

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIKLI BİREYLERDE FARKLI BİLİŞSEL EK
GÖREVLERİN POSTURAL STABİLİTEYE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Banu MÜJDECİ

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
DOKTORA TEZİ**

**Ankara
2013**

**T.C.
HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**SAĞLIKLI BİREYLERDE FARKLI BİLİŞSEL EK
GÖREVLERİN POSTURAL STABİLİTEYE ETKİSİNİN
ARAŞTIRILMASI**

Banu MÜJDECİ

**TEZ DANIŞMANI
Doç. Dr. Songül AKSOY**

**Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı
DOKTORA TEZİ**

**Ankara
2013**

Anabilim Dalı :Kulak Burun Boğaz Ana Bilim Dalı
Program :Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları
Tez Başlığı :Sağlıklı bireylerde farklı bilişsel ek görevlerin postural
stabiliteye etkisinin araştırılması
Öğrenci Adı-Soyadı :Banu Müjdeci
Savunma Sınavı Tarihi :08.02.2013

Bu çalışma jürimiz tarafından yüksek lisans/doktora tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı: Prof. Dr. Gonca SENNAROĞLU
Hacettepe Üniversitesi

Danışman: Doç. Dr. Songül AKSOY
Hacettepe Üniversitesi

Üye: Doç.Dr. Ahmet ATAŞ
İstanbul Üniversitesi

Üye: Doç. Dr. Süha YAĞCIOĞLU
Hacettepe Üniversitesi

Üye: Yrd. Doç.Dr. Didem TÜRKYILMAZ
Hacettepe Üniversitesi

ONAY:

Bu tez Hacettepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ersin FADILLIOĞLU
Enstitü Müdürü

TEŞEKKÜR

Eğitimim süresince değerli katkıları olan ve tez çalışmasının her aşamasında bilgi, deneyim ve desteğini esirgemeyen değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Songül Aksoy'a...

Eğitimim süresince içtenlikle her zaman yardımlarını hissettiğim, tez çalışmasında her aşamada değerli katkıları ve desteği olan Sayın Yrd. Doç Dr. Didem Türkyılmaz'a...

Tez çalışmasının her aşamasında bilgisini, deneyimlerini özveri ile paylaşan ve teknik konularda desteğini esirgemeyen Sayın Doç. Dr. Süha Yağcıoğlu'na...

Eğitimimde sonsuz destekleri olan ve tez çalışmasında tez izleme komitesi üyesi olarak değerli katkı sağlayan değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Gonca Sennaroğlu'na ve Sayın Doç. Dr. Ahmet Ataş'a...

İstatistiksel analiz konusunda bilgi ve deneyimlerini özveri ile paylaşan ve tez çalışmasına değerli katkı sağlayan Uzm. Gökhan Aytekin'e...

Bana ve tez çalışmasına kazandırdıkları her şey için teşekkür ederim.

Meders Limited Şirketi'nin kurucusu ve sahibi olan sayın Ersin Oray'a tez çalışmasının yapılabilmesi için yazılımın temininde sağladığı maddi destek için teşekkür ederim.

Tez çalışmasına gönüllü katılım sağlayan değerli katılımcılara sabır ve özverileri için teşekkür ederim.

Eğitimim ve tez çalışması süresince bilgisi, deneyimleri, hoşgörüsü ve yardımları ile her zaman sonsuz destek sağlayan değerli arkadaşım Sayın Uzm. Odyolog Çağıl Gökdoğan'a hep yanımda olduğu için teşekkür ederim.

Ve.....

Bu zorlu süreçte her zaman olduğu gibi bana sevgi, anlayış ve yardımlarıyla sonsuz destek sağlayan, başta Annem Asiye İzol olmak üzere, Ablalarım Prof. Dr. Arzu Müjdecı ve Ebru Akar'a, Eniştem Ercan Akar'a ve Yeğenlerim Sarper Akar ve Duru Akar'a hayatımda oldukları için çok teşekkür ederim.

Banu Müjdecı

ÖZET

Müjdecı, B. Sağlıklı Bireylerde Farklı Bilişsel Ek Görevlerin Postural Stabiliteye Etkisinin Araştırılması. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Programı Doktora Tezi, Ankara, 2013. Çift görev çalışmaları; bireyin bilişsel yapısının santral işlemcileri içerip içermemesi ve beynin fonksiyonel yapısı hakkındaki temel soruların cevaplanması konusunda önemli bilgi sağlar. Bu çalışmanın amacı, sağlıklı bireylerde eşzamanlı olarak yapılan farklı bilişsel görevlerin, postural stabilite üzerinde etkisinin değerlendirilmesidir. 18-32 yaşları arasında 20 sağlıklı bireye, Bilgisayarlı Dinamik Posturografi kullanılarak Duyu Organizasyon testi (DOT) yapılmış ve sayı dizisi testi uygulanmıştır. Bilişsel görevler; işitsel, görsel ve işitsel- görsel olarak sunulmuş, kolay ve zor görevler şeklinde ileri düzende ve işitsel ve görsel olarak geri düzende DOT ile eşzamanlı olarak uygulanmıştır. Zihinsel tekrar sırasında DOT ve bilişsel hata skorları kaydedilmiştir. Temel DOT skorları ile karşılaştırıldığında, bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarında Durum (D) 1 ve D2 de anlamlı azalma elde edilmiştir ($p < .05$). D3'te, işitsel zor görevde ve D4'te işitsel-görsel kolay görevde DOT skorunda istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > .05$). Diğer bilişsel görevlerde D3 ve D4'te DOT skorlarında anlamlı azalma saptanmıştır ($p < .05$). İşitsel zor görevde D5'te DOT skorunda anlamlı artış elde edilmiştir ($p < .05$). Aynı ve farklı zorluk derecesindeki bilişsel görevler ile eşzamanlı DOT skorlarının ikişerli karşılaştırılmasında, DOT skorlarında anlamlı fark saptanmamıştır ($p > .05$). Çift görev sırasında görsel ve işitsel-görsel görevlerde zorluk artışı, bireyin hata sayısında anlamlı artışa neden olmuş ($p < .05$), işitsel görevde fark saptanmamıştır ($p > .05$). Görsel ve işitsel-görsel zor görevlerde işitsel zor görev ile karşılaştırıldığında hata sayısında anlamlı artış saptanmıştır ($p < .05$). Oluşturulan çift görev modelinin, geriatrik ve vestibüler bozukluğu olan bireylerde çift görev performansının değerlendirilmesinde kullanılabileceği düşünülmektedir.

Anahtar kelimeler: Bilgisayarlı Dinamik Posturografi, denge, çift görev, kısa süreli hafıza, postural kontrol.

ABSTRACT

Mujdeci, B., The Effects of Different Cognitive Tasks on Postural Stability in Healthy Subjects. Hacettepe University Institute of Health Sciences, Ph.D.Thesis in Audiology and Speech Disorders, Ankara, 2013. Studying dual task provides an important information basic questions about the functional architecture of the brain and whether human cognitive architecture includes a central processor. The aim of this study was evaluate the effects of concurrently different cognitive tasks on postural stability in healthy subjects. Sensory Organization Test using the Computerized Dynamic Posturography and digit span test was performed on 20 healthy subjects, aged 18-32. Cognitive tasks; auditory, visually and auditory-visually presented in the form of easy and difficult forward task and the auditory and visually presented in the form of backward tasks was applied simultaneously with the DOT. DOT scores and cognitive error scores were recorded during rehearsal. Concurrent cognitive tasks DOT scores compared with the basic DOT scores significant reduction were obtained in Conditions (C)1 and C2 ($p < .05$). There was no significant differences in DOT scores of difficult visual task in C3 and easy auditory-visual task in C4 ($p > .05$). In other cognitive tasks, DOT scores were obtained significant decrease on C3 and C4 ($p < .05$). Significant increase of DOT scores was detected for auditory difficulty task on the C5 ($p < .05$). The same and different difficulty levels in the comparison of pairs scores in cognitive tasks simultaneously with the DOT, DOT scores did not differ significantly ($p > .05$). During the visual and auditory-visual dual tasks, increase the difficulty of the task, caused a significant increase in the number of errors ($p < .05$). But for auditory task there was no difference ($p > .05$). Visual and auditory-visual difficult task compared with the difficult auditory task was found significantly increased of error scores ($p < .05$). The generated dual task model might be used to evaluating the performance of dual-task with vestibular dysfunction patients and with geriatric subjects.

Key words: Computerized Dynamic Posturography, balance, dual-task, short-term memory, postural control.

İÇİNDEKİLER

	SAYFA
ONAY SAYFASI	iii
TEŞEKKÜR	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ	x
GRAFİKLER DİZİNİ	xi
RESİMLER DİZİNİ	xii
TABLolar DİZİNİ	xiii
1. GİRİŞ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1. Postural Kontrol ve İlişkili Tanımlar	3
2.1.1. Postural Kontrol	3
2.1.2. Yerçekimi Merkezi	5
2.1.3. Dayanma Yüzeyi	5
2.1.4. Kararlılık Sınırları (<i>Limits of Stability</i>)	5
2.2. Postural Kontrol Mekanizması	5
2.3. Bilgi İşleme Süreçleri	9
2.3.1. Bilgi İşleme Süreçleri ve Kısa Süreli Hafıza	9
2.3.2. Bilgi İşleme Süreçleri ve Dikkat	11
2.4. Çift Görev Durumları	11
2.4.1. Çift Görev Karmaşası ve Teorik Yaklaşımlar	12
2.4.2. Çift Görev Performans Modelleri	13
2.5. Postural Stabilite ve Bilişsel Görevler Arasındaki Etkileşim	14
2.6. Bilgisayarlı Dinamik Posturografi (BDP)	16
2.6.1. Duyu Organizasyon Testi (DOT)	17

2.7. Sayı Dizileri Testi (<i>Digit Span Test</i>)	21
3. BİREYLER ve YÖNTEM	22
3.1 Bireyler	22
3.1.1. Demografik Bilgiler	22
3.1.2. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri	23
3.2. Yöntem	23
3.2.1. DOT Değerlendirmesi	23
3.2.2. Sayı Dizileri Testi (<i>Digit Span Test</i>)	24
3.2.3. Çift Görev Düzeni	26
3.2.4. Hataların kaydedilmesi	28
3.2.5. Verilerin Toplanması	28
3.3. İstatistiksel Analiz	29
4 . BULGULAR	30
5. TARTIŞMA	40
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	55
KAYNAKLAR	57
EKLER	
EK 1. Mini Mental Test	

SİMGELER VE KISALTMALAR

BDP	Bilgisayarlı Dinamik Posturografi
DOT	Duyu Organizasyon Testi (DOT)
D	Durum
kHz	KiloHertz
dB	Desibel
SPSS	<i>Statistical Package for the Social Science</i>
n	Sayı
%	Yüzde
ve diğ.	ve Diğerleri
X	Aritmetik Ortalama
SS	Standart Sapma
p	Yanılma Olasılığı

ŞEKİLLER

Şekil		Sayfa
2.1	İnsanda denge sistemi	3
2.2	Postural kontrol ve oryantasyon için gerekli kaynaklar	4
2.3	Vestibüler sistemin organizasyonu	6
2.4	Duyu Organizasyon Test Durumları	18
2.5	Duyu Organizasyon Testi sonuç örneği	20
3.1	Çift görev düzeninde kullanılan ekipmanlar	26
3.2	Çift görev düzeninde uygulanan işlemler	27

GRAFİKLER

Grafik		Sayfa
4.1	Temel DOT skorları ve bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorları	32

RESİMLER

Resim		Sayfa
2.1	Bilgisayarlı Dinamik Postürografi	17

TABLOLAR

Tablo		Sayfa
3.1	Bireylerin demografik özellikleri ve eğitim durumuna göre dağılımları	22
3.2	Çift görev düzeninde bilişsel görevler	27
4.1	Temel DOT skorları ve bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması	31
4.2	Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması	33
4.3	Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması	34
4.4	Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların Mann-Whitney U Testi ile ikişerli karşılaştırılması	36
4.5	Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması	37
4.6	Bilişsel görevler ile eşzamanlı olarak yapılan DOT skorlarının bilişsel görevler arasında ANOVA ile karşılaştırılması	38
4.7	Bilişsel görevler ile eşzamanlı DOT değerlendirmeleri arası “LSD Post Hoc” test sonuç tablosu	39

GİRİŞ

Denge; görsel, vestibüler ve somatosensör sistemden duyu bilgisinin bütünleştirilmesi ve duyu, kas-iskelet sistemi ve santral sinir sisteminin koordinasyonunu ile sağlanır. Ekstremitelerin pozisyonlanmasına dayalı girdiler, bazal gangliona iletilir. Bu uyarı, serebellumda tamamlayıcı (*supplementary*) motor korteks ve premotor kortekste oluşan planlı hareket ile bütünleştirilir. Alfa motornöronlar aracılığı ile dengenin düzenlenmesi sağlanır (1, 2).

Ayakta durma, günlük yaşamda kullanılan bir denge görevidir ve subkortikal sinir yapıları ve spinal nöronal sistem tarafından otomatik olarak düzenlenir (3). Bireyin, dengesini koruyabilmesi için kendisini çevreleyen dünyadaki oryantasyonunu ve pozisyonunu bilmesi gerekir. Bu bilgi; gözler, iç kulaktaki vestibüler organlar ve kaslardaki somatosensör reseptörlerden gelir (4). Bu sistemlerden gelen girdilerin bütünleştirilmesi, postural kontrolün sağlanmasında önemlidir (5). Postural kontrolün sağlanmasında bu sistemlerin dışında, vestibulo-okuler ve vestibulo-spinal refleksler aracılığı ile serebellum, pons ve orta beyin bölgesindeki nöral ağ yapısı ve serebral korteks de etkili olmaktadır.

Ayakta durma basit bir postural görev olmakla birlikte bilişsel kaynakların kullanımını gerektirir (6). Postural kontrolün sağlanmasında dikkat, istek, hatırlama gibi fonksiyonlar önem kazanmaktadır (7). Postural kontrol ve biliş, birbirine geçmiş işlemlerdir (8). Günlük yaşamda statik denge veya dinamik postural görevler, bilişsel görevler ile eşzamanlı olarak yapılır. Kişilerin yürürken konuşması veya koşarken müzik dinlemesi buna örnek verilebilir (9).

Denge fonksiyonu veya uzayda oryantasyon yeteneği ile bilişsel performans arasındaki ilişkinin araştırıldığı çalışmalarda; postural göreve odaklanmanın bilişsel performansı etkileyip etkilemeyeceği ve bilişsel görev performansının postural stabiliteyi azaltıp azaltmayacağı araştırılmıştır (10, 11, 12). Denge ve bilişsel görevlerin eş zamanlı yapıldığı çalışmalarda bilişsel görevler; hafıza görevleri, sessiz aritmetik görevler, sözel aritmetik görevler ve reaksiyon zamanı görevlerini içerirken denge görevleri; çeşitli yüzeylerde ve çeşitli duyu durumlarını içeren ayakta durma görevi şeklindedir (13, 14).

Ayakta durmanın korunması, sağlıklı yetişkinlerin günlük yaşamda son derece deneyimli olduğu bir durumdur ve pek çok koşulda dikkat kontrolü aşık olmadan, denge etkili bir şekilde sağlanabilir (15). Son yirmi yılda, postural kontrolde dikkatin önemini değerlendiren çift görev çalışmaları önem kazanmıştır (2). Çift görev çalışmaları, bireyin diğer görevler ile eş zamanlı performansının, tek görev ile karşılaştırılması ile yapılır (örn: bilişsel görev ve denge görevi). Tek görevin, temel düzeydeki performansının üzerinde ikinci görevin neden olduğu herhangi bir değişiklik, “çift görev etkisi” olarak kabul edilir. Denge ve biliş üzerine yapılan çift görev çalışmalarında; bilişsel görevin denge performansı üzerine olası etkisi ve denge fonksiyonu üzerinde bilişsel görevlerin olası etkisi araştırılmıştır (14, 16).

Bilişsel yüklenmenin denge fonksiyonuna etkisi bazı faktörlere bağlıdır. Bu faktörlerden birincisi, dikkatin dengeye yönelmesi, ikincisi, denge ve bilişsel görevlerin her ikisinin performansı, üçüncü faktör ise çalışmada kullanılan denge görevinin türü ve zorluk derecesidir (16).

Genelde, çift görev çalışmalarını yorumlamak zordur. Eğer bir görev daha zor veya daha fazla dikkat gerektiriyorsa diğer görev ile daha fazla etkileşebilir (17).

Postural stabilite üzerine çift görev etkisinin araştırıldığı çalışmalar sonucunda, ikinci görevin eşzamanlı verilmesi ile postural salınımın arttığı, azaldığı veya değişiklik göstermediği yönünde birbirinden farklı sonuçlar elde edilmiştir (18, 19, 20).

Bu çalışma, sağlıklı bireylerde postural kontrol görevi ile eşzamanlı olarak yapılan farklı bilişsel görevlerin, postural stabilite üzerinde etkisinin değerlendirilmesi amacı ile planlanmıştır.

Bu çalışmanın hipotezleri şunlardır;

I. Bilişsel ek görevlerin, postural stabilite üzerinde etkisi olacaktır.

II. Zor ve kolay bilişsel ek görevlerin postural stabilite üzerinde etkisi farklı olacaktır.

GENEL BİLGİLER

2.1. Postural Kontrol ve İlişkili Tanımlar

2.1.1. Postural Kontrol

Postural kontrol; vücudun ağırlık merkezini dayanma yüzeyi üzerinde hareket ettirerek veya koruyarak, yerçekim alanı içinde dengeyi koruma yeteneğidir (21).

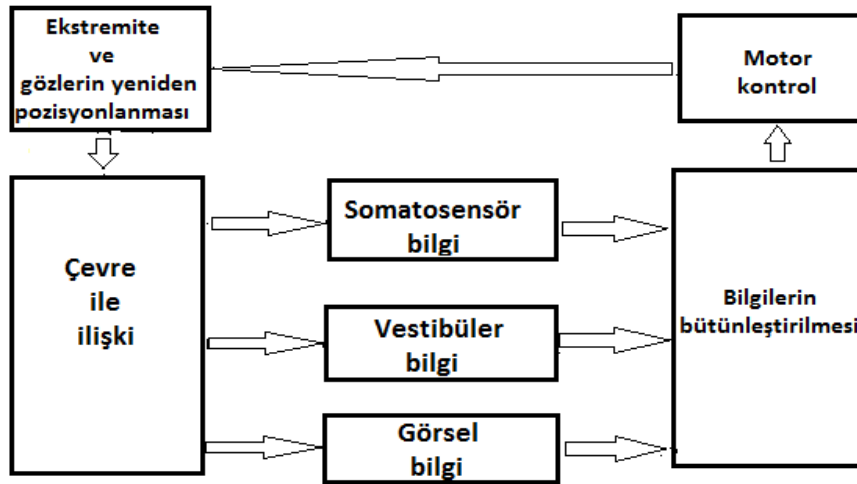
Woollacott ve Shumway-Cook postural kontrolü, “oryantasyon ve denge amacıyla uzayda vücudun pozisyonunun kontrolü” olarak ifade etmişlerdir (22).

Postural kontrol; algısal-motor bir işlemdir. Bu işlem;

- Görsel, vestibüler ve somatosensör sistemden gelen hareket ve pozisyon hissini

- Hareket ve oryantasyonu belirleyen duyuusal girdilerin işlenmesini

- Dengenin oluşması ve korunmasında etkili motor cevapların seçimini içerir (23). Bkz. Şekil 2.1.



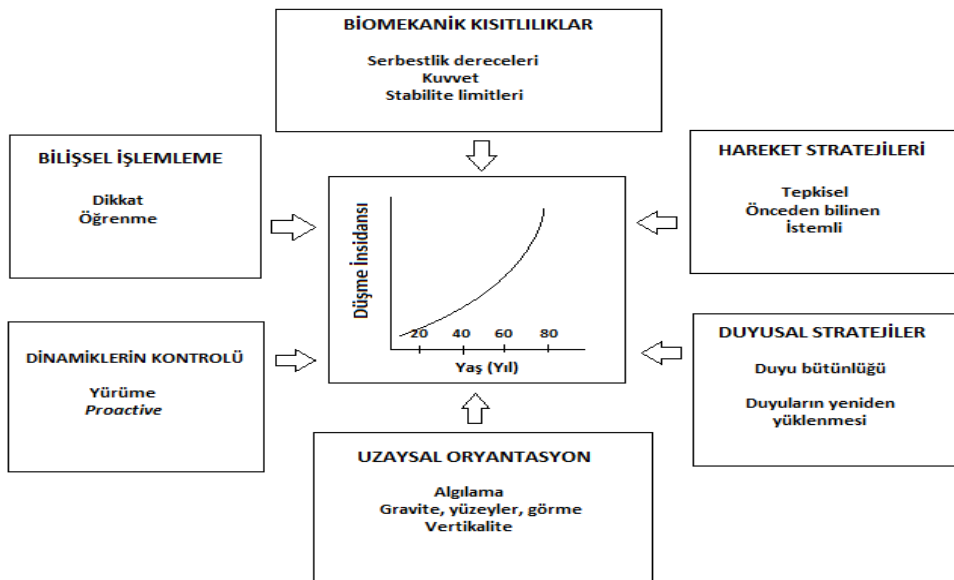
Şekil 2.1. İnsanda denge sistemi (24)

Ayakta dik duruşun korunması, birden fazla duyu sisteminden gelen girdilerin doğru bir şekilde seçilmesi ve kullanımını içeren karmaşık bir görevdir. Postural oryantasyon değişikliklerini ifade eden ayakta durma pozisyon bilgisi; görsel,

vestibüler ve somatosensör sistemden gelir (25). Günlük yaşam aktiviteleri ve fiziksel fonksiyonların çoğunda iyi bir postural stabilite gereklidir (5).

Bireyin vücut pozisyonu, “ayak bileği stratejisi” kullanılarak ayak bileği etrafında oluşan hızlı ve küçük denge hareketleri ile kontrol edilir. Kaygan yüzeylerde somatosensör duyu girdisi ihmal edilebilir ve uygun düzeltici hareketlerle vücut pozisyonu kontrol edilir (26). ”Kalça stratejisi” kullanıldığında hareket, esas olarak kalça çevresinde oluşur. Dengeyi sağlamanın zor olduğu durumlarda ayakta durma pozisyonunu sağlamak için “adım alma stratejisi” kullanılır. Kombine stratejiler ile farklı postural hareketleri kullanması, bireyin geçmişteki deneyimlerinden etkilenir (27).

Postural kontrol; santral işlemler, algı-hareket, davranışsal kısıtlılıklar ve çevre arasındaki göreve spesifik etkileşimdir. Postural sinerjinin organizasyonu, bu faktörlerden herhangi birinden etkilenebilir. Bilişsel yüklenme, algısal faktörler, suprapostural davranışlar ve çevresel faktörler (dayanma yüzeyinin rijiditesi gibi) postural sinerjilerin göreve spesifik ortaya çıkmasına katkıda bulunabilir (28). Postural kontrol ve oryantasyon için gerekli kaynaklar Şekil 2.2’de gösterilmiştir.



Şekil 2.2. Postural kontrol ve oryantasyon için gerekli kaynaklar (29).

2.1.2.Yerçekimi Merkezi

Bir cismin üzerine etki eden kuvvetlerin vektörel toplamının sıfır olduğu hayali bir noktadır. İnsanda yerçekimi merkezinin yaklaşık 5. lumbal vertebranın hemen önünde olduğu kabul edilmektedir (7).

2.1.3.Dayanma Yüzeyi

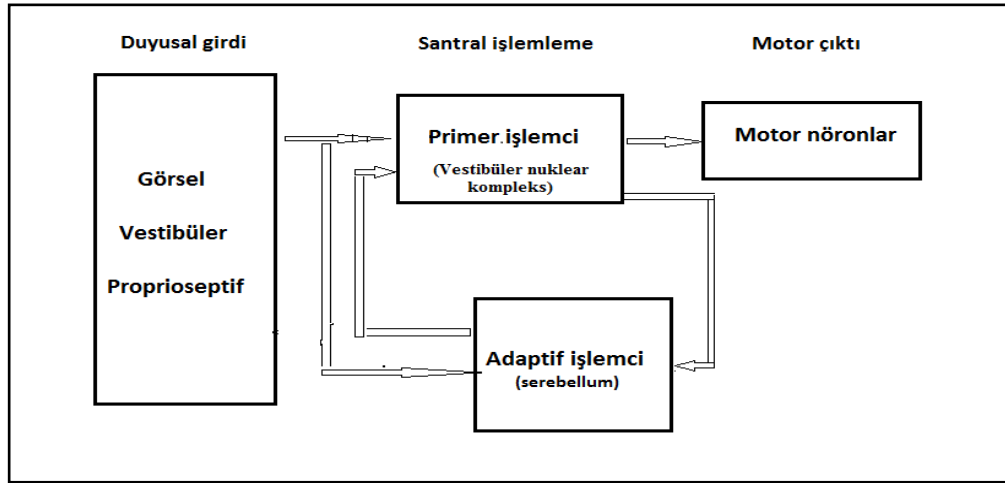
Vücudun kendi ağırlığına ve yerçekimine bağlı olarak basınç hissettiği düzlemdir. Ayakta dururken vücudun yerçekimi merkezi, dayanma yüzeyine vertikal konumdadır. Geniş dayanma yüzeyi durumlarında dengenin sağlanması kolay olmakla birlikte, dar yüzeylerde dengeyi sağlamak zordur (7).

2.1.4. Kararlılık Sınırları (*Limits of Stability*)

Kararlılık sınırları, yerçekimi merkezinden geçen izdüşümün, dayanma yüzeyine vertikal pozisyonunu koruyacak şekilde öne, arkaya, sağa ve sola yaptığı postural dalgalanmalar ile oluşan hayali bir konidir. Yerçekimi merkezini dayanma yüzeyine düşürmek için yapılan kompensatuar hareketler; ayak bileği fleksiyon ve ekstansiyonu, kalça fleksiyon ve ekstansiyonu, öne, arkaya, sağa, sola adım atma ve bir yere tutunma şeklindedir. Bunların yerine getirilmediği durumlar, bireyin düşmesi ile sonuçlanır (7).

2.2.Postural Kontrol Mekanizması

Postural kontrol; çevresel uyarıların alınmasını sağlayan duyu sistemleri arasındaki karmaşık etkileşimi ve gravite merkezinin, dayanma yüzeyi üzerinde korunmasını kapsar (5). İnsan vücudunda denge, karmaşık bir işlemdir. Dengenin korunmasında, farklı vücut bölümlerinin dengeli hareketleri gerekmektedir. Vücut bölümlerinin stabilizasyonu ve vücutta meydana gelen dinamik değişiklikler ile denge sağlanabilir. Denge; duyu, kas- iskelet sistemi ve santral sinir sisteminin koordinasyonunu gerektirir (26). Bkz. Şekil. 2.3.



Şekil 2.3. Vestibüler sistemin organizasyonu (30).

Denge kontrolü; görsel, vestibüler ve somatosensör sistemlerden gelen girdiler arasındaki etkileşimi içerir (31). Postural kontrol için; bu üç sistemden gelen girdilerin, vücudun uzaydaki pozisyonu hakkında bilgi sağlaması gereklidir (26).

Somatosensör sistem; vücut kısımlarının birbirlerine göre konumu ve dayanma yüzeyi hakkında bilgi sağlar. Bu sistem aynı zamanda postür kontrolünü sağlayan istemli hareketlerde rol oynar (32).

Santral sinir sistemi düzeyinde multimodal afferent girdilerinin işlenmesi ve çeşitli seviyelerde bütünleştirilmesi, alfa motornöronların ateşlenmesini koordine eden efferent işlemlerin sonucudur. Kas lifleri, propriosepsiyonda önemli rol oynar. Bunlar; sinir sistemine, kasın uzunluğu ve kontraksiyon hızı bilgisini taşıyan mekanoreseptörlerdir. Pozisyon hissi bilgisini sağlayan bu reseptörler, bireyin eklem hareket yeteneği hakkında bilgi verir. Kas lifleri aynı zamanda refleks ve istemli hareket için önemlidir. Golgi tendon organı, proprioseptif sisteme katkısı olan bir yapıdır. Golgi tendon organı aktive olduğunda, kas ve tendon içinde gerginliğin azalması sonucunda alfa motornöronları inhibe olur (5).

Görsel ve vestibüler kanallar, kompensatuar hareketlerden sorumludur. İki kanal arasında önemli farklılıklar vardır. Görme kanalı bireyi objenin hareket yönüne yönlendirirken, vestibüler kanal başın uzaydaki pozisyonu ile ilgilidir (33). Görme

sistemi, nesnelerin konumu hakkında bilgi sağlar. Somatosensör girdi bozulduğunda, görme sisteminin rolü artar. Bazı durumlarda görme kanalının, uygun olmayan denge cevabını baskılayabildiği saptanmıştır. Örn: görme pertürbasyon çalışmalarında; duvar beklenmedik şekilde hareket ettiğinde, görme kanalı bireyde, duvar ile aynı yönde cevap ortaya çıkarır. Birey, duvar hareketinin zamanlamasına ve yön kontrolüne bağlı olarak bu cevabı baskılar (32).

Birden fazla duyu girdisine rağmen, santral sinir sistemi genellikle bilginin oryantasyonu için yalnızca bir duyuya güvenir. Sağlıklı yetişkinler için denge kontrolünde tercihi duyu bilgisi, dayanma yüzeyi ile ilişkide olan ayaklardan gelen somatosensör bilgidir. Santral sinir sistemi, somatosensör sistemden gelen duyu bilgisi azaldığında veya bilgi doğru olmadığında, alternatif duyu girdilerinin oryantasyonu için uyum geliştirebilir (31). Proprioseptörlerden gelen bilgi, karanlık ortamlarda daha önemlidir (26). Duyular arasında uyumsuzluk durumunda santral sinir sistemi uyumsuzluğun çözümü için, vestibüler sistemden gelen doğru girdilerini kullanır. Örneğin, birey hareketli bir otobüsün yanında durduğunda duyular arasında uyumsuzluk oluşur. Bu durumda objenin hareketi ile kendini bağlantılı algılayan görsel girdi ile, objenin hareketi ile kendini bağlantılı algılamayan vestibüler ve somatosensör girdiler arasında uyumsuzluk oluşur. Bu uyumsuzluğun çözümünde, normal santral sinir sistemi, görsel girdileri önemsemez, vestibüler ve somatosensör sistemden gelen doğru girdileri değerlendirir (31).

Bir veya daha fazla duyu girdisinin ortadan kaldırıldığı veya değiştirildiği durumlarda, postural salınımın yapısındaki değişikliklerin, duyuların yeniden yüklenmesinin (*reweighting*) getirdiği postural kontrol adaptasyonları nedeniyle olabileceği belirtilmiştir. Duyu girdileri, daha güvenilir oryantasyon bilgisi sağlayan modalitelerin kullanımını sağlamak için yeniden ağırlıklandırılır (34, 35).

Duyu bütünlüğü için nöral mekanizma karmaşıktır ve tam olarak anlaşılammıştır. Duyunun yeniden yüklenmesi ve inhibisyon, integratif işlemlerin iki önemli komponenti olarak düşünülür. Yeniden yüklenme, spesifik duyu girdilerinin kullanımındaki değişiklikleri yansıtır. Örneğin, ışıklandırmanın az olduğu koşullarda yürürken ayaklardan gelen somatosensör girdilere daha fazla güvenilir (36).

Spinal kord, postural kontrolün önemli bir komponentidir. Spinal kord, afferent ve efferent girdileri iletirken, aynı zamanda, postural kontrole katkı sağlayan reflekslere aracılık eder (32).

Duyu sistemi ve bireyin duyu gelişimi, bireyin afferent ve efferent hareket algısı ile oluşur. Afferent hareket, çevreye ilişkin objelerin hareketidir, efferent hareket; gözler, vücut veya başın ardışık hareketidir (37). Duyu girdileri vestibüler nukleusa doğru ilerler (38). Öğrenilen paternler ile birleştirilerek ve bütünleştirilerek beyin sapına bilgi akışı olur. Örneğin, kaygan ya da normal zeminde yürürken farklı stratejiler kullanılır (39).

Afferent girdiler, beyin sapına giden denge bilgisini içeren özelleşmiş duyulardır ki bunlar aracı istasyon olarak hizmet verir. Beyinsapı aynı zamanda, inen nöral aktiviteyi içerir. Lateral yol ekstremiteler ile ilgili iken medial yol, aksial ve proksimal kaslar ile ilgilidir (32).

Grillner ve Wallen'e (40) göre, normal lokomasyon paterninin oluşumu için santral sinir sistemi;

- Temel lokomotor sinerjiyi oluşturan ritmik resiprokal fleksör ve ekstansör aktivitenin oluşumuna
- Denge kontrolünün sağlanmasına
- Lokomotor kontrolü sağlamak için bazı adaptif yeteneklere gereksinim duymaktadır.

Serebellumun, bu gereksinimlerin karşılanmasına katkıda bulunduğu ifade edilmektedir. Lokomotor sinerji, beyin sapı ve spinal kordda oluşturuluyor gibi görülse de serebellum; zamanlama, hız ve lokomotor paternlerin kontrolünde, kas aktivitesi için kuvvet oluşumuna katkıda bulunur. Böylece serebellum; ekstremitelerde, eklem düzeyinde hareket koordinasyonuna yardım eder. Stereotip yürüme paterni, doğru ayak yerleşimi, kalça, diz ve ayak bileği arasında ve sağ ve sol bacak arasında hareket koordinasyonuna katkı sağlar. Ayrıca, serebellum, yürüme sırasında ayakta durma postürünün korunmasında rol oynar. Serebellar hasarda, oturma, ayakta durma ve yürüme dengesi bozulur ve düşme görülür (41).

2.3. Bilgi İşleme Süreçleri

2.3.1. Bilgi İşleme Süreçleri ve Kısa Süreli Hafıza

İnsan, çevredeki tüm uyarıcılardan otomatik ve dikkatten bağımsız olarak etkilenir. Bu durum, duyu organlarından, serebral korteksin birincil duyu alanlarına kadar olan çok büyük bir bölümü etkiler. İnsanı etkileyen tüm uyarılar, fiziksel özellikleri açısından analiz edilir. Bu, duyu hafıza tarafından yapılır. Analizler “bilinç öncesidir”.

Duyusal süreçlerin arkasından algılama süreçleri başlar. Korteksteki birincil duyu alanlarının ardından ikincil duyu çağrışım alanlarını ve bazı durumlarda üçüncül çağrışım alanlarını içeren bir algılama süreci sonucunda birey, uyarı algılar. Bu işlem örüntü algılamadır (*pattern perception*). Örüntü algılama yani nesnelerin zihinde ve beyinde nasıl temsil edildiği o kadar karmaşıktır ki bunun sırrı hala çözülememiştir (42).

İkonik hafıza (*iconic memory*), saniyenin dörtte biri ya da daha fazlasını içeren süre boyunca görsel bilginin otomatik olarak korunduğu duyu hafıza şeklidir. Birey dikkatini vermezse bilgi yok olmaktadır (43). Sperling’in yaptığı çalışmada bireyler, gösterilen harfleri hemen tekrarladığında 9 harfi, 0.5 saniye gecikme sonrasında 6 harfi, 1 saniye gecikme sonrasında 4 harfi doğru hatırlamışlardır. Gecikme süresinin artması ile bireyin hatırladığı harf sayısının azalması, ikonik hafızanın kısa süreli olduğunu (bir saniye veya daha az) göstermiştir (44).

İşitsel bilgi için duyu hafıza, ikoik (*echoic*) hafıza olarak isimlendirilmektedir. İkoik hafıza, işitsel bilginin 1-2 saniye süre ile korunduğu duyu hafıza şeklidir. Örn, kitap okuduğunuz sırada arkadaşınız soru sorduğunda, okumayı bırakıp “ne dedin?” sorusunu sorduğunuz anda arkadaşınızın kelimelerinin tamamını hatırladığınızı fark edersiniz. Bunun nedeni, kelimelerin 2 saniye süresince ikoik hafızada korunmasıdır (43).

İnsanda bilinç öncesi duyu hafızada bir süre kalan bilgilerin bilince yani kısa süreli hafızaya ulaşmasının yolu, bunlara etkili bir şekilde dikkat edilmesini

içeren aktif dikkat yoludur. Kısa süreli hafıza/çalışan hafıza bilgiyi depolamak ve depolanmış bilgilerin üzerinde işlem yapmakla ilgilidir. Depolama ve bilgi işlemenin yerine getirilmesi için öncelikle işleme tabi tutulacak bilgiye karar verilmesi gerekmektedir. Kısa süreli hafızanın kapasitesi sınırlıdır. Karar verme işlemi ise bireyin bilinçli ve istemli olarak yaptığı bilişsel bir davranıştır. Kısa süreli hafıza/çalışan hafızada bilgiler yeniden kodlanır. Yeniden kodlama, duyuşsal kayıt sistemine özgü kodların bir başka kodlama sistemine dönüştürülmesidir. Kısa süreli hafızadaki bu kodlama öncelikle akustiktir. İnsan pek çok durumda bilgileri fonetik veya sözel olarak kodlar. Telefon defterinde belirlediğimiz bir numarayı akılda tutmak için numarayı sözel olarak tekrar ederiz. Bazı uyarıcılarda ise fonetik-sözel kodlama yapılamaz. Örneğin insan yüzleri ancak görsel olarak kodlanabilir. Bilginin hafızada kalması ise kısa süreli hafızada yürütölen zihinsel tekrar (*rehearsal*) yolu ile sağlanır. Tekrarlama ve zihinsel tekrar ile (*repetitive rehearsal*), bilginin kısa süreler için hatırlanması sağlanır. Telefon numarasını kısa bir süre için hatırlamamız gerekiyorsa bunu üst üste tekrarlarız. Bu şekilde hatırlanmaya çalışılan bilgilerin çoğunda olduğu gibi, numarayı çevirdikten sonra da unuturuz. Ezberleyerek yapılan öğrenmede tekrarlama ile zihinsel tekrar yapılmaktadır. Özümseyici zihinsel tekrar (*elaborative rehearsal*), bilginin hafızada uzun süreli kalmasını sağlar. Özümseyici zihinsel tekrarda uzun süreli hafızadaki bilişsel bilgiler, kural ve stratejiler kısa süreli hafızaya getirilir, işlem görmekte olan bilgi, uzun süreli hafızadan gelen bu öğeler doğrultusunda öğrenilir ve bu şekilde öğrenilmiş olan bilgiler uzun süreli hafızaya geçer. Bilgilerin düzenlenerek, sınıflanarak, ilişkilendirilerek ve anlamlandırılarak öğrenilip hafızaya atılması, özümseyici zihinsel tekrar sürecini ifade etmektedir.

Kısa süreli hafıza/çalışan hafıza, gerek bilgilerin seçimi, gerekse bunların ileri işleme tabii tutulması bakımından dikkat ve bilişsel çabayı gerektirir. Buna göre, evrimsel olarak insanda en üstün halini alan frontal lob ve ayrıca hipokampusün işlevselliğinin bir sonucu olarak kısa süreli hafıza/çalışan hafıza, bilgi işlemedeki darboğazdır. Aktif veya pasif dikkat yoluyla bu darboğazı geçen bilgiler, bireyin bilinçli olarak farkında olduğu deneyimlerdir. Ancak bilginin kısa süreli hafıza/çalışan hafızada kalım süresi 2 saniye ile dakikalar arasında olduğundan bu sürede uzun süreli hafızaya aktarılamamış olan bilgiler, pasif olarak veya aktif süreçler sonucu ortadan kalkar yani unutulur.

Bilgi işlemedeki son işlem basamağı uzun süreli hafıza süreçlerini içerir. Bu hafızanın işlevi, bilgileri öncelikle uzun süreli depolanmaya uygun olacak şekilde özümseyerek kodlamaktır (*encode*). Özümseyerek kodlama, yeni bilginin, bireyin daha önceki bilgilerini özümsemesini sağlayan bir kodlama çeşididir. Özümseyerek kodlamada bilgiler, uzun süreli depoda bulunan bilgilere özümşenir, bilgiler yeniden organize edilerek zenginleştirilir, depolanan bilgiler zaman içinde değiştirilir. Uzun süreli hafızada özümşenerek kodlanan bilgiler, anısal ve anlamsal hafıza olarak depolanır. Uzun süreli hafıza kapasitesi kuramsal olarak sınırsızdır ancak bilgiler yine de unutulabilir. Bu unutmama, kullanmama veya bir başka bilginin yerine geçmesi nedeniyle meydana gelir. Ancak hatırlanamayan bilgilerin bir kısmı da depoda olduğu halde geri çağrılmayan bilgilerdir (42).

2.3.2. Bilgi İşleme Süreçleri ve Dikkat

Dikkat, bireyin işleme kapasitesi olarak açıklanabilir (18). Seçim yapma sürecine “seçici dikkat” (*selective attention*) denir. Seçici dikkat sırasında birey, kendisi için kritik öneme sahip olan özellikleri seçmektedir. “Sürdürülen dikkat” (*sustained attention*) ortaya konan eylemin yapılması sırasında görevin gerektirdiği kapasite miktarının birey tarafından belirlenmesi, atanması ve dikkatlilik durumunun sürdürülmesidir (45). “Yönelim tepkisi” ise bir olay tarafından tetiklenen bilgiyi, bireyin değerlendirdiği ilk basamaktır (46).

2.4. Çift Görev Durumları

Motor yetenek ile çift görevin kullanıldığı deneysel testlerin metodolojisi, Abernethy tarafından tanımlanmıştır (47). Yüz yıldan uzun bir süredir psikologlar, bireylerin iki veya daha fazla aktiviteyi eşzamanlı olarak yapabileceğini değerlendirmişlerdir (48). ”Çift görev”, iki aktivitenin aynı zamanda yapılmasıdır. “Çift görev karmaşası” ifadesi ise iki aktivite eşzamanlı olarak yapıldığında bir görevin ya da her ikisinin performansında azalmadır (49).

Çift görev çalışmaları; bireyin bilişsel yapısının santral işlemcilerini içerip içermemesi ve beynin fonksiyonel yapısı hakkındaki temel soruların cevaplanması için önemlidir. Bireyler, görevler fiziksel olarak farklı olmadıkça (daktilo ve kahve içme vb) veya entelektüel gereksinimi olmadıkça (konuşma ve restoranda hesap

ödeme) farklı aktivitelerin aynı zamanda yapılmasının zorluğunun farkında değildir. Bireyler, araba kullanırken konuşur, egzersiz bisikletinde iken gazete okur ve konuşurken sakız çiğnerler. Laboratuar çalışmalarında ise çoğu görev çiftleri diğeriyle şiddetli bir şekilde etkileşir. Laboratuar koşullarında çift görev performansının araştırılmasında, basit reaksiyon zamanından karmaşık gerçek yaşam aktivitelerine kadar birbirinden çok farklı görevler kullanılmıştır (48).

Çift görev metodolojisi, otomatiklik (*automaticity*), hemisferik lokus ve işlemlenin yapısal bağımsızlığı ile ilgili bilgi sağlar. İki görevden biri esas görev olarak düzenlenir. Esas görev performansı, çift görev durumu sırasında temel düzeyde korunur. Eğer çift görev durumunda, ikinci görevin performansı temel düzeyinden azalırsa bu, esas görevde daha fazla dikkat gereksinimi olduğunu gösterir ve temel düzeyde sekonder görevin yapılması için rezerv kapasitenin yeterli olmadığını açıklar. Çift görev metodolojisinde kullanılan deneyler, çift görev durumunun, tek görev durumundan küçük farklılıklarını saptayan ölçümleri kullanırlar (47).

2.4.1. Çift Görev Karmaşası ve Teorik Yaklaşımlar

İki görev eşzamanlı olarak yapıldığında zorlanmanın nedeni olarak olası üç açıklama yapılmıştır. Bunlar;

- Kapasite bölüştürme (*capacity sharing*)
- Görev değiştirme (*bottleneck*)
- Görev kaynağıdır (*cross-talk*) (48).

Kapasite bölüştürme (*Capacity sharing*): En çok kabul gören teorilerden biridir. Kişi, görevler arasında, işleyiş kapasitelerini ve mental kaynaklarını bölüştürür. Kapasite, her bir görev için azalır, performans bozulur. İki ya da fazla uyaran verilmesi arasında zaman azalırsa işleyişin süresi artar. Bu teori, görevlerin her ikisi de öğrenilmiş ve büyük oranda otomatikse, kapasiteyi istemli olarak bir göreve yönlendirmenin mümkün olduğunu varsayar. Böylece yürüme sırasında ek görevin performansı; yürümeyi, her iki görevin de yerine getirilmesini ya da her ikisini değiştirir (48).

Görev değiştirme (*bottleneck*): İki görev aynı nöral yapıları kullanıyorsa bilginin işleyişinde bir kısıtlılık (darboğaz) meydana geleceğini ifade eder. İşlemci, birinci görevin işleyişini tamamlayıncaya kadar ikinci görevin işleyişini geciktirir (48).

Görev kaynağı (*cross-talk*): Karışıklık, sadece yapılan işin niteliğine değil, işlenen bilginin içeriğine yani ne tür duyu girdisi olduğuna, verilen cevaba ve kişinin düşüncelerine bağlıdır. Bu teori iki düşünceye odaklanır. Birincisi; eğer iki görev aynı alanda işleniyorsa ve aynı nöral yapıları kullanıyorsa birbirlerini bozacağını varsayar. İkinci düşünce; iki görev aynı kaynakları paylaşmıyorsa, çift görev karmaşasının meydana gelmeyeceğini iddia eder. Örn: yürürken bilişsel görev yapmak herhangi bir değişikliğe sebep olmayabilir ama aynı kaynağı kullanan diğer bir motor görev, değişikliğe sebep olabilir (48).

2.4.2. Çift Görev Performans Modelleri

Çift görev performans modeli: Bu modelde, postür kontrolü ve bilişsel aktivitenin dikkat kaynaklarının rekabeti ifade edilir. Bu durumda, çift görev durumlarında postural performans, tek postural görev performansı ile karşılaştırıldığında değişmelidir. Çünkü dikkat kaynakları paylaşılır, denge performansı çift görev durumlarında daha az etkili olur (9).

Postural stabilite ile eşzamanlı olarak görsel-uzaysal (*visio-spatial*) görev yapıldığında zorlaştırılmış postural durumlar esnasında (salınım referanslı durumlarda ayakta durma) postural stabilitede azalma olduğunun gözlenmesi, bu modeli desteklemektedir (14, 50).

U-Biçiminde Lineer Olmayan Etkileşim Modeli (*U-Shaped non-Linear Interaction Model*): Postür kontrolü ve bilişsel gereksinim arasındaki U biçiminde ilişkiyi ifade eder. Bunun anlamı; ikinci görevin bilişsel gereksinimi, görevin zor veya kolay olup olmadığına bağlı olarak artar ya da azalır (9).

Genç bireyler, kuvvet platformunda rahat bir şekilde ayakta durma ile eşzamanlı olarak, görsel veya işitsel uyarıya sözel cevabı içeren reaksiyon zamanı görevi yaptıkları zaman, postural salınımda azalma göstermişlerdir (51).

Görev Önceliği Modeli: Denge kontrolünün dinamiklerinin, bireyler arasında farklı bir şekilde başarıldığı gösterilmiştir ki bireyler bunu farklı stratejiler kullanarak yaparlar (9). Bu stratejiler şunlardır;

- Seçim; birey için önemli olan amaçların seçimini içerir.
- Optimizasyon; seçilen amaç için performans düzeyinin etkin hale getirilmesidir.
- Kompanzasyon; performans düzeyinin korunması için farklı stratejilerin kullanılmasıdır (52).

2.5. Postural Stabilite ve Bilişsel Görevler Arasındaki Etkileşim

Postür ve bilişsel fonksiyon arasındaki etkileşim, bireylere aynı anda bilişsel ve postural görevler yaptırılarak oluşturulan çift görev düzeni ile araştırılmıştır (53). Denge ve bilişsel görevlerin eş zamanlı yapıldığı çalışmalarda bilişsel görevler; hafıza görevleri, sessiz aritmetik görevler, sözel aritmetik görevler ve reaksiyon zamanı görevlerini içerirken denge görevleri; çeşitli yüzeylerde ve çeşitli duyu durumlarını içeren ayakta durma görevi şeklindedir (14).

Genç yetişkinler, zorlaştırılmamış (*undisturbed*) ayakta durma esnasında dikkat kaynaklarını en az düzeyde kullanırlar. Zorlaştırılmış denge durumlarında ise bilişsel kaynak gereksinimleri artar (9). Son yıllarda yapılan çalışmalar, postural kontrol ve yüksek seviyede bilişsel aktivite arasında bağlantı olduğunu göstermiştir (54, 55).

Çift görev durumunda, santral işleme kaynaklarının rekabeti nedeniyle tek görev performansı düzeyinden azalma olduğu kaydedilmiştir (52). Görevlerin zorluğu veya hangi görevin öncelikli olduğu, dikkatin nasıl bölüneceğini etkileyecektir. Eğer görev kombinasyonu aşırı dikkat gerektiriyorsa, görevler arasında etkileşim olabilir. Böylece her iki görevin performansı azalabilir veya bir görev diğerine baskın olabilir (55). Bu açıkça göstermiştir ki çift görev durumunda performansı etkileyen pek çok dış etken olabilir (9). Bu dış etkenler; esas görevin yapısı (statik ve dinamik postural görevler gibi), görevin yapıldığı çevre şartları (postural tehdit var ya da yok) veya ikinci görevin yapısıdır (mental aritmetik, görsel

veya uzaysal görevler) (22). Bireyin kendisine bağlı iç faktörlerin de, (bireyin sensörimotor girdisi) çift görev performansını etkilediği gösterilmiştir (56).

Fizyolojik ve nörobilişsel araştırma sonuçları, eksternal pertürbasyonlara karşı postürün korunması ve yeniden kazanılması için gerekli efor ile mental görevleri yapmak için gereken eforun, aynı tür bilişsel işlemleri gerektirdiğini göstermiştir (27, 57).

Biri primer motor diğeri bilişsel, birbirine benzemez gibi gözükken iki aktivitenin eşzamanlı olarak yapılması, benzer işlemleri içerebilir. Görev etkileşiminin temelinde, her iki görev için benzer düzenlemeleri yapan nöral yapılar vardır. Örneğin aynı zamanda aynı eli kullanarak yazı yazmak ve kahve içmek zordur. Benzer şekilde iki eşzamanlı aktivite için gözlerin kullanımı da (biri uyarıyı tanıma ve diğeri ayakta durmada denge kontrolü) eksternal farklılık nedeniyle zor olabilir (58, 59).

Motor ve bilişsel görevler arasında çift görev karmaşasının açıklanmasında, “limitli kaynak” ve “kapasite teorisi” en yaygın olarak kabul edilmektedir. Bu teorilere göre beynin bilgi işleme kapasitesi veya işleme için gerekli kaynakları sınırlıdır. Herhangi bir görevi yapmak, bireyin dikkat kapasitesini gerektirir (22). Dikkat, bireyin işleme kapasitesidir. Eşzamanlı yapılan iki görevin dikkat gereksinimi, görev parçalarının dikkat gereksiniminin toplamıdır. Çift görev karmaşası; eşzamanlı yapılan iki görevin dikkat gereksinimi, mevcut kapasiteyi aştığında oluşur (18). İki görev eşzamanlı olarak bir arada yapıldığında “dikkat kapasitesi” etkili şekilde bölünmelidir (60).

Postural kontrol ve bilişsel görevlerin, ortak kaynak gereksinimlerine sahip olduğunu destekleyen bulgular; eşzamanlı postural ve bilişsel aktivitelerin, resiprokal module edici etkilerinin değerlendirildiği davranışsal çalışmalardan gelmektedir. Bilişsel psikolojide, çift görev metodolojisinin kullanıldığı araştırmalarda; bilişsel görev performansının, ayakta durmanın mekanik ya da görsel olarak perturbe olduğu zamanlarda olumsuz etkilendiği gösterilmiştir (14).

2.6. Bilgisayarlı Dinamik Posturografi (BDP)

Postural kontrolde bozulmanın değerlendirilmesi amacı ile klinik tekniklerin geliştirilmesi, normal denge kontrolünde etkili duyu ve motor işlemlerin anlaşılmasına bağlıdır (27).

Bireyler ayakta durma esnasında sabit durmazlar, çünkü yerçekimi kuvveti, kas enerjisi ile devamlı olarak etkisiz hale gelmelidir. Yerçekimi merkezinin yerinin kolaylıkla saptanamaması nedeni ile postural kontrolün ölçümü zordur (21). Normalde sağlıklı bireylerde ayakta durma sırasında gözlenen spontan postural salınımlar; (ayakta durma sırasında vücudun düşük amplitüdü, devamlı ve karmaşık hareketleri) vücut mekaniklerinin interaktif etkilerini ve sensörimotor kontrolü yansıtır (61, 62). Denge kontrolünü sağlayan motor işlemler, salınımı minimale indiren ve yerçekimi merkezini dayanma yüzeyi üzerinde koruyan gövde ve bacak kaslarının hareketlerini koordine eder (27).

Vücut salınımlarının düzensiz ve karmaşık olması nedeniyle postural kontrolün değerlendirilmesinde, geleneksel statik analizler yetersiz kalır. Statik analizlerle; salınımın karakteristik periyodunu tahmin etmek zordur ve spontan hareketin varlığında çevresel zorluklara cevabın analizi yapılamamaktadır (61).

Posturografi, denge araştırmalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Son zamanlarda denge testinin hassasiyetini arttırmak için hareketli platformlar geliştirilmiştir. Özellikle BDP (*Equitest, Neurocom*); dış faktörlere bağlı olarak motor cevapların koordinasyonunda kişinin vestibüler, görsel ve taktıl-proprioseptif girdileri kullanma yeteneğini değerlendirmektedir (38) (Bkz Resim 2.1).

BDP, günlük yaşamda karşılaşılabilecek durumlara benzer şekilde düzenlenmiş, farklı test pozisyonları kullanılarak, bireyin ayakta durma dengesini değerlendiren bir yöntemdir. BDP, bireyde motor kontrol sisteminin fonksiyonunun değerlendirilmesinde kullanılır. Test sırasında birey, farklı görsel uyarılara ve çevresel zorluklara maruz kalır. BDP, dengenin korunması için gerekli olan düzeltme hareketlerinin değerlendirilmesini içerir ve bu test ile, farklı alt sistemlerin denge kontrolünde birlikte nasıl çalıştıkları görülebilir. Duyu Organizasyon Testi (DOT), BDP'nin alt testlerinden biridir (63) .



Resim 2.1. Bilgisayarlı Dinamik Posturografi

2.6.1. Duyu Organizasyon Testi (DOT)

DOT; görsel, vestibüler ve somatosensör sistem anormalliklerini objektif olarak tanımlar. Test; postural kontrol esnasında görsel ve somatosensör girdinin bozulmasını sağlar veya bu girdilerin ortadan kaldırılması ile izole duyu durumları oluşturur. DOT, postural stabilitenin duyu etkileşimi komponentlerini analiz eder ve bireyin postural kontrol dominansını belirlemeyi amaçlar (64).

DOT testinde, görsel çevrenin ve somatosensör bilginin sistematik olarak değişimine karşı bireyin cevapları değerlendirilerek kaydedilir. Bu bilgi; platform, görsel çevre veya her ikisinin birlikte değişimi ile sağlanır. Bireylerden 6 test durumunu, her biri 20 saniye süren ardışık 3 aşama şeklinde yapması istenir. 6 test durumu aşağıda verilmiştir;

Durum 1 (D1): Sabit yüzey ve gözler açık

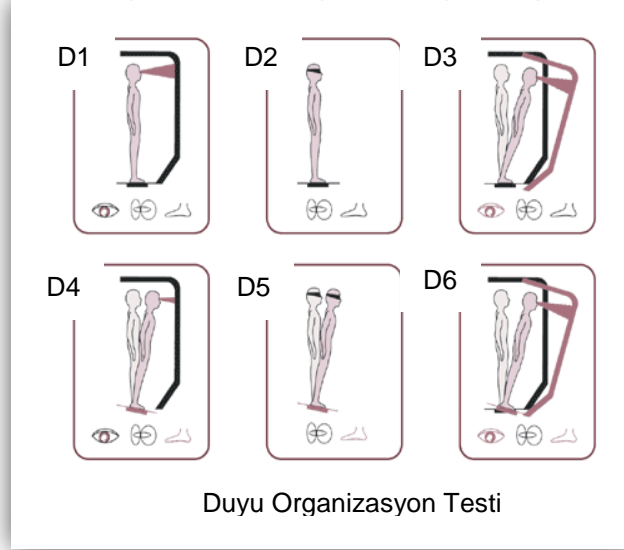
Durum 2 (D2): Sabit yüzey ve gözler kapalı

Durum 3 (D3): Görsel çevre hareketli, platform sabit ve gözler açık (Salınım referanslı)

Durum 4 (D4): Platform hareketli ve gözler açık (Salınım referanslı)

Durum 5 (D5): Platform hareketli ve gözler kapalı (Salınım referanslı)

Durum 6 (D6): Platform ve görsel çevre hareketli ve gözler açık (Salınım referanslı) (64, 65). (Bkz Şekil 2.4)



Şekil 2.4. Duyu Organizasyon Test Durumları (66)

Tüm test aşamalarında, bireyin ön-arka yönde salınımının değerlendirilmesi sonucunda; denge puanı, duyu analizi, yerçekimi merkezi hizası ve strateji analizi bilgisi elde edilir.

Statik durumlarda (D1 ve D2) dayanma yüzeyi sabit kalır ve sadece kütle merkezi hareket eder. Dinamik durumlarda (D3, D4, D5 ve D6) her ikisi de hareketlidir. Dinamik denge kontrolü, bireyi daha zorlayıcıdır (67).

DOT'ta sonuçlar değerlendirilirken;

- 1- Denge puanı (*equilibrium score*)
- 2- Duyu analizi (*sensory analysis*)
- 3- Strateji analizi (*strategy analysis*)
- 4- Ağırlık merkezi hizası (*centre of gravity alignment*) incelenir (7).

1. Denge Puanı

DOT puanlarının yorumu, normal bir bireyin kararlılık sınırları içinde dengesini kaybetmeden 12,5 derece (8 derece öne, 4,5 derece arkaya) dalgalanabileceği ön kabulüne dayanır. Denge puanı hesaplanırken bireyin ön-arka düzlemde yaptığı salınım, maksimum teorik limitlerle karşılaştırılır (7).

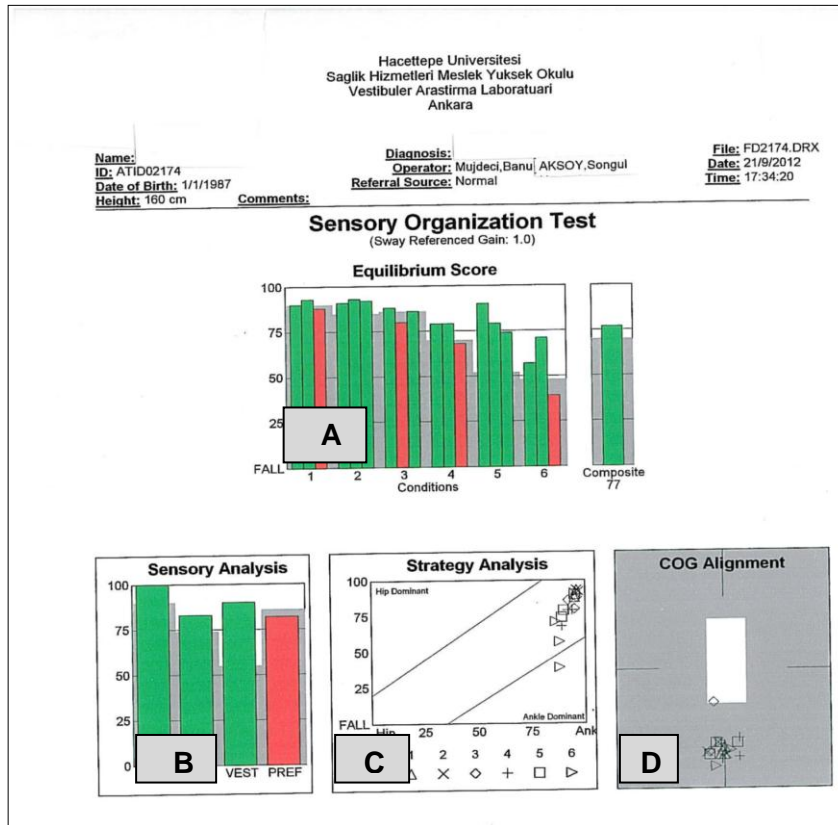
DOT testinde, her durumda her aşama için “denge puanı” hesaplaması şu formülle yapılmaktadır;

$$\text{Denge} = \frac{12,5^0 - (Q_{maks} - Q_{min}) \times 100}{12,5^0}$$

Q_{maks} , test aşaması boyunca maksimum öne-arkaya salınım açısıdır, 12,5 normal duruş sırasında sagittal düzlemde salınım limitinin derecesini (*limit of sway in degree*) ifade eder (68).

Sonuç 0-100 puan arasında değişmektedir. Bireyde salınım hareketinin olmaması, mükemmel puan olan “100” ile ifade edilir. Birey düşerse veya denge puanı negatif ise “0” puan alır (7, 69).

“Birleşik denge puanı”, bireyin 6 DOT durumundan elde edilen skorların ağırlıklı ortalaması alınarak elde edilir. Bu skor, hem statik (D1 ve D2) hem dinamik durumlardan (D3, D4, D5, D6) elde edilen bilgi ile oluşturulur (69). Şekil 2.5.A’da Duyu Organizasyon Testi sonuç örneği verilmiştir.



Şekil 2.5. Duyu Organizasyon Testi sonuç örneği

DOT testinin normal kabul edilebilmesi için birleşik denge puanının, her durumdaki denge puanlarının ve duyu analizinin normal sınırlar içinde olması gerekir (7).

2. Duyu Analizi

Duyu analizi, 6 test durumundan elde edilen ortalama denge puanlarının birbirlerine oranlarının analizi ile elde edilir. DOT testinde;

- Görme sistemi, D4/D1 oranı ile
- Vestibüler sistem, D5/D1 oranı ile
- Somatosensör sistem, D2/D1 oranı ile ifade edilir (7). Şekil 2.5.B'de duyu analizi sonuç örneği verilmiştir.

3. Strateji Analizi

Bireyin, postural kontrolü sağlaması için kalça ya da ayak bileği stratejisini kullanıp kullanmadığı ya da eşit kullanım olup olmadığı konusunda bilgi verir (7). Şekil 2.5.C’de strateji analizi sonuç örneği verilmiştir.

4. Ağırlık Merkezi Hizası

DOT, her bir denge durumunun her aşaması için yerçekimi merkezini göstermektedir. Normal bireylerde ağırlık merkezi, tüm konumlarda taban merkezine yakındır. D5 ve D6’da salınımların amplitüdünü artırır. Ortalama ağırlık merkezi hizası, merkeze yakın pozisyonda kalır (7). Şekil 2.5.D’de ağırlık merkezi hizası sonuç örneği verilmiştir.

2.7. Sayı Dizileri Testi (*Digit Span Test*)

Wechsler Yetişkinler için Zeka Ölçeği’nin (*WechslerAdult Intelligence Scale*) alt testi olan sayı dizileri testi, geniş bir nöropsikolojik bataryanın bir kısmıdır. Bu alttest, iki kısımdan oluşmaktadır. İleri sayı dizisi testi ve geri sayı dizisi testi. Test, sayıların daha uzun dizi çiftlerine arttırıldığı bir testtir. Dizinin her bir sayısı, bireye saniyede bir hızında okunur. İleri formunda bireyden sayıları, tamamen aynı düzende söylemesi istenir. Geri formunda ise bireyden sayıları, verilenin tersi düzende söylemesi istenir. Verilen çiftlerden her ikisi başarısız olduğunda teste devam edilmez. Her iki form için de bireyin doğru tekrarladığı en uzun sayı dizisi kaydedilir (70).

BİREYLER VE YÖNTEM

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Kulak Burun Boğaz Anabilim Dalı Odyoloji ve Konuşma Bozuklukları Bilim Dalı'nda yapılmış ve LUT 12/16 kayıt numarası ile 13. 04. 2012 tarihinde Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu onayı alınmıştır. Çalışmaya katılan bireylere çalışmanın kapsam ve amacı anlatılarak, yazılı izinleri alınmıştır.

3. 1. Bireyler

Sağlıklı bireylerde DOT ile eşzamanlı yapılan bilişsel görevlerin postural stabilite üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacı ile planlanan çalışmaya 20 birey katılmıştır.

3.1.1. Demografik Bilgiler

Çalışmaya dahil edilen bireylerin 10'u (%50) erkek, 10'u (%50) kadındır. Bireylerin yaş ortalaması 22.40 ± 4.46 'dır. Bireylerin 12'si (%60) lise mezunu, 7'si (%35) üniversite mezunu ve 1'i (%5) yüksek lisans mezunudur (Bkz. Tablo 3.1).

Tablo 3.1. Bireylerin demografik özellikleri ve eğitim durumuna göre dağılımları

	En Küçük	En Büyük	\bar{X}	SS
Yaş	18	32	22.40	4.46
			n	%
Cinsiyet	Erkek		10	50
	Kadın		10	50
Mezuniyet Durumu	Lise		12	60
	Üniversite		7	35
	Yüksek Lisans		1	5

3.1.2. Bireylerin Çalışmaya Dahil Edilme Kriterleri

Bireylerin çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- Kas iskelet sistemini etkileyen nörolojik ve ortopedik bir problemin olmaması
- İşitme eşikleri ortalamasının 0.5, 1, 2 ve 4 kHz'de 20 dBİS ve daha iyi olması (71).
- Snellen Eşeli ile 0.7 oranı kullanılarak normal görmeye sahip olması (72)
- Mini Mental test skorunun 25 ve üzerinde olmasıdır (73, 74). EK 1

3.2. Yöntem

Tüm bireylere tüm test aşamaları tek seansta uygulanmıştır.

3.2.1. DOT Değerlendirmesi

DOT değerlendirme, Neurocom Smart Balance Master Sistem (*Neurocom International, Inc, Clackamas, OR*) BDP cihazı ile yapılmıştır.

DOT, kolaydan zora doğru sıralanmış olan aşağıdaki test durumlarında uygulanmıştır. Bunlar;

- 1- Platform ve görsel çevre hareketsiz, gözler açık
- 2- Platform ve görsel çevre hareketsiz, gözler kapalı
- 3- Platform sabit, görsel çevre hareketli, gözler açık
- 4- Platform hareketli, görsel çevre sabit, gözler açık
- 5- Platform hareketli, görsel çevre sabit, gözler kapalı
- 6- Platform ve görsel çevre hareketli, gözler açık şekilde uygulandı.

Her durum, her biri 20 saniye süren 3 aşamada tamamlanmıştır.

3.2.2. Sayı Dizileri Testi (*Digit Span Test*)

Ekipman

Sayı dizisi testinde sayı dizilerinin işitsel, görsel ve işitsel-görsel sunumunda, *E-Prime* versiyon 2.00 (*Psychology Software Tools Inc, Pittsburg, PA, USA*) yazılımı kullanılmıştır.

Sayıların işitsel sunumunda hoparlör (*Jwin S502*) kullanılmış ve ses şiddet seviyesi 55-60 dB olarak ayarlanmıştır.

İşlemler

Sayı dizisi testinde; saniyede bir sayı olmak üzere, 1'den 9'a kadar olan sayılar, işitsel, görsel ve işitsel-görsel olarak sunulmuştur. Teste üçlü sayı dizisi ile başlanmıştır. Birey bu dizideki tüm sayıları sözel olarak, verilen yönergeye uygun şekilde tekrarlayabildiğinde, dizi sayısı bir arttırılarak devam edilmiştir. Sunulan sayı dizisini doğru ifade edemediği durumda, aynı sayıdaki ikinci dizi verilmiştir. Birey bu diziyi doğru tekrarlayamadığı zaman test sonlandırılmıştır. Dokuz sayıdan oluşan dizi, en uzun sayı dizisi olarak verilmiştir. Bireyin işitsel, görsel ve işitsel-görsel sunumda ileriye düzende, işitsel ve görsel sunumda geriye düzende doğru olarak tekrarladığı en uzun sayı dizileri belirlenmiştir.

Sayıların görsel sunumu:

Sayıların görsel sunumunda, siyah renkte ve 144 punto büyüklüğünde olan sayılar, beyaz renk fon üzerinde sunulmuştur.

İleriye doğru görsel sayı dizisi: Bireylere, "Monitörde sunulacak olan sayılara dikkatle bakmanızı istiyorum. Boş beyaz ekranı görünce "başlayın" komutundan sonra gördüğünüz sayıları, ekranda mavi simge belirlediğinde tekrarlamanızı isteyeceğim. Lütfen okurken ve söylerken sayıları gruplamadan, size verilen sıra ile tekrarlayın" yönergesi verilmiştir. Sunulan sayılar ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Geriye doğru görsel sayı dizisi: Bireylere, "Monitörde sunulacak olan sayılara dikkatle bakmanızı istiyorum. Boş beyaz ekranı görünce "başlayın"

komutundan sonra gördüğünüz sayıları, ekranda mavi simge belirlediğinde tekrarlamamanızı isteyeceğim. Lütfen okurken ve söylerken sayıları gruplamadan, size verilen sıranın tersinden başlayarak tekrarlayın” yönergesi verilmiştir. Sunulan sayılar ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Sayıların işitsel sunumu

İleriye doğru işitsel sayı dizisi: Bireylere, “Sunulacak olan sayıları dikkatle dinlemenizi istiyorum. “Başlayın” komutundan sonra dinleyeceğiniz sayıları, “söyleyin” dediğimde tekrarlamamanızı isteyeceğim. Lütfen dinlerken ve söylerken sayıları gruplamadan, size verilen sıra ile tekrarlayın” yönergesi verilmiştir. Sunulan sayılar ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Geriye doğru işitsel sayı dizisi: Bireylere, “Sunulacak olan sayıları dikkatle dinlemenizi istiyorum. “Başlayın” komutundan sonra dinleyeceğiniz sayıları, “söyleyin” dediğimde tekrarlamamanızı isteyeceğim. Lütfen dinlerken ve söylerken sayıları gruplamadan, size verilen sıranın tersinden başlayarak tekrarlayın” yönergesi verilmiştir. Sunulan sayılar ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Sayıların işitsel-görsel sunumu

İşitsel-görsel sunumda sayılar, işitsel ve görsel eşzamanlı olarak sunulmuştur.

Bireylere, “Monitörde sayılar gösterilecek aynı anda aynı sayıları duyacaksınız. Sunulan sayılara hem dikkatle bakmanızı hem de dikkatle dinlemenizi istiyorum. Boş beyaz ekranı görünce “başlayın” komutundan sonra, gördüğünüz ve duyduğunuz sayıları, ekranda mavi simge belirlediğinde tekrarlamamanızı isteyeceğim. Lütfen okurken, dinlerken ve söylerken sayıları gruplamadan, size verilen sıra ile tekrarlayın” yönergesi verilmiştir. Sunulan sayılar ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Testlerin süresi

DOT değerlendirmesi 9 dakika, sayı dizisi testleri, bireylerin performansına göre farklılık göstermekle birlikte en az 15, en fazla 25 dakika sürmüştür.

3.2.3. Çift Görev Düzeni

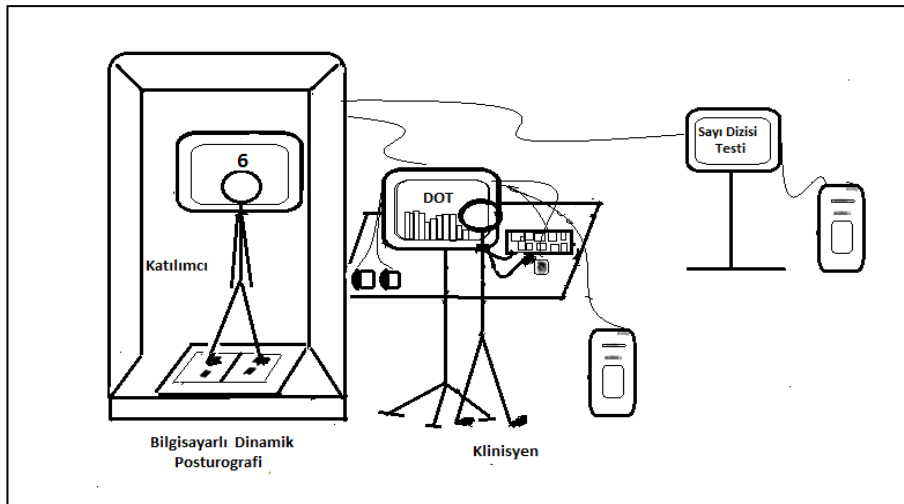
Çift görev düzeninde, bilişsel görev ile eşzamanlı olarak DOT uygulanmıştır.

Ekipman

Bilişsel görev olarak uygulanan sayı dizisi testinin işitsel, görsel ve işitsel-görsel sunumunda, *E-Prime* yazılımı kullanılmıştır.

Postural kontrol görevi amacı ile uygulanan DOT, BDP cihazı ile yapılmıştır.

Tüm testler, bireyler BDP platformunda ayakta duruş pozisyonunda iken yapılmıştır. Klinisyen, sistemi yönetebilmek için kablosuz klavye kullanarak sayı dizilerinin sunumunu sağlamıştır. 1’den 9’a kadar olan sayılar, saniyede bir sayı olacak şekilde sunulmuştur. Sayıların işitsel sunumunda hoparlörler kullanılmış ve ses şiddet seviyesi 55-60 dB olarak ayarlanmıştır. Görsel olarak sunulan sayılar, BDP cihazında görsel çevrede bulunan monitörde gösterilmiştir. Siyah renkte ve 144 punto büyüklüğünde olan sayılar, beyaz renk fon üzerinde sunulmuştur (Bkz.Şekil 3.1).



Şekil 3.1. Çift görev düzeninde kullanılan ekipmanlar

İşlemler

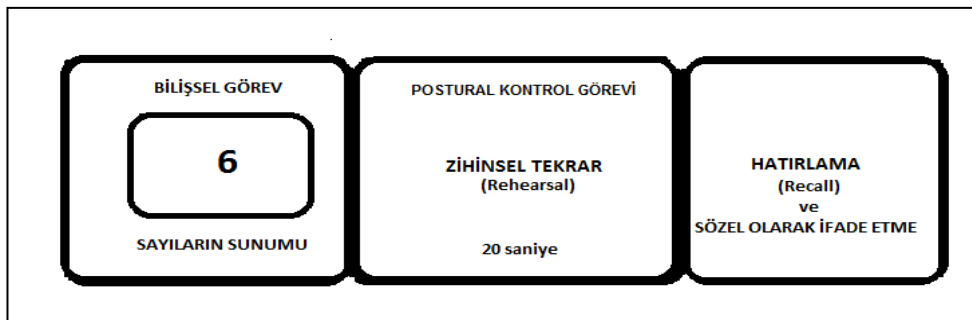
Bireylerden bilişsel görevleri, DOT aşamaları ile eşzamanlı olarak yerine getirmesi istenmiştir. Sekiz bilişsel görev mevcuttur (Bkz. Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Çift görev düzeninde bilişsel görevler

BİLİŞSEL	GÖREVLER	Sunulan Sayılar	Tekrarlanma
			Düzeni
İŞİTSEL	Kolay	Bireye ait uzun sayı dizisinin yarısı	İleri
	Zor	Bireye ait uzun sayı dizisi	İleri
	Geri	Bireye ait uzun sayı dizisi	Geri
GÖRSEL	Kolay	Bireye ait uzun sayı dizisinin yarısı	İleri
	Zor	Bireye ait uzun sayı dizisi	İleri
	Geri	Bireye ait uzun sayı dizisi	Geri
İŞİTSEL-GÖRSEL	Kolay	Bireye ait uzun sayı dizisinin yarısı	İleri
	Zor	Bireye ait uzun sayı dizisi	İleri

Bireylere; “Sunulan sayıları dikkatli bir şekilde takip etmenizi isteyeceğim. Sayıların sunumunun hemen sonrasında denge göreviniz başlayacaktır. Bu sırada hem dengenizi korumanızı hem de size sunulan sayıları gruplamadan, zihninizde tekrarlamamanızı isteyeceğim. Gözlerinizin açık ya da kapalı olması konusunda bilgi vereceğim. Gözlerinizin açık olduğu test konumlarında lütfen sabit bir noktaya bakmamaya çalışın. Denge görevi bittiği zaman “başlayın” komutumdan hemen sonra, sunulan sayıları sizden istenen düzende (ileri veya geriye doğru) ve kodlamadan tekrarlayın” yönergesi verilmiştir. Sunulan sayı dizileri ve bireyin verdiği cevaplar kaydedilmiştir.

Çift görev düzeninde tüm bilişsel görevler ve DOT aşamaları rastgele düzende sunulmuştur. Şekil 3.2’de çift görev düzeni verilmiştir.

**Şekil 3.2.** Çift görev düzeninde uygulanan işlemler

Testlerin Süresi

Çift görev düzeninde; rastgele düzende uygulanan bilişsel görev ile eşzamanlı yapılan her iki DOT uygulaması sonrasında (Örn: İşitsel kolay ve görsel zor görev ile eşzamanlı uygulanan DOT sonrasında) 20'şer dakika olmak üzere, toplam 60 dakika dinlenme süresi verilmiştir. Dinlenme sırasında bireylere yiyecek ve içecek ikram edilmiştir. Dinlenme süreleri dahil olmak üzere tüm testler, bireyin bilişsel performansına bağlı olarak değişmekle birlikte, en az 140, en fazla 160 dakika sürmüştür.

Yorgunluk etkisi olup olmadığını saptamak amacı ile ilk 5 bireye, tüm testlerin sonunda, 10 dakikalık dinlenme sonrasında, bilişsel görev verilmeden DOT değerlendirmesi tekrarlanmıştır. Bu bireylerin, başlangıç DOT skoru ile benzer skor aldıkları görülmüştür.

3.2.4. Hataların kaydedilmesi

Tüm test aşamalarında; verilen sayılar ve bireyin cevapları karşılaştırılmıştır. Bireyin yaptığı hatalar kaydedilmiştir. Hatalar;

- Atlama (*omission*): Örn: 1-2-3-4 yerine 1-2-4 sayılarının söylenmesi
- Yer değiştirme (*substitution*): Örn: 1-2-3-4 yerine 1-2-5-4 sayılarının söylenmesi
- Ekleme (*intrusion*): Örn: 1-2-3-4 yerine 1-2-3-4-5 sayılarının söylenmesi
- Aktarma (*transposition*): Örn: 1-2-3-4 yerine 1-3-2-4 sayılarının söylenmesi (75).

3.2.5. Verilerin Toplanması

Başlangıçta ve çift görev düzeninde yapılan tüm DOT değerlendirmelerinde; her bir durum için yapılan 3 aşamanın denge skorlarının ortalaması ve birleşik denge skorları kullanılmıştır.

DOT ile eşzamanlı olarak yapılan sayı dizisi testlerinde, her bir DOT durumu için yapılan 3 aşamada bireyin yaptığı hataların ortalaması alınmıştır.

3.3. İstatistiksel Analiz

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 18.00 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Tanımlayıcı analizler, ortalama (\bar{X}) ve standart sapma (SS) kullanılarak verilmiştir. Ölçüm ile belirlenen sürekli verilerin ikişerli karşılaştırılmasında, Mann-Whitney U testi kullanılmıştır. p değerinin .05'in altında olduğu durumlar, istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirilmiştir. DOT skorları açısından, görev grupları (temel, işitsel kolay-zor, görsel kolay-zor, işitsel-görsel kolay-zor, işitsel geri, görsel geri) arasında karşılaştırmada tek yönlü ANOVA testi kullanılmıştır. Varyansların homojenliği Levene testi ile değerlendirilmiştir. p değerinin .05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirilmiştir. İkişerli Post-Hoc karşılaştırmalar, LSD test kullanılarak yapılmıştır.

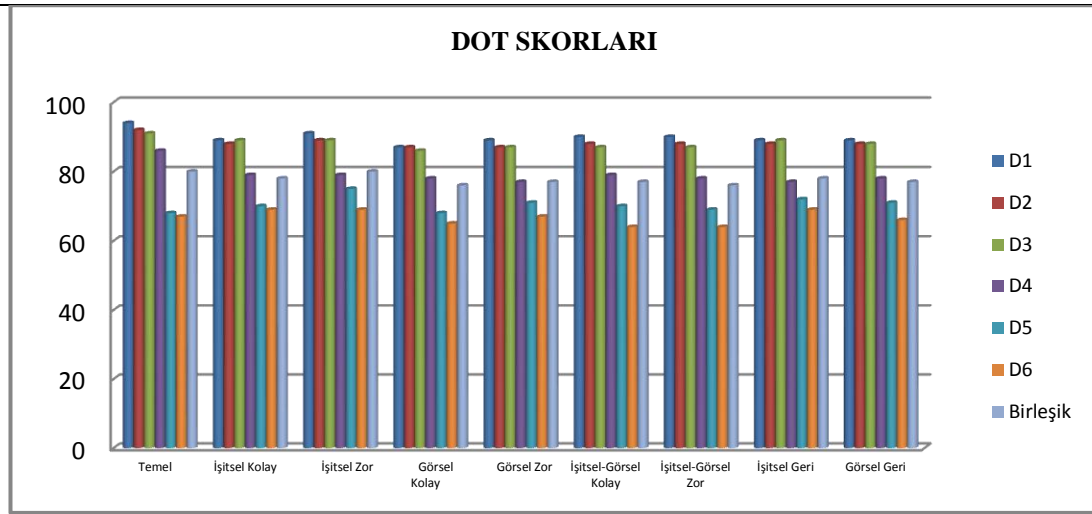
BULGULAR

Sağlıklı bireylerde DOT ile eşzamanlı yapılan bilişsel görevlerin postural stabilite üzerine etkisinin değerlendirilmesi amacı ile planlanan çalışmaya katılan bireylerden elde edilen bulgular aşağıda sunulmuştur.

D1, D2'de; temel DOT skorları ile karşılaştırıldığında DOT ile eşzamanlı olarak yapılan tüm bilişsel görevlerde, DOT skorlarında istatistiksel olarak anlamlı azalma elde edilmiştir ($p < .05$). Temel DOT skorları ile karşılaştırıldığında işitsel zor görevde D3'te, işitsel-görsel kolay görevde D4'te DOT skorunda istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamış ($p > .05$), diğer tüm bilişsel görevlerde D3 ve D4'te anlamlı azalma elde edilmiştir ($p < .05$). DOT temel skoru ile karşılaştırıldığında işitsel zor görevde D5'te DOT skorunda istatistiksel olarak artış saptanmış ($p < .05$), D6'da fark elde edilmemiştir ($p > .05$). DOT temel skoru ile karşılaştırıldığında, diğer bilişsel görevlerde D5 ve D6'da elde edilen DOT skorlarında ve tüm görevlerde birleşik DOT skorunda istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > .05$). (Bkz Tablo 4.1 ve Grafik 4.1).

Tablo 4.1. Temel DOT skorları ve bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile karşılaştırılması

GÖREV		DOT SKORLARI						Birleşik
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
İşitsel Kolay	\bar{X}	89.48	88.81	89.05	79.05	70.58	69.03	78.70
	SS	5.76	4.40	4.74	10.71	9.67	11.82	7.37
	<i>p</i>	.002	.001	.044	.006	.218	.645	.455
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
İşitsel Zor	\bar{X}	91.20	89.58	89.43	79.45	75.41	69.13	80.00
	SS	3.98	4.25	4.43	9.52	8.39	10.64	6.39
	<i>p</i>	.003	.019	.058	.004	.012	.617	.914
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
Görsel Kolay	\bar{X}	87.73	87.15	86.65	78.66	68.78	65.11	76.50
	SS	7.45	6.26	7.51	12.80	9.13	13.86	8.95
	<i>p</i>	.000	.002	.003	.013	.725	.776	.125
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
Görsel Zor	\bar{X}	89.18	87.96	87.60	77.01	71.18	67.58	77.65
	SS	6.84	6.22	6.84	10.36	12.75	11.13	8.37
	<i>p</i>	.001	.004	.026	.000	.168	.839	.260
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	90.08	88.90	87.28	79.73	70.86	64.08	77.75
	SS	4.90	3.86	7.31	11.66	9.29	10.70	6.54
	<i>p</i>	.001	.001	.017	.078	.337	.267	.135
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	90.10	88.78	87.80	78.23	69.96	64.68	76.95
	SS	4.84	4.71	6.12	12.78	11.48	14.31	7.76
	<i>p</i>	.001	.005	.023	.048	.358	.534	.095
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
İşitsel Geri	\bar{X}	89.76	88.58	89.03	77.00	72.96	69.53	78.90
	SS	5.62	5.18	4.41	11.89	8.85	10.74	6.64
	<i>p</i>	.002	.005	.031	.009	.126	.552	.506
Temel	\bar{X}	94.25	92.50	91.91	86.36	68.28	67.66	80.85
	SS	1.75	2.75	3.23	4.38	8.16	10.31	4.51
Görsel Geri	\bar{X}	89.25	88.06	88.93	78.33	71.00	66.51	77.85
	SS	6.29	5.33	4.66	12.30	11.34	12.52	8.18
	<i>p</i>	.004	.003	.037	.011	.176	.675	.357



Grafik 4.1. Temel DOT skorları ve bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorları

Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının ikişerli karşılaştırma sonuçları Tablo 4.2’de gösterilmiştir. DOT ile eşzamanlı yapılan işitsel kolay ile görsel kolay, işitsel kolay ile işitsel-görsel kolay ve görsel kolay ile işitsel-görsel kolay görevler arasında DOT skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>.05$). DOT ile eşzamanlı yapılan işitsel zor ile görsel zor, işitsel zor ile işitsel-görsel zor ve görsel zor ile işitsel-görsel zor görevler arasında DOT skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>.05$).

Tablo 4.2. Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması

GÖREV		DOT SKORLARI						Birleşik
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	
İşitsel Kolay	\bar{X}	89.48	88.81	89.05	79.05	70.58	69.03	78.70
	SS	5.76	4.40	4.74	10.71	9.67	11.82	7.37
Görsel Kolay	\bar{X}	87.73	87.15	86.65	78.66	68.78	65.11	76.50
	SS	7.45	6.26	7.51	12.80	9.13	13.86	8.95
	<i>p</i>	.552	.675	.323	.797	.433	.379	.439
İşitsel Kolay	\bar{X}	89.48	88.81	89.05	79.05	70.58	69.03	78.70
	SS	5.76	4.40	4.74	10.71	9.67	11.82	7.37
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	90.08	88.90	87.28	79.73	70.86	64.08	77.75
	SS	4.90	3.86	7.31	11.66	9.29	10.70	6.54
	<i>p</i>	.675	.957	.507	.645	.839	.133	.498
Görsel Kolay	\bar{X}	87.73	87.15	86.65	78.66	68.78	65.11	76.50
	SS	7.45	6.26	7.51	12.80	9.13	13.86	8.95
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	90.08	88.90	87.28	79.73	70.86	64.08	77.75
	SS	4.90	3.86	7.31	11.66	9.29	10.70	6.54
	<i>p</i>	.401	.570	.579	.797	.394	.636	.881
İşitsel Zor	\bar{X}	91.20	89.58	89.43	79.45	75.41	69.13	80.00
	SS	3.98	4.25	4.43	9.52	8.39	10.64	6.39
Görsel Zor	\bar{X}	89.18	87.96	87.60	77.01	71.18	67.58	77.65
	SS	6.84	6.22	6.84	10.36	12.75	11.13	8.37
	<i>p</i>	.365	.448	.675	.386	.457	.695	.322
İşitsel Zor	\bar{X}	91.20	89.58	89.43	79.45	75.41	69.13	80.00
	SS	3.98	4.25	4.43	9.52	8.39	10.64	6.39
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	90.10	88.78	87.80	78.23	69.96	64.68	76.95
	SS	4.84	4.71	6.12	12.78	11.48	14.31	7.76
	<i>p</i>	.626	.473	.417	.882	.130	.365	.143
Görsel Zor	\bar{X}	89.18	87.96	87.60	77.01	71.18	67.58	77.65
	SS	6.84	6.22	6.84	10.36	12.75	11.13	8.37
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	90.10	88.78	87.80	78.23	69.96	64.68	76.95
	SS	4.84	4.71	6.12	12.78	11.48	14.31	7.76
	<i>p</i>	.655	.914	.882	.473	.598	.685	.516

Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının ikişerli karşılaştırma sonuçları Tablo 4.3'te gösterilmiştir. DOT ile eşzamanlı yapılan işitsel kolay ve zor görev arasında, görsel kolay ve zor görev

arasında, işitsel-görsel kolay ve zor görev arasında ve işitsel geri ve görsel geri görevler arasında DOT skorları açısından istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>.05$).

Tablo 4.3. Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması

GÖREV		DOT SKORLARI						Birleşik
		D1	D2	D3	D4	D5	D6	
İşitsel Kolay	\bar{X}	89.48	88.81	89.05	79.05	70.58	69.03	78.70
	SS	5.76	4.40	4.74	10.71	9.67	11.82	7.37
İşitsel Zor	\bar{X}	91.20	89.58	89.43	79.45	75.41	69.13	80.00
	SS	3.98	4.25	4.43	9.52	8.39	10.64	6.39
	<i>p</i>	.533	.516	.892	.892	.151	.946	.914
Görsel Kolay	\bar{X}	87.73	87.15	86.65	78.66	68.78	65.11	76.50
	SS	7.45	6.26	7.51	12.80	9.13	13.86	8.95
Görsel Zor	\bar{X}	89.18	87.96	87.60	77.01	71.18	67.58	77.65
	SS	6.84	6.22	6.84	10.36	12.75	11.13	8.37
	<i>p</i>	.551	.636	.607	.297	.267	.818	.818
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	90.08	88.90	87.28	79.73	70.86	64.08	77.75
	SS	4.90	3.86	7.31	11.66	9.29	10.70	6.54
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	90.10	88.78	87.80	78.23	69.96	64.68	76.95
	SS	4.84	4.71	6.12	12.78	11.48	14.31	7.76
	<i>p</i>	.989	.989	.903	.797	.978	.598	.860
İşitsel Geri	\bar{X}	89.76	88.58	89.03	77.00	72.96	69.53	78.90
	SS	5.62	5.18	4.41	11.89	8.85	10.74	6.64
Görsel Geri	\bar{X}	89.25	88.06	88.93	78.33	71.00	66.51	77.85
	SS	6.29	5.33	4.66	12.30	11.34	12.52	8.18
	<i>p</i>	.978	.818	.957	.829	.829	.457	.725

Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların ikişerli karşılaştırma sonuçları Tablo 4.4'te verilmiştir. İşitsel kolay görev ile karşılaştırıldığında görsel kolay ve işitsel-görsel kolay görevler ile eşzamanlı DOT sırasında elde edilen hata skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$). DOT ile eşzamanlı yapılan görsel kolay ile işitsel-görsel kolay görev arasında ve görsel zor ile işitsel-görsel zor

görev sırasında bireye ait hatalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > .05$). İşitsel zor görev ile karşılaştırıldığında görsel zor görevde ve işitsel zor görev ile karşılaştırıldığında işitsel-görsel zor görevde 6 DOT durumunda hata skorlarında istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur ($p < .05$).

Tablo 4.4. Aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması

GÖREV		HATA SKORLARI					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
İşitsel Kolay	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
Görsel Kolay	\bar{X}	.06	.00	.16	.10	.20	.06
	SS	.17	.00	.60	.30	.61	.20
	<i>p</i>	.620	1.000	.841	1.000	.583	1.000
İşitsel Kolay	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	.01	.03	.00	.05	.11	.01
	SS	.07	.14	.00	.22	.27	.07
	<i>p</i>	.989	.799	.429	.602	.429	.779
Görsel Kolay	\bar{X}	.06	.00	.16	.10	.20	.06
	SS	.17	.00	.60	.30	.61	.20
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	.01	.03	.00	.05	.11	.01
	SS	.07	.14	.00	.22	.27	.07
	<i>p</i>	.583	.799	.602	.602	.862	.779
İşitsel Zor	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
Görsel Zor	\bar{X}	.38	.70	.95	.95	1.05	.70
	SS	.58	.83	1.10	.99	1.10	.82
	<i>p</i>	.018	.002	.001	.001	.000	.002
İşitsel Zor	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	.83	1.11	1.03	.90	1.40	.96
	SS	1.09	1.33	1.17	1.07	1.30	.85
	<i>p</i>	.005	.002	.001	.014	.000	.000
Görsel Zor	\bar{X}	.38	.70	.95	.95	1.05	.70
	SS	.58	.83	1.10	.99	1.10	.82
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	.83	1.11	1.03	.90	1.40	.96
	SS	1.09	1.33	1.17	1.07	1.30	.85
	<i>p</i>	.355	.547	.841	.718	.529	.277

Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların ikişerli karşılaştırma sonuçları Tablo 4.5’de verilmiştir. İşitsel kolay görev ile karşılaştırıldığında işitsel zor görevde ve görsel geri görev ile karşılaştırıldığında işitsel geri görevde bireyin yaptığı hatalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>.05$). Görsel kolay görev ile karşılaştırıldığında görsel zor görevde ve işitsel-görsel kolay görev ile karşılaştırıldığında işitsel-görsel zor görevde 6 DOT durumunda, bireyin yaptığı hatalarda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<.05$).

Tablo 4.5. Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde bireyin yaptığı hataların Mann-Whitney U testi ile ikişerli karşılaştırılması

GÖREV		HATA SKORLARI					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
İşitsel Kolay	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
İşitsel Zor	\bar{X}	.05	.00	.08	.10	.03	.10
	SS	.22	.00	.21	.30	.14	.37
	<i>p</i>	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Görsel Kolay	\bar{X}	.06	.00	.16	.10	.20	.06
	SS	.17	.00	.60	.30	.61	.20
Görsel Zor	\bar{X}	.38	.70	.95	.95	1.05	.70
	SS	.58	.83	1.10	.99	1.10	.82
		.043	.002	.001	.001	.001	.002
İşitsel-Görsel Kolay	\bar{X}	.01	.03	.00	.05	.11	.01
	SS	.07	.14	.00	.22	.27	.07
İşitsel-Görsel Zor	\bar{X}	.83	1.11	1.03	.90	1.40	.96
	SS	1.09	1.33	1.17	1.07	1.30	.85
	<i>p</i>	.004	.005	.000	.005	.002	.000
İşitsel Geri	\bar{X}	1.01	1.38	.83	1.00	1.20	.95
	SS	1.07	1.41	1.10	.97	1.13	.82
Görsel Geri	\bar{X}	.95	.86	.95	.96	1.30	1.20
	SS	1.14	1.36	1.16	1.32	1.52	1.62
	<i>p</i>	.738	.142	.925	.602	1.000	.659

Bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının, bilişsel görevlere göre (işitsel kolay-zor, görsel kolay-zor, işitsel-görsel kolay-zor, işitsel geri, görsel geri) karşılaştırılmasında, bağımsız örneklemelerde Tek Yönlü Varyans Analizi (ANOVA) kullanılmıştır (Bkz Tablo 4.6). Levene testi sonucuna göre; bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının, bilişsel görevlere göre dağılım varyanslarının homojen olduğu saptanmıştır ($p=.463$).

ANOVA sonucunda; bilişsel görevlere göre, bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p>.05$).

Tablo 4.6. Bilişsel görevler ile eşzamanlı olarak yapılan DOT skorlarının bilişsel görevler arasında ANOVA ile karşılaştırılması

Değişkenliğin Kaynağı	Kareler Toplamı	Serbestlik Derecesi	Kareler Ortalaması	F	p
Gruplar Arası	1793.585	8	224.198	1.420	.184
Gruplar İçi	169131.04	1071	157.919		
Toplam	170924.62	1079			

Bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorları açısından, hangi bilişsel görevler arasında istatistiksel olarak anlamlı fark olduğunu saptamak amacı ile “LSD Post Hoc” testi uygulanmıştır (Bkz 4.7). Temel DOT skoru ile karşılaştırıldığında; DOT ile eşzamanlı yapılan görsel kolay, görsel zor, işitsel-görsel kolay ve işitsel-görsel zor DOT skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<.05$). DOT ile eşzamanlı yapılan işitsel zor ile görsel kolay DOT skorları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark elde edilmiştir ($p<.05$). Bu bulgular, Mann-Whitney U testinde ikişerli karşılaştırmalardan elde edilen sonuçlar ile paralellik göstermektedir.

Tablo 4.7. Bilişsel görevler ile eşzamanlı DOT değerlendirmeleri arası “LSD Post Hoc” test sonuç tablosu

(I) GRUP	(J) GRUP	ORTALAMA FARKLAR (I-J)	p
Temel DOT	İşitsel kolay DOT	2.49444	.124
	İşitsel zor DOT	1.12778	.487
	Görsel kolay DOT	4.48056*	.006
	Görsel zor DOT	3.40833*	.036
	İşitsel-görsel kolay DOT	3.33889*	.040
	İşitsel-görsel zor DOT	3.56944*	.028
	İşitsel geri DOT	2.35000	.148
	Görsel geri DOT	3.14722	.053
İşitsel Kolay DOT	Temel DOT	-2.49444	.124
	İşitsel zor DOT	-1.36667	.400
	Görsel kolay DOT	1.98611	.221
	Görsel zor DOT	.91389	.573
	İşitsel-görsel kolay DOT	.84444	.603
	İşitsel-görsel zor DOT	1.07500	.508
	İşitsel geri DOT	-.14444	.929
	Görsel geri DOT	.65278	.687
İşitsel Zor DOT	Temel DOT	-1.12778	.487
	İşitsel kolay DOT	1.36667	.400
	Görsel kolay DOT	3.35278*	.039
	Görsel zor DOT	2.28056	.160
	İşitsel-görsel kolay DOT	2.21111	.173
	İşitsel-görsel zor DOT	2.44167	.133
	İşitsel geri DOT	1.22222	.451
	Görsel geri DOT	2.01944	.213
Görsel Kolay DOT	Temel DOT	-4.48056*	.006
	İşitsel kolay DOT	-1.98611	.221
	İşitsel zor DOT	-3.35278*	.039
	Görsel zor DOT	-1.07222	.509
	İşitsel-görsel kolay DOT	-1.14167	.482
	İşitsel-görsel zor DOT	-.91111	.575
	İşitsel geri DOT	-2.13056	.189
	Görsel geri DOT	-1.33333	.411
Görsel Zor DOT	Temel DOT	-3.40833*	.036
	İşitsel kolay DOT	-.91389	.573
	İşitsel zor DOT	-2.28056	.160
	Görsel kolay DOT	1.07222	.509
	İşitsel-görsel kolay DOT	-.06944	.966
	İşitsel-görsel zor DOT	.16111	.921
	İşitsel geri DOT	-1.05833	.514
	Görsel geri DOT	-.26111	.872
İşitsel-Görsel Kolay DOT	Temel DOT	-3.33889*	.040
	İşitsel kolay DOT	-.84444	.603
	İşitsel zor DOT	-2.21111	.173
	Görsel kolay DOT	1.14167	.482
	Görsel zor DOT	.06944	.966
	İşitsel-görsel zor DOT	.23056	.887
	İşitsel geri DOT	-.98889	.542
	Görsel geri DOT	-.19167	.906
İşitsel-Görsel Zor DOT	Temel DOT	-3.56944*	.028
	İşitsel kolay DOT	-1.07500	.508
	İşitsel zor DOT	2.44167	.133
	Görsel kolay DOT	.91111	.575
	Görsel zor DOT	-.16111	.921
	İşitsel-görsel kolay DOT	-.23056	.887
	İşitsel geri DOT	-1.21944	.452
	Görsel geri DOT	-.42222	.795
İşitsel Geri DOT	Temel DOT	-2.35000	.148
	İşitsel kolay DOT	.14444	.929
	İşitsel zor DOT	-1.22222	.451
	Görsel kolay DOT	2.13056	.189
	Görsel zor DOT	1.05833	.514
	İşitsel-görsel kolay DOT	.98889	.542
	İşitsel-görsel zor DOT	1.21944	.452
	Görsel geri DOT	.79722	.623
Görsel Geri DOT	Temel DOT	-3.14722	.053
	İşitsel kolay DOT	-.65278	.687
	İşitsel zor DOT	-2.01944	.213
	Görsel kolay DOT	1.33333	.411
	Görsel zor DOT	.26111	.872
	İşitsel-görsel kolay DOT	.19167	.906
	İşitsel-görsel zor DOT	.42222	.795
	İşitsel geri DOT	-.79722	.623

TARTIŞMA

Postural kontrol, bilişsel kaynakların kullanımını gerektirmektedir (36). Günlük yaşantıda rutin olarak postural kontrol ile eşzamanlı en az bir görev yapılabilmektedir. Örn. düşünürken veya konuşurken ayakta durma. Bireylerden, iki veya daha fazla aktiviteyi eşzamanlı yapmasının istendiği “çift görev metodolojisi”, postural görevlerin dikkat gereksiniminin değerlendirilmesi amacı ile kullanılmaktadır (47). Son zamanlarda ayakta duruş sırasında bilişsel kaynakların kullanımının gerekliliği ve önemi üzerinde çalışılmaktadır (36). Bilişsel aktivitenin postural stabilite üzerinde etkisi konusunda kesin bir sonuca ulaşılammış, postural kontrol ile etkileşen spesifik bilişsel aktivite türleri konusunda da kesin bilgi elde edilememiştir (8).

Bu çalışmada temel DOT skorları ile karşılaştırıldığında D1 ve D2’de; tüm bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde salınımda anlamlı artış saptanmıştır ($p<.05$). D3’de işitsel zor görevde, D4’te işitsel-görsel kolay görevde, çift görev sırasında salınımda anlamlı fark saptanmamış ($p>.05$), diğer tüm bilişsel görevlerde D3 ve D4’te salınımda anlamlı artış elde edilmiştir ($p<.05$). İşitsel zor görevde D5’te salınımda istatistiksel olarak anlamlı azalma saptanmış ($p<.05$), D6’da ve diğer görevlerde D5 ve D6’da salınımda fark bulunmamıştır ($p>.05$). Aynı ve farklı zorluk derecelerinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT skorlarının ikişerli karşılaştırılması sonucunda görevler arasında anlamlı fark elde edilmemiştir ($p>.05$).

Maylor ve diğ., (55) 20-70 yaşları arasında 70 sağlıklı bireyi altı yaş grubuna ayırmış ve kuvvet platformu (*Bertec 6080*) kullanarak postural kontrol üzerinde farklı hafıza görevlerinin (uzaysal, uzaysal olmayan gibi) ve farklı bilişsel işlemlerinin (kodlama, zihinsel tekrar) etkisini araştırmışlardır. Çalışmada, postural kontrol değerlendirmesinde kuvvet platformu kullanılmış, yaşlı bireylerde eşzamanlı bilişsel görevler sırasında postural stabilitenin azaldığı saptanmıştır. Eşzamanlı bilişsel görev durumunda, bilişsel görev olmayan durum ile karşılaştırıldığında, zihinsel tekrar sırasında salınının azaldığı, kodlama fazında arttığı saptanmıştır. Çalışmada, bu çalışmadan farklı olarak 20-70 yaşları arasındaki

bireyler değerlendirilmiş, postural stabilite ve bilişsel görev değerlendirilmesinde bu çalışmadan farklı testler kullanılmıştır.

Shumway-Cook ve diğ., (11) sağlıklı genç bireyler ile düşme hikayesi olan ve olmayan yaşlı bireylerde eşzamanlı yapılan bilişsel aktivitenin postural kontrol üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Postural kontrol değerlendirilmesinde statik kuvvet platformu (*Balance Master, NeuroCom, Clackamas, OR*), bilişsel görevlerde cümle tamamlama ve Çizgi Yönü Kararı Testi (*JOLO-Judgment of Line Orientation*) kullanılmıştır. Çalışmada tüm gruplarda, bilişsel ölçümlerle karşılaştırıldığında postural stabilitede daha anlamlı azalma saptanmıştır. Postural görevlerde zorluk artışı, bilişsel görev performansını etkilememiştir. Araştırmacılar, dikkatin, bilişsel performansın aksine dengenin korunmasına yöneldiğini, bunun “postür önce” prensibini desteklemediğini belirtmişlerdir. Shumway-Cook ve diğ.’nin (11) çalışmasında, bu çalışmadan metodolojik olarak farklılıklar bulunmaktadır. Bunlar; genç bireylerin yanı sıra düşme hikayesi olan ve olmayan yaşlı bireylerin çalışmaya dahil edilmesi, postural kontrol ölçümünde statik kuvvet platformunun kullanılması ve bilişsel görevlerin farklı testlerden oluşmasıdır.

Dault ve diğ., (76) farklı zorluk derecelerindeki bilişsel görevlerin farklı pozisyonlarda ayakta durma sırasında postural kontrol üzerine etkisini değerlendirdikleri çalışmada 20-40 yaşları arasında 24 sağlıklı bireyi değerlendirmişlerdir. Postural kontrol değerlendirilmesinde kuvvet platformu, bilişsel görev olarak *Stroop Test* kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda, zor postural görevler ile eşzamanlı yapılan bilişsel görevler, daha büyük oranlarda kapasite etkileşimine neden olmuştur. Araştırmacılar, bilişsel görevlerin zorluk derecesinde değişiklik olup olmadığının saptanmasının zor olacağını, değişiklik durumunun, daha fazla çift görev etkileşimine neden olacağını ifade etmişlerdir.

Andersson ve diğ. (14) mental görev ve postür arasındaki ilişkiyi değerlendirdikleri çalışmada, iki deney yapmışlardır. Birinci deneyde; 30 sağlıklı birey (yaş ortalama \pm SS; 27.4 ± 8.15) dört farklı durumda (baldır kaslarına vibrasyon olmadan ayakta durma, vibrasyon olmadan sessiz sayma, sadece vibrasyon ve vibrasyon ile eşzamanlı sessiz sayma) değerlendirilmiştir. Postural kontrol ölçümünde kuvvet platformu ile salınım hızı saptanmıştır. İkinci deneyde; 20

sağlıklı bireyden (yaş ortalama \pm SS; 30.1 \pm 8.62), birinci deneyden farklı olarak bilişsel görev olmayan durumlarda dikkatini denge görevine vermeleri istenmiştir. Çalışmada, sessiz geriye sayma performansının, denge perturbe olduğunda bozulduğu saptanmıştır. Bu durum; “önce postür” prensibi ile ilişkili bulunmuş ve aşırı telafi (*overcompensation*) ile açıklanmıştır (14). “Önce postür” prensibi, çift görev çalışmaları sırasında bilişsel görev performansında azalmanın açıklamasıdır. Bu prensip, zor denge görevlerinin, daha fazla bilişsel etkileşime neden olduğunu açıklar ki bu durumda denge önceliklidir. Bu durumda, genç bireyler dengeye öncelik verdiğinde ve stabilizasyona yoğunlaştığında, salınımın azaldığı gözlenir (11). Vuillerme ve Nafati (77) bu durumu farklı iki hipotez ile açıklamıştır. Birinci hipoteze göre; bilişsel görevlerin reaksiyon zamanı sırasında dikkat artışı; kas sertliğini ve sonuç olarak postural kontrolü artırır. Bu hipotez, görsel bilişsel görev ile eşzamanlı yapılan denge görevi sırasında, basınç merkezi hareketinin azaldığını ifade eden Hunter ve Hoffman (19) tarafından da desteklenmiştir. İkinci hipotez, çift görev durumunun, duyu-motor düzeyde kontrolü kolaylaştırdığını ifade eder (51). Andersson ve diğ. (14) postural salınım kontrolü ve bilişsel fonksiyon arasında ilişki olduğunu ifade etmişler, biliş-denge etkileşimi konusunda literatürde mevcut olan çelişkinin nedenini, denge görevlerinin farklı zorluk derecelerinde olması ile açıklamışlardır.

Broglio ve diğ. (1) 20 sağlıklı bireyde (yaş ortalama \pm SS; 22.30 \pm 2.06) DOT kullanarak (*Smart Balance Master*), yalnız görsel girdinin olduğu dört DOT durumunda (D1, D3, D4, D6), görsel bilişsel görev ve denge pertürbasyonları arasındaki ilişkiyi değerlendirmişler, temel DOT ve görsel bilişsel görev ile eşzamanlı DOT değerlendirmesi yapmışlardır. Çalışmada bilişsel görev olarak sayı-harf çiftleri kullanılmıştır. Bireylerden, 20 saniyelik DOT testi ile eşzamanlı olarak bilek seviyesinde bulunan *mouse*'u kullanarak bilişsel görevi yapmaları istenmiş, istatistiksel analizde ilk 10 saniyede cevapların doğruluğu ve reaksiyon zamanı kullanılmıştır. Tek görev durumu ile karşılaştırıldığında, çift görev sırasında dört DOT durumundan üçünde (D1, D3, D4) skorların iyileştiği saptanmıştır. Bu çalışmada, araştırmacıların çalışmasından farklı olarak kolay olan DOT skorlarında salınımında artma saptanmıştır. Araştırmacıların kullandıkları metodoloji, bu çalışmadan farklılık göstermektedir. Birincisi, bu çalışmada, 20 saniyelik denge

görevi öncesinde bilişsel görev sunumu yapılmış, 20 saniye süresince zihinsel tekrar sırasında elde edilen DOT skorları kullanılmıştır. Broglio ve diğ. nin (1) çalışmasında 20 saniyelik denge görevi sırasında bilişsel görevlerin sunumu yapılmış, ilk 10 saniyede elde edilen DOT skorları kullanılmış, sadece zihinsel tekrarın etkisi değerlendirilmemiştir. İkincisi, Broglio ve diğ. nin (1) çalışmasında bireylerden, postural kontrol ile eşzamanlı olarak bilişsel görevi yapması sırasında *mouse* kullanması istenmiştir. *Mouse* kullanımı gibi ek motor bir görevin eklenmesi, postural stabiliteyi etkileyebilmektedir (75). Bu durum, araştırmacıların postural kontrol üzerinde bilişsel görevin etkisi konusunda elde ettikleri sonucun, sadece bilişsel ek görev nedeni ile olmayacağını düşündürmektedir.

Chong ve diğ. (78) 75 bireye (yaş ortalama \pm SS; 24.7 ± 2.9) DOT testi ile eşzamanlı olarak bilişsel aktivite görevleri (çıkarma işlemi ve kelime oluşturma görevi) uygulamışlardır. DOT görevinin, çıkarma işlemi için gerekli görsel uzaysal kaynaklara benzer olduğunu saptamışlardır. Kelime oluşturma görevi için aynı sonuç elde edilmemiştir. İki görev arasında sonuçlardaki bu farklılığın, dikkat kaynaklarındaki sınırlılıktan daha çok benzer görsel uzaysal işlemler için rekabet nedeni ile olabileceği belirtilmiştir. Çalışmada, bu çalışmadan iki önemli fark gözlenmiştir. Birincisi; kullanılan bilişsel görevlerin farklı olması, ikincisi sadece 1. ve 2. aşamada elde edilen DOT skorlarının istatistiksel analizde kullanılmasıdır.

Denge kontrolü, platformun hareketli ve sabit olması durumuna göre; ileri bildirim kontrol (*feedforward control*) ve geri bildirim kontrol (*feedback control*) olmak üzere ikiye ayrılmıştır. İleri bildirim kontrol, denge bozukluğu bireyin kendi hareketleri nedeniyle olduğu zaman devreye girmektedir. Beklentiye dayalı postural ayarlamalar (*anticipatory postural adjustments*), bireyden kaynaklanan bozuklukların ön tetikleyicisi olabilmektedir. Sabit platformda salınım, tamamen bireyden kaynaklanmaktadır. Bireyler, sadece feedback kontrolü amacıyla salınım yapmazlar aynı zamanda beklentiye dayalı postural ayarlamalar tarzında, ileri bildirim kontrolü kullanırlar. Geri bildirim kontrolün kullanımı; salınım hareketinin dış faktörler tarafından tetiklenmesi sonucunda ve beklenmedik şekilde oluşması durumlarında uygundur ve vücudun reaksiyonunu gerektirir. Hareketli platformda yüzey eğimlidir ve bireyler dış faktörler tarafından tetiklenen bu hareketlere tepki

vermek zorundadır. Bu koşullarda geri bildirim kontrole ek olarak ileri bildirim kontrol de önemlidir. Bunun nedeni, platform hareketinin devamlı olması ve bu nedenle tahmin edilebilir olmasıdır. Sonuç olarak, sabit platformda denge kontrolünde, ileri bildirim kontrol dominanttır (79).

İleri ve geri bildirim kontrol teorilerinde denge kontrolünün bilişsel kaynak gerektirip gerektirmediği sorusu cevaplanamamıştır. Bilişsel kontrol işlemlerinin ileri bildirim kontrol için daha önemli olduğu iddia edilmektedir. Beklentiye dayalı postural ayarlamaların başarılı olması için, sistemin gelecekteki durumu hakkında planlama gerekir. Geri bildirim kontrol, reflekse benzemektedir ve kuvvetli kortikal ilişki gerektirmez. İleri bildirim kontrolün sabit platformda denge sağlanmasında daha önemli olması durumu, daha fazla bilişsel gereksinime sahip olmasını da gerektirir. Hareketli platformda denge, daha az bilişsel kaynak gerektirir ve bu nedenle hareketli platformda denge ile eşzamanlı yapılan bilişsel aktivitelerin denge ile etkileşimi, sabit platformdaki etkileşim kadar kuvvetli değildir (79).

Bu çalışmada, temel DOT skorları ve DOT ile eşzamanlı olarak bilişsel görevlerin yapılması sırasında elde edilen DOT skorlarının karşılaştırılmasının sonuçları, Hay ve Redon'un (79) çıkarımları ile paralellik göstermektedir. D1 ve D2'de platformun sabit olduğu test durumlarında bilişsel görevlerin türü, zorluk derecesi ve sunum şeklinden bağımsız olarak bireylerde salınımda anlamlı artış saptanmıştır. Bu test durumlarında postural kontrolün sağlanmasında, bireyin ileri bildirim kontrolü kullanmış olabileceği kanaatine varılmıştır. Postural kontrolün zorlaştığı, salınım referanslı test konumları olan D3 ve D4'te çift görev sırasında ileri bildirim kontrolün etkisi ile bireylerin salınımlarında artış olduğu gözlenmiş, işitsel zor ve işitsel görsel kolay görevlerde salınımda farklılık olmamasının, modalite etkisi nedeniyle olabileceği düşünülmüştür. Bireylerin, en zor test durumları olan D5 ve D6'da görevde zorluğun artması ile eksternal pertürbasyonlara karşı bilişsel gereksinimi daha az olan ve refleksif harekete benzeyen geri bildirim kontrolü kullandıkları, bu nedenle salınım artışı gözlenmediği veya salınımın azaldığı düşünülmüştür. Görsel ve proprioseptif bilginin bozulduğu D5'te işitsel zor görevde salınımın azalmasının, modaliteye spesifik olabileceği düşünülmektedir. Bu

çalışmadan elde edilen bulgular, çalışmanın bilişsel ek görevlerin, postural stabilite üzerinde etkisi olacağı yönündeki hipotezini desteklemektedir.

Riley ve diğ. (28) yaptıkları çalışmada, sert ve yumuşak yüzeyde ayakta durma pozisyonunda, gözler açık ve kapalı iken bireylerin kısa süreli kolay ve zor hafıza görevini yaptıkları ve yapmadıkları durumda postural salınımı değerlendiren iki deney yapmışlardır. Postural görev, kuvvet platformu ile (*100 Hz ile Bertec 4060 NC*), kısa süreli hafıza görevi sayı dizisi testi kullanılarak uygulanmıştır. Birinci deneyde kısa süreli hafıza görevi görsel olarak, ikinci deneyde işitsel olarak sunulmuştur. Yaşları 18-24 arasında olan 20 bireye denge görevi öncesinde *Microsoft Power Point* aracılığı ile sayı dizisi testi uygulanmış, her bireyin doğru tekrarlayabildiği en uzun sayı dizisi belirlenmiştir. Tüm bireylerin doğru tekrarlayabildiği en uzun sayı dizisinin ortalaması “7” olarak saptanmış ve zor görevlerde bu sayıdaki dizi kullanılmıştır. Bu dizinin yarı sayısında olan dizi, kolay bilişsel görev olarak verilmiştir. Bireylere, postural kontrol görevi başlamadan 10 saniye öncesinde sayılar gösterilmeye başlanmış, bu sürenin sonunda 30 saniye süren postural kontrol görevi başlamış, bireylerden sayıları zihninde tekrarlaması, bu sürenin sonunda sunulan düzende sayıları ifade etmesi istenmiş ve yaptığı hatalar kaydedilmiştir. Çalışmada, postural salınım üzerinde bilişsel görevlerin iki etkisi olmuştur; bilişsel yüklenme artışı; basınç merkezinin medio-lateral yönde lokal standart deviasyonunu azaltmış ve ön-arka yönde salınım farklılığı azalmıştır. Bu etki görme durumundan (gözler açık ve kapalı) ve destek yüzeyinden bağımsız elde edilmiştir. Postural salınımın zaman-uzaysal (*spatio-temporal*) profili işitsel ve görsel görevlerden etkilenmiş, işitsel görevlerden etkilenimi daha fazla olmuştur. Bilişsel görevlerde bireyin yaptığı hataların istatistiksel analizi yapılmamıştır.

Huxhold ve diğ., (15) genç ve yaşlı bireylerde postural kontrol ve eşzamanlı bilişsel görevler arasındaki ilişkiyi araştırmışlardır. Postural kontrol değerlendirmesi, kuvvet platformu ile yapılmış ve üç farklı sözel bilişsel görev (*Choice reaction time task, digit 2 back working memory task, spatial 2 back working memory task*) kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarından birincisi; düşük zorluk düzeyindeki bilişsel görevlerde, dikkat odağının, otomatik aktivitelerden uzaklaşması ile postural performansın iyileşmesidir. Bu durumun; düşük zorluk düzeyindeki bilişsel

görevlerde, kaynak rekabetine neden olmadan dikkatin postural göreve verilmesi sonucunda oluştuğu ifade edilmiştir. Sonuçlardan ikincisi; zorluk düzeyi yüksek olan bilişsel aktivitelerde, kaynak rekabeti sonucunda postural kontrolün olumsuz olarak etkilenmesidir. Bu olumsuz etki, yaşlı bireylerde, genç yetişkinler ile karşılaştırıldığında kolay görevlerde meydana gelmiştir. Eşzamanlı bilişsel görev yapılırken ayakta durma dengesini sağlamak gerektiğinde dikkat, sensörimotor ve bilişsel görev arasında bölünür.

Huxhold ve diğ.ne (15) göre çift görev durumlarında postural kontrol; eşzamanlı bilişsel işlemlerin gereksinimlerine göre tek görev performansı ile karşılaştırıldığında azalabilir. Tek görev olarak ayakta durma ile karşılaştırıldığında, çift görev durumunda, bilişsel gereksinimi az olan görevler, daha az postural salınımına neden olmuştur. Ayakta durma görevi ile eşzamanlı yapılan basit bilişsel görevler, bilinçli dikkatin dengeden uzaklaşmasını kolaylaştırarak (daha otomatik uygulamaya izin vererek) stabiliteyi olumlu etkiler. Ayakta durma üzerinde bilinçli dikkat, otomatik sürece engel olabilir. Bununla birlikte ikinci görevde zorluk artışı sonucunda, görevlerin her ikisini başarmak için gerekli kaynaklar rekabete girebilir. Bu durum, her iki görevin de performansında azalmaya neden olabilir. İki alan arasında dikkat kaynaklarının paylaşımı sırasında, postural kontrol için gereken dikkat miktarı azalır. Çift görev etkisinin, dikkat kapasitesi üzerinde bireysel farklılıklar ve ilişkili nöral yapılar tarafından oluştuğu muhtemeldir. Postural kontrol üzerinde eşzamanlı bilişsel görevin negatif etkisi; yalnızca dikkat kapasitesi çok kısıtlı olan bireylerde gözlenebilir. Kolay ikinci görev, eksternal dikkat odağının sağlanması ile postural kontrolü olumlu şekilde arttırabilir. Daha fazla dikkat gereksinimi olan ikinci görev, dikkat kaynaklarının sensorimotor ve bilişsel işlemler arasındaki rekabeti nedeniyle postural kontrol üzerinde negatif etki sağlayabilir. Tek ve çift görev durumlarında yaşlı yetişkinler genç bireylere oranla daha düşük postural kontrol performansı ve daha düşük bilişsel performans göstermişlerdir. Araştırmacılar; yapılacak çalışmalarda, postural kontrolün *bottom up* ve *top down* komponentleri üzerinde dikkatin etkisini oluşturan mekanizmalar arasında etkileşimin tanımlanmasının gerekliliğini vurgulamıştır.

Vuillerme ve diğ. (51) 6 yetişkin erkekte (yaş ortalama \pm SS; 22.7 ± 0.5), postural kontrol üzerinde reaksiyon zamanının etkisini araştırmışlardır. Postural kontrol kuvvet platformu ile (*AMTI Mode OR6-5-1*) değerlendirilmiştir. Bireylere postural kontrol görevi ile eşzamanlı olarak farklı zorluk derecelerinde reaksiyon zamanı görevleri verilmiştir. Sonuçta, reaksiyon zamanı görevinin, postural kontrol üzerinde pozitif etkisinin olduğu, görev zorluğunun etkisinin olmadığı saptanmıştır. Araştırmacılar ikinci görevin, postural kontrole dikkatin odaklanmasından daha çok, duyu-motor düzeyde kontrolü kolaylaştırmasını sağladığını ifade etmişlerdir.

Bu çalışmada, eşzamanlı bilişsel görev türleri ve zorluk dereceleri arasında, postural salınımda istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmaması, Vuillerme ve diğ. nin (51) çalışma sonucu ile uyumlu, Huxhold, Riley, Dault ve diğ. nin (15, 28, 76) sonuçları ile uyumsuzdur. Vuillerme ve diğ. nin (51) çalışmasında, bu çalışmadan farklı metodoloji kullanılmakla birlikte araştırmacıların elde ettiği, bilişsel görevlerin zorluk derecelerinin postural kontrol üzerinde etkisinin olmadığı sonucu bu çalışma ile benzerlik göstermektedir. Huxhold ve diğ., (15) çift görev durumunda, bilişsel gereksinimi az olan görevlerin, daha az postural salınıma neden olduğunu ifade etmiştir. Çalışmaya, bu çalışmadan farklı olarak genç ve yaşlı bireyler dahil edilmiştir. Riley ve diğ. (28), bilişsel yüklenme ile postural stabilitenin artması ya da azalması konusunda fikir birliği olmadığını, bu durumun, biliş ve postural kontrol arasında yakın ilişki nedeniyle olabileceğini belirtmişlerdir. Bilişsel görevlerde zorluk artışının postural kontrolde iyileşme sağladığı, bu durumun, çalışmalarda kullanılan bilişsel aktivitelerin ve zorluk derecelerinin farklılığından kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılar, bu çalışma ile benzer şekilde sayı dizisi testini kullanmış, sayıların sunumu *Microsoft Power Point* ile yapılmış ve eşzamanlı bilişsel görevlerde tüm bireylere aynı sayıda diziler sunulmuştur. Bu çalışmada, sayı dizisi testi bilgisayar yazılımı kullanılarak uygulanmış, her bireyin sayı dizisi testi performansı üzerinden kolay ve zor bilişsel görevler, tüm bireyler için ayrı ayrı belirlenmiş ve uygulanmıştır. Bu durumda, benzer görevler kullanılmakla birlikte Riley ve diğ. nin (28) yaptığı çalışmada ifade edilen zorluk derecesinin bu çalışmada uygulanan zorluk derecesinden farklı olabileceği düşünülmektedir. DOT ile eşzamanlı uygulanan bilişsel görevlerin zorluk dereceleri arasında anlamlı fark

elde edilmemesi, bu çalışmanın zor ve kolay bilişsel ek görevlerin postural kontrol üzerinde etkisi olacağı yönünde hipotezini desteklememektedir.

Bu çalışmada, aynı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde görsel kolay ile işitsel kolay görev arasında ve işitsel-görsel kolay görev ve işitsel kolay görev arasında bireyin yaptığı hatalar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$). İşitsel-görsel kolay görev ile görsel kolay görev arasında ve işitsel-görsel zor görev ile görsel zor görev arasında bireyin yaptığı hatalar açısından istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır ($p>.05$). Hata skorlarında, işitsel zor görev ile karşılaştırıldığında görsel zor ve işitsel-görsel zor görevde 6 DOT durumunda istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmuştur ($p<.05$).

Sperling'in (80), oluşturduğu modelde 3 deney yapılmıştır. Birinci deneyde, işitsel uyarı kullanılarak direk olarak işitsel hafıza değerlendirilmiştir. İkinci deneyde bireylerden zihinsel tekrar yapmaları istenmiş ve zihinsel tekrar değerlendirilmiştir. Üçüncü deneyde karışık uyarı kullanılmıştır. Üç deneyden elde edilen veriler doğrultusunda işitsel komponentlerin, kısa süreli görsel hafızanın en önemli yükünü üstlendiği belirtilmiştir. İşitmenin yüksek seviyede işleme gerektirmesi nedeni ile modelin işitsel kısmı ile ilgili verilerinin elde edilmesi zordur. Görsel tekrarlama (*recall*) görevleri; görsel hafıza, tarama (*scanning*), zihinsel tekrar ve işitsel hafıza açısından kullanılmıştır. Kısa görsel uyarının, ilk olarak, duyu girdilerine benzer şekilde görsel hafızada depolandığı gösterilmiştir. Bu görsel imgelerin, daha sonra iletilenden daha fazla bilgi içerdiği belirtilmiştir. Tekrarlama, kısa süreli hafızada hatırlanan uyarının sözel olarak kodlanmasına bağlıdır. İşitsel hafızada bilgilerin korunması için genellikle zihinsel tekrar yapılır. İnsanda anlık hafıza görevlerinde sınırlılıklar, kısa süreli hafızada zihinsel tekrar döngüsünde doğal olarak mevcuttur. Oluşturulan modellerde, görsel görevlerde işitsel kodlamanın önemli olduğu vurgulanmaktadır.

Günlük yaşantıda bireyler, bir iş yaparken aynı zamanda konuştuğunda, birkaç dakika işine devam edebilir. Bir çalışmada bireyin her bir kulağına eşzamanlı olarak farklı sayı dizileri söylenmiştir. Sayılar hızlı bir şekilde söylenirken bireylerin dikkati dağılmamıştır. Onlar önce yalnız bir kulakta duyulan tüm sayıları ifade etmiş,

sonra sayıların diğer kulakta hala duyulabildiğini bildirmişlerdir. Çalışma, her iki kulakta uyarıların eşzamanlı kodlanması olasılığını ekarte etmiştir. Bu durumda bireyler, işitsel hafızaya güvenmeye yönelmişlerdir (81).

Margrain (82), işitsel ve görsel olarak eşzamanlı sunulan sayı listelerinin kısa süreli hafızada depolanması ile ilgili iki deney yapmıştır. Yazılı ve sözel tekrar, hatırlanan listenin işitsel veya görsel gösterimine bağlı olarak farklı şekilde etkilenmiştir. Sonuçlar, kısa süreli hafızanın modaliteye spesifik olduğunu açıklamıştır ve Sperling'in (80) işitsel hafıza açıklamalarını desteklememektedir. Görsel materyal, eşzamanlı gösterimde çabuk çözümlenir. Uzun süreli saklama gerektirmez ama uzaysal çözümlenme gerektirir. İşitsel materyal, tam anlaşmasından önce zaman gerektirir. Sonuç olarak işitsel hafıza zaman içinde daha etkili olmalıdır (82).

Mousovi ve diğ. (83) geometrik şekillerin kısmen görsel ve kısmen işitsel gösteriminin sonuçlarını araştırmışlardır. Çalışan hafıza üzerinde dikkat bölünmesinin ve gösterim şeklinin etkisi üzerinde durulmuştur. Deneyin sonuçları, çift duyunun kullanımının çalışan hafıza kapasitesinin genişlemesinin bilişsel işleme yükünü azalttığı hipotezi ile tutarlı bulunmuştur. Gösterimin işitsel-görsel mikst modda olması tek moddan (görsel) daha etkilidir. Artmış kapasite, şeklin mental olarak bütünleştirilmesini kolaylaştırır (83). Dikkat bölünmesi etkisi, ağır bilişsel yüklenmenin sonucu olarak bireylerin, birden fazla kaynak arasında dikkatini bölmesi ile oluşmaktadır. Gösterim türünün etkisi, çalışan hafızanın görsel ve işitsel materyal için kısmen bağımsız işleme ile açıklanabilir. Etkili çalışan hafıza, tek moddan daha çok mikst modda gösterilen materyaller ile artabilir. Geometride dikkat bölünmesinin negatif sonuçları, görselden daha çok işitsel geometrik ifadelerin sunumu ile düzelebilir. Araştırmacıların deneylerden elde ettiği sonuçlar, bu hipotezleri doğrulamaktadır (83).

Saults ve Cowan, (84) çalışmalarında işitsel ve görsel sunulan görevlerin kombinasyonunu araştırmışlardır. Katılımcılar sadece görsel, sadece işitsel (*unimodal* hafıza durumu) ve işitsel-görsel olarak (*bimodal* hafıza durumu) verilen uyarıları hatırlamışlardır. Her iki modalitede oluşan çift görev maliyeti ve hatırlanan işitsel ve görsel uyarıların sayısı *unimodal* kapasiteden daha yüksek bulunmamıştır.

Araştırmacılar, bu bulguların, modaliteye spesifik depolama ile desteklenen merkezi kapasitenin, santral depolamada işlemlenin rolü üzerine yapılacak çalışmalar için önemli bir nokta olduğunu belirtmiştir.

Uyarının sunum şekline bağlı olarak çalışmalardan elde edilen sonuçların birbirinden farklı olduğu görülmektedir (80, 82, 83, 84). Sperling, (80) işitsel hafızanın önemini vurgulamış, Margrain (82), işitsel hafızanın zaman içinde etkili olduğunu ifade etmiştir. Mousovi ve diğ. (83) mikst (işitsel-görsel) sunumun daha etkili olduğunu saptamış, Saults ve Cowan, (84) sayıların mikst sunumunun, *unimodal* ile karşılaştırıldığında fark oluşturmadığını belirtmişlerdir. Çalışmalarda, bu çalışmadan farklı olarak motor bir görev kullanılmadan, sadece bilişsel görevler değerlendirilmiştir.

Ramenzoni ve diğ. (8) 18-25 yaşları arasında 23 lisans öğrencisinde postural kontrol ile eşzamanlı yapılan bilişsel görevlerin etkilerini araştırdıkları çalışmada, sözel ve görsel sunum kullanarak, kodlama ve zihinsel tekrarı değerlendirmişler ve fonolojik döngü ve uzaysal yap-boz tahtası (*spatial sketchpad*) kullanmışlardır. Postural salınım ölçümü, kuvvet platformu ile yapılmıştır. Zihinsel tekrar sırasında postural salınım değişiklikleri azalmış, kodlama sırasında artmış, bu farklılık, sözel ve görsel materyalde farklı olarak elde edilmiş, zihinsel tekrar sırasında fark saptanmamıştır. Zihinsel tekrar sırasında sözel ve görsel görevler arasında fark olmaması, postural salınımın tekrarlanan bilginin yapısından etkilenip farklılaşmadığını göstermiştir. Bilişsel aktivitede değişiklik, postural salınımın temporal paterninde değişiklik ile ilişkili bulunmuştur. Sonuçlar, postural kontrolün, yapılan bilişsel görev tipine duyarlı olduğunu açıklamıştır.

Hunter ve Hoffman, (19) yaşları 18-34 arasında olan 30 sağlıklı bireyde görsel algı gereksiniminin ve bilişsel görevlerin, postural kontrole etkisini değerlendirmişlerdir. Göz hareketi varlığında, göz hareketinin olmadığı durumda ve üç farklı aşamada (uyarı yok, eşzamanlı işitsel uyarı ve eşzamanlı görsel uyarı) matematiksel toplama işlemi ile eşzamanlı uygulanan kuvvet platformu (*Kistler*) ile postural kontrol değerlendirilmiştir. Göz hareketlerinin, genç bireylerde postural kontrolü etkilediği saptanmıştır. İşitsel ve görsel durumlar arasında postural kontrolde fark saptanmamıştır. Postural kontrolde en anlamlı farkın, bilişsel görev

olmadığı durumda olduğu gözlenmiştir. Sadece denge görevi yapıldığı zaman kas geriliminin ve basınç merkezi (*centre of pressure*) hareketinin arttığı saptanmıştır. Bu sonuç doğrultusunda araştırmacılar, postural salınım üzerinde “konsantrasyon” etkili ise “birey, dengesinin test edildiğini önceden bildiği zaman gerçek postural kontrol yeteneğini sergileyebilmekte midir” sorusunun önem kazandığını belirtmişlerdir.

Çalışmalarda bu çalışma ile benzer şekilde postural salınım ve eşzamanlı bilişsel görev performansı değerlendirilmiştir. İki çalışmada da bu çalışmadan farklı olarak postural kontrol ölçümünde kuvvet platformu kullanılmıştır (8,19). Bilişsel görevler de bu çalışmada kullanılan görevlerden farklıdır.

Bu çalışmada, işitsel zor görev ile karşılaştırıldığında görsel ve işitsel görsel zor görevlerde bireyin yaptığı bilişsel hata sayısında istatistiksel olarak artış saptanmıştır ($p < .05$). Bu çalışmada, farklı sunum şekilleri ile bilişsel görevler, postural kontrol görevi ile eşzamanlı olarak uygulanmıştır. Araştırmacıların çalışmaları, bu modele benzer şekilde düzenlenmiştir (8, 19). Hunter ve Hoffman, (19) gösterim şekilleri arasında bilişsel skorlar açısından farkı araştırmamış, bilişsel görev skorları ile postural değerlendirme skorları arasında ilişkiyi değerlendirmiş ve anlamlı bir ilişki saptanmamıştır. Ramenzoni ve diğ. (8) bilişsel hataların istatistiksel analizini yapmamıştır.

Hafızada işitsel ve görsel bilginin nasıl kodlandığını araştıran çalışmalarda, işitsel ve görsel çalışan hafızanın aynı yapıları kapsadığı ifade edilmiştir (85, 86).

Bazı çalışmalarda, uyarının işitsel sunumunda, hatırlanıp tekrarlanma performansının, görsel sunum ile karşılaştırıldığında daha iyi olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar bunu, modalite etkisi (*modality effect*) olarak ifade etmişlerdir (87, 88).

Hafızada bazı bilgiler spesifik duyuşsal kortekste işlenir ki bu durum modaliteler arasında fark olabileceğini ifade eder (89).

Rattat ve Picard, (90) 36 yetişkin birey ile (yaş ortalama \pm SS; 28 ± 6 yıl) yaptıkları çalışmada, 400-600 milisaniye durasyonda işitsel, görsel ve işitsel-görsel bilginin, supresyon kullanılarak kodlama ve kısa süreli hafızada kalma durumunu

araştırmışlardır. Katılımcılar, 8 saniyelik aralıklarla iki uyarı süresini karşılaştırmışlardır. Eşzamanlı olarak, artikülatör supresyon görevini, görsel-uzaysal takip görevini (ekranda gördüğü küçük geometrik cisimleri takip etme) ve görev olmayan durumu değerlendirmişlerdir. Sonuçta; artikülatör supresyon görevi (heceleri yüksek sesle, sürekli tekrarlama) işitsel durasyonu anlama performansını azaltmış, görsel ve işitsel görsel gösterimde anlamlı değişiklik olmamıştır. Görsel-uzaysal takip görevi, görsel durasyonu anlama performansını azaltmış, işitsel ve işitsel-görsel gösterimde anlamlı değişiklik olmamıştır. Araştırmacılara göre, bu bulgular, durasyon açısından kısa süreli hafızanın modaliteye özel (*modality-specific*) olduğunu, işitsel, görsel ve işitsel görsel durasyonların, hafızada aynı şekilde temsil edilmediğini desteklemektedir.

Bu çalışmada postural görev ile eşzamanlı olarak yapılan bilişsel görevlerde, işitsel zor görev ile karşılaştırıldığında, görsel ve işitsel-görsel zor görev sırasında bireyin hata sayısında artış olması sonucu, Greene ve diğ. nin, (85, 86) işitsel uyarının hatırlanma performansının, görsel uyarandan daha iyi olduğunu saptayan çalışma sonuçları ile paralellik göstermektedir. Zor görevlerde, uyarının sunumuna bağlı olarak bireylerin hata sayısında saptanan farklılıkların, araştırmacıların bulguları ile benzer şekilde, modalite etkisi ile olabileceği düşünülmektedir (85, 86, 89, 90) .

Farklı zorluk derecesinde olan bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde; işitsel kolay görev ile karşılaştırıldığında işitsel zor görevde ve görsel geri görev ile karşılaştırıldığında işitsel geri görevde bireyin yaptığı hatalar arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmamıştır ($p > .05$). Görsel kolay görev ile karşılaştırıldığında görsel zor görevde ve işitsel-görsel kolay görev ile karşılaştırıldığında işitsel-görsel zor görevde 6 DOT durumunda, bireyin yaptığı hatalarda istatistiksel olarak anlamlı artış bulunmuştur ($p < .05$).

Riley ve diğ. (75) 23 sağlıklı lisans öğrencisinin katıldığı çalışmada eşzamanlı kısa süreli hafıza görevinin postural kontrol üzerine etkisini değerlendirmişlerdir. Denge görevi amacı ile kuvvet platformu kullanılmış, kısa süreli hafıza görevi, *Microsoft Power Point* kullanılarak sayı dizisi testi ile uygulanmıştır. Bireylere kısa süreli hafıza testi uygulanmış, tüm bireylerin doğru

tekrarlayabildikleri en uzun sayı dizisi, ortalama 7.35 (7 ve 9 arasında) olarak saptanmıştır. Zor bilişsel görevde bu sayıda dizi kullanılmış, orta zorlukta görevde 5'li, kolay görevde 3'lü sayı dizisi kullanılmıştır. Postural kontrol görevi başlamadan 10 saniye öncesinde sayılar gösterilmeye başlanmış, bu sürenin sonunda 30 saniye süren postural kontrol görevi başlamıştır. Bireylerden, sayıları zihninde tekrarlaması, 30 saniye sonunda sunulan düzende sayıları tekrarlaması istenmiş, yaptığı hatalar kaydedilmiştir. Kolay durumlar ile karşılaştırıldığında zor durumlarda hata sayısında istatistiksel olarak anlamlı artış saptanmıştır. Kolay bilişsel görevler ile karşılaştırıldığında en zor bilişsel görev sırasında postural salınım azalmıştır. Bu sonuçlar, postural kontrol ve bilişsel veya dikkat gereksinimleri arasındaki karmaşık ilişkiyi tanımlamıştır.

Pellechia (54) 18-30 yaşları arasında 20 sağlıklı bireyde; eşzamanlı, çeşitli zorluk derecelerindeki ilişkili olmayan bilişsel görevlerin (sayıları verilen düzenin tersi sıralama, sayıları sınıflama, geriye sayma) kuvvet platformu üzerinde postural salınımına etkisini değerlendirmiştir. Çalışmada, en zor bilişsel görevde (geriye sayma) bireylerin yaptığı hata sayısı artmış, eşzamanlı bilişsel görevin zorluğu arttığında en fazla postural salınım, yumuşak zeminde ayakta durma sırasında saptanmıştır. Bu bulgu, biliş ile motor performansın ilişkili olduğu görüşünü desteklemektedir.

Broglio ve diğ; (1) denge kontrolüne öncelik verilmesi nedeni ile denge pertürbasyon artışı ile doğru orantılı olarak bilişsel fonksiyonlarda bozulmanın arttığını göstermiştir.

Bu çalışmada görsel ve işitsel-görsel görevlerde, kolay durumlar ile karşılaştırıldığında zor durumlarda hata sayısında artış, metodolojik farklılıklar olmakla birlikte, literatür ile uyumludur (54, 75). Riley ve diğ. (75) 30 saniyelik sürede zihinsel tekrarı değerlendirmişler, bu çalışmada 20 saniye sürede zihinsel tekrar değerlendirilmiştir. Bu çalışmada, DOT ile eşzamanlı yapılan görsel ve işitsel görsel görevlerde, görevin zorluğunda artış, bireylerin yaptığı bilişsel hata sayısını arttırmıştır. Bu durum, işitsel görevlerde gözlenmemiştir. Görsel ve işitsel-görsel görevler zorlaştıkça, bireylerde dikkat kaynaklarının etkili bir şekilde bölünmemesi nedeni ile yapılan hata sayısının arttığı, aynı etkinin işitsel görevde saptanmamasının, modalite etkisi ile açıklanabileceği düşünülmektedir. Bu sonuçlardan farklı olarak,

Broglia ve diğ. (1) DOT'ta zor denge durumlarında (D6) bilişsel fonksiyonlarda bozulmanın daha belirgin olduğunu saptamışlardır. İstatistiksel analizde bu çalışmada hata sayılarının kullanılması, araştırmacıların ise reaksiyon zamanı verilerini kullanmasının, bu farklılığı oluşturabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, postural stabilitenin bilişsel aktiviteden karmaşık şekilde etkilendiği ve bu etkilenmenin, bireylerin yaşına, bilişsel aktivitenin tipine, postural görevin yapısına, bilişsel işleme ve yönergelere bağlı olduğu kanatine varılmıştır. Bu çalışmada, bilgisayar destekli yazılım programı ve postural stabilitenin değerlendirilmesine duyarlı bir yöntem olan DOT'un kullanımı ile oluşturulan modelin, geriatric bireylerde ve vestibüler bozukluğu olan bireylerde kullanılabileceği ve bu bireylerde çift görev kapasitesinin değerlendirilmesi ile düşmeye yönelik tedavilerin planlanmasında faydalı bilgiler sağlayabileceği düşünülmektedir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada 18-32 yaşları arasında 20 sağlıklı bireyde, DOT ile eşzamanlı olarak yapılan farklı bilişsel görevler esnasında elde edilen DOT skorları, temel DOT skoru ile karşılaştırılmış, aynı ve farklı zorluk düzeyindeki bilişsel görevlerde bireylerden elde edilen DOT ve hata skorlarının ikişerli karşılaştırması yapılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda sıralanmıştır.

- 1- Temel DOT skorları ile karşılaştırıldığında D1 ve D2’de; tüm bilişsel görevler ile eşzamanlı yapılan DOT değerlendirmesinde salınımında anlamlı artış saptanmıştır. Çift görev sırasında D3’de işitsel zor görevde, D4’te işitsel-görsel kolay görevde salınımında anlamlı fark saptanmamış, diğer tüm bilişsel görevlerde D3 ve D4’te salınımında anlamlı artış elde edilmiştir. Çift görev sırasında işitsel zor görevde D5’de salınımında anlamlı azalma saptanmış, işitsel zor görevde D6’da ve diğer görevlerde D5, D6 ve birleşik skorlarda salınımında fark bulunmamıştır.
- 2- Bilişsel görevin türü ve zorluk derecesinin, eşzamanlı yapılan postural kontrol görevi sırasında ön-arka yönde salınımında anlamlı fark oluşturmadığı saptanmıştır.
- 3- Postural kontrol görevi ile eşzamanlı olarak sunumu görsel ve işitsel-görsel olarak yapılan bilişsel görevlerin zorluk derecesindeki artış, bireyin yaptığı hata sayısında anlamlı artışa neden olmuştur. Diğer bilişsel görevlerde yapılan hata sayısında anlamlı fark saptanmamıştır. Bireylerin, görsel ve işitsel-görsel zor görevlerde bilişsel kaynaklara gereksinimi artmıştır.
- 4- Eşzamanlı olarak postural kontrol ve bilişsel görevlerin yapılması sırasında, görsel ve işitsel-görsel zor görevlerde saptanan hata sayıları, işitsel zor görevden anlamlı şekilde yüksek bulunmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlar doğrultusunda öneriler aşağıda sıralanmıştır;

- 1- Bu çalışma ile benzer çift görev modeli kullanılarak, zihinsel tekrar ile birlikte kodlamanın etkisi değerlendirilebilir.
- 2- Çalışmaya katılan birey sayısı artırılarak çift görev etkileşimi değerlendirilebilir.
- 3- Farklı bilişsel görevlerin kullanımı ile eşzamanlı olarak postural kontrol değerlendirilebilir.
- 4- Postural görev ile eşzamanlı yapılan bilişsel görevler sırasında reaksiyon zamanının değerlendirildiği çift görev modeli oluşturulabilir.
- 5- Farklı yaş gruplarından bireyler ile yapılabilecek çalışmalar ile çift görev düzeninde yaşın etkisi araştırılabilir.
- 6- Vestibüler bozukluğu olan bireylerde postural kontrol ile bilişsel görevlerin etkileşimi değerlendirilebilir.
- 7- Yaşlı bireylerde oluşturulacak çift görev modeli ile postural stabilite üzerinde bilişsel görevlerin etkisi araştırılabilir.

Bu çalışmada kullanılan çift görev modelinin ve elde edilen sonuçların; vestibüler bozukluğu olan bireylerde ve yaşlılarda, postür-biliş etkileşiminin değerlendirileceği çalışmalara bilgi sağlayabileceği ve bu bireylerde çift görev sırasında yaşanan düşmeleri önlemeye yönelik rehabilitasyon yaklaşımlarına katkısı olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- 1- Broglio, S.P., Tomporowski, P.D. ve Ferrara, M.S. (2005). Balance performance with a cognitive task: a dual task testing paradigm. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 37(4), 689-695.
- 2- Quant, S., Adkin, A.L., Staines, W.R., Maki, B.E. ve Mcllroy, W.E. (2004). The effect of concurrent cognitive task on cortical potentials evoked by unpredictable balance perturbations. *BMC Neuroscience*, 5, 18.
- 3- Lacour, M. ve Borel, L. (1993). Vestibular control of posture and gait. *Archives Italiennes de Biologie*, 131, 81-104.
- 4- Azerro, J., Schaumburg, H. ve Spencer, P. (1982). Structure and function of the somatosensory system: a neurotoxicological perspective. *Environmental Health Perspectives*, 44, 23-30.
- 5- Shaffer, S. ve Harrison, A. (2007). Aging of the somatosensory system: a translation perspective. *Physical Therapy*, 87(2), 194-207.
- 6- Lajoie, Y., Teasdale, N., Bard, C. ve Fleury, M. (1993). Attentional demands for static and dynamic equilibrium. *Experimental Brain Research*, 97, 139-144.
- 7- Aksoy, S. ve Öztürk, B. (2011). Bilgisayarlı Dinamik Posturografi. Ergin, N.T. (Ed.). *Kulak Burun Boğaz Hastalıklarında İleri Teknoloji*. (s. 032-047). İstanbul: Amerikan Hastanesi Yayınları.
- 8- Ramenzoni, V.C., Riley, M.A., Shockley, K. ve Chiu, C.Y.P. (2007). Postural responses to specific types of working memory tasks. *Gait and Posture*, 25, 368-373.
- 9- Lacour, M., Bernard-Demanze, L. ve Dumitrescu, M. (2008). Posture control, aging and attention resources: models and posture-analysis methods. *Clinical Neurophysiology*, 38, 411-421.
- 10- Redfern, M.S., Talkowski, M.E., Jennings, J.R. ve Furman, J.M. (2004). Cognitive influences in postural control of patients with unilateral vestibular loss. *Gait and Posture*, 19 (2),105-114.

- 11- Shumway-Cook, A., Woollacott, M., Kerns, K.A. ve Baldwin, M. (1997). The effects of two types of cognitive tasks on postural stability in older adults with and without a history of falls. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 52A (4), M232-M240.
- 12- Yardley, L., Gardner, M., Bronstein, A., Davies, R., Buckwell, D. ve Luxon, L. (2001). Interference between postural control and mental task performance in patients with vestibular disorder and healthy controls. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 71, 48-52.
- 13- Brown, L. A., Shumway-Cook A. ve Woollacott, M.H. (1999). Attentional demands and postural recovery: the effects of aging. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 54 A, M165-171.
- 14- Andersson, G., Hagman, J., Talianzadeh, R., Svedberg, A. ve Larsen, H.C. (2002). Effect of cognitive load and postural control. *Brain Research Bulletin*, 58 (1), 135-139.
- 15- Huxhold, O., Li, S.C, Schmiedek, F. ve Lindenberger, U. (2006). Dual-tasking postural control: aging and the effects of cognitive demand in conjunction with focus of attention. *Brain Research Bulletin*, 69, 294-305.
- 16- Maki, B.E. ve Whitelaw, R.S. (1993). Influence of expectation and arousal on center-of-pressure responses to transient postural perturbations. *Journal of Vestibular Research*, 3, 25-39.
- 17- Hanes, D.A. ve McCollum, G. (2006). Cognitive-vestibular interactions: A review of patients difficulties and possible mechanisms. *Journal of Vestibular Research*, 16, 75-91.
- 18- Shumway-Cook, A. ve Woollacott, M. (2000) Attentional demands and postural control: The effect of sensory context. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 55, M10-M16.
- 19- Hunter, M.C. ve Hoffman, M.A. (2001). Postural control: visual and cognitive manipulations. *Gait and Posture*, 13, 41-48.
- 20- Marsh, A.P. ve Geel, S.E. (2000). The effect of age on the attentional demands of postural control. *Gait and Posture*, 12, 105-113.

- 21- Palmer, C.E. (1944). Studies of the center of gravity of the human body. *Child Development*, 15, 2-3.
- 22- Woollacott, M ve Shumway-Cook, A. (2002). Attention and the control of posture and gait: a review of an emerging area of research. *Gait and Posture*, 16, 1-14.
- 23- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- 24- Rasku, J. (2009). Classification of the human swaying processes: A machine learning approach. Academic Dissertation, University of Tampere, Finland.
- 25- Horak, F.B. ve Macpherson, J.M. (1996). Postural orientation and equilibrium. Shepard J, Rowell L. (Ed.) *Handbook of Physiology*. (s. 255-92). New York: Oxford University Press.
- 26- Kejonen, P. (2002). Body movements during postural stabilization. Unpublished master's thesis, University of Oulu, Oulu, Finland.
- 27- Horak, F.B. ve Nashner, L.M. (1986). Central programming of postural movements: Adaptation to altered support surface configurations. *Journal of Neurophysiology*, 55, 1369-1381.
- 28- Riley, M.A., Baker, A.A., Schmit, J.M. ve Weaver E. (2005). Effects of visual and auditory short-term memory tasks on the spatiotemporal dynamics and variability of postural sway. *Journal of Motor Behavior*, 37 (4), 311-324.
- 29- Horak, F.B. (2006). Postural orientation and equilibrium: What do we need to know about neural control of balance to prevent falls? *Age and Ageing*, 35 (S2), ii7-ii11.
- 30- Solan, H.A., Shelley-Tremblay, J., ve Larson, S. (2007). Vestibular function, sensory integration and balance anomalies: a brief literature review. *Optometry and Vision Development*, 38 (1), 2-5.
- 31- Nashner, L.M. (1982). Adaptation of human movement to altered environments. *Trends in Neuroscience*, 5, 351-361.

- 32- Riemann, B. ve Lephart, S. (2002). Sensorimotor system, part I: The physiologic basis of functional joint stability. *Journal of Athletic Training*, 37, 71-79.
- 33- Guerraz, M. ve Bronstein, A.M. (2008). Ocular versus extraocular control of posture and equilibrium. *Clinical Neurophysiology*, 38, 391-398.
- 34- Peterka, R.J. (2002). Sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 88, 1097-1118.
- 35- Peterka, R.J. ve Loughlin, P.J. (2004). Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control. *Journal of Neurophysiology*, 91, 410-423.
- 36- Teasdale, N. ve Simoneau, M. (2001). Attentional demands for postural control: The effect of aging and sensory reintegration. *Gait and Posture*, 14(3), 203-210.
- 37- Kapula, Z. ve Le, T. (2006). Effects of distance and gaze position on postural stability in young and old subjects. *Experimental Brain Research*, 173, 438-445.
- 38- Nashner, L.M., Black, F.O. ve Wall, C. (1982). Adaptation to altered support and visual conditions during stance: patients with vestibular deficits. *Journal of Neuroscience*, 2, 536-544.
- 39- Heiden, T., Sanderson, D., Inglis, T. ve Siegmund, G. (2005). Adaptation to normal human gait on potentially slippery surfaces: the effects of awareness and prior slip experience. *Gait and Posture*, 24, 237-246.
- 40- Grillner, S. ve Wallen, P. (1985). Central pattern generators for locomotion, with special reference to vertebrates. *Annual Review Neuroscience*, 8, 233-261.
- 41- Morton, S.M ve Bastian, A.J. (2004). Cerebellar control of balance and locomotion. *Neuroscientist*, 10 (3), 247-259.
- 42- Karakaş, S., Irak, M. ve Bekçi, B. (2003). Sağlıklı İnsanda Bilgi İşleme Süreçleri: Biliş ve Üst Biliş. Karakaş, S.,İRkeç, C. ve Yüksel, N. (Ed.) *Beyin ve Nöropsikoloji*. (s. 31-53). Ankara: Çizgi Tıp Yayınevi.
- 43- Plotnik, R. ve Kouyoumdjian, H. (2007). *Introduction to Psychology* (8.bs.). New York: Wadsworth.
- 44- Sperling, G. (1960). The information available in brief visual presentations. *Psychological Monographs: General and Applied*, 74 (11), 1-29.
- 45- Baddeley, A. (1990). *Theory and Practice*. Boston: Allyn and Bacon.

- 46- Pashler, H.E. (1998). *The Psychology of Attention*. London: A Bradford Book, The Mit Press.
- 47- Abernethy, B. (1988). Dual task methodology and motor skills research: Some applications and methodological constraints. *Journal of Human Movement Studies*, 14, 101-132.
- 48- Pashler, H. (1994). Dual task interference in simple tasks: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 116 (2), 220-244.
- 49- Schmidt, R.A. ve Lee, T.D. (1999). Attention and performance. Schmidt, R. ve Lee, T. (Ed.). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (s.61-91). Champaign, IL: Human Kinetics.
- 50- Maylor, E.A. ve Wing, A.M. (1996). Age differences in postural stability are increased by additional cognitive demands. *Journal of Gerontology: Psychological Science*, 51, 143-154.
- 51- Vuillerme, N., Nougier, V. ve Teasdale, N. (2000). Effects of a reaction time task on postural control in humans. *Neuroscience Letters*, 77-80.
- 52- Li, K.Z.H., Krampe, R.T.H. ve Bondar, A. (2005). An ecological approach to studying aging and dual-task performance. Engle, R.W, Sedek, G, von Hecker, U. ve McIntosh, D.N. (Ed.) *Cognitive limitations in aging and psychopathology* (s.190-218). Cambridge: Cambridge University Press.
- 53- Yardley, L., Gardner, M., Leadbetter, A. ve Lavie, N. (1999). Effect of articulatory and mental tasks on postural control. *Neuroreport*, 10, 215-219.
- 54- Pellecchia, G.L. (2003). Postural sway increases with attentional demands of concurrent cognitive task. *Gait and Posture*, 18, 29-34.
- 55- Maylor, E.A., Allison, S. ve Wing, A.M. (2001). Effects of spatial and nonspatial cognitive on postural stability. *British Journal of Psychology*, 92, P319-P338.
- 56- Vuillerme, N. ve Nougier, V. (2004). Attentional demand for postural sway: the effect of expertise in gymnastics. *Brain Research Bulletin*, 63, 161-165.
- 57- Quant, S., Maki, B.E. ve McIlroy, W.E. (2005). The association between later cortical potentials and later phases of postural reactions evoked by perturbations to upright stance. *Neuroscience Letters*, 381, 269-274.

- 58- Wolpert, D.M., Goodbody, S.J. ve Husain, M. (1998). Maintaining internal representations: the role of the human superior parietal lobe. *Nature Neuroscience*, 1(6), 529-533.
- 59- Keele, S.W., Ivry, R., Mayr, U., Hazeltine, E. ve Heuer, H (2003). The cognitive and neural architecture of sequence representation. *Psychological Review*, 110(2), 316-339.
- 60- Wickens, C. (1992). *Engineering psychology and human performance*. New York: Harper Collins.
- 61- Johansson, R., Magnuson, M. ve Akesson, M. (1988). Identification of human postural dynamics. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, 35 (10), 858-869.
- 62- Winter, D.A., Patla, A.E. ve Frank, J.S. (1990). Assessment of balance control in humans. *Medical Progress Through Technology*, 16, 31-51.
- 63- Nashner, L.M. (1997). Computerized Dynamic Posturography. G.P. Jacobson, C.G. Newman ve J.M. Kartush (Ed.). *Handbook of Balance Function Testing*. (s.280-319). Delmar: Singular Publishing Group.
- 64- Wrisley, D., Stephens, M., Mosley, S., Wojnowski, A., Duffy, J. ve Burkard, R. (2007). Learning effects of repetitive administrations of the sensory organization test in healthy young adults. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 88, 1049-1054.
- 65- Borah, D., Wadhwa, S., Singh, U., Yadav, S.L., Bhattacharjee, M. ve V, Sindhu. (2007). Age related changes in postural stability. *Indian Journal of Physiology and Pharmacology*, 51(4), 395-404.
- 66- *Objective Quantification of Balance & Mobility*. (2007). USA: Neurocom International, Inc.
- 67- Woollacott, M.H. ve Tang, P.F. (1997). Balance control during walking in the older adult: Research and its implications. *Physical Therapy*, 77, 646-660.
- 68- Smart Equitest System operator's manual. Clackamas (OR): NeuroCom International; 2001.

- 69- Chaudry, H., Findley, T., Quigley, K.S., Bukiet, B., Ji, Z., Sims, T. ve diğeri (2004). Measures of postural stability. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 41(5), 713-720.
- 70- Babikian, T., Boone, K.B., Lu, P. ve Arnold, G. (2006). Sensitivity and specificity of various digit span scores in the detection of suspect effort. *Clinical Neuropsychologist*, 20, 145-159.
- 71- Shield, B. (2011). Recommended procedure. Pure tone ear conduction and bone conduction threshold audiometry with and without masking. British Society of Audiology. Erişim 20 Ocak 2013. British Society of Audiology Ağ Sitesi.
http://www.thebsa.org.uk/docs/Guidelines/BSA_RP_PTA_FINAL_24Sept11.pdf
- 72- Ricci, F., Cedrone, C. ve Cerulli L. (1998). Standardized measurement of visual acuity. *Ophthalmic Epidemiology*, 5,1, 41-53.
- 73- Folstein, M.F., Folstein, S. ve Mc Hugh, P.R. (1975). "Mini Mental State" A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- 74- Güngen, C., Ertan, T., Eker, E., Yaşar, R. ve Engin, F. (2002). Standardize Mini Mental Testin Türk toplumunda hafif demans tanısında geçerlilik ve güvenilirliği. *Türk Psikiatri Dergisi*, 273-282.
- 75- Riley, M.A., Baker, A.A. ve Schmit, J.M. (2003). Inverse relation between postural variability and difficulty of a concurrent short-term memory task. *Brain Research Bulletin*, 62, 191-195.
- 76- Dault, M.C., Geurts, A.C.H., Mulder, T.W. ve Duysens, J. (2001). Postural control and cognitive task performance in healthy participants while balancing on different support-surface configurations. *Gait and Posture*, 14, 248-255.
- 77- Vuillerme, N. ve Nafati, G. (2007). How attentional focus on body sway affects postural control during quiet standing. *Psychological Research*, 71, 192-200.
- 78- Chong, R.K.Y., Mills, B., Dailey, L., Lane, E., Smith, S. ve Lee, K.H. (2010). Specific interference between a cognitive task and sensory organization for stance balance control in healthy young adults: visuospatial effects. *Neuropsychologia*, 48, 2709-2718.

- 79- Hay, L. ve Redon, C. (1999). Feedforward versus feedback control in children and adults subjected to a postural disturbances. *Experimental Brain Research*, 125, 153-152.
- 80- Sperling, G.(1963) A model for visual memory tasks. *Human Factors*, 5, 19-36.
- 81- Broadbent, D.E. (1957). A mechanical model for human attention immediate and immediate memory. *Psychological Review*, 64 (3), 205-15.
- 82- Margrain, S.A. (1967). Short-term memory as a function of input modality. The *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 19, 109-114.
- 83- Mousavi, S.Y., Low, R. ve Sweller, J. (1995). Reducing cognitive load by mixing auditory and visual presentation modes. *Journal of Educational Psychology*, 87 (2), 319-334.
- 84- Saults, J.S. ve Cowan, N. (2007). A central capacity limit to the simultaneous storage of visual and audio arrays in working memory. *Journal of Experimental Psychology*, 136, 663-684.
- 85- Gabrieli, J., Poldrack, R. ve Desmond, J. (1998). The role of left prefrontal cortex in language and memory. *Proceeding of the National Academy of Science U S A*, 95, 906-13.
- 86- Gazzaniga, M.S., Ivry, R.B. ve Mangun, G.R. (1998). *Cognitive Neuroscience: The Biology of Mind* (2.bs.). New York: Norton and Company.
- 87- Greene, R.L. (1985). Constraints on the long-term modality effect. *Journal of Memory & Language*, 24, 526-71.
- 88- Greene, R.L., Elliott, C.L ve Smith, M.D. (1998). When do interleaved suffixes improve recall? *Journal of Memory & Language*, 27, 560-71.
- 89- Pasternak, T. ve Greenlee, M.W. (2005). Working memory in primate sensory systems. *Nature Reviews Neuroscience*, 6, 97-107.
- 90- Rattat, A.C. ve Picard, D. (2012). Short-term memory for auditory and visual durations: evidence for selective interference effects. *Psychological Research*, 76, 32-40.

Standardize Mini Mental Test

(Lütfen uygulama kılavuzuna göre kullanınız)

Ad/Soyad : Yaş :
 Eğitim (yıl) : Aktif el :
 Tarih : T.puan :

Oryantasyon (Toplam puan 10)

Hangi yıl içindeyiz ()
 Hangi mevsimdeyiz ()
 Hangi aydayız ()
 Bu gün ayın kaçı ()
 Hangi gündeysiniz ()
 Hangi ülkede yaşıyoruz ()
 Şu an hangi şehirde bulunmaktasınız ()
 Şu an bulunduğunuz semt neresidir ()
 Şu an bulunduğunuz bina neresidir ()
 Şu an bu binada kaçınca kattasınız ()
 (Her bir madde için 1 puan verilir)

Kayıt Hafızası (Toplam puan 3)

Size birazdan söyleyeceğim üç ismi dikkatlice dinleyip ben bitirdikten sonra tekrarlayın (masa, bayrak, elbise). (20 sn süre tanınır, her doğru isim için 1 puan verilir) ()

..... ()

Dikkat ve Hesap Yapma (Toplam puan 5)

100'den geriye doğru 7 çıkartarak gidin.
 Dur deyinceye kadar devam edin.
 (Her doğru işlem için 1 puan verilir) (100, 93, 86, 79, 72, 65,)

..... ()

Hatırlama (Toplam puan 3)

Yukarıda tekrar ettiğiniz kelimeleri hatırlıyor musunuz? Hatırladıklarınızı söyleyin (masa, bayrak, elbise).
 (Her doğru isim için 1 puan verilir)

..... ()

Lisan (Toplam puan 9)

a) Bu gördüğünüz nesnelerin isimleri nedir? (saat, kalem) (20 sn süre tanınır her doğru isim için 1 puan verilir) (Toplam puan 2) ()

..... ()

b) Şimdi size söyleyeceğim cümleyi dikkatle dinleyin ve ben bitirdikten sonra tekrar edin. "Eğer ve fakat istemiyorum" (10 sn süre tanınır, doğru ve tam cümle için 1 puan verilir) ()

..... ()

c) Şimdi sizden bir şey yapmanızı isteyeceğim, beni dikkatle dinleyin ve söylediğimi yapın. "Masada duran kağıdı sağ/sol elinizle alın, iki elinizle ikiye katlayın ve yere bırakın lütfen" (30 sn süre tanınır, her doğru işlem için 1 puan verilir, toplam puan 3) ()

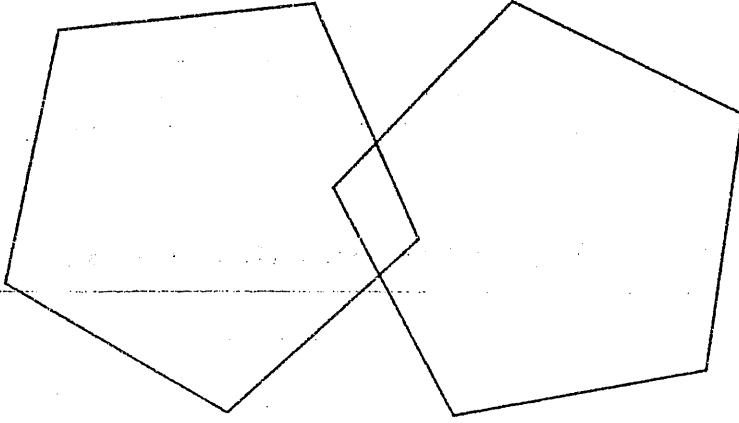
d) Şimdi size bir cümle vereceğim.* Okuyun ve yazıda söylenen şeyi yapın (Doğru işlem için 1 puan verilir). ()

e) Şimdi vereceğim kağıda aklınıza gelen anlamlı bir cümleyi yazın (30 sn süre tanınır, anlamlı bir cümle için 1 puan verilir) ()

f) Size göstereceğim şeklin aynısını çizin.* (1 dk. süre tanınır, kenar sayısı tam şekil için 1 puan verilir) ()

*Lütfen arka sayfadaki cümle ve şekili gösteriniz.

GÖZLERİNİZİ KAPATIN



Notlar:
