilinç Durumları Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye

Özet

Giriş: Çalışmanın amacı uyku sırasında uygulanan ağrısız dokunsal uyarılara karşı beyinde oluşan elektrofizyolojik yanıtları incelemektir.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 15 sağlıklı gönüllü birey (8 kadın, yaş ortalamaları: 22,13±1,41) katılmıştır. Kayıtlar, NuAmps 40 kanallı kayıt sistemi, pnömatik uyarıcı ünitesi (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), Embedded Microcontroller Stimulation Unit (EMISU), video kayıt sistemi ve analiz bilgisayarı gibi ek teknik donanım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sabit basınçta (140 kPa) ağrısız uyarılar sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanmıştır. Parmaklardan birine seyrek uyarılar olarak uygulama yapılmıştır (%25). Sürekli elektroensefalografi (EEG), elektrookülografi (EOG), elektromiyografi (EMG) kayıtları Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AASM) kurallarına göre uyku evrelerine ayrılmıştır. Somatosensoryel öncelikli alanlar olarak C3 ve C4 elektrotlarında meydana gelen yanıtlar incelenmiştir. İstatistiksel analizlerde bağımlı gruplarda t testi kullanılmıştır.

Bulgular: Yüzeysel ve derin uykuda hem seyrek hem de sık uygulanan uyarılara karşı N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç dalga formları açıkça gözlenmiştir. Sağ elde, her iki uyarana karşı elde edilen yanıtlar birbirine benzer olarak bulunmuştur.

Sonuç: Uykuda beyin yanıtıllığı sürmekte ancak elektrofizyolojik yanıt paterni değişiklik göstermektedir. Ayrıca, uykuda yönlendirilmiş dikkat, uyarıyı ayırt etme, çalışan bellek gibi süreçlerin istemli olarak kullanılamaması her iki uyarana karşı olan yanıtın birbirine benzer olmasına neden olmaktadır. (JTSM 2014;1:9-15)

Anahtar Kelimeler: Uyku, elektroensefalografi, dokunsal olay ilişkili potansiyel, elektrofizyoloji

Summary

Introduction: The aim of this study is to examine electrophysiological responses in the brain to painless somatosensory stimulation during sleep.

Materials and Methods: Fifteen healthy volunteers (8 female, with mean age: 22.13±1.41) participated in the study. Recordings were carried out using NuAmps 40 channeled recording system, pneumatic stimulation unit (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), Embedded Microcontroller Stimulation Unit (EMISU), and additional equipment such as video recording system and analysis computer. Painless air pressure stimulation was applied at constant pressure rate to the fore and middle fingers of the right hand. Infrequent oddball stimulation was applied to one of the fingers (%25 of the time). Continuous electroencephalography (EEG), electrooculography (EOG) and electromyography (EMG) recordings were sorted into sleep phases according to the guidelines set by the American Academy of Sleep Medicine (AASM). Responses recorded from the C3 and C4 electrodes were examined as somatosensory regions of priority. Paired samples T-tests were used for statistical analysis.

Results: N100, P200, N300, P450, N550, P900 Nlate wave forms were clearly observed for both frequent and infrequent stimuli in light and deep sleep. Responses to both target and non-target stimuli on the right hand were found to be similar to each other.

Discussion: Brain responsiveness continues in sleep; however electrophysiological response pattern can vary. Furthermore as processes such as directed attention, stimulus discrimination and working memory cannot be voluntarily employed during sleep; responses to both kinds of stimuli are similar to one another. (JTSM 2014;1:9-15)

Key Words: Sleep, electroencephalography, somatosensory event related potential, electrophysiology

Giriş

Tarih boyunca uyku ile ilgili çalışmalara rastlamak mümkündür. Richard Caton'ın tavşan beyinde elektriksel ritimlerin varlığını göstermesinden sonra Hans Berger insan beyinde yaptığı çalışmalar ile uyku ve uyanıklık arasındaki farkları göstermiştir. 1938 yılında Loomis ve ark.'nın yaptıkları çalışmalar ile polisomnografinin (PSG) temeli atılmıştır (1).

PSG ile uykuda meydana gelen fizyolojik, psikolojik, patolojik değişiklikleri ve uykunun yapısını araştırmak mümkündür. PSG'de elektroensefalografi (EEG), elektrookülografi (EOG) ve elektromiyografi (EMG) uyku evrelerinin belirlenmesinde kullanılan temel bileşenlerdir. Bu bileşenlerin dışında solunumsal parametreler, kan basıncı, horlama, vücut pozisyonu gibi parametreler ise uyku bozukluklarının tanımlanmasında kullanılmaktadır (2). PSG sistemi ile alınan kayıtlar standart uyku skorlama yöntemi ile evrelere ayrılır. Günümüzde uyku evrelerini belirlemede Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AASM, American Academy of Sleep Medicine) kuralları kullanılmaktadır (3).

Uyanıklık, uyku, koma, anestezi gibi farklı bilinç durumlarında beyin kendiliğinden (spontan) gelişen elektriksel etkinlikleri elektroensefalografi ile takip edilebilir. Beynin Etiği kitabında doğum, fetusun 5-6 haftalık döneminde (40-43 gün) beyin ilk elektriksel aktivitesinin saptanmasıyla tanımlanırken; ölüm ise tüm dünyada beyin elektriksel aktivitesinin durması ile tanımlanmaktadır (4).

Beyin dinamik çalışan ve iç, dış uyarılarla uyarılabilir bir organdır. Beynin işlerliğini anlamak için beş duyuya ait uyarılarla bilişsel işlevleri ölçmeye ait deney desenleri ile elektrofizyolojik yanıtlardaki değişim incelenebilir. En sık kullanılan deney desenleri uyarılma potansiyelleri ve olay ilişkili potansiyellerdir. Olay ilişkili potansiyellerden en sık kullanılan ise seyrek uyarı deney deseni (5). Dokunsal uyarılar ile yapılan çalışmalar daha çok ağrılı uyarılar, laser uyarı veya vibrasyondan oluşmaktadır (6,7).

Uyanık süreçlerde uygulanarak temel veri gruplarının oluştuğu ve klasik kullanımda olan bu ölçümlerin uyku, anestezi altında beyin, koma vb. farklı bilinç durumlarında kullanılması ile beyin bilgi işleme araştırmaları son yıllarda hız kazanmıştır. Uyku sırasında beyin dış dünya ile iletişiminin kesilmediği ve uyanıklıktan farklı olarak işlendiği bilinmektedir (8). Literatürde uykuda bilgi işleme ile yapılan çalışmalarda genellikle uyarılma potansiyelleri ve olay ilişkili potansiyeller kullanılmakta ve uyku sırasında uyarılara verilen beyin yanıtları temel alınarak incelenmektedir.

Bu çalışmada amaç; uyku süreçlerinde seyrek uyarı deney deseniye karşı beyin yanıtlarının incelenmesidir.

Gereç ve Yöntem

Çalışma için Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan izin alınmıştır. Çalışmaya sağ eli baskın 15 sağlıklı gönüllü (8 kadın, yaş ortalaması: 22,13±1,41) katılmıştır. Katılımcılar Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Uyku Dinamiği Araştırma Laboratuvarı'nda bir gece uyumuşlardır ve ilk gece kayıtlarıdır. Gönüllülere uygulanan testler; Edinburgh El Tercihi Testi, uyku kalitelerini ve gündüz aşırı uykululuk durumlarını değerlendirmek için ise Pittsburgh Uyku Kalite İndeksi (PUKI), Epworth Uyku Skalası, ruhsal açıdan çalışmaya katılmalarına engel olabilecek sorunları belirlemek amacıyla STAI Form TX-1 (Anlık Anksiyete

Ölçeği) ve SCL-90R (Belirti Tarama) testleri uygulanmıştır. Herhangi bir nörolojik, psikiyatrik, kronik ve uyku bozukluğu tanısı alan bireyler çalışmadan dışlanmıştır.

Katılımcılar elektromanyetik dalga ve sestten yalıtılmış özel bir odada uyumuşlardır. Kayıt sırasında oda, katılımcıların bilgisi ve izni dahilinde kamera ile izlenmiştir.

Kayıtlar, NuAmps 40 kanallı kayıt sistemi, gömülü mikrokontrollü uyarı ünitesi (Embedded Microcontroller Stimulation Unit-EMISU), pnömatik uyarıcı ünitesi (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), video kayıt sistemi ve EEG bonesi, analiz bilgisayarı gibi ek teknik donanım kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Katılımcıların kafalarına uygun büyüklükteki EEG kepi (Quick Cap, Neuromedical Supplies) kullanılmış ve uluslararası Jasper 10-20 sistemine göre bireylerin kafalarına yerleştirilmiştir. Kepte bulunan elektrotlar ile saçlı deri arasındaki iletkenliği sağlamak için elektrojel (ECI Electro-Gel, ElectroCap International, Inc., ABD) kullanılmıştır. EEG elektrotları kulak memelerine takılan elektrotlar ile referanslanmıştır [(A1+A2)/2]. Kayıt sırasında elektrotların empedansları ortalama 5 kOhm civarında tutulmuştur. Sürekli EEG kaydı 1 kHz'lik örneklem hızı ile alınmıştır.

Ağrısız dokunsal uyarılar için pnömatik uyarıcı ünitesi (4-D Neuroimaging Somatosensory Stimulus Generator) kullanılmıştır. Uyarıların uygulanabilmesi için parmağa temas yüzeyinde ortalama 8-9 mm çapında hareketli zar bulunan klipsler kullanılmıştır. Bu zar katılımcıların sağ el işaret ve orta parmak pulpalarına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Klipsler izole oda dışında bulunan pnömatik uyarıcı ünitesine, ünite ise kuru hava tüpüne bağlıdır. MATLAB programında hazırlanmış deney desenine göre katılımcılara ağrısız dokunsal uyarılar uygulanmıştır. Çalışmada seyrek uyarı deney deseni kullanılmıştır. Katılımcılara her bir blokta 120 uyarı gönderilmiştir ve blok gece boyunca tekrarlanmıştır. Uyarılar ileti yollarının aynı olması nedeniyle el işaret ve orta parmağına uygulanmıştır. Uyarıların %25'i seyrek uyarı olarak bir parmağa, %75'i sık uyarı olarak diğer parmağa uygulanmıştır. Uyarılar arası süre (ISI) 3-3,5 saniye olarak seçkisiz şekilde düzenlenmiştir (Şekil 1).

EEG kayıtları kayıt sonrası değerlendirilmiştir. Uyku kayıtlarının skorlaması uluslararası Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AASM, American Academy of Sleep Medicine) kurallarına göre yapılmıştır. Otuz saniyelik zaman dilimleri göz ile tek tek incelenmiş ve evreler belirlenmiştir. N1 ve N2 yüzeysel uyku, N3 ise derin uyku olarak değerlendirilmiştir. Evreleme işleminden sonra evrelere denk gelen seyrek ve sık uyarılar ayrılmıştır. Her bir uyku evresi için uyarı öncesi 500 ms ve uyarı sonrası 2000 ms'lik kısmı içine alan süpürümler oluşturulmuştur. Söz konusu süpürümlerde EOG kanalında genliği $\pm 100 \mu V$ 'dan yüksek genliğe sahip sinyaller ayıklanmıştır. Bütün katılımcılar için elde edilen kayıtlar yatay eksen temel alınarak düzeltilmiş ve 0,5-30 Hz bant geçiren filtre ile filtrelenmiştir. Daha sonra her bir katılımcı ve uyku evresi için ortalama dosyaları oluşturulmuştur. On beş katılımcıya ait seyrek ve sık uyarılara ait grup ortalamaları ayrıca oluşturulmuştur. Elektrofizyolojik yanıtların genliklerinin ölçümünde 0-2000 ms arasındaki en büyük genlikli yanıtlar μV cinsinden ölçülmüş ve değerlendirilmiştir.

İstatistiksel analizlerde SPSS 16 programı, bağımlı gruplarda t testi kullanılmıştır. Kayıtlar kafa üzerinde 40 kanaldan alınmıştır. Ancak ağrısız dokunsal uyarılar açısından öncelikli alanlar olan C₃ ve C₄ elektrotlarına ait olay ilişkili potansiyeller incelenmiştir.

Bulgular

Çalışmada tüm gece uyku kayıtları elde edilmiştir. Ortalama uyku süresi yedi buçuk saat olup, en kısa kayıt süresi altı, en uzun kayıt süresi sekiz saattir. Sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı oluşan yanıtların genlik değerleri yüzeysel ve derin uykuda kendi içinde incelenmiştir. Oluşan elektrofizyolojik beyin yanıtlarında yedi bileşen belirgin olarak ortaya çıkmıştır.

Bu bileşenler; N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve Ngeç'tir (Şekil 2).

a) Yüzeysel Uyku

Yüzeysel uykuda, C₃ ve C₄ elektrotlarında sağ ele uygulanan seyrek uyarılara karşı oluşan yanıtların ortaya çıkma süreleri incelendiğinde N100 yanıtı uyarıdan 94 ile 208 ms sonra, P200 yanıtı uyarıdan 166 ile 262 ms sonra, N300 yanıtı uyarıdan 306 ile 386 ms sonra, P450 yanıtı uyarıdan 420 ile 542 ms sonra, N550 yanıtı uyarıdan 474 ile 688 ms sonra, P900 yanıtı uyarıdan 640 ile 878 ms sonra, Ngeç yanıtı uyarıdan 968 ile 1200 ms sonra gözlenmiştir. Sık uyarılara karşı oluşan yanıtlar incelendiğinde ise N100 yanıtı uyarıdan

Tablo 1. Yüzeysel ve derin uykuda sağ ele uygulanan seyrek (t) ve sık (nt) uyarılara karşı beyinde oluşan yanıtların ms cinsinden ortaya çıkma süreleri (Y: Yüzeysel Uyku, D: Derin Uyku).

Elektrotlar	Evreler	Uyarılar	N100	P200	N300	P450	N550	P900	Ngeç
C ₃	Y	Sık Uyarı	132-234	182-294	290-366	404-526	522-738	640-844	1012-1184
		Seyrek Uyarı	122-208	172-262	310-360	436-494	474-684	674-878	980-1200
	D	Sık Uyarı	134-166	176-230	278-388	408-550	522-752	630-938	906-1098
		Seyrek Uyarı	102-252	176-342	290-392	458-522	550-646	650-792	960-1190
C ₄	Y	Sık Uyarı	96-208	156-302	296-376	424-526	504-748	640-782	1040-1176
		Seyrek Uyarı	94-198	166-234	306-386	420-542	474-688	640-878	968-1174
	D	Sık Uyarı	102-160	182-224	296-404	414-554	496-758	646-932	910-1100
		Seyrek Uyarı	96-272	170-342	288-372	462-532	528-706	618-796	958-1120

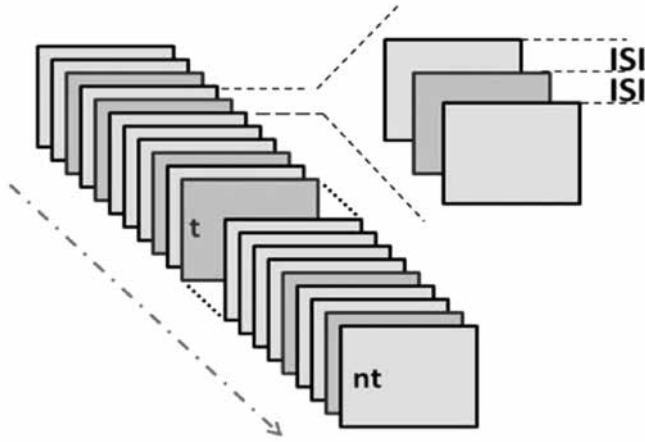
Tablo 2. Yüzeysel uykuda (N1 ve N2) sağ ele uygulanan seyrek (t) ve sık (nt) uyarılara karşı oluşan yanıtların ortalama genlik değerleri ve standart sapmaları. Genlik değerleri μV cinsindendir.

Yüzeysel Uyku								
Elektrotlar	Uyarılar	Bileşenler (μV)						
		N100	P200	N300	P450	N550	P900	Ngeç
C ₃	Sık Uyarı	-0,80±1,13	1,38±0,84	-3,82±2,53	2,00±1,69	-0,27±0,74	1,87±1,01	-2,10±1,18
	Seyrek Uyarı	-1,00±1,01	1,56±1,07	-4,14±2,04	1,79±1,78	0,19±0,76	2,11±1,17	-1,38±1,68
C ₄	Sık Uyarı	0,11±0,52	1,32±0,78	-3,46±2,27	2,00±1,69	-0,20±0,79	1,56±0,93	-1,84±1,22
	Seyrek Uyarı	-0,05±0,64	1,50±0,86	-3,57±2,09	1,62±1,40	0,20±0,93	1,88±1,24	1,78±1,13

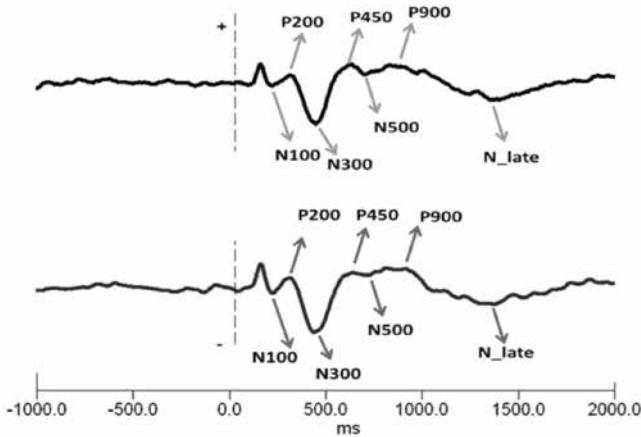
Tablo 3. Derin uykuda (N3) sağ ele uygulanan seyrek (t) ve sık (nt) uyarılara karşı oluşan yanıtların ortalama genlik değerleri ve standart sapmaları. Genlik değerleri μV cinsindendir.

Derin Uyku								
Elektrotlar	Uyarılar	Bileşenler (μV)						
		N100	P200	N300	P450	N550	P900	Ngeç
C ₃	Sık Uyarı	-1,59±1,91	1,34±1,97	-5,89±3,10	3,27±2,48	0,61±2,47	3,41±2,35	-4,59±2,92
	Seyrek Uyarı	-1,71±2,55	1,90±2,44	-5,74±2,96	4,61±1,85	0,61±2,42	2,49±2,11	4,28±2,39
C ₄	Sık Uyarı	-0,74±1,80	1,88±1,58	-4,78±3,03	2,35±2,07	0,23±2,35	3,13±1,92	-3,50±2,67
	Seyrek Uyarı	-0,90±1,76	1,83±2,40	-4,90±2,63	3,60±1,77	0,76±1,96	3,11±2,06	4,32±2,35

96 ile 234 ms sonra, P200 yanıtı 156 ile 302 ms sonra, N300 yanıtı 290 ile 376 ms sonra, P450 yanıtı 404 ile 526 ms sonra, N550 yanıtı 504 ile 748 ms sonra, P900 yanıtı 640 ile 844 ms sonra ve Ngeç yanıtı 1012 ile 1184 ms sonra gözlenmiştir (Tablo 1). Yüzeysel uykuda sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı beyinde oluşan yanıtların ortaya çıkma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır. Yüzeysel uykuda, C3 ve C4 elektrotlarında sağ ele uygulanan seyrek uyarılara karşı oluşan yanıtların genlikleri incelendiğinde N100 yanıtının genliği ortalama -0,05 ile -1,00 μV arasında, P200 yanıtının genliği ortalama 1,50 ile 1,56 μV arasında, N300



Şekil 1. Seyrek uyarı paradigmasında uyarıların uygulanma dizilimi (nt: sık uyarı, t: seyrek uyarı).



Şekil 2. Yüzeysel uykuda sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı oluşan yanıtların gösterimi, C₃ elektrodundaki potansiyeller gösterilmektedir (n=15), Uyarı anı "0,0" noktasındaki kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Yatay eksen uyarı öncesi 1000 ms, uyarı sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenidir. Düşey eksen genlik (μV) değerlerini göstermek üzere alt taraf negatif, üst taraf pozitif yönü göstermektedir.

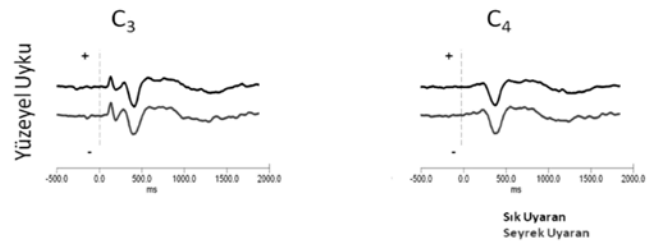
yanıtının genliği ortalama -3,57 ile -4,14 μV arasında, P450 yanıtının genliği ortalama 1,62 ile 1,79 μV arasında, N550 yanıtının genliği ortalama 0,19 ile 0,20 μV arasında, P900 yanıtının genliği ortalama 1,88 ile 2,11 μV arasında ve Ngeç yanıtının genliği ortalama -1,38 ile 1,78 μV arasında değiştiği gözlenmiştir. Sık uyarılara karşı oluşan yanıtların genlikleri incelendiğinde ise N100 yanıtının genliği ortalama -0,80 ile 0,11 μV arasında, P200 yanıtının genliği ortalama 1,32 ile 1,38 μV arasında, N300 yanıtının genliği ortalama -3,46 ile -3,82 μV arasında, P450 yanıtının genliği ortalama 2,00 μV 'da, N550 yanıtının genliği ortalama -0,20 ile -0,27 μV arasında, P900 yanıtının genliği ortalama 1,56 ile 1,87 μV arasında ve Ngeç yanıtının genliği -1,84 μV ile -2,10 μV arasında gözlenmiştir (Tablo 2).

Yüzeysel uykuda sağ ele uygulanan seyrek (t) ve sık (nt) uyarılara karşı oluşan yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Şekil 3).

b) Derin Uyku

Derin uykuda, C₃ ve C₄ elektrotlarında sağ ele uygulanan seyrek uyarılara karşı oluşan yanıtların ortaya çıkma süreleri incelendiğinde N100 yanıtı uyarıdan 96 ile 252 ms sonra, P200 yanıtı uyarıdan 170 ile 342 ms sonra, N300 yanıtı uyarıdan 288 ile 392 ms sonra, P450 yanıtı uyarıdan 458 ile 532 ms sonra, N550 yanıtı uyarıdan 528 ile 706 ms sonra, P900 yanıtı uyarıdan 618 ile 796 ms sonra, Ngeç yanıtı uyarıdan 958 ile 1190 ms sonra gözlenmiştir. Sık uyarılara karşı oluşan yanıtların ortaya çıkma süreleri incelendiğinde ise 102 ile 166 ms sonra N100 yanıtı, 176 ile 230 ms sonra P200 yanıtı, 278 ile 404 ms sonra N300 yanıtı, 408 ile 554 ms sonra P450 yanıtı, 496 ile 758 ms sonra N550 yanıtı, 630 ile 938 ms sonra P900 yanıtı ve 906 ile 1100 ms sonra Ngeç yanıtı gözlenmiştir (Tablo 3). Derin uykuda sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı beyinde oluşan yanıtların ortaya çıkma süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Derin uykuda, C₃ ve C₄ elektrotlarında sağ ele uygulanan seyrek uyarılara karşı oluşan yanıtların genlikleri incelendiğinde N100 yanıtının genliği ortalama -0,90 ile -1,71 μV arasında, P200 yanıtının genliği ortalama 1,83 ile 1,90 μV arasında, N300 yanıtının genliği ortalama -4,90 ile -5,74 μV arasında,



Şekil 3. Yüzeysel uykuda sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı oluşan beyin yanıtları C₃ ve C₄ elektrotlarındaki potansiyeller gösterilmektedir (n=15), Uyarı anı "0,0" noktasındaki kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Yatay eksen uyarı öncesi 500 ms, uyarı sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenidir. Düşey eksen genlik (μV) değerlerini göstermek üzere alt taraf negatif, üst taraf pozitif yönü göstermektedir.

P450 yanıtının genliği ortalama 3,60 ile 4,61 μV arasında, N550 yanıtının genliği ortalama 0,61 ile 0,76 μV arasında, P900 yanıtının genliği ortalama 2,49 ile 3,11 μV arasında ve Ngeç yanıtının genliği ortalama -4,28 ile -4,32 μV arasında gözlenmiştir. Sık uyarılara karşı oluşan yanıtların genlikleri incelendiğinde ise N100 yanıtı -0,74 ile -1,59 μV arasında, P200 yanıtının genliği ortalama 1,34 ile 1,88 μV arasında, N300 yanıtının genliği ortalama -4,78 ile -5,89 μV arasında, P450 yanıtının genliği ortalama 2,35 ile 3,27 μV arasında, N550 yanıtının genliği ortalama 0,23 ile 0,61 μV arasında, P900 yanıtının genliği ortalama 3,13 ile 3,41 μV arasında ve Ngeç yanıtının genliği -3,50 μV ile -4,59 μV arasında gözlenmiştir (Tablo 3).

Derin uykuda sağ ele uygulanan seyrek (t) ve sık (nt) uyarılara karşı oluşan yanıtlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmamıştır (Şekil 4).

Yüzeyel ve derin uykuda elektrofizyolojik yanıtların oluşum biçimleri değişiklik göstermesine rağmen, hem seyrek hem de sık uyarılara karşı ortaya çıkan yanıtlardaki dalga formları birbirine benzer bulunmuştur.

Tartışma

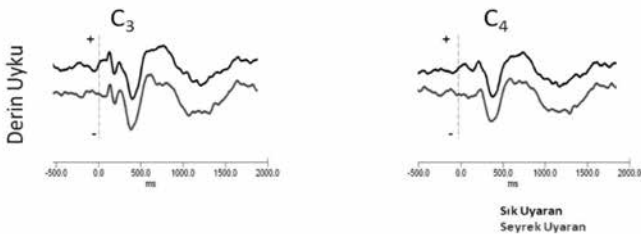
Literatürde uyanıklık sürecinde seyrek uyarı deney deseninin kullanıldığı çalışmalarda görülen P300 bileşeninin uyku başlangıcı ile kaybolduğu ve yerine NREM’de yerini uykuya özel bileşenler olan P220, N350, P450, N550 ve P900’a bıraktığı bildirilmiştir (9-11). Çalışmada literatür ile uyumlu beyin yanıtları gözlenmiştir. Uyku sürecinde beyin dinamiklerinde meydana gelen değişikliklerin uyanıklıktaki ile aynı olmadığı, beyin ile dış çevre arasındaki fonksiyonel kopukluklar ile ilgili farklı teorilerin ileri sürüldüğü bildirilmiştir (12). Uykuda, duyuşal uyarılara karşı farklılıkların oluşma nedeni olarak, uyarılara ilgi ve dikkatin uykuda tam olarak ayrılamaması gösterilmiştir (13,14). Aynı uyarının tekrar tekrar uygulandığı çalışmada N1 yanıtının genliğinde azalma olduğu gösterilmiştir (14). Magnetoensefalografi (MEG) ile yapılan bir çalışmada ise N100 bileşenin işitsel uyarılara özel karakteristik kodlama ile ilgili olduğu iddia edilmiştir (15). Uyku içciklerinin bulunduğu Evre 2’de N100 genliğinin küçüldüğü de belirtilmiştir (16). P200 bileşenin yavaş dalga uykusu sırasında diğer evrelere göre daha büyük olduğu gösterilmiş ve altında yatan

mekanizmanın uykunun derinleşmesi ile arttığı yorumu yapılmıştır (17,18). P220 genliğinin gece boyunca stabil bir halde görüldüğü belirtilmiştir (19). Literatürde seyrek uyarı deney deseninin kullanıldığı çalışmalarda, bu yanıtın hedef olmayan işitsel uyarılara karşı daha zayıf olarak ortaya çıktığı, hedef uyarılara karşı ise daha büyük genlikli elde edildiği bildirilmiştir. Hedef olmayan uyarılara karşı daha zayıf P200 elde edilmesinin nedeni olarak, aynı uyarının kısa aralıklarla ve sıkça tekrarlanması olabileceği bildirilmiştir (20). Çalışmada seyrek ve sık uyarılara karşı oluşan P200 yanıtının genliğinde anlamlı farklılık bulunmamıştır.

Olay ilişkili potansiyel çalışmalarında Evre 1, Evre 2 ve yavaş dalga uykusunda iki negatif bileşen olan N300 ve N550 bileşenleri kayıt edilmiştir (21). N300 yanıtı uyarının anlamsal içeriği ile ilişkili bulunurken, N550 yanıtı ise uyarının fiziksel özelliği ile ilişkili bulunmuştur (22). Uyku yoksunluğu sonrasında yapılan bir çalışmada N300, N550 bileşenlerinin genliklerinin arttığı gösterilmiştir. Bu nedenle bu dalga formlarındaki genlik artışının, baskılayıcı süreçleri yansıtır olabileceği yorumu yapılmıştır (23). N300 bileşeninin uyarının özelliklerine ve yoğunluğuna duyarlı olduğu ileri sürülmüştür (24). Katılımcılara kendi isimlerinin ve diğer kelimelerin olduğu deney deseninde NREM’de N350 ve N550 yanıtlarının hedef uyarılarda hedef olmayan uyarılardan büyük bulunmuştur. Bu sonuç uykuda uyarıların tanıma kapasitesini içerdiğinin kanıtı olarak gösterilmiştir (25).

N550 yanıtı K-komplekslerinin negatif bileşeni olarak kabul edilmiştir. Bunun nedeni olarak da K-kompleksleri ortalamadan çıkarıldığında bu bileşenin büyük ölçüde küçüldüğü ya da yok olduğu belirtilmiştir (26,27). N550 yanıtının, K-komplekslerinin negatif bileşeni ile ilişkili olduğu ve K-komplekslerinin de özellikle yavaş dalga uykusu öncesinde sıklaştığı bildirilmiştir (28). Bazı çalışmalarda kısa ISI sürelerinde K-komplekslerinin ortaya çıkmadığı gösterilmiştir (29,30). Uyarılar arası süre kısa olduğunda N550 genliğinin zayıfladığı ve 1,5 saniyelik uyarılar arası süre ile N550 yanıtının ortaya çıkmadığı belirtilmiştir (31). N550 bileşenlerinin K-kompleksleri ile bağlantılı olduğunu ileri sürmüşlerdir (32). N550’nin uyarının miktarı ile ilgili olduğu ileri sürülmüştür (33). Yavaş dalga uykusunda ve Evre 2’de N550 bileşeninde farklılıklar olduğu bildirilmiş ve farklı kaynaklar ile farklı yollar izlendiği, farklı aktiviteelerin yansıtıldığı ileri sürülmüştür (34).

P450 bileşeninin, N550 yanıtı varlığında görüldüğü bildirilmiştir (35). Başka bir çalışmada P450 yanıtının kararlı bir bileşen olmadığı, N350 ve N550 arasında basitçe bulunduğu, N550 yanıtı net bir şekilde ortaya çıkmadığında P450 yanıtının da görüldüğü belirtilmiştir (18). P450 bileşeni genliğinin uyarı özelliklerinden ve dikkatten etkilendiği gösterilmiştir (35). P450 bileşeni genliğinin uyarı özelliklerinden ve dikkatten etkilendiği gösterilmiştir (11,36). Evre 1 ve Evre 2’de uyarıdan 400 ms sonra ortaya çıkan pozitif bileşenin (P450) uyanıklıktaki P300 olduğu ileri sürülmüştür (35). NREM’de P300 bileşeninin olamayacağını öne sürülmüştür. P450, K-kompleksinin bileşeni olarak kabul edilmiştir (37). N550 ve P900 bileşenlerinin benzer topografik dağılıma sahip olduğu gösterilmiştir (38,39). N550 ve P900 bileşenlerinin topografik dağılımları ile ilgili çalışmada bu bileşenlerin farklı evrelerde farklı desenlere sahip olduğu gösterilmiş ve bu bileşenlerin farklı kaynaklara sahip olduğu iddia edilmiştir. P900 genliğinin uyku derinleştikçe arttığı raporlanmıştır (34).



Şekil 4. Derin uykuda sağ ele uygulanan seyrek ve sık uyarılara karşı oluşan beyin yanıtları C₃ ve C₄ elektrotlarındaki potansiyeller gösterilmektedir (n=15). Uyarı anı “0,0” noktasındaki kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Yatay eksen uyarı öncesi 500 ms, uyarı sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenidir. Düşey eksen genlik (μV) değerlerini göstermek üzere alt taraf negatif, üst taraf pozitif yönü göstermektedir.

Ağrısız dokunsal uyarılar ile yapılan çalışmada farklı frekans bantlarında yanıtlar incelenmiştir (5). Delta frekans bandında (0,5-3,5 Hz) hedef ve hedef olmayan uyarılar arasında anlamlı farklılık olduğu, ancak teta frekans bandında (4-7 Hz) hedef ve hedef olmayan uyarılara karşı oluşan yanıtlar arasında anlamlı farklılık olmadığı belirtilmiştir. Aynı çalışmada santral bölgede meydana gelen yanıtların en büyük genliğe sahip olduğu, santral ve frontal bölgelerde meydana gelen yanıtların genliklerinin oksipital, pariyetal ve temporal bölgelerde meydana gelen yanıtların genliklerinden daha büyük olduğu öne sürülmüştür (40).

Erken latanslı somatosensoriyel uyarılma potansiyellerine karşı oluşan yanıtların ve olay ilişkili potansiyel uyarılarına karşı oluşan yanıtların bilişsel işlemlemeyi yansıttığı belirtilmiştir (41). Uyanıklık ve uykuda katılımcıların sol işaret parmağına ağırlı (14-16 mA) ve ağrısız (3-4 mA) uyarıların uygulandığı çalışmada N20, P30, N130, P240 bileşenleri incelenmiştir. N130 ve P240 bileşenlerinin sadece ağırlı uyarılara uygulandığında görüldüğü ve uyku sırasında genliklerinde küçülme olduğu gösterilmiştir. N20 ve P30 bileşenlerinin ise uyarının özelliğinden etkilenmediği uyku ve uyanıklıkta genlikleri arasında fark olmadığı belirtilmiştir (42). Elektriksel uyarının uygulandığı bir çalışmada uyku ve uyanıklık süreçleri incelenmiştir. Uyanıklıkta iki farklı oturma yapılmış ve bir oturumda katılımcıların uyarıları saymaları istenirken diğer oturumda uyarılara dikkat etmemeleri istenmiştir. Söz konusu iki oturumda iki hemisferde benzer sonuçlara ulaşıldığı ve dikkat koşulunda diğer koşula göre yanıtların ortaya çıkma sürelerinde anlamlı farklılık olduğu öne sürülmüştür. Uyku sürecinde kontrol grubunun yanıtlarının ortaya çıkma sürelerinin diğer gruba göre daha erken olduğu ve ağrı bileşeni ile uyku sırasında kortikal aktivasyonun önemli derecede azaldığı bulunmuştur (43).

Yüksek ve düşük tonların uygulandığı bir çalışmada bir gruptan uyumadan önce hedef seslerde ellerini kaldırmaları istenirken, diğer grubun ise sesleri sadece dinlemeleri istenmiştir. Bu çalışmada Evre 1'in başlarında hedef uyarılara karşı oluşan yanıtlarda P300 bileşeni görülürken Evre 2'de görülmediği belirtilmiştir (11).

Literatürde bazı olay ilişkili potansiyel çalışmalarında Evre 1 dışında P300 bileşeni gösterilememiştir (44,45). Bastuji ve ark. yaptıkları bir çalışmada Evre 1'de P300 olduğunu ileri sürmüşlerdir (43). Sıklığı ve yoğunluğu çok farklı iki uyarı tipiyle yapılan bir çalışmada uyanıklıktaki P300 bileşeninin zayıflamış halde Evre 2'de görüldüğü belirtilmiştir (45).

Sonuç

Dokunsal olay ilişkili potansiyel uyarılarına karşı oluşan yanıtlar tüm kafada yaygın bir şekilde gözlenmiştir. Uykuda beyin yanıtlılığı sürmekte ancak elektrofizyolojik yanıtların oluşum biçimleri değişiklik göstermektedir. Ayrıca, uykuda yönlendirilmiş dikkat, uyarı ayırt etme, çalışan bellek gibi süreçlerin istemli olarak kullanılamaması seyrek ve sık uyarılara karşı olan yanıtların birbirine benzer olmasına neden olmaktadır.

Teşekkür

Yazarlar, deney deseninin hazırlanmasındaki katkılarından ötürü Çağdaş Güdücü ve Uğraş Erdoğan'a, kayıtların alınmasındaki desteklerinden ötürü Ecem Olçum'a, Merve Tetik'e ve Ö. Tuğçe Bezircioğlu'na teşekkür etmektedirler.

Kaynaklar

1. Gökçay B, Arda B. Tıp tarihi açısından uyku ve uyku araştırmaları. Lokman Hekim Journal 2013;3:70-8.
2. Öztura İ. Polisomnografi. Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Dergisi Uyku Bozuklukları Özel Sayısı 2005;7-12.
3. Iber C, Ancoli-Israel S, Chesson AJ, Quan SF. The AASM manual for the scoring of sleep and associated events: Rules, terminology and technical specifications. American Academy of Sleep Medicine, Westchester: Illionis. 2007.
4. Gazzaniga MS. The Ethical Brain. Dana Press, New York. 2005.
5. Öñiz A. Beyinde delta, teta ve alfa osilasyon yanıtlarının ışığında öğrenme süreçleri. DEÜ Biyofizik Doktora Tezi. 2006.
6. Terney D, Beniczky S, Varga ET, Keri S, Nagy HG, Vecsei L. The effect of sleep deprivation on median nerve somatosensory evoked potentials. Neurosci Lett 2005;383:82-6.
7. Wang X, Inui K, Qiu Y, Kakigi R. Effects of sleep on cortical responses to noxious stimuli. Int Congr Ser 2005;1278:356-62.
8. Aydın H. Uyku yapısı ve işlevi. (2008) İçinde: Karakaş S, İrkeç C, İşeri E, Karakaş HM, Yüksel N, Ankan O, Uzbay İT, Özgören M, editors. Kognitif nörobilimler. MN Medikal & Nobel, Ankara, syf: 281-302.
9. Atienza M, Cantero JL, Escera C. Auditory information processing during human sleep as revealed by event related brain potentials. Clin Neurophysiol 2001;112:2031-45.
10. Harsh J, Voss U, Hull J, Schrepfer S, Badia P. ERP and behavioral changes during the wake/sleep transition. Psychophysiology 1994;31:244-52.
11. Jones BE. Paradoxical sleep and its chemical/structural substrates in the brain. Neuroscience 1991;40:637-56.
12. Bradley C, Meddis R. Arousal threshold in dreaming sleep. Physiological Psychology 1974;2:109-10.
13. Burton S, Harsh J, Badia P. Cognitive activity in sleep and responsiveness to external stimuli. Sleep 1988;11:61-8.
14. Elberling C, Bak C, Kofoed B, Lebech J, Saermark K. Auditory magnetic fields: Source localization and "tonotopical organization" in the right hemisphere of the human brain. Scand Audiol 1982;11:61-5.
15. Elton M, Winter O, Heslenfeld D, Loewy D, Campbell K, Kok A. Event related potentials to tones in the absence and presence of sleep spindles. J Sleep Res 1997;6:78-83.
16. Colrain IM, Di Parsia P, Gora J. The impact of prestimulus EEG frequency on auditory evoked potentials during sleep onset. Can J Exp Psychol 2000;54:243-54.
17. Yang CM, Wu CS. The effects of sleep stages and time of night on NREM sleep ERPs. Int J Psychophysiol 2007;63:87-97.
18. Plihal W, Weaver S, Molle M, Fehm HL, Born J. Sensory processing during early and late nocturnal sleep. Electroencephalogr Clin Neurophysiol. 1996;99:247-56.
19. Nittono H, Momose D, Hori T. The vanishing point of the mismatch negativity at sleep onset. Clin Neurophysiol 2001;112:732-9.
20. Cote KA, Campbell KB. The effect of varying stimulus intensity on P300 during sleep. Neuroreport 1999;10:2313-8.
21. Bastuji H, Garcia-Larrea L. Evoked potentials as a tool for the investigation of human sleep. Sleep Med Rev 1999;3:23-45.
22. Peszka J, Harsh J. Effect of sleep deprivation on NREM sleep ERPs and related activity at sleep onset. Int J Psychophysiol 2002;46:275-86.
23. Bastien C, Campbell K. The evoked Kcomplex: All-or-none phenomenon? Sleep 1992;15:236-45.
24. Voss U, Harsh J. Information processing and coping style during the wake/sleep transition. J Sleep Res 1998;7:225-32.
25. Bastien C, Campbell KB. The evoked K-complex: all or none phenomenon. Sleep 1992;15:236-45.
26. Colrain IM, Webster KB, Hirst G. The N550 component of the evoked K-complex: a modality non-specific responses. J Sleep Res 1999;8:273-80.

27. Nicholas CL, Trinder J, Crowley KE, Colrain IM. The impact of slow wave sleep proximity on evoked K-complex generation. *Neurosci Lett* 2006;404:127-31.
28. Bastien C, Campbell K. Effects of rate of tone-pip stimulation on the evoked K-complex. *J Sleep Res* 1994;3:65-72.
29. Colrain IM. The K-complex: a 7-decade history. *Sleep* 2005;28:255-73.
30. Yang CM, Wu CS. The effects of sleep stages and time of night on NREM sleep ERPs. *Int J Psychophysiol* 2007;63:87-97.
31. Colrain IM, Di Parsia P, Gora J. The impact of prestimulus EEG frequency on auditory evoked potentials during sleep onset. *Can J Exp Psychol* 2000;54:243-54.
32. Colrain IM, Webster KB, Hirst G. The N550 component of the evoked K-complex: a modality non-specific responses. *J Sleep Res* 1999;8:273-80.
33. Cote KA, De Lugt DR, Langley SD, Campbell KB. Scalp topography of the auditory evoked K-complex in stage 2 and slow wave sleep. *J Sleep Res* 1999;8:263-72.
34. Nielsen-Bohman L, Knight RT, Woods DL, Woodward K. Differential auditory processing continues during sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol* 1991;79:281-90.
35. Hull, Harsh J. P300 and sleep-related positive waveforms (P220, P450, and P900) have different determinants. *J Sleep Res* 2001;10:9-17.
36. Kotchoubey B. Event-related potential measures of consciousness: two equations with three unknowns. *Prog Brain Res* 2005;150:427-44.
37. Bastien C, Campbell K. The evoked K-complex: all-or-none phenomenon? *Sleep* 1992;15:236-45.
38. Bastien C, Campbell K. Effect of rate of tone-pip stimulation on the evoked K-complex. *J Sleep Res* 1994;3:65-72.
39. Wesensten NJ, Badia AP. The P300 component in sleep. *Physiol Behav* 1988;44:215-20.
40. Nakao M, Barsky AJ, Nishikitani M, Yano E, Murata K. Somatosensory amplification and its relationship to somatosensory, auditory, and visual evoked and event-related potentials (P300). *Neurosci Lett* 2007;415:185-9.
41. Wang X, Inui K, Qiu Y, Hoshiyama M, Tran TD, Kakigi R. Effect of sleep on pain-related somatosensory evoked potentials in humans. *Neurosci Res* 2003;45:53-7.
42. Wang X, Inui K, Qiu Y, Kakigi R. Effect of sleep on cortical responses to noxious stimuli. *Neuroscience* 2004;128:177-86.
43. Bastuji H, Garcia L, Franc C, Mauguiere F. Brain processing of stimulus deviance during slow-wave and paradoxical sleep: a study of human auditory evoked responses using the oddball paradigm. *J Clin Neurophysiol* 1995;12:155-67.
44. Niiyama H, Fujiwara R, Sato N, Hishikawa Y. Endogenous components of event-related potential appearing during NREM stage 1 and REM sleep in man. *Int J Psychophysiol* 1994;17:165-74.
45. Salinbury D, Squires NK, Ibel S, Maloney T. Auditory event related potentials during stage 2 NREM sleep in human. *J Sleep Res* 1992;1:251-7.



Basit Dokunsal Uyarılma Potansiyellerinin Uykunun İlk ve İkinci Yarısında Değişimleri

Variations of Simple Somatosensory Evoked Potentials in the First and Second Halves of Sleep

Gonca İnanç*, Murat Özgören*,^{1,2} Adile Öñiz*,^{1,2}

*Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

¹Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uyku ve Bilinç Durumları Teknolojisi Uygulama ve Araştırma Merkezi, İzmir, Türkiye

²Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Uyku ve Bilinç Durumları Anabilim Dalı, İzmir, Türkiye

Özet

Giriş: Çalışmada uyku sürecinde sağ ele uygulanan ağrısız dokunsal uyarılara karşı NREM uykunun ilk ve ikinci yarısında meydana gelen beyin yanıtlarının değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Çalışmaya 16 sağlıklı gönüllü birey (9 kadın, yaş ortalamaları: 22,44±1,75) katılmıştır. Kayıtlarda NuAmps 40 kanallı [elektroensefalografi (EEG), elektrookülügrafi (EOG) ve elektromiyografi (EMG)] kayıt sistemi, Embedded Microcontroller Stimulation Unit (EMISU), pnömatik uyarıcı ünitesi (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), video kayıt sistemi ve analiz bilgisayarı kullanılmıştır. Tek tip ağrısız dokunsal uyarı katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanmıştır. Gece boyunca alınan EEG, EOG ve EMG kayıtları, kayıt sonrası Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AATA) kurallarına göre uyku evrelerine ayrılmıştır. Her bireyin toplam uyku süresi tam orta noktadan bölünerek, uyku sürelerinin ilk ve ikinci yarılarında NREM uykuda, meydana gelen değişiklikler öncelikli olarak santral bölgede yer aldığı için CZ elektrodunda incelenmiştir.

Bulgular: NREM uykuda ağrısız dokunsal uyarılara karşı oluşan beyin yanıtları incelendiğinde P50, N100, P200, N300, P450, N550, P900 ve N_{geç} yanıtları belirgin olarak gözlenmiştir. İlk ve ikinci yarıda ortaya çıkan yanıtlar karşılaştırıldığında uykunun ilk yarısında görülen P900 yanıtının latansı, ikinci yarıda görülenden kısa bulunmuştur. Genlikler incelendiğinde; N300 ve P900 yanıtlarının genlikleri uykunun ilk yarısında ikinci yarısından büyük bulunmuştur.

Sonuç: Uyku sürecinde kendi içinde farklı evreler bulunmakta ve literatürde genellikle evreler bazında araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak elde ettiğimiz sonuçlar ışığında uykuda, gecenin farklı dönemleri içinde, ağrısız dokunsal uyarılara verilen beyin yanıtını etkilediğini göstermiştir. Uykunun, evrelerin yanı sıra uyku süresinden de etkilendiği görülmüştür. (JTSM 2014;3:77-81)

Anahtar Kelimeler: Uyku, ağrısız dokunsal uyarı, NREM, elektroensefalografi

Summary

Introduction: The study aims to investigate variations in brain responses to non-painful tactile stimulation on right hand in the first and second halves of NREM sleep.

Materials and Methods: Sixteen healthy volunteers (9 female, mean age: 22.44±1.75) participated in the study. 40-channel NuAmps recording system [electroencephalography (EEG), electrooculography (EOG), and electromyography (EMG)], Embedded Microcontroller Stimulation Unit (EMISU), pneumatic stimulation unit (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), video recording system, and analysis PC were used during recordings. Single-type non-painful somatosensory stimulus was applied to the index and middle fingers of right hands of participant. All night long records of EEG, EOG, and EMG were classified into sleep stages according to American Academy of Sleep Medicine (AASM). As the variations in first and second halves of the NREM sleep were localized in central region, Cz electrode was investigated.

Results: When the brain responses to non-painful tactile stimuli in NREM sleep were investigated, P50, N100, p200, N300, P450, N550, P900, and N_{late} responses were observed. When the responses in the first and the second halves of sleep were compared, latency of P900 response in the first half was significantly shorter than that in the second half; and amplitudes of N300 and P900 responses in the first half were significantly larger than that in the second half.

Discussion: There are different stages in their sleep in the process and studies in the literature often seen where some sleep stages. However our results showed that the the time of night, during sleep, influences the brain responsiveness to non-painful tactile stimuli.. (JTSM 2014;3:77-81)

Key Words: Sleep, non-painful tactile stimulus, NREM, electroencephalography

Giriş

Uyku beyin en karmaşık ve araştırılması en zor durumlarından biridir. Uyku ile ilgili yayınlanmış ilk kitaplardan olan "The Philosophy of Sleep" de uyku, ölüm ile uyanıklık arasında kalan pasif bir dönem olarak tanımlanmış ve bu tanım 20. yüzyıla kadar geçerliliğini korumuştur (1). Literatürde uyku ile ilgili birçok tanım ve araştırma bulunmasına rağmen, uyku ile ilgili yapılan çalışmaların özellikle son yıllarda hız kazandığı görülmektedir. Günümüzde uykunun pasif bir dönem olmadığı ve uykuda beyin çevre ile bağlantısının kesilmediği, bilişsel işlevlerin uykuda da devam ettiği ve uykunun kendi içinde de değişimler gösterdiği bilinmektedir. Örneğin NREM uyku süresi toplam uykunun %75-80'ini oluşturduğu, ayrıca uykunun başlangıcında yavaş dalga uykusu süresinin fazla, REM uyku süresinin daha az olduğu ve gecenin ilerleyen dönemlerinde yavaş dalga uykusu süresinin azaldığı, REM uykusu süresinin arttığı bilinmektedir. Ancak uyku ile ilgili hala bir çok bilinmeyen vardır. Uyku araştırmalarında karşılaşılan en büyük sorunlardan biri de uyku sırasında bireylere bilişsel görevlerin verilememesi ve/veya bireylerden davranışsal yanıtların alınamamasıdır. Bu bağlamda uyku çalışmalarında genelde uyarılma potansiyelleri (UP) kullanılmaktadır. UP'ler beyin spontan aktivitesi sırasında dışarıdan verilen herhangi bir uyarana karşı oluşan yanıtlardır. Çalışmanın amacına göre dokunsal, görsel, işitsel ve koku gibi uyarılar kullanılabilir. Bu çalışmada ağrısız dokunsal uyarılar kullanılmıştır.

Çalışmada, uyku sürecinde uygulanan ağrısız dokunsal uyarılara karşı uykunun ilk ve ikinci yarısında meydana gelen beyin yanıtlarının değişiminin incelenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Katılımcılar

Çalışma Dokuz Eylül Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu'ndan alınan izin ile Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Biyofizik Anabilim Dalı, Uyku Dinamiği Araştırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Katılımcılara, kayıt öncesinde çalışma ile ilgili gerekli açıklamalar yapıldıktan sonra onamları alınmıştır. Çalışma ilk gece uyku verilerinden oluşmaktadır.

Çalışmaya 9'u kadın olmak üzere 16 sağlıklı gönüllü birey (yaş ortalamaları: 22,44±1,75) katılmıştır. Kayıtlara başlamadan önce katılımcıların el tercihlerini belirlemek için Edinburg El Kullanımı Testi, çalışmaya katılmaya engel oluşturabilecek psikolojik durumlar için de STAI Form TX-1 (Anlık Anksiyete Ölçeği) ve SCL-90-R (Belirti Tarama) testleri uygulanmıştır. Kayıt gününe kadar nörolojik, psikiyatrik, kronik hastalık ve uyku bozukluğu teşhisi almamış bireyler çalışmaya dahil edilmiştir. Katılımcıların hepsinde sağ el baskındır.

Kayıt Odası Özellikleri ve Kayıt Aşamaları

Kayıtlar izole bir odada alınmıştır. İzole oda elektromanyetik gürültünün içeri girmesini engelleyen Faraday kafesi ile örüldür. Ayrıca dış ortamdaki seslerin içeri girmesini engellemek için oda duvarları akustik malzeme ile yalıtılmıştır. Kayıt sırasında oda loş ışık ile aydınlatılmıştır. Katılımcılar ile haberleşme iki oda arasında bulunan ses sistemi ile sağlanmıştır. Kayıt boyunca oda katılımcıların bilgisi ve izni dahilinde kamera ile izlenmiştir.

Araç ve Gereçler

Kayıtlarda NuAmps 40 kanallı kayıt sistemi, Embedded Microcontroller Stimulation Unit (EMISU), pnömatik uyarıcı ünitesi (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging), video kayıt sistemi ve analiz bilgisayarı gibi ek donanım kullanılmıştır. Elektroensefalografi (EEG) kayıtları 40 kanallı kep aracılığı ile alınmıştır. EEG kanalları kulak memelerine yerleştirilen elektrotlar ile referanslandırılmıştır. Kep ile saçlı deri arasındaki iletkenliği sağlamak amacıyla elektrojel (ECI Electro-Gel) kullanılmıştır. Elektrookülügrafi (EOG) kayıtları sağ göz dış kantusa ve sol göz supraorbital alana yerleştirilen elektrotlar ile kayıt altına alınırken, elektromiyografi (EMG) kayıtları ise çene alt ve üst bölgelerine yerleştirilen elektrotlar aracılığı ile alınmıştır. Kayıt sırasında elektrotların empedansları 5 kOhm değerinde tutulmuş ve sürekli EEG kayıtları 1 kHz'lik örneklem hızı ile alınmıştır.

Uyarılar

Ağrısız dokunsal uyarılar için Pnömatik Uyarıcı Ünitesi (4-D Neuroimaging Somatosensory Stimulus Generator) kullanılmıştır. Uyarıların uygulanması uyku kayıtları için modifiye edilmiş klipsler aracılığı ile sağlanmıştır. Parmağa temas eden yüzeylerinde 8-9 mm çapında hareket edebilen zar bulunan klipsler katılımcıların parmak pulparlarına gelecek şekilde yerleştirilmiştir. Pnömatik uyarıcı ünitesi, MATLAB yazılım ortamında hazırlanmış deney desenine göre kuru hava tüpünden klipslere giden kablolarla hava ileten ve çeken bir cihazdır. Kablolar aracılığı ile klipslere gelen kuru hava zarların hareket etmesini sağlamaktadır ve parmak ucuna hafif, ağrısız bir dokunma etkisi yaratmaktadır. Çalışmada tek tip basınç uyarı iletim yolları aynı olduğu için katılımcıların sağ el işaret ve orta parmaklarına uygulanmıştır. Çalışmada uyarılma potansiyeli deney deseni kullanılmıştır (Şekil 1). Her birinde 60 uyarı bulunan bloklar gece boyunca tekrarlanmıştır. Uyarılar arası süre (ISI) 3-3,5 saniye olup, uyarıların katılımcıların parmaklarına geliş sıraları seçkisizleştirilmiştir.

Analizler

Uyku kayıtları, kayıt sonrası 30 saniyelik süpürümler içinde değerlendirilmiştir. Uyku kayıtlarının skorlaması uluslararası Amerikan Uyku Tıbbi Akademisi (AUA) kurallarına göre yapılmıştır. Öncelikli olarak uykunun ilk ve ikinci yarısında ağrısız dokunsal uyarılma potansiyeli uyarılarına karşı ortaya çıkan yanıtları incelemek amacıyla sadece NREM kayıtları incelenmiştir. Bireylerin toplam uyku süreleri tam orta noktadan bölünerek ilk ve ikinci yarı için NREM verileri incelenmiştir. EEG verileri için uyarı öncesi 1000 ms ve uyarı sonrası 2000 ms'lik kısmı içine alan süpürümler oluşturulmuştur. Bu süpürümlerde EOG kanalında genliği $\pm 100 \mu V$ 'den yüksek olan sinyaller ile gürültü içerenler ayıklanmıştır. Bütün bireyler için elde edilen kayıtlar yatay eksen temel alınarak düzeltilmiş (baseline corrected) ve dijital olarak 0,5-30 Hz bant geçiren filtre ile filtrelenmiştir. Bu işlemin ardından her bireyin ilk ve ikinci yarı uykusu için grup ortalaması dosyaları oluşturulmuştur. Elektrofizyolojik yanıtların genliklerinin ölçümünde 0-2000 ms arasındaki en büyük genlikli yanıtlar ölçülmüştür. EEG kayıtları 40 kanaldan alınmıştır. Ancak santral bölge elektrodu olduğu ve ağrısız dokunsal uyarılar açısından öncelikli alanda yer aldığı için CZ elektroduna ait uyarılma potansiyelleri incelenmiştir.

İstatistiksel analizlerde SPSS 16 programında NREM'de ilk ve ikinci yarıda ortaya çıkan SEP genlikleri Wilcoxon signed rank testi kullanılmıştır. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kabul edilmiştir.

Bulgular

Çalışmada tüm gece alınan kayıtlar incelenmiştir. Katılımcıların uyku süreleri ortalama yedi buçuk saat olup, en kısa kayıt süresi altı, en uzun kayıt süresi sekiz saattir. Sağ ele uygulanan uyarılara karşı oluşan genlik değerleri uykunun ilk ve ikinci yarısı için NREM'de incelenmiştir. Katılımcıların NREM uyku süreleri incelendiğinde uykunun ilk yarısında %43,53 yüzeysel uyku, %56,47 derin uykuda uyudukları ve ikinci yarısında %66,10 yüzeysel uyku, %33,90 derin uykuda uyudukları görülmüştür. Hem ilk hem ikinci yarıda, ağrısız dokunsal uyarılardan sonra elektrofizyolojik olarak P50, P200, P450, P900 olmak üzere dört pozitif; N100, N300, N550 ve N_geç olmak üzere dörtte negatif bileşen ortaya çıkmıştır (Şekil 2).

Uykunun ilk yarısında ağrısız dokunsal uyarılara karşı meydana gelen yanıtların latansları incelendiğinde P50 yanıtı uyarıdan ortalama 111,33 ms sonra, N100 yanıtı uyarıdan ortalama 150,00 ms sonra, P200 yanıtı uyarıdan ortalama 214,80 ms sonra, N300 yanıtı uyarıdan ortalama 330,40 ms sonra, P450 yanıtı uyarıdan ortalama 473,87 ms sonra, N550 yanıtı uyarıdan ortalama 567,07 ms sonra, P900 yanıtı uyarıdan ortalama 683,33 ms sonra ve N_geç yanıtı uyarıdan ortalama 1034,53 ms sonra ortaya çıkarken, uykunun ikinci yarısında ise P50 yanıtı uyarıdan ortalama 101,47 ms sonra, N100 yanıtı uyarıdan ortalama 144,93 ms sonra, P200 yanıtı uyarıdan ortalama 216,00 ms sonra, N300 yanıtı uyarıdan ortalama 334,93 ms sonra, P450 yanıtı uyarıdan ortalama 466,40 ms sonra, N550 yanıtı uyarıdan ortalama 563,57 ms sonra, P900 yanıtı uyarıdan ortalama 713,87 ms sonra ve N_geç yanıtı uyarıdan ortalama 1062,00 ms sonra ortaya çıkmıştır (Tablo 1).

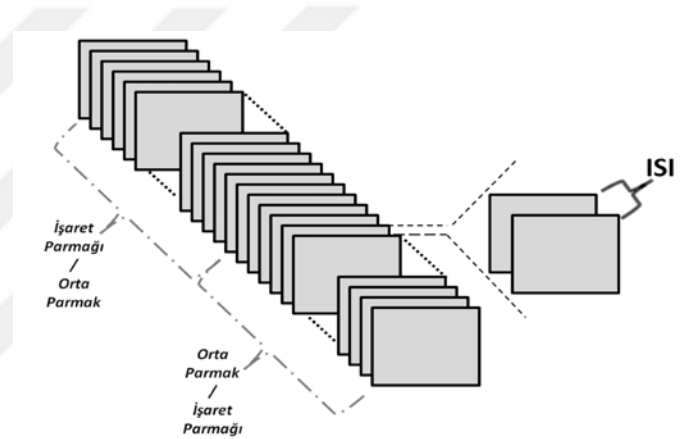
NREM uykuda ilk ve ikinci yarıda ağrısız dokunsal uyarılara karşı meydana gelen yanıtların latansları incelendiğinde sadece P900 yanıtının latansında görülen farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p < 0,05$). P900 yanıtının latansı, NREM uykuda ilk yarıda ikinci yarıya göre daha erken bulunmuştur.

Uykunun ilk yarısında ağrısız dokunsal uyarılara karşı meydana gelen yanıtların genlikleri incelendiğinde P50 yanıtının genliği ortalama 0,93 μV , N100 yanıtının genliği ortalama -0,01 μV , P200 yanıtının ortalama genliği 1,86 μV , N300 yanıtının ortalama genliği -4,92 μV , P450 yanıtının ortalama genliği 1,71 μV , N550 yanıtının ortalama genliği 0,33 μV , P900 yanıtının ortalama genliği 2,64 μV ve N_geç yanıtının ortalama genliği -2,23 μV olarak ölçülürken, uykunun ikinci yarısında ise P50 yanıtının ortalama genliği 0,89 μV , N100 yanıtının ortalama genliği -0,27 μV , P200 yanıtının ortalama genliği 1,31 μV (0,35 ile 2,56 μV arasında), N300 yanıtının ortalama genliği -3,78 μV , P450 yanıtının ortalama genliği 2,05 μV , N550 yanıtının ortalama genliği 0,29 μV , P900 yanıtının ortalama genliği 1,64 μV ve N_geç yanıtının ortalama genliği -2,07 μV olarak ölçülmüştür (Tablo 1).

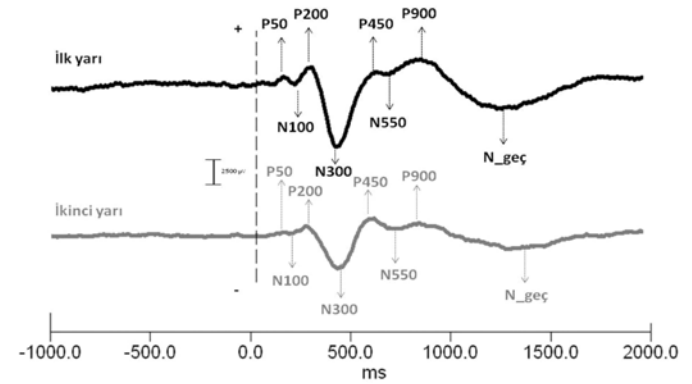
NREM uykuda ilk ve ikinci yarıda ağrısız dokunsal uyarılara karşı meydana gelen yanıtların genlikleri incelendiğinde N300 ve P900 yanıtlarının genliğinin uykunun ilk yarısında ikinci yarısından daha büyük bulunmuştur ($p < 0,05$).

Tartışma

Çalışmada, ağrısız uyarılara karşı beyin yanıtlarının latansları incelendiğinde sadece P900 yanıtının latansı uykunun ilk yarısında ikinci yarısından daha erken bulunurken, genlikler incelendiğinde ise N300 ve P900 yanıtlarının genlikleri uykunun ilk yarısında ikinci yarısından daha büyük bulunmuştur. Öncelikle literatürde ağrısız dokunsal uyarılarla yapılmış çalışma sayısı son derece sınırlıdır ve uykuda erişkinlere ait çalışmaya rastlanmamaktadır. Öniz ve ark. 2009 yılında uyanıklık sürecinde iki aşamada benzer ağrısız uyarıları kullanarak, uyarana dikkat edilmesini gerektiren bir deney deseni ile yaptıkları çalışmada erken yanıtların genliklerinin (N1P1), ikinci uygulamada küçüldüğünü, geç yanıtların (P300) genliklerinde ise farklılık



Şekil 1. Ağrısız dokunsal uyarılma potansiyeli deney deseni uyarıların uygulanma dizilimi. Her bir dikdörtgen bir uyarının verildiği anı simgelemektedir (ISI= Inter Stimulus Interval, uyarılar arası geçen randomize süre)



Şekil 2. NREM'de ilk ve ikinci yarı uykuda sağ ele uygulanan ağrısız dokunsal uyarılara karşı CZ elektrodunda meydana gelen yanıtlar gösterilmektedir (n=16). Uyarı anı "0,0" noktasındaki kesikli çizgi ile gösterilmektedir. Yatay eksen uyarı öncesi 1000 ms, uyarı sonrası 2000 ms olmak üzere zaman eksenidir. Düşey eksen genlik (μV) değerini göstermekte ve alt taraf negatif, üst taraf pozitif yönü temsil etmektedir

Tablo 1. NREM uykuda ilk ve ikinci yarıda ağrısız dokunsal uyarılara karşı beyinde oluşan yanıtların ms cinsinden ortalama ortaya çıkış süreleri ve μV cinsinden ortalama genlik değerleri gösterilmektedir [ort $\pm$ std sapma (min-max değerler)]. İstatistiksel anlamlılık için $p < 0,05$ değeri kabul edilmiştir.

	İlk Yarı Uyku			İkinci Yarı Uyku			p
	ort $\pm$ std sapma	min	max	ort $\pm$ std sapma	min	max	
P50							
Latans (ms)	111,33 $\pm$ 21,20	70	156	101,47 $\pm$ 28,05	56	172	-
Genlik (μV)	0,93 $\pm$ 0,84	-0,25	1,96	0,89 $\pm$ 0,61	-0,30	1,77	-
N100							
Latans (ms)	150,00 $\pm$ 21,31	104	188	144,93 $\pm$ 34,51	94	170	-
Genlik (μV)	-0,01 $\pm$ 0,750	-1,35	1,67	0,27 $\pm$ 0,73	-1,41	0,50	-
P200							
Latans (ms)	214,80 $\pm$ 17,69	178	238	216,00 $\pm$ 31,62	180	300	-
Genlik (μV)	1,86 $\pm$ 1,02	1,69	3,16	1,31 $\pm$ 1,09	0,35	2,56	-
N300							
Latans (ms)	330,40 $\pm$ 21,34	306	360	334,93 $\pm$ 28,35	300	398	-
Genlik (μV)	-4,92 $\pm$ 3,03	-1,39	-11,86	-3,78 $\pm$ 2,77	-1,63	-11,81	0,020
P450							
Latans (ms)	473,87 $\pm$ 42,64	398	544	466,40 $\pm$ 25,59	426	520	-
Genlik (μV)	1,71 $\pm$ 2,07	0,47	5,94	2,05 $\pm$ 2,28	0,36	9,17	-
N550							
Latans (ms)	567,07 $\pm$ 68,52	448	676	563,57 $\pm$ 48,49	484	614	-
Genlik (μV)	0,33 $\pm$ 1,60	-2,31	2,57	0,29 $\pm$ 0,83	-0,07	1,37	-
P900							
Latans (ms)	683,33 $\pm$ 45,44	618	784	713,87 $\pm$ 41,00	640	786	0,019
Genlik (μV)	2,64 $\pm$ 1,73	0,66	6,27	1,64 $\pm$ 0,80	0,71	3,58	0,012
N_geç							
Latans (ms)	1034,53 $\pm$ 60,21	898	1126	1062,00 $\pm$ 58,79	948	1168	-
Genlik (μV)	-2,23 $\pm$ 1,59	-0,08	-6,09	-2,07 $\pm$ 1,26	-0,41	-4,14	-

olmadığını göstermişlerdir. İkinci aşamada öğrenmeye bağlı olarak bilişsel kaynak kullanımının azalmasından dolayı erken yanıtların genliklerinin azaldığını, geç yanıtların genliklerinde fark olmamasını ise bilişsel görevin devam etmesi olarak açıklamışlardır (2). Uyku sürecinde uyarılma potansiyelleri ile yapılmış bu çalışmada da, NREM uykunun ikinci yarısında yanıt genliklerinin küçüldüğü gözlenmiştir. Ancak bu küçülmenin öğrenme süreci ve adaptasyonla ilintili olmadığını öngörebiliriz. Çünkü çalışmamızda kullanılan deney deseni; uyarılma potansiyelleri uyarıları gece boyunca seçkisiz ve ardışık olarak tekrarlanacak şekilde olup adaptasyon ve öğrenme tetikleyici etkiden uzaklaştırılmıştır.

Literatürde, N300 yanıtının genliğinde görülen artışın uyanma süreçleri ile ilişkili olduğundan bahseden çalışmaların yanı sıra uyku yoksunluğu sonrasında N300 yanıtının genliğinin

arttığını bahseden çalışmalar da bulunmaktadır (3). Yang ve ark., N300 yanıtının uykunun ilk yarısında ikinci yarısına göre daha büyük genliğe sahip olduğunu bildirmişler ve bu yanıtın uykunun, homeostatik süreçleri ile ilgili olduğunu iddia etmişlerdir (4). Yine aynı çalışmada N300 yanıtının uyku başlangıcında uyku basıncına bağlı olarak en büyük genliğe sahip olduğu ve uykunun ilerleyen zamanlarında kararlı bir durumda kaldığı da bildirilmiştir.

Uyku yoksunluğuna bağlı olarak uyanma eşiğinin yükselmesi beklenmektedir. Bu düşünce ile N300 yanıtının genliğinde görülen artışın uyanma süreçleri ile ilgili olması beklenemez. N300 yanıtının bilişsel süreçleri engelleyen bir yanıt olduğu düşünüldürse, ilk yarıda ikinci yarıya göre daha büyük genliğe sahip olması uykunun devam etmesi için bilgi işleme süreçlerini baskılaması özelliği ile açıklanabilir.

Uykuda işitsel uyaranlara verilen beyin yanıtlarının incelendiği bir çalışmada P900 yanıtının N1’de gözlenmediği uyku derinleştikçe meydana geldiği ve yanıt genliğinin derin uykuda en büyük değerde olduğu gözlenmiş ve bu yanıtın uykunun sürdürülmesi ile ilişkili bir yanıt olduğu söylenmiştir (5).

Literatürde ayrıca P900 yanıtının uyku derinliğinden etkilendiği, uyku derinleştikçe yanıt genliğinin büyüdüğü, latansının ise erkene kaydığı bildirilen ve bu yanıtın uykunun sürdürülebilmesi ile ilgili bir yanıt olduğunu söylenen birçok çalışma bulunmaktadır (4,6,7). Bizim çalışmamızda, NREM uykuda meydana gelen P900 yanıtının ilk yarıda ikinci yarıdan daha büyük genliğe ve daha kısa latansa sahip olduğu bulunmuştur. Uykunun ilk yarısında ikinci yarısına göre derin uyku süresinin daha uzun olduğu düşünülürse NREM uykunun ilk ve ikinci yarısında P900 yanıtı ile ilgili bulduğumuz sonuçlar literatür ile uyumludur.

Sonuç

Çalışmada ağrısız dokunsal uyarılma potansiyelleri sadece NREM uyku sürecinde incelenmiş ve meydana çıkan yanıtların uykunun ilk ve ikinci yarısında farklılıklar gösterdiği bulunmuştur. Uykunun farklı evrelerden oluştuğu bilinmektedir. Yapılan literatür araştırmalarında da uyku çalışmalarında genellikle

evreler bazında araştırmalar yapıldığı görülmektedir. Ancak elde ettiğimiz sonuçlar ışığında uykunun, evrelerin yanı sıra uykunun ilk yarısı ve ikinci yarısından da etkilendiği görülmüştür. Bu bağlamda uyku ile ilgili bilinmeyenleri araştırmada evreler bazında yapılan incelemelerin yanı sıra farklı değişkenlerinde incelenmesi gerekmektedir.

Kaynaklar

1. Kaynak H, Ardıç S. “Uyku, Fizyolojisi ve Hastalıkları” içinde Uyku Tıbbının Tarihi Nobel Tıp Kitapevleri. 2011.
2. Öñiz A, Güdücü Ç, Bayazıt O, Özgören M. Dokunsal olay ilişkili yanıtlar ışığında öğrenme sürecinin irdelenmesi. ADU Tıp Fakültesi Dergisi 2009;10:19-25.
3. Atienza M, Cantero JL, Escera C. Auditory information processing during human sleep as revealed by event-related brain potentials. Clin Neurophysiol 2001;112:2031-45.
4. Yang CM, Wu CS. The effects of sleep stages and time of night on NREM sleep ERPs. Int J Psychophysiol 2007;63:87-97.
5. Atlı Kocaaslan S. Uyku dinamiğinin çoklu ses uyaranları ile incelenmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Biyofizik Doktora Tezi 2010.
6. Cote KA, Campbell KB. P300 to high intensity stimuli during REM sleep. Clin Neurophysiol 1999 110:1345-50.
7. Kocaaslan S, Öñiz A, Özgören M. Bispektral indeks ışığında uyku elektrofizyolojisi. Türkiye Klinikleri J Med Sci 2009;29:1421-9.

Brain responsiveness to non-painful tactile stimuli prior and during sleep

Adile Oniz^{1,2} · Gonca Inanc^{1,2} · Cagdas Guducu^{1,2} · Murat Ozgoren^{1,2}

Received: 27 April 2015 / Accepted: 15 July 2015 / Published online: 26 November 2015
© Japanese Society of Sleep Research 2015

Abstract The purpose of this study is analyzing the responses to non-painful tactile stimuli prior-to-sleep (PS) and during the sleep. A total of 21 healthy participants (10 male, mean age $\pm$ SD 22.82 ± 1.12 years) were recruited and tested in this study. EEG recordings were taken from 40 channels. Single type of non-painful tactile stimuli was applied to the two fingers of the right hand by means of pneumatic stimulator. Sleep stages were scored according to American Academy of Sleep Medicine sleep scoring systems. Somatosensory-evoked potentials (SEPs) were analyzed for PS and each of sleep stages. While P50, N100, P200, N300, P900 and N_late components were recorded both PS and during the sleep, P300 and N450 were observed only in PS. Likewise, P450 and N550 components were observed only during the sleep cycle (light, deep and REM). P50, N100 and P200 components related to sensorial processing had relatively higher amplitudes in PS than in the sleep cycle. On the other hand, N300, P450, P900 and N_late responses had the highest amplitudes during sleep. The changes in brain responses to non-painful tactile stimuli PS and during the sleep were presented in this study. To our knowledge, it is the first study to demonstrate the eight SEP components all at once. Early components have been related to sensory processing and thus hint at the limitation of the brain towards external world for sleep, whereas later components show the network activity for sustaining the sleep environment.

Keywords Somatosensory-evoked potentials (SEPs) · Sleep · Electrophysiology · Tactile

Introduction

Sleep is one of the most complex states of the brain, and has some limitations while measuring brain parameters. Sleep is also a reversible conscious state in which the processing of external stimuli is somehow altered.

One of the possible proofs for cognitive processing during sleep is that an external stimulus can awake us [1]. However, information processing during sleep has not been fully described. This is because cognitive tasks cannot be readily performed during sleep. One of the important methods of investigating brain activities during sleep is evoked potentials (EP) [2]. EP are responses which occur during spontaneous activity of the brain to external stimuli (auditory, somatosensory, etc.). Some electrophysiological changes in the brain can be observed within spontaneous activity after the stimuli are applied. The EP components are the result of activity of underlying neural populations. Additionally the synchronized activity would be “captured” and assessed more readily than the unsynchronized one. The signal-to-noise ratio will be much stronger in the former case [3].

The components of EPs observed in the current study are as follows: P50 is a positive component related to sensorial processing that occurs between 50 and 120 ms [4]. N100 is a negative component that occurs between 75 and 150 ms [5]. P200 is a component that is named as P210 or P220 in many studies [6]. N300 and N550 are two negative components observed in light sleep stages [7]. P300/P3 is a component that is related with attention, reaction to novelty, and decision making [8]. N450 is a late

✉ Adile Oniz
adile.oniz@gmail.com

¹ Department of Biophysics, Faculty of Medicine, Dokuz Eylul University, 35340 Izmir, Turkey

² Sleep and Conscious States Technology Research and Application Center, Izmir, Turkey

component mostly observed during wakefulness in semantic processing [9]. P450 is an unstable component, which is observed between N350 and N550, and is absent when the N550 response does not emerge [10]. P900 is a late positive component of the K-complexes that has two separate but interrelated neural generators in non-rapid eye movement sleep (NREM) [7, 11]. N_{late} is a component that occurs around 1000–1500 ms after the stimulus onset that has not been discussed in the literature.

There are numerous sleep studies examining sleep-related components of brain responses to auditory stimulations. These components are described as N100, P200, N300, P450, N550, and P900 [5, 12]. It has been observed that these components' parameters may change throughout the sleep cycle.

In the studies of the human brain responsiveness in somatosensory domain, generally painful tactile stimulations were used. Kakigi et al. [13] investigated the magnetic field activity of human brain with magnetoencephalography using electrical and laser tactile stimulations. Also, some other studies have employed CO₂ and YAG laser stimulations to investigate brain responsiveness with electroencephalography [14, 15]. Studies indicated that the components of EP against painful tactile stimulations were relatively different within sleep stages and also differ from wakefulness state [16, 17].

There are many studies that investigate brain responsiveness via non-painful tactile stimuli during wakefulness [4, 18]. Only a few studies investigate brain responsiveness during sleep via non-painful tactile stimuli [19, 20]. These studies did not compare the EP's of sleep and wakefulness or prior-to-sleep (PS). Current study hypothesized that somatosensory-evoked potential (SEP) components differ between sleep and PS and also between sleep stages. Therefore, in the present study it is aimed to show brain responsiveness to non-painful tactile stimulations during PS and sleep stages in the same adults.

Methods

Twenty-one healthy subjects (mean age $\pm$ SD 22.82 ± 1.12 years; 10 male, 11 female) have slept at Sleep Dynamics Research Laboratories at Department of Biophysics in Dokuz Eylul University (SDRL-DEU). None of the subjects had any neurological, psychiatric, chronic disease or sleep problem. The study only consisted of the first night sleep. Moreover, some additional forms and scales (e.g. personal information form, Epworth sleepiness scale, STAI-TX1) were administered to the subjects before recordings. All of the subjects had right hand dominancy. To determine whether the subjects had anxiety or any symptoms of psychiatric diseases, subjects were asked to

fill STAI-TX1 and SCL-90R. All the subjects had come to the SDRL-DEU 2 h before recordings. PS recordings were performed before subjects fell asleep. In this study, "prior sleep (PS)" represents the period where the subjects have been presented stimuli while they were lying down in their bed. The subjects defined this period as a sleepy state as their eyes were closed and the room was already dimmed (this condition was kept throughout the night). This period varied between 30 and 60 min before the subjects felt asleep. All the sleep recordings have been performed between 11:00 p.m. and 08:00 a.m. Subjects signed the informed consent form before recordings.

Recordings have been performed in an electromagnetically isolated and quiet room. All subjects were recorded by video during the sleep and PS recording with their consents.

Non-painful tactile stimuli were applied to the index and middle fingers of the subjects via clips which have moving membranes in contact with the finger (Somatosensory Stimulus Generator 4-D Neuroimaging). Dry air was used to move the membranes. Inter-stimulus interval (ISI) was selected as 3–3.5 s randomly to prevent any expectancy. The stimuli were presented in blocks of 60 stimuli (30 to middle finger and 30 to index finger). Each block lasted 7–8 min. The blocks were presented throughout the night with approximately 40 min interval. Number of blocks varied between 8 and 11. Therefore, in total 480–660 stimuli (60–120 stimuli prior sleep) were applied to each subject.

EEG recordings were taken from 40 channels via NuAmps (Neuroscan Labs, USA) according to international 10–20 system [21] from scalp continuously with a sampling rate of 1 kHz. EEG caps (Quik Caps, Compumedics, USA) were used for recordings. EEG gel was applied between scalp and cap electrodes to increase the skin conductance. Electrode impedances were kept at <5 k Ω . Electrooculography (EOG) was also recorded with Ag/AgCl electrodes which were placed above and below the left eye (vertical EOG) and at the outer canthus of the left and right eyes (horizontal EOG). EMG recordings were taken from upper and lower areas of chin with Ag/AgCl electrodes. All Ag/AgCl electrodes were applied with EEG paste (EEG Paste-z401CE, Japan).

EEG data analysis and measurements

EEG analysis has been conducted offline. Sleep stages and PS were evaluated according to American Academy of Sleep Medicine (AASM) scoring system. Sweeps, which includes every 30 s of recording, were analyzed one-by-one. Single sleep stage was determined for each sweep. In this study, EEG data were grouped into four: prior sleep (PS), light sleep (N1 and N2 sleep stages) (LS), deep sleep

(N3 sleep stage) (DS), and rapid eye movement (REM) sleep.

Somatosensory-evoked potential sessions were extracted from all recordings. After the extraction, AASM scoring process was carried out. The sweeps were epoched from -1000 ms pre-stimulus to $+2000$ ms post-stimulus. The epochs which had amplitudes higher than ± 100 μ V amplitudes in EOG channel and had artifacts were rejected. The selected epochs were automatically baseline corrected using pre-stimulus interval, digitally filtered with a 0.5–30 Hz (12 dB/octave with 0 phase shift option) band-pass filter and averaged. For the sake of simplicity for reporting, primarily C_z electrode of the central area [21] was analyzed and measurements of maximum peak amplitudes in this electrode were presented in this study.

Statistical analysis

SPSS 16.0 was employed for the statistical analysis. Normal distribution of each data group (from PS and sleep stages of the same subject) was controlled by the Shapiro–Wilk test. For normally distributed data, ANOVA with Bonferroni correction was used. For non-normally distributed data, first Friedman analysis was performed, and then Wilcoxon test was performed for the post hoc analysis to compare two related samples. Significance level for p value is selected as 0.05 for all analyses.

Ethics statement

An ethical statement of this study was approved by Dokuz Eylul University Non-Invasive Research Ethical Committee (2011/16-16).

Results

In this present study, PS and all night sleep recordings were collected and evaluated. Mean value of sleep time for all subjects was $7.5 (\pm 0.62)$ h (maximum sleeping time was 8.5 h while minimum one was 7 h). All data are presented as mean value with SD in parentheses.

P50, N100, P200, N300, P900, and N_{late} components of SEP were observed during both sleep and PS. On the other hand, P300 and N450 components of SEP were not observed during sleep while they were seen during PS. Furthermore, P450 and N550 components of SEP were not observed during PS while they were seen during sleep (Fig. 1).

(a) P50 component

After presenting the stimulus, P50 components have been observed on average: $123.00 (\pm 25.30)$ ms in PS;

$110.71 (\pm 21.70)$ ms in LS; $106.00 (\pm 16.20)$ ms in DS; $108.75 (\pm 22.79)$ ms in REM. The average amplitudes of P50 components were $1.76 (\pm 1.22)$ μ V in PS; $0.92 (\pm 0.64)$ μ V in LS; $1.17 (\pm 1.01)$ μ V in DS; $0.75 (\pm 0.64)$ μ V in REM. The lowest amplitude of P50 component was measured in REM (Fig. 2). There were no significant differences between the amplitudes of P50 components of stages.

(b) N100 component

After presenting the stimulus, N100 components have been observed on $176.75 (\pm 22.70)$ ms in PS; $159.53 (\pm 35.53)$ ms in LS; $158.38 (\pm 26.78)$ ms in DS; $154.75 (\pm 20.65)$ ms in REM on average. The average amplitudes of N100 components were $-2.00 (\pm 2.61)$ μ V in PS; $-0.49 (\pm 0.89)$ μ V in LS; $-0.32 (\pm 1.29)$ μ V in DS; $-0.85 (\pm 0.92)$ μ V in REM (Fig. 3). Pairwise comparisons in PS–LS and PS–DS for the amplitudes of N100 components to non-painful tactile stimuli indicated that the amplitude in PS was significantly higher than in LS and DS.

(c) P200 component

After presenting the stimulus, P200 components have been observed on $232.00 (\pm 24.28)$ ms in PS; $225.41 (\pm 29.85)$ ms in LS; $215.13 (\pm 31.30)$ ms in DS; $230.75 (\pm 16.70)$ ms in REM on average. The average amplitudes of P200 components were $3.51 (\pm 3.17)$ μ V in PS; $1.48 (\pm 1.07)$ μ V in LS; $1.42 (\pm 1.11)$ μ V in DS; $1.33 (\pm 0.93)$ μ V in REM (Fig. 4). There were no significant differences between the amplitudes of P200 components of stages.

(d) N300 component

After presenting the stimulus, N300 components have been observed on $306.13 (\pm 25.35)$ ms in PS; $335.65 (\pm 35.57)$ ms in LS; $338.63 (\pm 25.07)$ ms in DS; $324.00 (\pm 18.42)$ ms in REM on average. The average amplitudes of N300 components were $-1.01 (\pm 1.91)$ μ V in PS; $-3.28 (\pm 2.08)$ μ V in LS; $-4.59 (\pm 2.73)$ μ V in DS; $-2.08 (\pm 0.95)$ μ V in REM (Fig. 5). Pairwise comparisons in PS–LS, PS–DS, and PS–REM for the amplitudes of N300 components to the non-painful tactile stimuli showed that the amplitudes of LS and DS were significantly higher than the amplitudes of PS. Pairwise comparisons in DS–REM for the amplitudes of N300 responses to non-painful tactile stimuli showed that the amplitudes in DS were significantly higher than the amplitude measured in REM. In pairwise comparison for LS–DS, the amplitudes of N300 responses in DS were significantly higher than the amplitude in LS. Furthermore, the amplitude of N300 response in DS reached the highest value while the amplitude started decreasing in LS and the lowest amplitude was measured during REM sleep and PS.

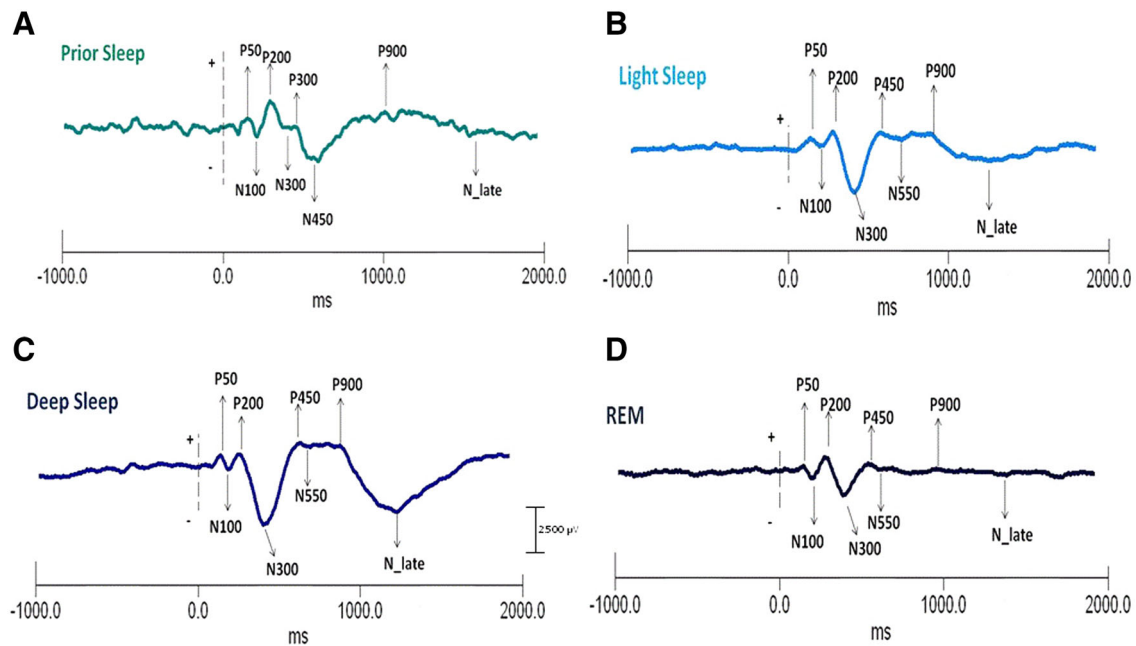
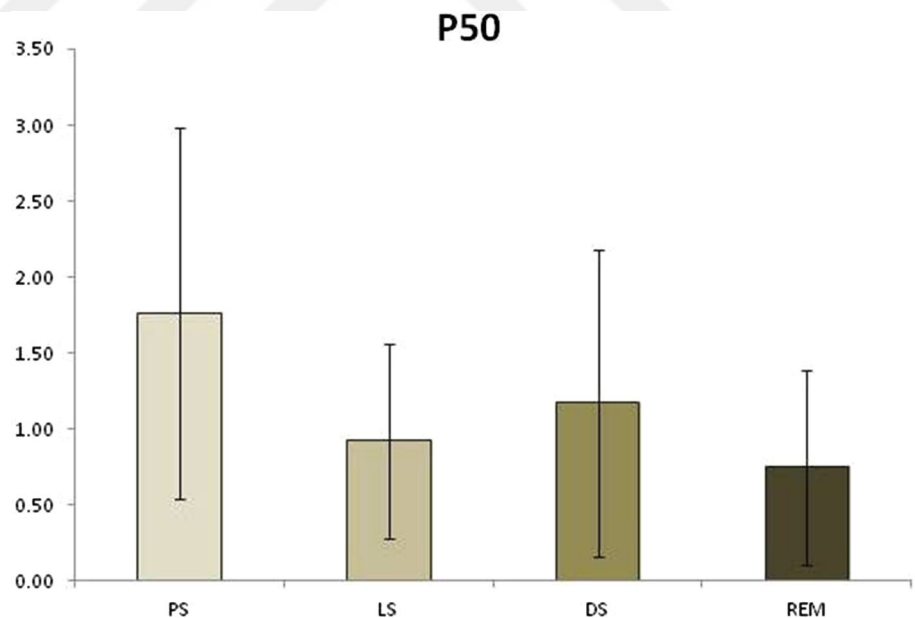


Fig. 1 Brain responsiveness to non-painful tactile stimuli during **a** prior-to-sleep, **b** light sleep, **c** deep sleep, **d** REM on C_z electrode site ($n = 21$). Stimulus onset time was marked at “0” point with dashed line. Horizontal axis represents time axis with a 1000 ms pre-

stim and 2000 ms post-stim area. Vertical axis represents amplitude values in μV unit and bottom side has negative values, top side has positive values

Fig. 2 Average amplitudes of P50 component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (*PS* prior-to-sleep, *LS* light sleep, *DS* deep sleep). y-axis shows the amplitude of the component in μV



(e) P300 and N450 components

P300 and N450 components have only been seen in PS after presenting the stimulus. P300 components to non-painful tactile stimuli have been observed on 352.50 (± 28.67) ms in PS on average. On the other hand, N450 components to the non-painful tactile stimuli have been observed on 453.65 (± 48.58) ms in PS on average. The

average amplitude of P300 components was 1.12 (± 1.98) μV where the average amplitude of N450 components was -3.83 (± 2.70) μV in PS.

(f) P450 and N550 components

P450 and N550 components have been observed only during sleep (LS, DS, and REM). After presenting the

Fig. 3 Average amplitudes of N100 component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (*PS* prior-to-sleep, *LS* light sleep, *DS* deep sleep) (* $p < 0.05$, ** $p \leq 0.01$). y-axis shows the amplitude of the component in μV

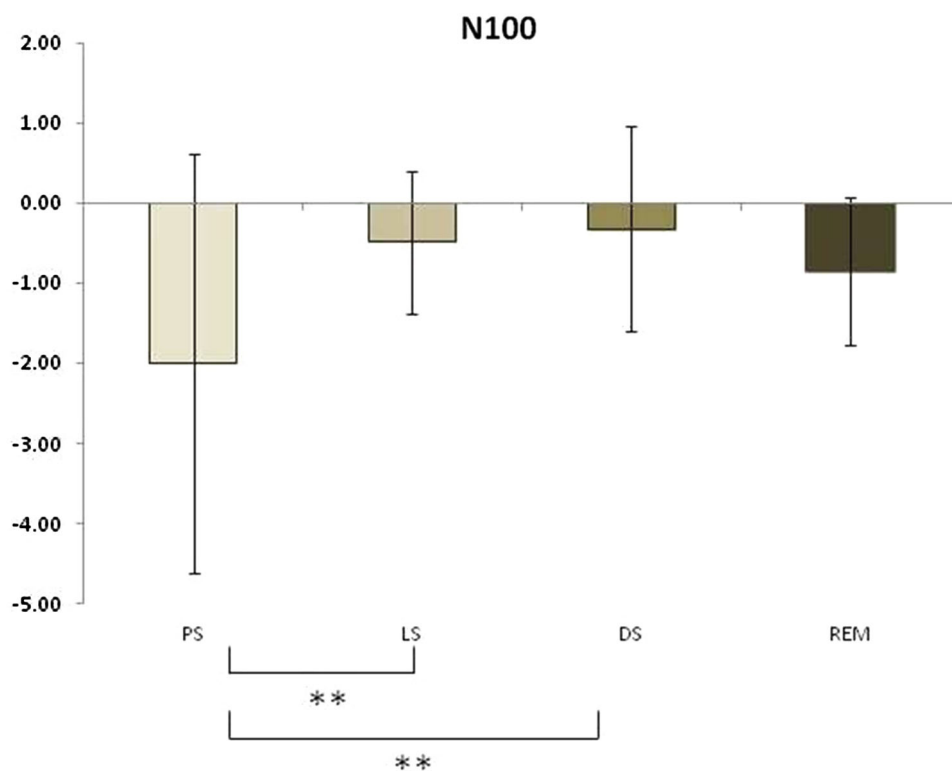
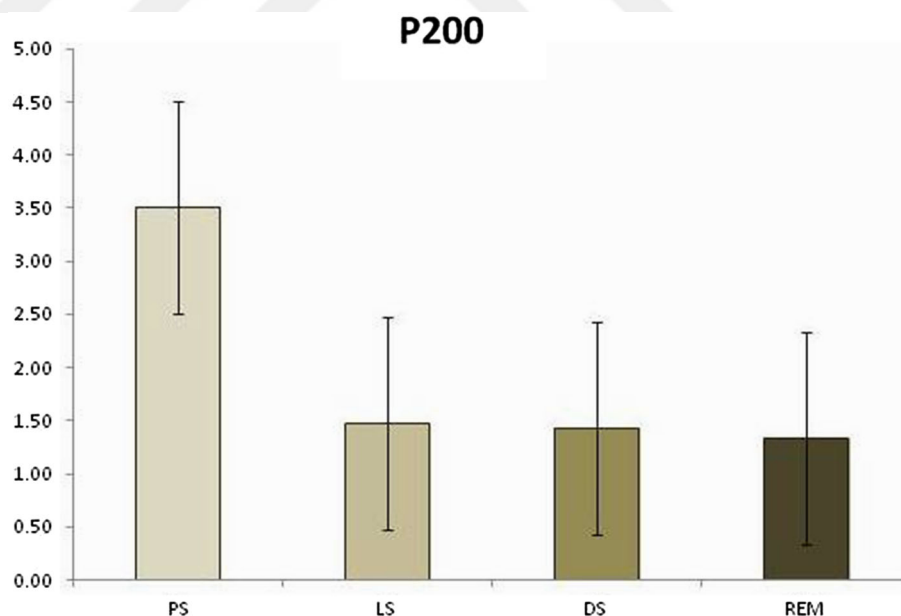


Fig. 4 Average amplitudes of P200 component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (*PS* prior-to-sleep, *LS* light sleep, *DS* deep sleep). y-axis shows the amplitude of the component in μV



stimulus, P450 components have been observed on 469.75 (± 38.92) ms in LS; 503.75 (± 40.38) ms in DS; 444.50 (± 36.00) ms in REM on average. N550 components have been measured on 592.59 (± 83.04) ms in LS; 586.77 (± 53.28) ms in DS; 567.75 (± 77.99) ms in REM after the stimulus was applied. The average amplitude of P450 components was 1.74 (± 1.69) μV in LS; 2.88 (± 2.17) μV

in DS; 1.02 (± 0.56) μV in REM (Fig. 6). On the other hand, the average amplitudes of N550 components were -0.14 (± 0.82) μV in LS; 0.32 (± 1.84) μV in DS; -0.70 (± 0.63) μV in REM (Fig. 7). There were no significant differences between the amplitudes of P450 components of stages. Also, there were no significant differences between the amplitudes of N550 components of stages.

Fig. 5 Average amplitudes of N300 component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (*PS* prior-to-sleep, *LS* light sleep, *DS* deep sleep) (* $p < 0.05$, ** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$). y-axis shows the amplitude of the component in μV

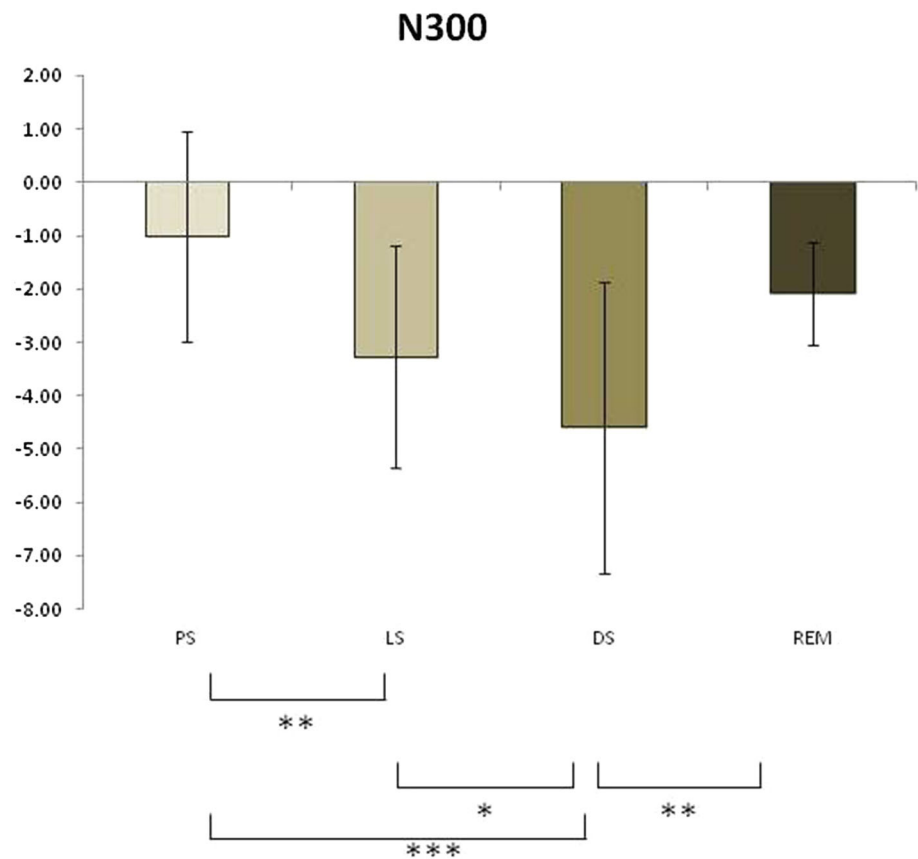
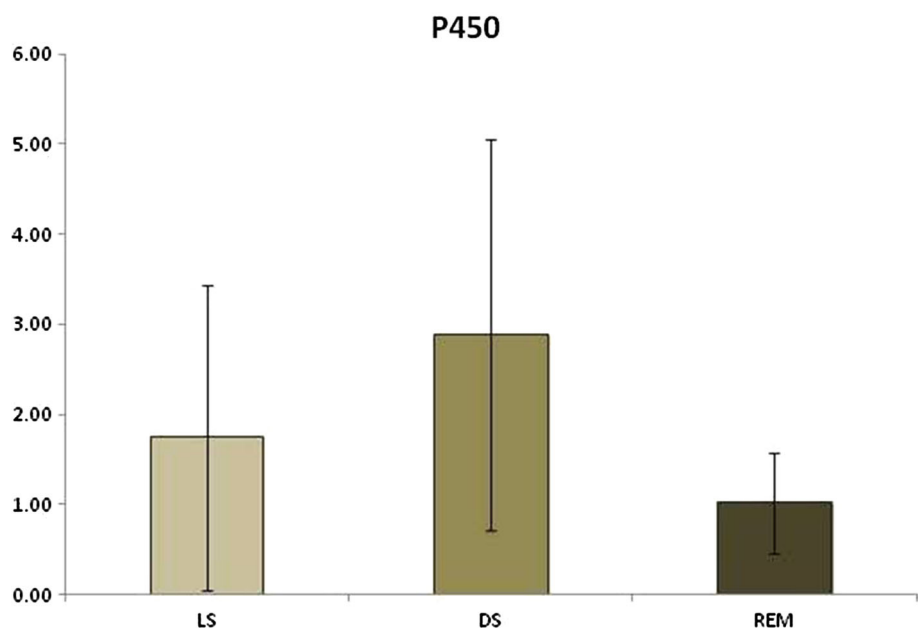


Fig. 6 Average amplitudes of P450 component of response to non-painful tactile stimuli during the sleep cycle (*LS* light sleep, *DS* deep sleep). y-axis shows the amplitude of the component in μV



(g) P900 component

After presenting the stimulus, P900 components have been observed on 829.50 (± 73.78) ms in PS; 748.71 (± 58.42) ms in LS; 718.88 (± 47.23) ms in DS; 785.63

(± 65.17) ms in REM on average. The average amplitudes of P900 components were 2.24 (± 1.49) μV in PS; 1.37 (± 1.14) μV in LS; 2.41 (± 1.86) μV in DS; 0.78 (± 0.67) μV in REM (Fig. 8). Pairwise comparison in PS–REM for

Fig. 7 Average amplitudes of N550 component of response to non-painful tactile stimuli during the sleep cycle (*LS* light sleep, *DS* deep sleep). y-axis shows the amplitude of the component in μV

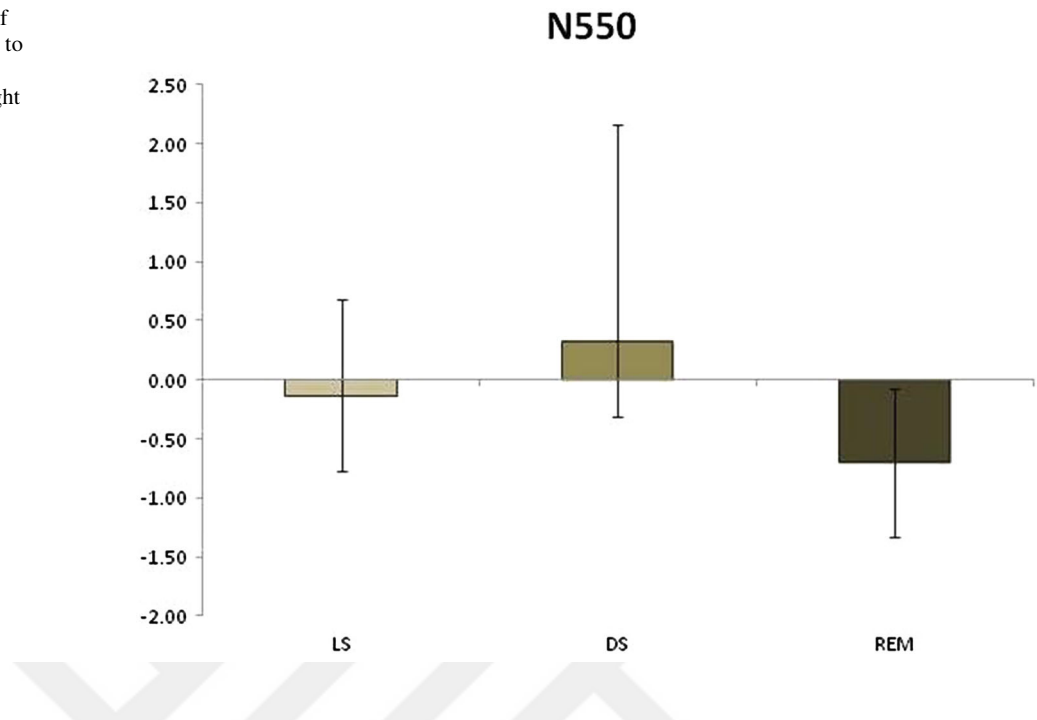
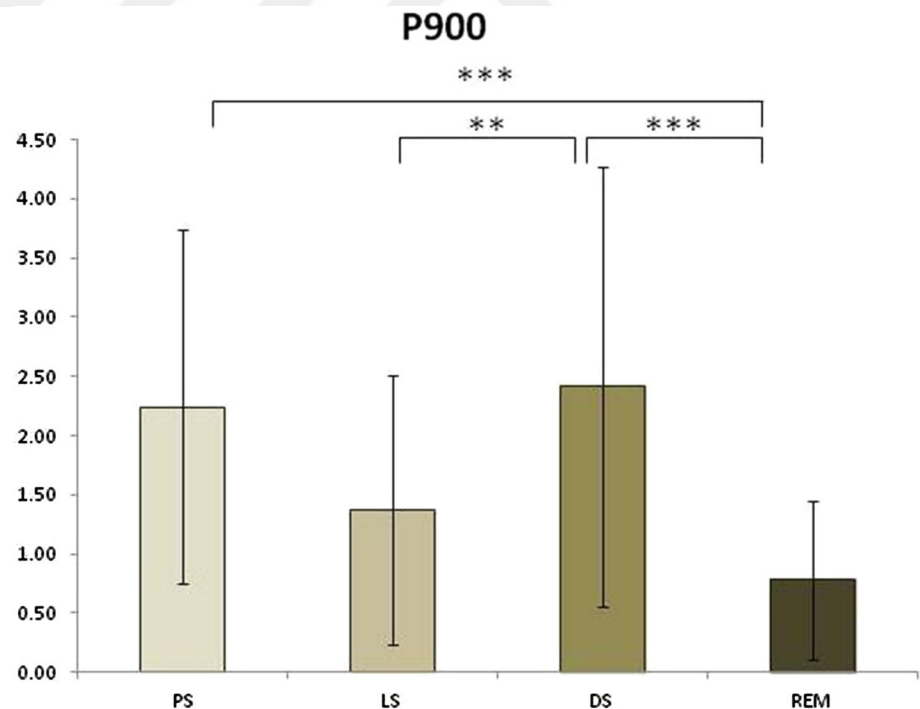


Fig. 8 Average amplitudes of P900 component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (*PS* prior-to-sleep, *LS* light sleep, *DS* deep sleep) (** $p \leq 0.01$, *** $p \leq 0.001$). y-axis shows the amplitude of the component in μV



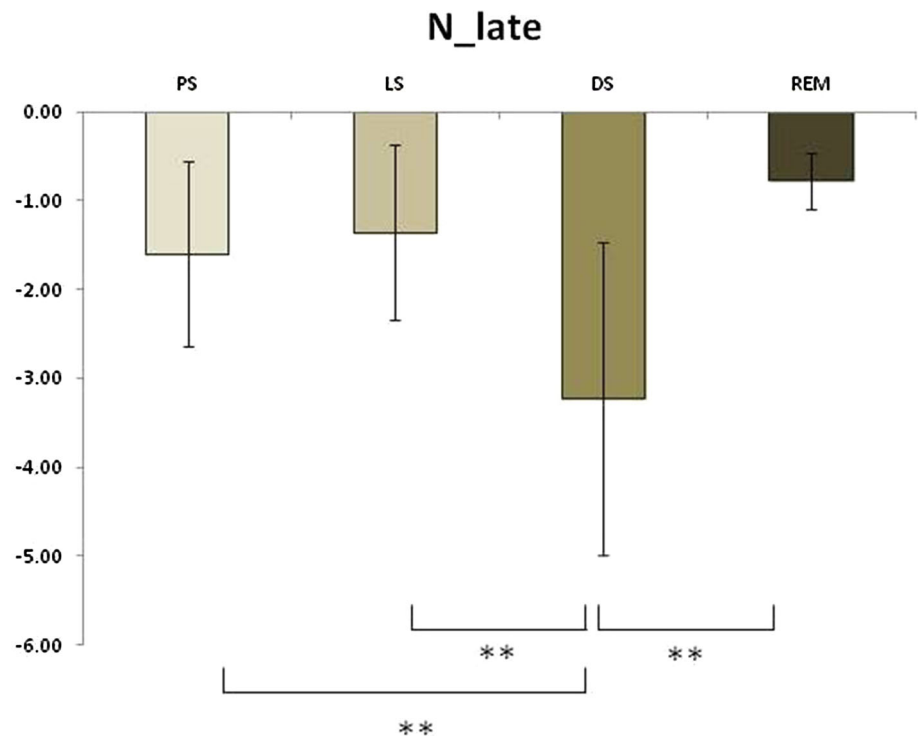
the amplitudes of P900 components to non-painful tactile stimuli indicated that the amplitude of P900 components in PS was significantly higher than the amplitude in REM. Pairwise comparison in LS–DS for the amplitudes of P900 components to non-painful tactile stimuli showed that the amplitude in DS was significantly higher than the amplitudes in LS. Pairwise comparison of DS–REM for the amplitudes of P900 components showed that amplitudes

measured in DS were significantly higher than the amplitudes in REM.

(h) N_{late} component

After presenting the stimulus, N_{late} components have been observed on 1263.38 (± 56.23) ms in PS; 1100.59 (± 101.16) ms in LS; 1025.50 (± 51.83) ms in DS; 1004.00 (± 105.76) ms in REM on average. The average amplitudes

Fig. 9 Average amplitudes of N_{late} component of response to non-painful tactile stimuli prior and during the sleep cycle (PS prior-to-sleep, LS light sleep, DS deep sleep) (** $p \leq 0.01$). y-axis shows the amplitude of the component in μV



for N_{late} components were $-1.60 (\pm 1.05) \mu\text{V}$ in PS; $-1.36 (\pm 0.98) \mu\text{V}$ in LS; $-3.22 (\pm 1.76) \mu\text{V}$ in DS; $-0.78 (\pm 0.32) \mu\text{V}$ in REM (Fig. 9). In PS–DS pairwise comparison, the amplitudes of N_{late} responses to non-painful tactile stimuli during DS were significantly higher than the amplitude measured during PS. Pairwise comparisons in LS–DS, DS–REM for the amplitudes of N_{late} responses indicated that the amplitudes measured in DS were significantly higher than the amplitudes measured during LS and REM.

Discussion

As far as is known, this is the first study examining brain responses to non-painful tactile stimuli PS and during sleep on adults. The studies conducted in the sleep cycle mostly analyze N100, P200, N300, P450, N550, P900 components, mostly separately. There are few studies that examined N_{late} response [1, 20]. This is also the first study that examines all these components altogether. In this present study, SEPs to non-painful tactile stimuli have been examined PS and during sleep cycle. Consequently, some of the components observed during PS and sleep cycle were relatively different. P50, N100, P200, N300, P900, and N_{late} components were observed in both PS and sleep cycle. However, P300 and N450 components were only seen during PS while P450 and N550 components have been observed only in sleep cycle. P50, N100 and P200

components related to sensorial processing had relatively higher amplitudes during PS in comparison with the amplitudes measured during sleep. N300, P450, P900, and N_{late} components have reached the highest amplitude values during DS.

Occurrence time of the P50 component in the current study is compatible with the literature during wakefulness. This is the first study that indicated P50 component during sleep. The occurrence of P50 component indicates the sensorial processing during sleep.

Many studies suggested that the N100 component was related to conscious states. Moreover, they found lower amplitude of N100 component when sleep was deeper and higher amplitude in the REM [2, 22]. Kocaaslan et al. [6] proposed that this reduction might be related with the suppression of auditory stimuli to sustain sleep. Our results suggest that reduction in N100 amplitude might be related with the suppression of non-painful tactile stimuli as well. Besides, repetitive stimulus application might be the reason of decrease in the amplitudes of N100 component.

Amplitudes of P200 component are observed to be higher than the other components during DS [10, 22] and are increased as the sleep deepens [23]. This was explained as a reduction of cortical excitability and also as an increment of inhibitory processing [2, 24]. On the other hand, Plihal et al. reported that P200 amplitude was observed to be stable throughout the night. Laurino et al. [25] argued that P200 component started a cortical stimulation process that triggers the stability of the sleep process.

Our result seems to support study of Plihal et al. [26], contradicting the other studies. In this research, it was observed that the highest amplitude value for P200 was measured in PS and then, the amplitudes during sleep started decreasing but there was no significant change among different sleep stages. Therefore, this result shows that cortical excitability mentioned by Laurino et al. [25] can be ensured during sleep.

N300 and N550 are two negative components observed in sleep [27]. While the N300 response is found to be related to the semantic content of the stimulus, the N550 response is related to the physical properties of the stimulus and increase in amplitudes in these components may be related to processes of awakening [2]. In another study, increases in amplitude observed in these components are interpreted to be reflecting suppressive processes rather than awakening [28].

Yang and Wu [10] indicate that DS rate increases in proportion to the increase in N300 amplitude and therefore, N300 component itself, may be related to a demand in DS. N300 component was suggested to be sensitive to the properties and intensity of the stimulus [11, 29]. N300 amplitude was shown to be greater in LS compared to DS [30]. In the current research, amplitude of N300 was found higher in DS than in LS, parallel with the Yang and Wu's [10] hypothesis that N300 is related to demand in DS.

When ISI are short, N550 amplitude is reported to decrease and N550 response does not emerge during ISI of 1.5 s [10]. N550 is suggested to be associated with stimulus number [31]. N550 component is suggested to vary, and to have different sources and routes in DS and LS. In the current study, no difference of N550 amplitude was observed between LS and DS. It may further be investigated when N550 response is present whether ISI or stimulus modality is the major contributor. Decreasing amplitude of N550 during sleep indicates that the response could be affected by deepening sleep.

P450 component is reported to be observed in the presence of the N550 component [7]. The amplitude of the P450 component is shown to be affected by the characteristics of the stimulus and attention [29, 32] while some studies reported absence of these effects [33, 34]. The P450 component in sleep is suggested to be counterpart of P300 in wakefulness state [29]. Kocaaslan et al. [6] also pointed out that the amplitude of P450 has increased while deepening sleep but the current study did not report such difference. Thus, it may be argued that P450 response is related to stimulus modality and ISI.

P900 amplitude is reported to increase as sleep deepens [6, 35]. Furthermore, the amplitudes of P900 component,

which has the highest value in DS, have been observed with relatively lower values as compared to other sleep stages (LS and REM) in comparison with the amplitude calculated during wakefulness. Therefore, this situation corresponds to the idea indicating that P900 is related to initiating sleep and decreases as sleep proceeds and moreover, the increase observed in the amplitude as sleep deepens, pertains to deepening and proceeding the sleep [10, 25]. On the other hand, Lin et al. [36] argued that P900 component is an inhibition response to the stimulation among people as they try to fall into sleep and also the amplitude is getting higher as sleep deepens. In this research, P900 component was observed during all recordings performed PS and during sleep and also the characteristics of the amplitude were found similar to those of Lin et al. [36], supporting that P900 can be marker of inhibition mechanisms to external stimulus.

In the related literature, there is only a limited number of studies examining N_{late} response [1] possibly due to its very late occurrence. N_{late} was only reported to be observed in the mentioned study but researchers did not discuss this component. N_{late} component has mostly the same characteristics as P900 so N_{late} and P900 might be originated from a common source.

The current study is conducted on healthy individuals during their first night sleep. Additionally, stimulations were applied throughout the night. Therefore the results may not be applicable directly to normal sleep or sleep disorders.

Overview

The components observed in the researches applying auditory-evoked potentials in sleep have been observed also in this research. It was concluded that some components of brain responses do not only belong to auditory stimulus but also relate to features and modality of the stimulus which may cause some differences in brain responses as well. As a result, while some components of brain responses resemble the PS, some other components relate to need for and sustaining the sleep. The components of brain responses observed during sleep including DS, point out that background processes can be continuously sustained and consuming the resource required for those processes may increase as sleep deepens.

Acknowledgments The authors would like to thank O. Tugce Bezircioglu and Merve Tetik for their supports during preliminary recordings, to Serhat Taslica and Ipek Ergonul for suggestions about manuscript, to Murat Aksoy for reduction, and to R. Ugras Erdogan for technical support.

References

- Pratt H, Berlad I, Lavie P. “Oddball” event-related potentials and information processing during REM and non-REM sleep. *Clin Neurophysiol.* 1999;110(1):53–61.
- Bastuji H, García-Larrea L. Evoked potentials as a tool for the investigation of human sleep. *Sleep Med Rev.* 1999;3(1):23–45.
- Colrain IM. Sleep and the brain. *Neuropsychol Rev.* 2011;21(1):1–4.
- Oniz A, Guducu C, Bayazit O, Ozgoren M. Dokunsal olay ilişkili yanıtlar isiginda ogrenme surecinin irdelenmesi. *Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Derg.* 2009;10(2):19–25.
- Ibáñez AM, Martín RS, Hurtado E, López V. ERPs studies of cognitive processing during sleep. *Int J Psychol.* 2009;44(4):290–304.
- Kocaaslan S, Oniz A, Ozgoren M. Uykuda isitsel uyarılma potansiyelleri. *Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi Derg.* 2010;11(3):49–56.
- Atienza M, Cantero JL, Escera C. Auditory information processing during human sleep as revealed by event-related brain potentials. *Clin Neurophysiol.* 2001;112(11):2031–45.
- Karakas S. A descriptive framework for information processing: an integrative approach. *Int J Psychophysiol.* 1997;26(1–3):353–68.
- Bayazit O, Karakas S, Aydın B, Erdoğan U. Kavram Haritaları ve Beyin Biyofiziği Alanı Tanımları. *The applied brain biophysics. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi Matbaası; 2009. p. 343–59.*
- Yang C-M, Wu C-S. The effects of sleep stages and time of night on NREM sleep ERPs. *Int J Psychophysiol.* 2007;63(1):87–97.
- Bastien C, Campbell K. The evoked K-complex: all-or-none phenomenon? *Sleep.* 1992;15(3):236–45.
- Campbell K. Event-related potential measures of information processing during sleep. *Int J Psychophysiol.* 2002;46(3):159–62.
- Kakigi R, Hoshiyama M, Shimojo M, Naka D, Yamasaki H, Watanabe S, et al. The somatosensory evoked magnetic fields. *Prog Neurobiol.* 2000;61(5):495–523.
- Yamasaki H, Kakigi R, Watanabe S, Naka D. Effects of distraction on pain perception: magneto- and electro-encephalographic studies. *Brain Res Cogn Brain Res.* 1999;8(1):73–6.
- Tran TD, Inui K, Hoshiyama M, Lam K, Kakigi R. Conduction velocity of the spinothalamic tract following CO₂ laser stimulation of C-fibers in humans. *Pain.* 2002;95(1–2):125–31.
- Yamada T, Kameyama S, Fuchigami Y, Nakazumi Y, Dickins QS, Kimura J. Changes of short latency somatosensory evoked potential in sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1988;70(2):126–36.
- Nakano S, Tsuji S, Matsunaga K, Murai Y. Effect of sleep stage on somatosensory evoked potentials by median nerve stimulation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1995;96(5):385–9.
- Guducu C. Basit dokunsal olay ilişkili potansiyeller ve beyinde oluşan salinimsal yanıtlar. *Dokuz Eylül Üniversitesi; 2009.*
- Nevalainen P, Pihko E, Metsäranta M, Sambeth A, Wikström H, Okada Y, et al. Evoked magnetic fields from primary and secondary somatosensory cortices: a reliable tool for assessment of cortical processing in the neonatal period. *Clin Neurophysiol.* 2012;123(12):2377–83.
- İnanç G, Özgören M, Öñiz A. Ağrısız dokunsal uyarılar ve uyku. *J Turk Sleep Med.* 2014;1(1):9–15.
- Jasper H. The ten-twenty electrode system of the International Federation. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1958;10:371–5.
- Colrain IM, Di Parsia P, Gora J. The impact of prestimulus EEG frequency on auditory evoked potentials during sleep onset. *Can J Exp Psychol.* 2000;54(4):243–54.
- Nieuwenhuis DJF. Processed EEG in natural sleep. *Best Pract Res Clin Anaesthesiol.* 2006;20(1):49–56.
- Campbell KB, Colrain IM. Event-related potential measures of the inhibition of information processing: II. The sleep onset period. *Int J Psychophysiol.* 2002;46(3):197–214.
- Laurino M, Menicucci D, Piarulli A, Mastorci F, Bedini R, Allegrini P, et al. Disentangling different functional roles of evoked K-complex components: mapping the sleeping brain while quenching sensory processing. *Neuroimage.* 2014;1(86):433–45.
- Plihal W, Weaver S, Mölle M, Fehm HL, Born J. Sensory processing during early and late nocturnal sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1996;99(3):247–56.
- Cote KA, de Lugt DR, Langley SD, Campbell KB. Scalp topography of the auditory evoked K-complex in stage 2 and slow wave sleep. *J Sleep Res.* 1999;8(4):263–72.
- Peszka J, Harsh J. Effect of sleep deprivation on NREM sleep ERPs and related activity at sleep onset. *Int J Psychophysiol.* 2002;46(3):275–86.
- Nielsen-Bohlman L, Knight RT, Woods DL, Woodward K. Differential auditory processing continues during sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1991;79(4):281–90.
- Kállai I, Harsh J, Voss U. Attention to external stimuli during wakefulness and sleep: evoked 40-Hz response and N350. *Psychophysiology.* 2003;40(6):955–66.
- Colrain IM, Webster KE, Hirst G. The N550 component of the evoked K-complex: a modality non-specific response? *J Sleep Res.* 1999;8(4):273–80.
- Salisbury D, Squires NK, Ibel S, Maloney T. Auditory event-related potentials during stage 2 NREM sleep in humans. *J Sleep Res.* 1992;1(4):251–7.
- Harsh J, Voss U, Hull J, Schrepfer S, Badia P. ERP and behavioral changes during the wake/sleep transition. *Psychophysiology.* 1994;31(3):244–52.
- Hull J, Harsh J. P300 and sleep-related positive waveforms (P220, P450, and P900) have different determinants. *J Sleep Res.* 2001;10(1):9–17.
- Ujszászi J, Halász P. Long latency evoked potential components in human slow wave sleep. *Electroencephalogr Clin Neurophysiol.* 1988;69(6):516–22.
- Lin Y-H, Jen C-H, Yang C-M. Information processing during sleep and stress-related sleep vulnerability. *Psychiatry Clin Neurosci.* 2015;69(2):84–92.