

157098

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

İNSANLARDA KORPUS KALLOSUM ALANLARI İLE
NON-VERBAL IQ ARASINDAKİ İLİŞKİLER

Mehmet ALKANAT

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 28.05.2004

Tezin Savunma Tarihi : 28.06.2004

Tez Danışmanı : Yrd. Doç. Dr. Şükrücan BAYTAN

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Ahmet AKGÜN

Jüri Üyesi : Doç. Dr. Mehmet Haluk ULUUTKU

Enstitü Müdürü : Prof. Dr. Abdülkadir REİS

HAZİRAN 2004

TRABZON

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	iii
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Telensefalon	3
2.2. Serebral Lateralizasyon Kavramı	5
2.2.1. Hemisferlerde Anatomik ve Fonksiyonel Asimetri ve Baskın Hemisfer Kavramı.....	6
2.3. El Tercihi	10
2.4. Korpus Kallosumun Anatomisi	12
2.4.1. Korpus Kallosum Bölümlerinin Anatomisi	13
2.5. Korpus Kallosumun Fizyolojisi	14
2.6. Korpus Kallosum Fonksiyonları Üzerinde Yapılan Çalışmalar... 16	
2.7. El Tercihlerinin Belirlenmesi ve El tercihi Düzeyinin Ölçümü 19	
2.8. Zeka testleri ve Cattel Culture Faire Non Verbal IQ Testi..... 20	
3. MATERYAL VE METOD.....	22
3.1. Deneklerin seçimi	22
3.2. Edinburgh Oldfield El Tercih Formunun Uygulanışı	22
3.3. Cattel Culture Faire Testinin Uygulanması	23
3.4. MRI Görüntüleme.....	23
3.5. Korpus Kallosum Alanlarının Ölçümü.....	23
3.6. İstatiksel Analiz	27
4. BULGULAR.....	28
5. TARTIŞMA	29
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	31
7. ÖZET.....	33
8. SUMMARY	34
9. KAYNAKLAR	35

KISALTMALAR

- NvIQ : Non Verbal IQ
- KK₁ : Birinci Korpus Kallosum Alanı. (Rostrum)
- KK₂ : İkinci korpus Kallosum Alanı. (Genu)
- KK₃ : Üçüncü Korpus Kallosum Alanı. (Rostral gövde)
- KK₄ : Dördüncü Korpus Kallosum Alanı. (Anterior midbody)
- KK₅ : Beşinci Korpus Kallosum Alanı. (Posterior midbody)
- KK₆ : Altıncı Korpus Kallosum Alanı. (Isthmus)
- KK₇ : Yedinci Korpus Kallosum Alanı. (Splenum)
- KK_T : Korpus Kallosumun Total Alanı
- MRI : Manyetik Rezonans Görüntüleme
- fMRI : Fonksiyonel Manyetik Rezonans görüntüleme
- EEG : Elektro Ensefalografi
- PET : Pozitron Emisyon Tomografisi
- EHI : Edinburgh Handedness Inventory

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Bu çalışmada insan beyninin anatomik özelliklerinin fonksiyonları ile ilişkisine yeni bilgiler kazandırabilmek için hemisferik lateralizasyon, zeka ve KK alanları arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Lateralizasyon ve KK alanlarını konu alan çalışmalar yeterli düzeyde olmasına rağmen zeka, lateralizasyon ve KK alanlarını konu alan çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu çalışma adı geçen konulara daha homojen yaş gruplarında farklı bakış açısı kazandırmayı amaçlamaktadır.

İnsan beyni merkezi sinir sisteminin ana parçası olup vücudun iç ve dış faktörlerle değişen iç ortamının normal sınırlar içerisinde sürdürülmesini sağlar. Bu kontrolü, iç ve dış faktörlerle ilgili duyuların alınması, uygun cevabın oluşturulması ve hedef organların bu işlevler için gerekli faaliyetlerini düzenleyerek gerçekleştirir. Merkezi sinir sisteminin dışındaki hormonal ve humoral kontrol mekanizmaları ise homeostatik dengeleri sürdürmek üzere dokular ve organlar üzerinde sinir sistemine oranla daha yavaş bir kontrol sağlarlar (1).

Beyin sağ ve sol olmak üzere iki hemisferden oluşur. Bu hemisferler birbirinden bağımsız olmayıp, tam tersine birbirleriyle ilişki kurarak kontrolü gerçekleştirirler. Topoğrafik olarak organize olduğu bilinen bu hemisferlerin, daha önceleri birbirleriyle eşit özelliklerle çalıştıkları, kontrol sinyalleri içeren nöron havuzları çıkış sinyallerinin birbirleriyle eşit şekilde fakat çoğunun çaprazlaşarak değişik bölgelere kontrol sinyallerini gönderdikleri zannediliyordu. Bugün ise anatomo-fizyolojik çalışmaların ilerlemesiyle hemisferlerin birbirleriyle anatomik ve fonksiyonel olarak farklılıklar gösterdikleri ortaya çıkmıştır. Hemisferlerin kontrol fonksiyonlarını yerine getirirken farklı özelliklerde çalışması kavramı bugün lateralizasyon olarak adlandırılmaktadır. Bu iki hemisferin bütün işlevlerinin birbirine eşit olmadığı artık bilinmektedir. Merkezi sinir sistemi kontrol mekanizmaları ya bir hemisferin baskınlığı altında yada daha çok birbiriyle entegratif olarak fonksiyonlarını yürütmektedirler (2, 3). Bu lateralize fonksiyonlar santral sinir sisteminde karşılıklı bağlantılarla gerçekleştirilir. Medulla spinalis seviyesinden başlayan çaprazlaşmalar en yukarıdaki seviyelerde de sürdürülür.

Beyinde de beş önemli çaprazlaşma bölgesi bulunmaktadır. Bunlar komissura anterior, KK, komissura posterior, forniks ve komissura habenulorum'dur (1, 4, 5). Bu interhemisferik komissural bağlantılar sayesinde, beyin iki tarafının işlevleri entegratif olarak fonksiyon görür.



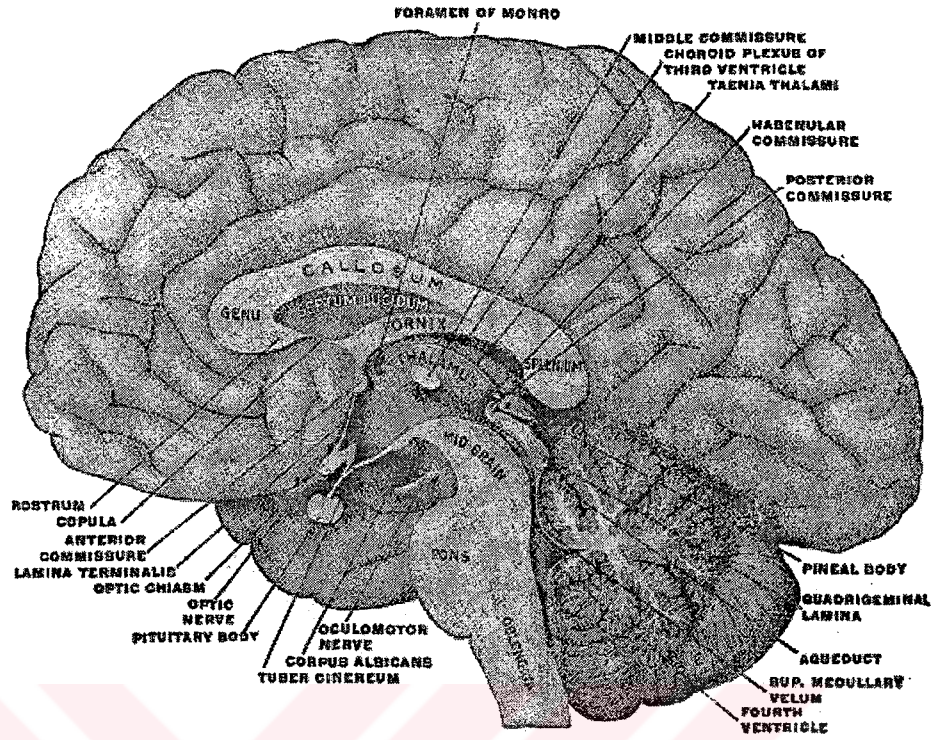
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Telensefalon

Santral sinir sisteminin en büyük bölümü olan telensefalon, iki hemisferden meydana gelir. Her iki hemisfere birden serebrum adı verilir. Hemisferler tabakalar halinde üç bölüme ayrılır. Bu yapılar korteks, rhinensefalon ve bazal gangliyonlardır.

Hemisferler fissür adı verilen yarıklarla loblara, sulkus adı verilen oluklardaki gyruslara ayrılmıştır. Bu loblar önden arkaya doğru frontal, parietal, temporal ve oksipital loblardır. İki hemisfer en yukarıda longitudinal fissürle, sagittal olarak birbirinden ayrılır. Dorsolateral yüzde bu loblardaki gyrusları ayıran sulkuslar bulunmaktadır. Bu sulkusların en belirgin olanları şunlardır, sulkus lateralis frontal lobu ve parietal lobun ön kısmını temporal lobtan ayırır. Sulkus sentralis primer duyu ve motor korteksleri birbirinden ayırır, bu sulkus medial yüzde daha az belirgindir. Sulkus parietookspitalis özellikle beynin iç yüzünde çok derin ve belirgin olup isminden de anlaşılacağı gibi parietal ve oksipital lobları birbirinden ayırır. Midsagittal alanda bulunan cingular sulkus, cingular gyrus ile daha yukarıdaki kortikal alanlar arasındaki çok belirgin ve derin bir sulkustur.

Telensefalona longitudinal fissür boyunca midsagittal hatta bakıldığında görülen en büyük ve belirgin yapılardan birisi KK'dır (Şekil 1). KK üstündeki yapı girus singulidir. Girus singuli KK'nin ön ucunun hemen altından başlayıp arka ucunda sonlanır. Bu gyrus KK'den sulkus korporis kallosi ile ayrılır. Medial yüzde aynı zamanda girus postsentralisin devamı olan lobus parasentralis bulunmaktadır. Sulkus kollateralis hemisferlerin iç yüzünde yer alır, sulkus kalkarinusun altından öne doğru uzanır (1, 5).



Şekil 1. İnsan Beyninin Midsagittal Görüntüsü (Gray's Anatomy of the Human Body)

Serebral hemisferlerin beyaz cevheri olan substansia alba, nöroglialar ile desteklenen değişik çaplardaki sinir liflerinden oluşur. Sinir lifleri bağlantılarına göre komissural lifler, assosiyasyon lifleri ve projeksiyon lifleri olarak üç gruba ayrılır. Komissural lifler iki hemisferin karşı taraftaki benzer bölgelerini birbirine bağlar, bunlardan kommissura anterior lamina terminaliste orta hattı çaprazlayan küçük bir sinir lifi demetidir, dış yana doğru substantia perforata anterior ve tractus olfactoriusa kadar uzanır (5). Temporal lobların ön kısımlarındaki temporal alanlar birbirleriyle anterior komissür üzerinden bağlanırlar (4).

Kommissura posterior, aquaeductus serebri'nin 3. ventriküle açtığı yerin hemen üst tarafında, orta hattı çaprazlayan sinir lifi demetidir, hemisferler arası bağlantılar sağlayan aksonal lifleri içinde barındırır. Pupilla ışık refleksinde rol alan pretektal çekirdekten çıkan liflerin okulomotor çekirdeklerin parasempatik bölümüne bu komissürden karşı tarafa geçerek ilerlediklerine inanılır.

Forniks hipotalamusun mamiller cisimlerine ulaşan ve hippocampusun efferent sistemini oluşturan miyelinli sinir liflerinin bir demetidir. Kommissura fornicis, korpus fornicisin bir krustan diğerine orta hattı çaprazlayarak geçen ve transvers seyreden

liflerinden oluşur. Kommissura fornicisin işlevi iki tarafın hippokampal yapılarının birbirine bağlanmasıdır.

Kommissura habenulorum, Pineal bezin sapının tam üstünde orta hattı çaprazlayan sinir liflerinin oluşturduğu küçük bir demettir ve bu bölgede orta hattın her iki tarafında yer alan habenular nükleuslarla ilgilidir. Habenuler nükleuslar hippokampus ve korpus amygdaloideumdan birçok afferent lifler alır, bu afferent lifler stria medullaris thalami içinde habenuler çekirdeklere geçerler. Liflerin bazıları, habenüler kommissürden geçerek karşı taraf nükleuslara ulaşır. Habenüler nükleusların işlevleri ve insanlardaki bağlantıları tam olarak bilinmemektedir (5, 6).

2.2. Serebral Lateralizasyon Kavramı

Serebral lateralizasyon beyin hemisferlerinin fonksiyonel veya anatomik olarak birbirinden farklılığı olarak tanımlanabilir. Bu kavram 1830'larda Marc Dax'ın bedenlerinin sağ yarısını felçli hastaları gözlemlemesinden sonra ortaya attığı "Beynin sol tarafının hastalığı konuşma kaybına yol açma eğilimindedir" sözleriyle ortaya çıkmıştır. 1860'larda Paul Broca yaptığı çalışmalarda sol hemisferin konuşma işlevi için sağ hemisferden daha büyük öneme sahip olduğunu kanıtlamıştır (7, 8). Benzer türden konuşma bozukluğu olan birçok kişinin beyin otopsilerini inceleyen Broca olguların hemen tümünde sol hemisferin aynı bölgesinde hasara rastlamıştır, sağ hemisferin aynı bölgesindeki hasarlarda ise herhangi bir konuşma bozukluğu yaratmadığını saptamıştır (6, 8). Wernicke'nin anlama, okuma ve yazma bozukluklarının nedenlerini yine sol beyin yarısı içinde bulmasıyla bugünkü serebral lateralizasyon kavramının temelleri atılmıştır (9). Bir İngiliz nöroloğu olan John Hughlings Jackson 1860'ların sonunda "serebral dominans" kuramını geliştirmiş ve zihinsel işlevlerden ağırlıklı olarak tek hemisferin sorumlu olduğu varsayımını ortaya atmıştır. 1950'lerin sonu 1960'ların başlarına kadar yapılan çalışmalarda serebral dominans kavramı sadece dil fonksiyonları için geçerli bir kuram olarak ele alınmıştır. Ancak devam eden yıllarda, yapılan çalışmalar hemisferlerin kendine özgü ve birbirinden farklı işlevlerinin olduğu görüşü ağırlık kazanmaya başlamıştır. Bunun kanıtları Brenda Miller ve arkadaşlarının yaptığı nörolojik incelemelerden elde edilmiştir. Araştırmacılar, epilepsi tedavisi için

sağ hemisferinin bir bölümü alınan kişilerde yüz tanıma ve nesnelere isimlendirme gibi işlevlerde bozulma görüldüğünü saptamışlardır. (7)

Bugün kabul edilen görüş ise Galaburda tarafından geliştirilmiştir. Galaburda kortikal lateralizasyonu iki önemli başlık altında incelemiş ve hemisferik asimetriyi beyin kürelerinin boyut ve işlevsel farklılığı olarak tanımlamıştır (10). Zaidel ve arkadaşları bunun ötesinde işlevsel farklılıkları hemisferler arasındaki organizasyon farklılıkları olarak belirtmişlerdir (11).

2.2.1. Hemisferlerde Anatomik ve Fonksiyonel Asimetri ve Baskın Hemisfer Kavramı

20. yüzyılın başlarından itibaren hemisferik asimetri bir çok araştırmaya konu olmuştur. İnsanlarda neokortekste konuşlanmış bir çok işlevsel alanlar vardır. Bunlardan verbal alan konuşulanı ve yazılanı anlama, konuşarak ve yazarak fikrini ifade etme ile ilişkili işlevleri içerir. İnsanlarda sözel işlevler bir serebral yarım küreye diğerine oranla daha fazla bağımlı olduğu gerçeği öteden beri iyi bilinmektedir (4-7, 12). Hemisferin biri kelimeleri sınıflandırma ve soyutlama ile daha ilişkilidir ve sıklıkla baskın yarım küre olarak adlandırılır. Bununla birlikte bunun anlamı, diğer yarım kürenin daha az gelişmiş veya baskılanmış tipte olduğu anlamına gelmeyip, diğer yarım küre ile uzamsal ve zamansal (spasiotemporal) ilişkilerinde koordine olarak çalışmasıdır. Verbal ve grafik beyin fonksiyonlarının yanısıra, cisimlerin şekillerinin ayırt edilmesi, müzik parçalarının tanınması, yüzlerin tanınması gibi fonksiyonlar da yine hemisferlerin sadece bir tanesinde baskın işlevlerdendir (12).

Hemisferler arasındaki anatomik farklılıklar ilk defa Crichton Browne tarafından araştırılmıştır. Bu çalışmada insanlarda sağ hemisferin sol hemisfere göre 5 gram daha ağır olduğu gözlemlenmiştir (2). Hoadley ve Peterson, 728 insan kadavrasında yaptıkları çalışmada deneklerin % 70'inde sağ kafatasının iç uzunluğunun soldan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir (13). Geschwind ve Lewitsky yaptıkları bir postmortem çalışmada, 100 insan beyninde konuşma ile yakından ilgili olan ve aynı zamanda Wernicke alanını da içinde bulunduran planum temporale alanını incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda denek materyallerinin % 65'inde sol hemisferde, % 11'inde ise sağ hemisferde planum temporale alanları büyük çıkmıştır. İncelenen beyinlerin %24'de

24'de ise sağ ve sol hemisferlerdeki planum temporale alanlarını istatistiksel olarak farksız bulmuşlardır. (14). Kulynych ve arkadaşları benzer bir çalışmada, benzer yaş gruplarındaki MR görüntülerini incelediklerinde, erkeklerde sol hemisferdeki planum temporale alanının sağ hemisferdekinden daha büyük olduğunu bulmuşlar, ancak kadınlarda ise aynı bölgede fark gözlemleyemediklerini bildirmişlerdir (15). Kertesz ve arkadaşları 104 kişide yaptıkları MR çalışmasında sağlıklı erkekler ve solak kadınlarda sol parietal alanın, sağ parietal alana göre daha büyük olduğunu rapor ettiler (16). Hayvanlarda yapılan araştırmalara göre ise Kolb ve arkadaşları sıçanların sağ hemisferlerinin soldan daha uzun, daha ağır ve daha yüksek olduğunu, kedi ve tavşanlarda ise uzunluk hariç diğer tüm bulguların sıçanlarla paralel olduğunu bildirdiler (17). Tan ve Çalışkan ise köpeklerde sağ hemisferin soldan daha ağır olduğunu rapor ettiler (3). Diamond ve arkadaşlarının Long-Evans türü ratlarda yapmış oldukları gözlemlere göre erkek ratlarda sağ serebral kortikal kalınlığı sola göre daha fazla bulunurken, dişi ratlarda bu olgunun tam tersini bulmuşlardır (18). Diamond ve arkadaşları yaptıkları farklı bir çalışmada tespit ettikleri bu farklılığın doğumdan itibaren başladığını gözlemlemişler ve ilerleyen yaşlarda kortikal kalınlıkta azalmanın olduğu rapor etmişlerdir (19). Diamond bu çalışmada hemisferler arasındaki kortikal kalınlığın farklılığını gonadal hormonların etkisine bağlamış ve hangi hormonun hemisferik asimetriyi yarattığını belirlemek için yavru ratların dişilerine ovariektomi erkeklerine ise kastrasyon uygulamışlardır. Bu operasyonlar sonucu dişilerde sağ kortikal kalınlık artmış, erkelerde ise tam tersi sol hemisferde korteks kalınlığı artmıştır (18).

Verbal motor denetim alanlarının işlevleri ile birlikte, Wernicke alanı ve angular girusun genel yorumsal işlevleri genellikle bir serebral yarı kürede daha iyi gelişmiştir. Bu nedenle bu hemisfere baskın hemisfer adı verilir (4-7, 12). İnsanların büyük bir çoğunluğunda sol hemisfer daha baskındır. Yeni doğanların çoğunda Wernicke alanı doğumda sol hemisferde sağ hemisferde olduğundan % 50 oranında daha geniştir. Ancak, eğer çocukluk döneminde herhangi bir nedenle sol taraf alanı hasar görür yada çıkarılırsa karşı tarafa özgü baskın özelliklerin büyük bir kısmını bir süre sonra üzerine aldığı gözlenmiştir (4). Bu olgu sinaptik plastisite ile açıklanmaktadır.

Lateralizasyon, embriyolojik çalışmalarla da açıklanmaya çalışılmıştır. Geschwind testosteronun bazı vakalarda sağ hemisferde nöron gelişimini geciktirdiğini ve hemisferik dominansın sol hemisfere kaymasına neden olduğunu ileri sürmüştür. Bu

farklılığın özellikle seks steroidlerinin etkisi altında gerçekleştiği görüşü önem kazanmıştır (14, 20, 21). Burada asıl soru, hangi seks steroidinin bu farklılığı yarattığıdır. Ward ve Weisz'in ratlarda yapmış oldukları çalışmalarda prenatal stresin bir sonucu olan testosteron seviyesindeki azalmanın kortikal asimetriyi değiştirdiğini rapor etmişlerdir (22). Anlaşılacağı gibi testosteron kortikal asimetrinin oluşumuna etkili bir steroidtir. Ratlarda yapılan çalışmalarda ise prenatal dönemde beyinde androjen reseptörleri bulunamamıştır (19, 23). Bu durum bu mekanizmanın açıklanmasında güçlük yaratmıştır. Kortikal lateralizasyonun oluşumunda testosteronun direkt etkisi bulunmamaktadır. Başka bir çalışmada ise ovariektomi yapılmış yetişkin dişi ratlarda Brodman'ın 4. alanının kortikal kalınlığının, ovariektomi yapılmamış ratlara göre artmış olduğu, gonadektomi yapılmış hayvanlara ekzojen östrojen uygulamaları sonrasında ise bu alanın kalınlığının azaldığı gözlemlenmiştir (24, 25). Pappas ve arkadaşları ise pre ve postnatal dönemde bir çok vertebralının kortikal nöronlarında östrojen reseptörü tespit etmişler ve bu hormonun etkilerinin nörosinaptik gelişimi ve hemisferik gelişimi hızlandırdığı düşüncesini önermişlerdir (24). Bununla birlikte ratlarda perinatal dönemde östrojenle birleşerek östrojeni inaktive eden Alfa Feto Protein (AFP) tespit edilmiştir (26). Böylece artan östrojen düzeyleri AFP ile kontrol edilmiş olur. Bu dönemde androjenlerin kortikal lateralizasyonun oluşumunda direkt etkisi yoktur. Bu durumu Diamond ve arkadaşları kimyasal aromatzasyon'u konu alan çalışmalarla açıklamışlardır. Aromataz enzimi bu dönemde testosteronu östrojene çevirmektedir. Bu enzimi MacLusky rat korteksinde izole edememesine rağmen Roselli diensefalonda tespit etmiştir (27, 28). Bu enzim diğer memeli türlerinde diensefalonda birlikte kortekste de bulunmuştur (29, 30). Neonatal dönemdeki canlılarda kuyruğun postürü Diamond'un testosterona bağlı hipotezini desteklemektedir. Hayvanlardaki kuyruğun postürü insanların el tercihi benzemektedir. Tipik bir insan popülasyonunda solaklık bayanlara oranla erkeklerde daha sık görülmektedir. Özellikle yeni doğan dişi ratların kuyrukları sağa doğru dönmeye eğilim gösterirken, erkek ratların kuyrukları sola doğru dönme eğilimindedir (31). İzleyen çalışmalarda gebe ratların bazılarında östrojene aromatize olan Testosteron Propriyonat (TP) bazılarında da östrojene aromatize olmayan Dihidro Testosteron Propriyonat (DHTP) enjekte edilmiştir (32). DHTP enjekte edilen gruptaki dişilerde hiçbir farklılık gözlenmezken, TP enjekte edilen dişi ratların karakteristik kuyruk tercih yönü değişmiştir. Bu duruma benzer bir durumda kedilerin gıdalarına uzandıkları pençe tercihidir (33). Dişi kediler gıdalarına sağ pençelerini

kullanarak uzanırken. TP uygulamalarından sonra bu tercihte belirgin bir azalma gözlemlenmektedir (34). Diamond'a göre testosteronun oluşturmuş olduğu nöronal asimetri sadece morfolojik lateralizasyonu değil davranışsal asimetriyi de etkilemektedir.

Gorski, Swaab ve Hofman diensephalik yapının da seks steroidleri tarafından etkilendiğini belirtmişlerdir (35). Holman ve Hutchinson ise bu hormonların, diensephalik bölgenin gelişiminde asimetriyi oluşturan ana faktör olduğunu bildirmişlerdir (36).

Hemisferlerden birinin baskın olma yeteneğini açıklayabilen teorilerden biriside, "Düşünce" dikkatini belli bir anda başlıca tek bir noktaya yöneltir gibi görünmekte olduğudur (4). Doğumda sol arka temporal lob sağdakinden çoğunlukla daha geniş olduğundan, verbal işlevlerde sol hemisferin sağ hemisferden daha çok kullanılmaya başlanması olasılığı büyüktür, bu andan itibaren insan dikkatini bu daha çok gelişmiş bölgeye yönlendirme eğiliminde olacağından, gelişmesi önce başlayan hemisferdeki öğrenme hızı diğerine oranla daha yüksek düzeyde olur, böylece sol hemisfer, normal olarak sağ hemisfere baskın olur. Lateralizasyondaki bu artış steroid seks hormonlarının etkisi ve sinaptik plastisite ile yoğunluk kazanır.

Fonksiyonel çalışmalar cinsiyet, el tercihi ve genetik faktörlerin ışığında da incelenmiştir. Geschwind, Galaburda, Levy ve McGlone'un yaptıkları çalışmalara göre erkekler bilişsel ve algısal enformasyonu işleyen kortikal yapılarda kadınlara göre daha yüksek düzeyde hemisferik asimetriye sahiptir (10, 14, 37). Levy'nin nöral asimetri konusunda yapmış olduğu çalışmalarda konuşma işlevi erkeklerde sol hemisferde daha lateralize iken kadınlarda bu yetenek iki hemisferde daha homojen bir dağılım göstermektedir (37). Cinsiyet farklılıklarına dayanan nörofizyolojik çalışmalar EEG, PET ve fMRI ölçüm yöntemleriyle açıklanmaya çalışılmıştır. Rebert, Mahoney ve Ray'in EEG çalışmalarında bazal alfa aktivasyonu ölçülmüş, dinlenme durumunda kadınlarda sol hemisferik aktivasyon erkeklere oranla daha yüksek bulunmuştur (38, 39). Bu çalışmalardan yola çıkılarak erkek ve kadınlarda mental aktivite farklılığı olduğu düşünülmüştür. Ray ve arkadaşlarının yaptıkları çalışmada, dinlenme durumundaki insanlarda kortikal alfa aktivasyonu ölçülmüş ve genellikle sol hemisferde verbal, sağ hemisferde ise visiospasyal algılama ve bilişsel fonksiyonların sonuçları değerlendirilmiştir. Deneklerde temporal alfa aktivasyonları karşılaştırılmış, erkeklerde sağ ve sol hemisferlerdeki EEG örneklemelerinde anlamlı bir fark bulunurken, aynı

karşılaştırma kadınlarda yapıldığında buna benzer bir alfa dalgaları asimetrisi gözlenmemiştir. Erkeklerde görsel, müzikal enformasyonun işleminde, verbal ve aritmetik işlem esnasında büyük alfa supresyonu gözlenmiştir (38, 39).

PET ve fMRI metotları hemisferlerdeki anatomik asimetrinin anlaşılmasına ve beyin fonksiyonları arasındaki bağlantıların çözümlenebilmesine katkı sağlayan yöntemlerdendir (40). Sergent çalışmalarında bilişsel aktivitenin anlaşılabilmesinde PET ve EEG bulgularının önemini vurgulamaktadır (41).

Azari'nin yaptığı bir çalışmada dinlenim durumunda ve uyanıklık halinde beyin hemisferlerinin metabolizmasındaki farklılık PET bulguları ile gözlenmiştir (42). Bu çalışmaya göre erkeklerde, iki hemisfer arasındaki ortalama metabolik hızdan, her bir hemisferin farkını gösteren asimetri indeksi yüksek bulunmuş bu metod ile hemisferler arası metabolizma hızı farklılığı ispat edilmiştir (42). Bu çalışmalar diğer anatomo-fizyolojik bulguları da destekler niteliktedir. Kortikal asimetri göz önüne alındığında erkekler kadınlara göre daha fazla lateralizedir (43).

2.3. El Tercihi

El tercihi, günlük hayatta çeşitli işler yapılırken bir elin diğerine tercih edilmesi olarak tanımlanabilir. İnsanların % 95'i tek elin görev yapması gerektiği durumlarda sağ ellerini kullanır. Bu kişilere sağlak denirken aynı tercihi sol elini kullanarak yerine getiren kişilere de solak denilir. İnsanların % 90'ında elleri kontrol eden motor alanlarda sol hemisfer baskındır. Bazı kişiler ise her iki elini sağlak veya solaklara oranla daha eşit oranda kullanabilir, bu kişilere de "Ambidekster" adı verilir (4, 44).

El tercihinin sınıflandırılması ile ilgili olarak iki kuram vardır. Bunlardan "dikotik görüş" el tercihinin sadece sağlak veya solak ikilemi olarak görülürken, ikinci görüş ise el tercihinin bir çok faktöre bağlayan ve kesintisiz devamlılık arz eden bir dağılım süreci olarak gören süreklilik görüşüdür. Süreklilik görüşüne göre el tercihinin dereceleri mevcuttur, bu görüşe göre insanlar sadece sağlak veya solak olarak ikiye ayrılmazlar, bu el tercihlerinin alt dereceleri ve bu derecelerin de bir devamlılığı vardır. Oldfield, Steenhuis ve Bryden bu süreklilik görüşünü savunan kişilerdir. Süreklilik görüşü günümüzde daha fazla kabul edilip destek bulmaktadır (44-47).

El tercihinin nöronal mekanizması çeşitli araştırmacılar tarafından tartışılmıştır. Bazı bilim adamları el tercihinin farklı intrauterin pozisyon ve intrauterin testosteron düzeyleri gibi etkilerle gerçekleştiğini düşünürken, Annet el tercihinin genetik olarak belirlendiğini savunmaktadır (44, 48). Annet bu görüşünü ilerleterek çift gen teorisini ortaya atmıştır. Bu teoriye göre gelişimin erken dönemlerinde eşit dominantan sorumlu genin C geni olduğu, sonraları bu gene sağ el dominansını sağlayan yeni bir genin, D geninin eşlendiği kabul edilmektedir. Bu hipotezde DD genini taşıyanlar %100 sağ el dominansına, DC genini taşıyanlar %75 sağ el - %25 sol el dominansına, CC genini taşıyanlar ise, %50 sağ el - %50 sol el dominansına sahip olmaktadır. Annett'e göre insanlarda sağ el dominansı için bir genin bulunduğu, kişide eğer bu gen yok ise sağ veya sol el dominansının, şans veya çevresel koşullar ile belirlendiği ileri sürülmektedir (44).

Fakat bu konuda en önemli gelişme Geschwind, Behan ve Galaburda tarafında ortaya atılan ve kendi isimleriyle anılan GBG teorisidir. GBG teorisine göre sağlıklı çocuklar gelişirken konuşma merkezleri sol hemisferde lateralize olmaktadır. Bunun tersine solak çocuklar farklı bir serebral dominans gösterirler ve motor koordinasyonları sola doğru değişirken serebral dominans sağa kaymaktadır. Geschwind ve Annet daha sonra bu olguyu "sağa kayma" olgusu olarak incelemişlerdir (21, 48).

Sol el dominansının bazı gelişimsel bozukluklarla ve hastalıklarla da ilişkili olduğu iddia edilmektedir. Örneğin epilepsisi olan kişilerde, mental retarde kişilerde, okuma ve konuşma sorunları olanlarda, otizm, antisosyal davranış bozukluğu gösterenlerde, ilaç ve alkol bağımlılığı olan kişilerde, anksiyete, uyku sorunları olanlarda, oto-immun hastalıklar, gelişimsel öğrenme bozuklukları olan kişilerde, çocukluk çağı migreni, ayna hareketleri ve ayna yazarlığı olan kişilerde sol el dominansının sıklığı daha fazla bulunmuştur. Geschwind ve Galaburda, bu patolojik durumları, normal gelişim çizgisinden sapan ve geciken bir serebral dominans modelinin normal sonuçları olarak kabul etmektedirler (14, 20, 21). Bunun yanında solaklar tam olarak bilinmeyen nedenlerden dolayı sağlamlara göre istatistiksel olarak anlamlı şekilde kısa yaşarlar (12).

2.4. Korpus Kallosumun Anatomisi

KK iki beyin hemisferindeki aynı fonksiyonel özelliğe sahip olan kortikal merkezleri birbirine bağlayan, dolayısı ile bir hemisferdeki enformasyonun diğer hemisfere iletilmesinde rol oynayan en büyük komissural yoldur. Beynin mid-sagittal kesitlerinde görüldüğü gibi KK yaklaşık olarak 8-10 cm uzunluğunda basık kemer şeklinde bir yapıdır (Şekil 1). KK genel olarak dört bölümden oluşur. Bu bölümlerden birincisi en arkada yer alan kalın kısım olan splenium korpus kallosidir. Spleniumdan başlayıp öne doğru uzanan bölüme trunkus korporis kallosi adı verilir. KK'nin, septum pellucidum önünde aşağıya doğru kıvrılarak meydana getirdiği dirseklenme bölümüne ise genu korporis kallosi denir. Son olarak, genudan aşağıda lamina terminalise doğru uzanan ve lamina terminalise ile birlikte üçüncü ventrikülün ön duvarını oluşturan ince bölüme ise rostrum korporis kallosi adı verilmektedir (49).

Medial yüzden incelendiğinde KK'nin uzunluğunun hemisferlerin uzunluğuna oranla çok daha kısa olduğu görülür. Önde frontal arkada ise oksipital lob kortikal merkezlerinden gelen kommissural lifler KK'nin sırasıyla ön ve arka uçlarına doğru ilerler ve bu bölgelerden karşı hemisfere geçerler. Bu nedenle KK'nin genu ve splenium bölümleri, trunkusa oranla daha fazla lif içerdiğinden daha kalın olarak görülürler. Aynı yapısal farklılık nedeniyle KK içerisinde yayılım gösteren sinir lifleri beyaz cevherin farklı bölümlerinde biraz daha farklı seyir özelliğine sahiptir. Trunkus'dan geçen lifler beyaz cevher içerisinde transvers bir seyir izlerken, genu ve splenium'dan geçen lifler benzer bir seyir göstermezler. İki frontal lobu birleştiren ve genu'dan geçen liflerin açıklığı öne bakan forseps frontalis ve iki oksipital lobu birleştiren ve splenium'dan geçen liflerin açıklığı ise arkaya bakan forseps oksipitalis adı verilen kıvrımların oluşmasına neden olur. Trunkus ve splenium korporis kallosi'den geçen liflerin bazıları, temporal ve oksipital lobların alt bölümlerine ulaşmak üzere aşağıya doğru kıvrılarak, lateral ventrikül'ün kornu posterior bölümünün üst ve dış, kornu inferiusunda dış tarafından geçerler. Lateral ventrikülün sözü edilen bölümünün duvarlarını örten liflere tapetum denilir.

Trunkus korporis kallosi'nin üst yüzü bir arkeokorteks kalıntısı olan ve indusium griseum adı verilen ince bir gri cevher tabakası ile örtülüdür. Indusium griseum'un üzerinde ise area septalisi hipokampusu bağlayan liflerin oluşturduğu stria longitudinalis lateralis ve medialis bulunur. KK'nin alt yüzü lateral ventrikülün tavanını oluşturur.

KK'nin alt yüzünden fornikse uzanan, içerisinde septal çekirdeklerin de yer aldığı iki tarafı ependimle kaplı vertikal yerleşimli beyaz cevherden oluşan iki yapraklı bölme ise septum pellucidum adı verilir. Septum pellucidum'un lateral ventrikül'ün ön boynuzlarını birbirinden ayıran iki yaprağı arasında, ventriküler sistemle bağlantısı olmayan ve cavum septi pellucidi adı verilen yarık şeklinde kapalı bir boşluk bulunur (5, 50, 51).

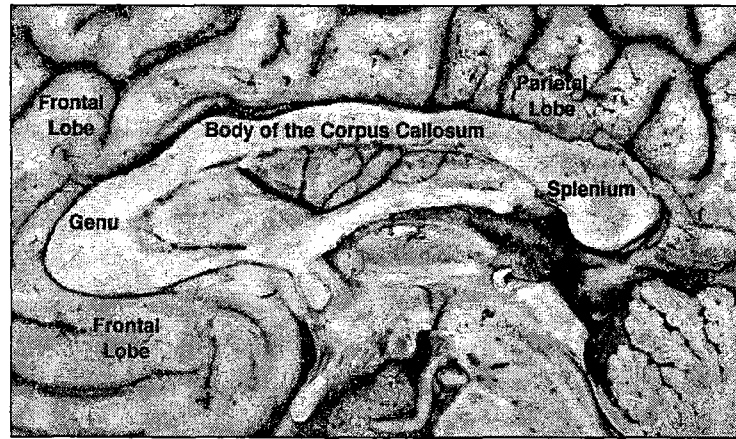
2.4.1. Korpus Kallosum Bölümlerinin Anatomisi

KK rostrum, genu, korpus ve splenium korporis kallosi şeklinde isimlendirilen bölümlerinden oluşur, Bu dört yapı kısaca şöyle tanımlanabilir, Rostrum korporis kallosi kuş gagasına benzeyen ince bir yaprak görünümündedir ve iki frontal lobun orbital bölümlerini birleştiren lifleri içerir. Rostrum lateral ventrikülün ön boynuzunun tabanını oluşturur (Şekil 2).

Genu korporis kallosi, ön üst tarafta yer alan kalın eğilme yeridir. Septum pellucidum'un ön kısmında bulunur. Genuyu oluşturan lifler, her iki frontal lobun çeşitli bölümlerini birbirine bağlar. Bu liflerin yan taraflarda öne doğru kıvrılarak bir kısıkaç görünümü almasına frontal forseps adı verilir.

Trunkus korporis kallosi KK'nin ortada yer alan en büyük bölümüdür. Bu bölümü oluşturan liflerin, yanlarda çeşitli korteks bölümlerine doğru yelpaze şeklinde açılması ışınsal dağılım gösteren radiasyo korporis kallosiyi oluşturur. Bu lifler seyirleri esnasında assosiyasyon ve projeksiyon lifleri ile çaprazlaşırlar.

Splenium korporis kallosi KK'nin arkadaki kalın bölümüdür, üstte falks serebri ve sinus sagitalis ile komşuluk yapar. Spleniumu oluşturan liflerin arkada mediale doğru kıvrılarak oksipital lob içinde oluşturdukları kısıkaç görünümündeki yapıya forseps oksipitalis veya forseps major denir. Bu kalın lif demetlerinin arka boynuz iç duvarının üst kısmında karıncığın içine doğru yaptığı çıkıntı ise bulbus kornu posterius adını alır (1, 5, 50).



Şekil 2. Korpus Kallosumun Bölümlerini Ait Anatomik Şekil

2.5. Korpus Kallosumun Fizyolojisi

Araştırmalar KK'nin özel bir anatomik ve işlevsel düzen içerdiğini göstermektedir. KK hemisferler arasında paralel bağlantılar kurarken topoğrafik olarak da organize edilir. Bu organizasyon doğrultusunda farklı türdeki bilgiler KK'nin farklı bölgelerinden beynin ilgili kortikal yapılara aktarılmaktadır. Örneğin motor bilgiler KK'nin orta bölümlerinden aktarılırken, görsel bilgiler arka bölümünden aktarılmaktadır (5).

KK ve anatomik bölümlerinin işlevleri araştırılırken çeşitli yöntemler kullanılmıştır. Bu yöntemlerden ayrık beyin (split brain) sendromu vakaları hemisferik lateralizasyon ve KK'nin işlevlerinin anlaşılmasında önemli bilgiler sağlamıştır. Örneğin ayrık beyin sendromu olan denekler farklı hemisferlere yöneltilen iki farklı fotoğrafın aynı kişiye ait olup olmadığına karar verememekte, ancak kendilerine gösterilen kişinin görüntüsünün yaşlı mı genç mi yada kadın mı erkek mi olduğu şeklindeki soruları doğru yanıtlayabilmektedirler. Bulgular, ayrıntılı bilgilerin KK aracılığıyla, daha genel bilgilerin ise alt kortikal yapılar tarafından beynin bölümleri arasında aktarıldığını düşündürmektedir (4, 5, 7).

KK hemisferler arasında farklı tipte enformasyonların iletilmesinde görev alır. KK'nin genu ve rostrum bölgeleri prefrontal asosiyasyon alanları arasındaki komissural lifleri de içerdiğinden bu bölgelerden aktarılan bilişsel işlemlerdeki enformasyonun iletiminde görev aldığı kabul edilmektedir. Rostrumdan ayrıca hareketlerin karmaşık kalıbına ait bilgilerin iletimi de sağlanır. Prefrontal alanlarda düşüncelerin

şekillendirilmesi olarak tanımlanan işlek bellek (working memory) bir çok kaynaktan edinilmiş farklı bilgilerden oluşturulan farklı düşüncelerin derinlik ve soyutluk açısından zenginleştirilmesi olarak tanımlanır. İşlek belleğe ait enformasyon yine genu ve rostrum alanları yardımıyla karşı hemisfere geçiş yapar. KK'nin orta hattına doğru motor fonksiyonlardan sorumlu bölgeler olarak rostral gövde ve orta gövde bulunmaktadır. Rostral alan, tüm kas hareketlerinin, özellikle bimanuel hareketlere ait enformasyonun hemisferler arası iletişimini sağlar. Orta alanın ön kısmı el ve konuşma kaslarının durumuna ait bilgileri kortikal alanlara dağıtır. Orta alanın arka bölümü ise karışık tipteki duysal bilgiyi çözümleyen beyin alanlarını birleştirdiği için bu fonksiyonların oluşumunda görev alan yapıları ilgilendirmektedir. KK'nin daha arka bölümlerinde verbal ve görme fonksiyonlarının iletimi gerçekleştirilmektedir. Isthmus alanı özellikle verbal fonksiyonlarla ilgili entellektüel enformasyonun yanısıra, matematiksel işlem yapma, problem çözme gibi sembolizme dayanan karmaşık enformasyonların entegrasyonunu gerçekleştirir. Splenium en arkadaki alandır ve burada genellikle görsel enformasyonlar taşınmaktadır (4-6, 52).

Tablo 1. Korpus kallosumun çeşitli anatomik bölgelerinin ilişkili olduğu kortikal alanları gösteren tablo. (Witelson 1989)

Bölge	Anatomik Adı	Sorumlu Kortikal Bölge
KK ₁	Rostrum	Caudal-orbital prefrontal, inferior premotor
KK ₂	Genu	Prefrontal
KK ₃	Rostral Alan	Premotor, Suplemer motor
KK ₄	Ön Orta Alan	Motor
KK ₅	Arka Orta Alan	Somestetik, Posterior parietal
KK ₆	İsthmus	Superior temporal, Posterior parietal
KK ₇	Splenium	Oksipital, inferior temporal

2.6. Korpus Kallosum Fonksiyonları Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Aboitiz ve arkadaşları KK'nin aksonal liflerinin yapısını, kompozisyonunu ışık ve elektron mikroskopları kullanarak incelemişlerdir. Bu çalışmalara göre yüksek beyin fonksiyonlarının gerçekleştiği assosiasyon alanlarını ilgilendiren lifler çapı $2\mu\text{m}$ 'dan küçük orta ve küçük çaplı aksonlar iken visuel ve duysal kortikal alanlara projekte olan lifler daha büyük veya gigantik aksonlardır. Bunun yanında bir çok araştırma KK'nin şeklinin ve alan büyüklüğünün bireye bağlı olarak da değişebileceğini işaret etmiştir (53-58). KK alan büyüklüğünün daha fazla olduğu bireylerde ise interhemisferik transfer kapasitesinin ve hızının daha fazla olduğu ileri sürülmektedir (52). Bu çalışmanın sonuçları bize iki hipotezi önermektedir bunlardan birincisi, KK alan büyüklüklerinin daha fazla olduğu bireylerde interhemisferik transfer kapasitesinin ve hızının daha fazla olabileceği, ikincisi ise kallosal alanların büyüklüğünün mutlaka lif artışına bağlı olmayıp, büyük alanlarda lif sayısının aynı hatta daha az olmasına rağmen akson liflerinin çaplarının büyük olması nedeniyle KK alanlarının daha büyük olabileceğidir (59).

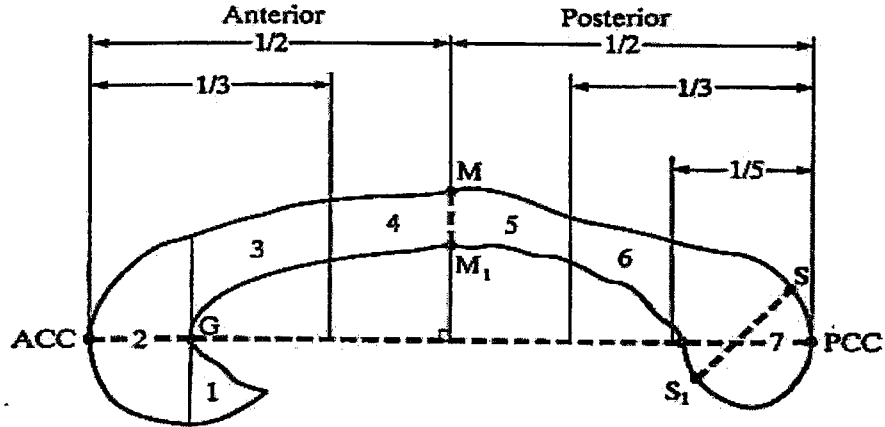
Schlaug ve arkadaşları müzik aletlerini çalma konusunda küçük yaştan itibaren yoğun bir eğitim alan kişilerde kompleks ve birbiri ardı sıra yapılan bimanuel işlevlerin interhemisferik transferi kolaylaştırdığını belirtmektedirler. Schalug ve arkadaşları, müzisyenleri yedi yaşından önce müzik eğitimi almaya başlayanlar ve yedi yaşından sonra müzik eğitimi almaya başlayanlar olarak iki gruba ayırmışlar ve bu gruplar arasında da KK'nin ön yarısı açısından farklılıklar bulmuşlardır. Bu çalışmadaki sonuçların KK'nin hemisferler arası bağlantının derecesi ve hemisferler arasındaki asimetrinin bir göstergesi olduğu ve daha asimetric olarak organize olmuş beyinlerin daha büyük bir KK alanına sahip olabileceği belirtilmiştir (52).

Gestasyonun 35. haftasından postnatal yaşamın 1. ayının sonuna kadar devam eden süre içinde yapılan çalışmalardan birinde kallosal aksonlarda kayıplar olabileceği belirtilmiştir (60). Bu akson kaybının erişkin bireylerdeki kallosal bağlantıları sınırladığı düşünülmektedir.

KK yapısı ve alt birimlerinin boyutu bazı nöropsikiyatrik hastalıklarda da incelenmiş ve bu rahatsızlıkların KK'nin bölümlerinin farklılığı ile ilgili olup olmadığının halen tam olarak kesin olmadığı sonucuna varılmıştır (60, 61) .

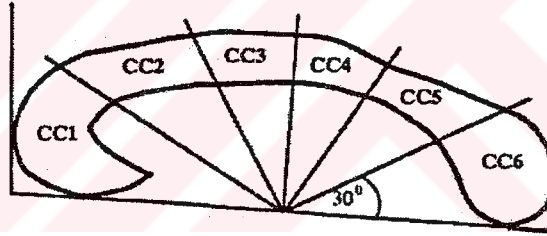
KK'un anatomik yapısı ile el tercihi, cinsiyet farklılığı, IQ ve ikiz yapısal benzerliklerini karşılaştıran araştırmalar halen devam etmektedir (16, 56, 57, 62, 64-68). Bu çalışmalardan bazılarında KK alanları arasında önemli farklılıklar görülürken bazı çalışmalarda farklılıklar görülse bile farklılıkların hepsi istatistiksel olarak fazla anlamlı bulunmamıştır. Bunun önemli sebeplerinden birisi de çalışmalarda uygulanan metodlar arasındaki farklılıklardan kaynaklanmaktadır, bu farklılıkların başında KK'nin farklı bölümlendirilmesi gelmektedir.

Witelson paralel hat yöntemi ile KK'yi bölümlere ayırarak KK bölümleri üzerinde çalışmalar yapmıştır (Şekil 3) (68). Fakat bazı araştırmacılar Radial hat yöntemi (RLM=Radial Line Method) ile KK'yi bölümlendirmişlerdir (Şekil 4) (69). Witelson KK alanları ile el tercihini karşılaştırdığı bir seri çalışmada, el tercihini iki kategoride incelerken ambideksterler ve solakları süreklilik gösteren sağlaklar ile karşılaştırmış ve bu iki grup arasındaki KK alanları arasında ortalama 73 mm^2 lik bir fark olduğunu belirtmiştir. Bu alan boyutu ise yaklaşık 25 milyon kadar akson sayısı farkına yol açmaktadır. Witelson bu farklılığı sağlaklarda akson kollaterallerinin eliminasyonunun erken yaşta başlamasına ve nöron kaybına bağlamıştır (67). Witelson diğer bir çalışmada, ölümünden önce nöropsikolojik testlerden geçirilen 50 sağlakta KK alanlarını ölçülmüştür. Fonksiyonel lateralizasyonun hangi alanlarda farklılıklar yarattığını araştırabilmek için bu sağlaklara ölümlerinden önce 12 maddeden oluşan el tercih formları ile testler uygulanmış ve tüm örnekleme iki gruba ayrılmıştır. Devamlılık göstermeyen sağlaklar (non Consistent Right Handers (nCRH)) ve devamlılık gösteren sağlaklar (Consistent Right Handers (CRH)) karşılaştırılmıştır. nCRH grupta (n=18) total KK alanlarında ve özellikle isthmus alanlarında önemli denebilecek bir alan büyüklüğü bulunmuştur. Kallosal anatomi ile cinsiyet farklılığı arasındaki ilişkiler incelendiğinde ise, KK'nin posterior bölümlerinde erkekler açısından fark bulunmuş, fakat kadınlar açısından bir fark bulunamamıştır (68).

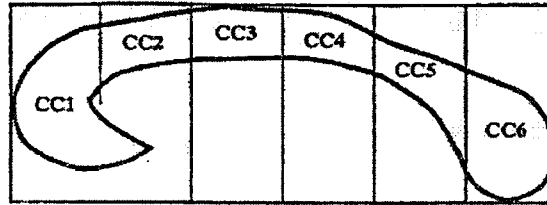


Şekil 3. Witelson Tarafından Belirlenen Korpus Kallosumun Orantısal Bölümlendirilmesi (Witelson 1989).

1. Radiating Line Method



2. Straight Line Method



Şekil 4. Radyal Hat Yöntemi (RLM) ve Paralel Hat Yöntemi (SLM) ile Korpus Kallosumun Bölümlendirilmesi

Kertesiz ve arkadaşları 52 solak ve 52 sağlak, toplam 104 sağlıklı bireyde yaptıkları araştırmada KK'yi MR görüntülerinde incelemişler, el kullanımı ve cinsiyete bağlı olarak total KK alanlarında anlamlı bir fark olmadığını bildirmişlerdir. Fakat sağ elini kullanan bireylerin % 85' inde, sol elini kullananların ise % 78' inde splenium alanın daha büyük olduğunu rapor etmişlerdir (70).

Özdemir Sevinç ve arkadaşlarının araştırmasında yaşlanma ile genu korporis kallosi bölgesi arasındaki ilişkiler incelenmiş ve erkeklerde daha belirgin şekilde olmak üzere her iki cinsiyette de bu bölgenin alanında yaş artışı ile belirgin bir azalma olduğu gözlemlenmiştir. Bu azalma erkeklerde 66 yaş ve üstü grupta daha belirgin ($p<0,01$) iken kadınlarda yaş grupları arasında anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bir çok bilim adamı tarafından cinsiyet farklılığı ile bilişsel fonksiyonlar arasındaki ilişkiler araştırılmıştır. Örneğin cinsiyet farklılıklarının araştırıldığı psikometrik testlerde erkeklerin spasioal orientasyon ve matematiksel işlevlerde daha başarılı olduğu bulunmuştur (71).

De Lacoste ve arkadaşlarının kadvralar üzerinde yapmış olduğu çalışmada, erkeklerde total beyin ağırlığı, bayanlardan daha büyük bulunmasına rağmen bayanların splenium alanının daha büyük olduğu tespit edilmiştir. Aynı zamanda De lacoste ve Holloway, posterior KK alanının, kadınlarda daha bulböz bir yapı gösterdiğini rapor etmişlerdir (54, 58, 62).

2.7. El Tercihlerinin Belirlenmesi ve El tercihi Düzeyinin Ölçümü

İnsanlardaki el tercih düzeyini ölçüp standardize edebilmek için araştırmalarda çeşitli puanlamalardan oluşan soru formları veya anketleri oluşturulmuştur. Bu anket formlarının günümüzde en çok kullanılanı Oldfield'in 1971 yılında hazırladığı "Edinburgh Handedness Inventory" (EHI) dir (46). Bunun yanında Steenhuis ve Bryden'in hazırladıkları "Waterloo" anket formu ve Annet'in El tercihi skalası (Handedness scale) günümüzde bir çok araştırmacı tarafından el tercihinin sayısal değerini ölçmek için kullanılmaktadır (44, 47).

Casey ve Burnet sağlık ve ambidekster grupları EHI'den aldıkları puanlara göre birbirlerinden ayırmışlar, bu çalışmada EHI testinden +91 ile +100 arasında puan alanları süreklilik gösteren sağlaklar (CRH) olarak nitelenirken, EHI'den +41 ila +91 arasındaki değerler süreklilik göstermeyen sağlak (nCRH) olarak tanımlanır. Burnet +40 ila -40 puanları arasında kalan grubu ambidekster olarak kabul etmektedir. Fakat diğer araştırmacılar arasında bu testler ve puanlamaları ile ilgili olarak tam bir standardizasyon bulunmamaktadır (72, 73).

Waterloo anket formu günlük kullanımda el tercihini ölçmek için hazırlanmış, 66 sorudan oluşan bir anket formudur. Annet'in Handedness Scale 2'sinde ise 12 soru bulunmakta ve bu sorular 2 bölümde değerlendirilmektedir. Bu konuda kuşkusuz en önemli ölçüm metodlarından biriside Henkel'in geliştirdiği Sayısal El Tercihi tablasıdır (Digitizing Handednes Table) (DHT) dir. DHT'de bilgisayara bağlı bir çizim tabletine 12 mm çapında daireler çizilmesi istenirken sağ el ile sol ele ait performanslar bilgisayar yardımı ile değerlendirilir. Henkel bu uygulamasında EHI ile çok yakın sonuçlar bulmuş, bu metodu geçerli ve güvenilir bir yöntem olarak rapor etmiştir (74).

2.8. Zeka testleri ve Cattell Culture Faire Non Verbal IQ Testi

Zeka 1850 yıllarında Filozof Herbert Spencer ve Sir Francis Galton tarafından ortaya atılan bir kavramdır. Araştırmacılar arasında zeka tanımlaması hakkında farklılıklar bulunmaktadır. Örneğin İspanyol doktor Juan Huarte (1975), zekanın tanımını öğrenme ve yargıya varma yeteneği olarak belirtmiştir. Biyologlar zekayı çevreye veya belirtilen duruma en kısa sürede uyum yeteneği olarak tanımlarken, bazı psikologlar bilgiyi işleme yeteneği olarak tanımlamaktadırlar.

19. yy'da yapılan ve günümüzde de kullanılan şekline en yakın zeka tanımı ise Alfred Binet'e aittir. Binet'e göre zeka, akıl yürütme, örneklemeler kurma ve görüntüleri tanıma yetilerinin bir bileşimidir. Bu konudaki en çarpıcı gelişme ise 1904'de Charles Spearman'ın 20. yüzyıla damgasını vuran "g" kavramı (General intelligence) olmuştur bu g kavramı genel bilişsel beceri anlamına gelmektedir (75).

Zeka ile ilgili genetik araştırmaların yanı sıra, PET ve MRI gibi daha somut beyin fonksiyon ölçümlerinin araştırılması ve bu ölçümlerin "g" yi nasıl etkilediğinin açıklanması yine bilim adamlarının konusu olmuştur (75).

Bilinen zeka modellerinin tümü, genel faktörü temsil eden bir puan üretirler. Woodcock-Johnson Bilişsel Yetenek Testleri dışında tüm modellerde böyle bir puan vardır. Ayrıca hala çoğu temel ve uygulamalı psikolojik araştırmalar "g" kavramını kullanmaya devam etmektedir. Genel zekaya karşı çoklu yetenekler tartışmasında, her birinin kendi açıklayıcı gücünün olduğu belirtilmektedir. Fakat g kavramı içerisindeki hiyerarşik yetenekler modeli daha fazla kabul görmektedir (75).

Psikologlar ve eğitimciler zekanın düzeyine önem vermektedirler. Fakat zekanın yalnızca problem çözmede belirleyici bir faktör olmadığı açıklığa kavuşmuş gibidir. Bilim adamlarına göre zeka, bireylerin bilişsel farklılıklarının belirlenmesinde temel bulgudur. Bu görüşler ışığında zeka testleri testin yapılış amacına göre bireyler arasındaki beyin fonksiyonları ve bilişsel faaliyetlerin karşılaştırılmasında önem kazanır. Fakat bu testlerin amaçlarından değişik ve taşıdıklarından daha fazla anlam yüklenerek kullanılmaması gerekmektedir, aksi halde bu zeka testlerinin toplumda yanlış değerlendirmelere yol açması ve bu sonuçların yanlış anlaşılması tehlikesi vardır (75, 76).

Culture Faire testinin temelleri Charles Spearman ve arkadaşları tarafından geliştirilmiş olan bir faktör analizi yönteminin, Raymond B. Cattell tarafından 1920'lerin sonlarında geliştirmesi sonucunda ortaya atılmıştır. Bu çalışma zekanın genel olarak ölçümünü gerçekleştirmeyi amaçlamaktadır (77). 1930'da biten bu çalışma çocuklarda uygulanmak üzere "Cattel Group and Individual Intelligence Test" adında yayınlanmıştır. Bu testte sosyal etkilenmeyi ortadan kaldırabilmek için testin sözlü kısımlarının çıkarılması düşünülmüştür. 1940'da bir düzenleme daha yapılarak altı ayrı alt teste ayrılmıştır. Bu alt testlerden bugün sadece üç test kullanılmaktadır. 1949'da Culture Faire testine bir düzenleme daha yapılmış ve son hali oluşturulmuştur (77).

Bu test farklı şekillerin arasındaki ilişkilerin belirli bir zaman sınırı içinde çözümlenmesine dayanan dört alt testi içerir (seriler, sınıflandırmalar, matrisler ve uygun durumun bulunması). Her test için iki ayrı zorluk düzeyi vardır. Bu testin içerdiği alt bölümlerinden ilk testte, her soruda şekiller arasında ilişki bir bağlantı bulunan bir seri verilir ve serinin tamamlanabilmesi için deneklerden en uygun şıkkın bulunması beklenir. İkinci testte sınıflandırma amaçlanmaktadır. Her soruda beş şık bulunur, bu bölümde amaç, cevap şıklarındaki beş figürden iki farklı veya iki benzer şıkkın bulunmasına yöneliktir. Üçüncü testte matrisler bulunmaktadır ve matrislerde belirli kurallara göre şekiller verilir. Sorunun içindeki mantıksal düzene göre boş bırakılan yere şıklardan doğru olan seçeneğin getirilmesi istenir. Dördüncü testte ise, soruda belirtilen topoğrafik özelliğe göre beş şıktan en uygunu seçilir (77).

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Deneklerin seçimi

Bu çalışma Karadeniz Teknik Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Fizyoloji ve Radyoloji Anabilim dallarında Eylül 2003 ile Haziran 2004 tarihleri arasında gerçekleştirildi. Çalışma grubu 25 kız ve 18 erkek toplam 43 K.T.Ü. Tıp Fakültesi öğrencisinden oluşturuldu. Bu deneklerden 25'i sağlak 18'i solaktı. Çalışma grubumuz nörolojik ve psikiyatrik muayeneleri sonucunda hiçbir bulgu ve şikayetleri olmayan sağlıklı bireylerden oluşmaktaydı. Deneklerin tümü 2003/2004 öğretim yılında birinci ve ikinci sınıflarda okuyan öğrencilerden seçildi, sağlak denekler sağlak öğrenciler içerisinde random olarak seçilirken, ulaşılabilen solak deneklerin tümü çalışmaya dahil edildi. Denek seçilirken yaş aralığı 17-22 olarak belirlendi.

3.2. Edinburgh Oldfield El Tercih Formunun Uygulanışı

Deneklerden öncelikle Edinburgh Lateralizasyon anket formunun eksiksiz olarak doldurmaları istendi. Bu formdaki yanıtlara göre el tercih puanları belirlendi. EHI anketinde ayrıca deneğin kendisi (cinsiyet, yaş vs.) ve ailesi (ailedeki solaklar ve yakınlık dereceleri) ile ilgili nörolojik veya psikolojik rahatsızlığının olup olmadığına yönelik sorular, testin yöntemine uygun olarak soruldu. Anket formunda 10 sorudan oluşan puanlamalı bölüm deneklere uygulandı. Deneklerin verdikleri cevaplara göre -100 ile +100 değerleri arasında puanlama yapıldı. Bölümlerdeki cevap sütununda beş adet seçenek ve her seçeneğin birbirinden farklı puanları kümülatif toplam şeklinde hesaplandı. Bu bölümden alınan puanlar sonucunda deneklerin el tercihi "Geschwind Skoru" (GS) olarak belirlendi (45).

3.3. Cattell Culture Faire Testinin Uygulanması

Deneklerin nvIQ değerlerini belirleyebilmek için deneklere Cattell Culture Faire Intelligence testi olarak bilinen ve en az lise öğrenimi gören veya daha yüksek eğitim düzeyindeki kişilere yönelik olan eşel 3 Form A nvIQ testi testte belirtilen zaman sınırlarında uygulandı.

3.4. MRI Görüntüleme

Araştırmada KK midsagittal kesit alanlarının görüntülerinin sayısal kayıtları, K.T.Ü Tıp Fakültesi Radyoloji Anabilim dalında bulunan 0.5 Tesla'lık General Electric P9891XA Vectra System NMRI cihazı ile alındı ve daha sonra bu sayısal kayıtlar röntgen filmine basıldı (Şekil 5).

3.5. Korpus Kallosum Alanlarının Ölçümü

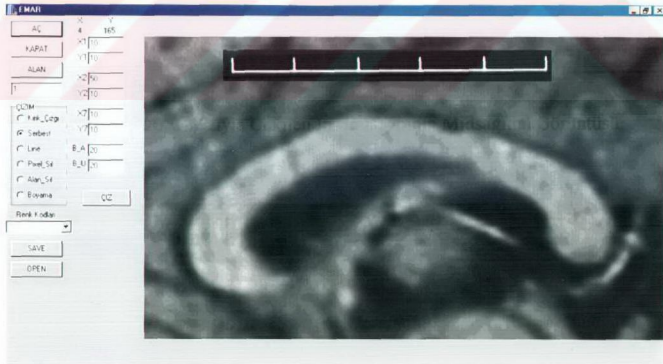
Ölçümleri gerçekleştirebilmek için önce deneklerin midsagittal beyin MRI görüntülerinin filmleri, röntgen görüntüleri gibi şeffaf medyalardan tarama yapma özelliği olan aksesuarı kullanılarak Epson marka tarayıcıda tarandı (Epson Inc.) (Şekil 5). Alınan görüntüler ölçekleri ile birlikte Photoshop 8. versiyonundaki programda bilgisayar dosyası haline çevrildi (Adobe Systems Inc.). Daha sonra KK alanları Anabilim Dalımızla, K.T.Ü. Elektrik-Elektronik Bölümü ile ortaklaşa yapılan EMAR adını verdiğimiz bilgisayar programıyla Witelson S.F.'nin yöntemine bağlı kalınarak ölçüldü (68). EMAR programı ile KK'un amorf alanlarının ölçümleri renk indekslerine ve verilen pixel ölçüsülerine göre belirlendi. EMAR programı ile KK alanlarının ölçümünü yapabilmek için ilkönce görüntülerin dosyaları EMAR programı ile açıldı (Şekil 6). Her açılan görüntünün röntgen filmlerinin üzerinde kaydedilmiş gerçek metrik ölçeğinden yararlanılarak 1 cm'lik uzunluğun pixel sayısı ölçülüp,

programa uygulanarak önce metrik kalibrasyonu sağlandı. Daha sonra KK'nin sınırları kırık çizgi sekmesi ile işaretlenerek çizildi. KK'nin en ön ve en arka kutuplarının x ve y kordinatları EMAR programında tespit edildi. Bu iki uç noktanın koordinatları belirlendikten sonra bu iki uç noktayı birleştiren çizgi üzerinde Genu bölgesinin arka sınırı üçüncü belirleyici nokta olarak belirlendi. Bu üç nokta belirlendikten sonra KK otomatik olarak Witelson'un tanımladığı gibi alt alanlarına program tarafından otomatik olarak ayrıldı (Şekil 7). Genunun arka kısmında belirlenen üçüncü nokta KK'nin frontal tarafta aşağı ve arkaya eğilerek devam eden Rostrum alanını belirlemek için kullanıldı. Bölümlere ayrılmış olan her KK alanı farklı renkler kullanılarak boyandı. (şekil 8). Bu boyama ile EMAR programı belirtilen renk indekslerine bağlı olarak her rengi ayrı ayrı algılayıp, seçilen rengin bulunduğu alanın piksel sayısını buldu ve bu piksel sayısını belirtilen ölçekteki değerle çarparak KK alanlarının cm^2 cinsinden çıktılarını verdi.

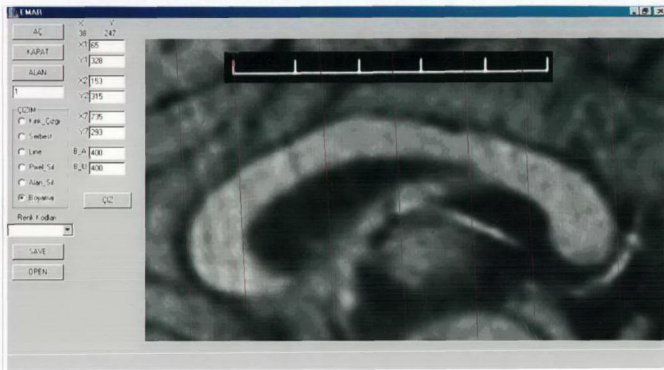




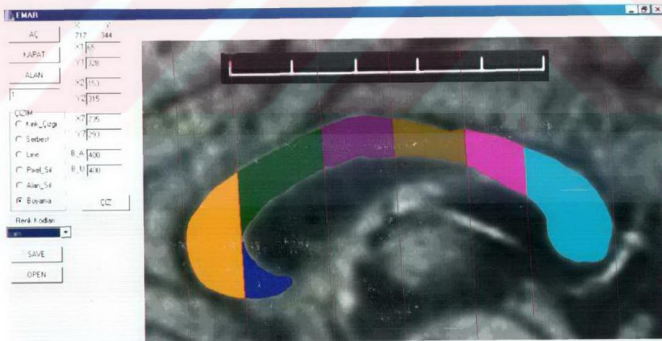
Şekil 5. MRI Cihazıyla Çekilen İnsan Beyninin Midsagittal Görüntüsü



Şekil 6. Korpus Kallosum EMAR Programında ki Açılan Görüntüsü



Şekil 7. Korpus Kallosum' un EMAR Programı ile Hatlarının Çizilip Bölümlendirilmiş Görüntüsü



Şekil 8. Korpus Kallosum Alanlarının EMAR Programında Boyanmış Görüntüsü

3.6. İstatiksel Analiz

Çalışma grubunun ölçümleri ilk önce tüm denekler, erkek denekler ve kız denekler olmak üzere üç ayrı gruba ayrılarak yapıldı. Her üç ayrı denek grubuna ait nvIQ değerleri ile KK_T ve alt KK bölüm alanları arasındaki ilişkiler istatistiksel olarak analiz edildi. Çalışma grupları daha sonra tüm sağlamlar, tüm solaklar, sağlak erkekler ve bayanlar ile solak erkek ve bayanlar olmak üzere altı ayrı alt gruba daha ayrıldı. Sağlak ve solak gruplar lateralizasyon değerlerine göre ayrıldığı için diğer gruplarda uygulanmış olan nvIQ değerleri, KK_T ve KK alt bölüm alanları arasındaki analize ek olarak el tercih değerleride bu grupların analizine dahil edildi. İstatiksel olarak alt gruplarda dahil olmak üzere tüm grupların normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov-Smirnof testi ile test edildi ve tüm grup ve alt grupların normal dağılıma uyduğu gözlemlendi. Daha sonra bu grupların tümünde KK alanları, nvIQ ve lateralizasyon tercihleri arasında ilişkileri araştırmak ve anlamlılık testleri uygulanmak üzere çift taraflı Pearson korelasyon analizleri yapıldı. İstatistiksel analizler SPSS 11 sürüm bilgisayar programında yapıldı (Lead Technologies Inc.) .

4. BULGULAR

Bulgularımıza göre bütün deneklerin olduğu grup ile tüm erkeklerin dahil olduğu gruplar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde bu iki grupta nvIQ değerleri ile KK_T ve KK bölümlerinin alanları arasında herhangi bir ilişki bulunmamıştır. Tüm kadınlarda ise KK_T alanı ve KK₆ ile nvIQ değeri arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir, sırasıyla bu değerler ($p<0.05$, $r:-0.412$), ($p<0.05$, $r:-0.440$) olarak bulunmuştur.

Tüm sağlak denekler istatistiksel olarak değerlendirildiğinde sadece nvIQ değeri ile el tercih puanı arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur ($p<0.01$, $r:-0.55$). Tüm solak deneklerde nvIQ değerleri ile KK alanları ve el tercihleri arasında herhangi bir ilişki gözlenmemiştir. Sağlak erkeklerde nvIQ değerleri ile el tercih puanı arasında kuvvetli ve negatif bir ilişki bulunurken ($p<0.01$, $r:-0.81$), solak erkeklerde nvIQ değerleri, el tercih puanı ve KK alanları arasında korelasyon bulunmamıştır. Solak erkeklerde nvIQ değerleri ile KK alanları ve el tercihleri ile herhangi bir ilişki gözlenmemiştir. Sağlak kadınlarda nvIQ değerleri ile KK₆ bölgesi arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunurken ($p<0.05$, $r:-0.60$), solak kadınlarda nvIQ değerleri, el tercihi puanı ve KK alanları arasında istatistiksel olarak herhangi bir anlamlılık bulgusuna rastlanılmamıştır.

5. TARTIŞMA

KK'nın morfometrik çalışmalarının güvenilirliği ve geçerliliği ile ilgili pek çok görüş vardır. Bu çalışmalardan Peterson ve arkadaşlarının 6-88 yaş arası 138 normal, 187 hasta toplam 325 denekte yaptıkları çalışmada KK üzerinde etkili olabileceği düşünülen 50'nin üstünde faktör ile KK morfometrisi arasında ilişkileri araştırmışlar ve faktörlerin korelasyonu neticesinde yaş, cinsiyet, el tercihi, ventriküler volüm ve IQ değerleri ile KK alan büyüklüğü karşılaştırmalarının istatistiksel olarak güvenilir ve geçerli olduğunu rapor etmişlerdir (78). Peterson ve arkadaşlarının genel bulguları, bizim çalışmamızdaki bulgularımızla paralellik göstermektedir.

Anterior KK özellikle prefrontal kortekse aksonlarını gönderirken KK₆ (isthmus) posterior parietal alana liflerini göndermektedir. Bu iki yapı fonksiyonel olarak birbiriyle bağlantılıdır (79). Klinik çalışmalar insanlarda prefrontal korteksin fikirlerin ve aktivitenin spasiotemporal olarak bilişsel entegrasyonlarını ilgilendiren ve belli bir gayeye doğru anlamlı, karmaşık ve uzun süreli aktiviteleri planlamak gibi fonksiyonlarda önemli olduğunu göstermektedir (1).

Bulgularımıza göre sağlıklı kadınların oluşturduğu grupta KK₆ alanı ile IQ değeri arasındaki ilişki negatif olarak bulunmuştur, buna uygun olarak Peterson tüm deneklerde anterior KK bölgesi ile IQ değerlerinin negatif bir ilişkisi olduğunu bildirmiştir ($p < 0.01$, $t = -2.50$). Peterson bu ters ilişkinin KK'nın lif kompozisyonu, miyelinizasyon, yaşlanma ve serebral lateralizasyonu ile ilişkili olabileceğini bildirmektedir (78). Bulgularımıza göre KK alan ölçüsünün azalması, hemisferlerin artmış fonksiyonel lateralizasyonuna ve ayrıca yüksek IQ değerlerine işaret edebilir. Bu sonuçlar insanlarda kallosal anatomi ile lateralizasyon ve IQ arasında ilişkiler bulunduğuna dair tezleri kuvvetle desteklemektedir, ancak bizim denek sayımızın bahsedilen çalışmadan daha düşük olması nedeniyle tüm deneklerde bu ilişki görülmemiş olabilir.

Schlaug ve arkadaşlarının müzisyenlerde premotor korteks ve suplemer motor alanın, bilateral motor davranışların entegrasyonu ve sıralı motor hareketlerin temporal kontrolünde önemli bir rol oynadığını ifade ettiği çalışmada, motor kontrolün müzisyenlerin mesleklerini sergilemede çok önemli olduğunu vurgulanmaktadır. Schlaug'un çalışması da bizim çalışmamıza benzer şekilde KK alanlarındaki azalmanın hemisferik asimetriyi arttıracığı düşüncesini desteklemektedir (52). Bu çalışmada ayrıca tüm solakların, kadınların ve solak kadınların bulunduğu gruplarda özellikle genu alanları ile Geschwind skoru değerleri arasında anlamlı ilişkiler gözlemlendiği ve özellikle solaklarda bu değer ile el tercih puanı arasındaki ilişkilerin kuvvetli olduğu rapor edilmiştir ($p<0,01$). Bizim bulgularımıza göre sadece kadınlarda artan nvIQ ile düşük KK_T ve KK_6 değerlerinin anlamlı ilişkisi artan lateralizasyonun yüksek IQ değerlerine işaret edebileceğini de düşündürmektedir..



6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Kortikal ve KK alanlarının morfometrik olarak incelenmesi ve çeşitli beyin fonksiyonlarının bu anatomik özelliklerle ilgili olup olmadığı hakkındaki çalışmalar halen devam etmektedir. Bu alanlar lateralizasyon dahil çeşitli faktörlerin ışığında değerlendirilmektedir. Fakat IQ ile KK arasındaki ilişkileri konu alan çalışmalar sınırlı sayıdadır.

Bu çalışmada KK alanları ile nvIQ değerleri arasında çeşitli ilişkilerin var olduğu gözlemlenmiştir. Saptanan tüm ilişkilerin nvIQ değerleri ile KK'nin altıncı bölgesi olan İsthmus arasında yoğunlaşması bizce önemli bir bulgudur.

Bir diğer nokta ise ulaşılan anlamlı sonuçların tamamının aşağıda belirtildiği gibi negatif yönlü olmasıdır.

- a. Tüm kadınlarda KK_T alanı ve KK_6 ile nvIQ değeri arasında negatif bir ilişki gözlemlenmiştir.
- b. Tüm sağlıklı deneklerde nvIQ değeri ile el tercih puanı arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
- c. Sağlıklı erkeklerde nvIQ değerleri ile el tercih puanı arasında kuvvetli negatif bir ilişki bulunmuştur.
- d. Sağlıklı kadınlarda nvIQ değerleri ile KK_6 bölgesi arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulunmuştur.

Bu durumda KK alan büyüklükleri ile nvIQ arasında cinsiyet ve lateralizasyon tercihlerine göre değişiklikler gözlenmektedir. Burada literatürde de gözlemlendiği gibi nvIQ'su yüksek olanlarda KK alanlarının daha küçük olabileceği buradan nvIQ'su yüksek olanların daha lateralize oldukları, yani sağlak veya solak deneklerin nvIQ'su yükseldikçe daha sağlak veya daha solak oldukları hipotezi önem kazanmaktadır. İsthmus alanının ilişkili olduğu anatomik yapıların özellikle PET gibi farklı ölçüm yöntemleri ile araştırılması, beyin fonksiyonları ve lateralizasyon kavramlarının daha iyi anlaşılmasına önemli katkılar sağlayacaktır. Aynı zamanda, bu tür morfometrik

incelemelerde denek sayısının artırılması da daha isabetli istatistiksel sonuçlar alınmasını sağlayacaktır. Ayrıca beyin ve KK'nın midsagittal görüntülerinde görüntü analizleri ve görüntü işleme yöntemlerinin kullanılabilirliği ve güvenilirliği kanımızca araştırılmalıdır. Bu yeni tekniklerin bizlere farklı yaklaşımlar ve yeni bilgilere ulaştıracağı kesindir.



7. ÖZET

Bu çalışmada KK alanları ve Non-verbal IQ değerleri arasındaki ilişkiler 18 erkek 25 kadın olmak üzere toplam 43 denekte araştırıldı. Çalışmaya katılan deneklerin tümü, istatistiksel analiz için öncelikle sadece erkeklerin ve sadece kadınların olduğu iki ayrı gruba ayrıldı. Ayrıca denekler tüm sağlak, tüm solak, sağlak erkek ve sağlak kadın, solak erkek ve solak kadın olmak üzere altı ayrı gruba daha ayrıldı. Son altı alt gruptaki denek grupları, lateralizasyon değerlerine göre de ayrıldığı için yukarıdaki non verbal IQ, total KK ve KK bölümleri alanları arasındaki istatistiksel analize ek olarak el tercih değerleri de analize dahil edildi.

Çalışmada tüm kadınların bulunduğu denek grubunda total KK ve KK'nin altıncı bölgesi olan istmus ile non-verbal IQ arasında ki negatif ilişkiler gözlemlendi ($p<0.05$, $r:-0.412$), ($p<0.05$, $r:-0.440$). Tüm sağlak deneklerde non-verbal IQ değeri ile el tercih puanı arasında negatif ve anlamlı bir ilişki bulundu ($p<0.01$, $r:-0.55$). Sağlak erkeklerde nvIQ ile el tercih puanı arasında kuvvetli bir ilişki bulunurken ($p<0.01$, $r:-0.81$) sağlak kadınlarda non-verbal IQ ile istmus bölgesi arasında negatif ve anlamlı bir ilişki saptanmıştır ($p<0.05$, $r:-0.60$).

Anahtar Kelimeler : Korpus Kalloşum, Morfometri, Lateralizasyon, nvIQ,
Manyetik Rezonans Görüntüleme, Korelasyon.

8. SUMMARY

In this study, the relationships between the areas of corpus collusum and Non-Verbal IQ (nvIQ) values were studied on a group of 43 subjects, 18 of the subjects were men and 25 were women. The whole group was seperated into two main groups, one including only men and other including only women, for statistical analysis. Then all of the test subjects were divided into six subgroups, which included, respectively, all right-handed subjects, all left-handed subjects, the right-handed men, the right-handed women subjects, left-handed men subjects and the left-handed women subjects. Because of in the last six subgroups divided considering laterization values, hand preference values were also added to those subgroups for statistical analysis.

Negative relationships between the area of total corpus callosum and the nvIQ and between the area of isthmus and the nvIQ value were observed in the all women group ($p < 0.05$, $r: -0.412$), ($p < 0.05$, $r: -0.440$). In the all right handed group, a negative and significant relationship was observed between the nvIQ value and the hand preference score ($p < 0.01$, $r: -0.55$). A strong relationship was found between the nvIQ value and the hand preference score in the group of right handed men subjects ($p < 0.01$, $r: -0.81$), while a negative and significant relationship between the nvIQ value and the area of ishmus was observed in the right-handed women ($p < 0.05$, $r: -0.60$).

Key Words: Corpus Callosum, Morphometry, Laterality, nvIQ,
Magnetic Resonance Imaging, Correlation.

9. KAYNAKLAR

1. Manter J.T.: Manter ve Gatz'den Klinik Nöroanatomi ve Nörofizyolojinin Esasları. Hacettepe Üniversitesi Yayınları B/32. 1987. s. 219-236.
2. Crichton, Browne J.: On the Weight of the brain and its component parts in the insane. *Brain*, 1879. 2:42-67.
3. Tan, U., Çalışkan S.: Allometry and Asymmetry in the Dog Brain.: Right hemisphere is heavier regardless of paw preference. *Int J. Neuroscience*, 1987. 35: 189-194.
4. Guyton A.C., Hall J. E. Tıbbi fizyoloji 10. Edisyon Nobel tıp kitabevi .Kasım 2001.s. 512-675.
5. Snell, R.S.: Klinik Nöroanatomi Lippincott-Williams & Wilkins/ Nobel. İstanbul 2001. s. 249-294.
6. Kandel, E.R, Schwartz, J.H., Jessell, T.M.:Principles of neuroscience. Third Edition. Elsevier Science Publishing. 1991. pp. 270-869
7. Banich, M.T.: Hemispheric specialization. In M.T: Banich 1997. *Neuropsychology: (Çev. Y. Türköz). Türk Psikoloji Bülteni Sayı: 26-27, Eylül-Aralık 2002.*
8. Broca, P.: Remarques sur le siège de la faculté du langage articulé suivie d'une observation d'aphémie. *Bulletin de la Société d'Anatomie, Paris*, 1861. 6, 330.
9. Wernicke, K.: Der aphasische symptom-complex. Eine psychologische studie auf anatomischer basis. Breslau, 1874.
10. Galaburda, A.M.: Anatomic basis of cerebral dominance., In Davidson, Rj and Hugdahl, K. Editors,. *Brain Asymmetry* MIT Press, Cambridge, 1995. 51-73.
11. Zaidel, E., Aboitiz, F., Clarke, J., Kaiser, D., Matteson, D., In Kitterle, F.L. Editor. 1995. *Hemispheric communication: Mecanism and models* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, pp. 85-175.
12. Ganong, W.F.: Tıbbi fizyoloji. Türk Fizyoloji Bilimleri Derneği. 2002 Nobel Tıp Kitabevleri ltd şti. s. 259-264.

13. Hoadley, M.F., Peterson, K.: On measurement of the Internal Diameter of the Skull in Relation I. To the Prediction of its Capacity, II. To the "Pre-eminence" of the Left Hemisphere. *Biometrika*, 1929. 21: 85-123.
14. Geschwind, N., Levitsky W.: Human brain: left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*: 161, 186-187, 1968.
15. Kulynych, J.J., Vldar, K., Jones, D.W., Weinberger, D.R.: Gender differences in the normal lateralization of the supratemporal cortex: MRI surface-rendering morphometry of Heschl's gyrus and the planum temporale. *Cerebral Cortex*, 4, pp. 107-118, 1995.
16. Kertesz, A, Polk, M, Black, S.E., Howell, J.: Sex, handedness, and the morphometry of cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Brain Res.* Oct. 15;530(1):40-8, 1990.
17. Kolb, B., Sutherland, R., Nonneman, A.J, Wisham, I.Q.: Asymmetry in the cerebral hemispheres of the rat, mouse, rabbit and cat. *Exp. Neurology*, 78: 348-359, 1982.
18. Diamond, M.C., Johnson, R.E., Ehlert J., 1979. A Comparison of Cortical Thickness in Male and Female Rats-normal and Gonadectomized, Young and Adult. *Neural Biology* 14, 163-174.
19. Diamond M. C., Johnson, R.E., Young, D., Sandhu, S.S.: Age-related morphologic differences in the rat cerebral Cortex and Hippocampus. Male-female, Right-left. *Experimental Neurology* 81,1-13, 1983.
20. Geschwind, N., Behan, P.: Left Handedness: Association with immune disease, migraine, and developmental learning disorder. *Proceeding of the National Academy of Science, USA*, 79, 5097-5100, 1982
21. Geschwind, N., Galaburda, A.M.: Cerebral lateralization. Biological Mechanisms, Associations, and Pathology: I. A Hypothesis and a program for research. *Arch. Neurol.* May;42(5):428-59, 1985.
22. Ward, I.L., Weisz, J.: Maternal stress alters plasma testosterone in fetal males. *Science* 207, pp. 328-329, 1980.
23. Lewis, D.W., Diamond M.C.: The influence of gonadal steroids on the asymmetry of the cerebral cortex. *Brain Asymmetry*. pp. 31-49, 1995.
24. Pappas, C.T.E., Diamond, M.C., Johnson, R.E.: Effects of ovariectomy and differential experience on rat cerebral cortex morphology. *Brain Research* 154, 53-60, 1978.
25. Pappas, C.T.E., Diamond, M.C., Johnson, R.E.: Morphological changes in the cerebral cortex of rats with altered levels of ovarian hormones. *Behavioral and neuronal biology* 26, pp. 298-310, 1979.

26. Soloff, M.S., Morrison, M.J., Swartz, T.L.: A comparison of the estrone-estradiol-binding proteins in plasmas of prepubertal and pregnant rats. *Steroids* 20, pp. 597-608, 1972.
27. MacLusky, N.J., Philip, A., Hurlburt, C., Naftolin, F.: Estrogen formation in the developing rat brain: sex differences in aromatase activity during early postnatal life. *Psychoneuroendocrinology* 10 3, pp. 355-361, 1985.
28. Roselli, C.E., Abdelgadir, S.E., Resko, J.A.: Regulation of aromatase gene expression in the adult rat brain. *Brain Research Bulletin* 44 4, pp. 351-357, 1997.
29. Negri-Cesi, P., Celotti, F., Martini, L.: Androgen metabolism in the male hamster-2. aromatisation of androstenedione in the hypothalamus and in the cerebral cortex; kinetic parameters and effect of exposure to different photoperiods. *Journal of Steroid Biochemistry* 32 1A, pp. 65-70, 1989.
30. Roselli, C.E., Resko, J.A.: Effects of gonadectomy and androgen treatment on aromatase activity in the fetal monkey brain. *Biology of Reproduction* 35, pp. 106-112, 1986.
31. Ross, D.A., Glick, S.D., Meibach, R.C.: Sexually dimorphic brain and behavior asymmetries in the neonatal rat. *Proceeds of the National Academy of Science* 78, pp. 1958-1961, 1981.
32. Rosen, G.P., Berrebi, A.S., Yutzey, D.A., Denenberg, V.H.: Prenatal testosterone causes shift of asymmetry in neonatal tail posture of the rat. *Developmental Brain Research* 9, pp. 99-101, 1984.
33. Tan, U., Kutlu, N.: The distribution of paw preference in right-, left-, and mixed pawed male and female cats: The role of a female right-shift factor in handedness. *International Journal of Neuroscience* 59, pp. 219-229, 1991.
34. Tan, U., Kara, I., Kutlu, N.: The effects of testosterone on paw preference in adult cats. *International Journal of Neuroscience* 56, pp. 187-191, 1991.
35. Swaab, D.F., Hofman F.A.: Sexual differentiation of the human brain. A historical perspective. *Prog Brain Res* 61:215-263, 1984.
36. Holman, S.D., Hutchinson, J.B.: Lateralized action of androgen on development of behavior and brain sex differences. *Brain Research Bulletin*. 27, 261-265, 1991.
37. Levy, J.: Lateral specialization of the human brain: Behavioral manifestation and possible evolutionary basis. In: Kiger J. Editor, *The Biology of Behavior* Oregon State University Press Corvallis, 1973.
38. Ray, W.J., Morell, M., Frediani, A.W., Tucker, D.: Sex differences and lateral specialization of hemispheric functioning. *Neuropsychologia* 14, 391-394, 1976.

39. Rebert, C., Mahoney, R.: Functional cerebral asymmetry and performance III: reaction time as a function of task, hand, sex and EEG asymmetry. *Psychophysiology*. 15, 9-16, 1978.
40. Cacioppo, J.T., Tassinary, L.G.: Psychopsology and psychophysiological inference. In: Cacioppo, J. T. And Tassinary, L. G. Editors,. *Principles of Psychophysiology: Physical, Social and Inferential Elements* Cambridge Universty Press, New York, pp. 3-33, 1990.
41. Sergent, J.: Brain-Imaging studies of cognitive functions. *trends in neuroscience* 176, 221-227, 1994.
42. Azari, N.P., Rapoport, S.I., Grady, C.L, DeCarli, C., Haxby, J.V., Schapiro, M.B., Horowitz, B.: Gender Differences in Correlations of Cerebral Glucose Metabolic Rates in Young Normal Adults. *Brain Research* 574,198-208, 1992.
43. Wisniewski, A.B.: Sexual- Dimorphic Patterns of Cortical Asymmetry, and the role for sex steroid homones in determining of cortical patterns of lateralization. *Psychoneuroendcrinology*, 23,5,519-547, 1998.
44. Annet, M.: The Genetic of handedness. *Trends in Neuroscience*, October, 256-258, 1981.
45. Tan, U.: The Distribution of Hand preference in normal men and women. *Int J Neurosci*. 411-2:35-55, 1988.
46. Oldfield, R.C.: The Assesment an the analysis of handedness. *Neuropsychologica*. 9:97-114, 1971.
47. Bryden, M.P.: Measuring handedness with questionnaires. *Neuropsychologica*, 15, 617-624, 1977.
48. Annet, M.: *Left, right, hand and brain: the right shift theory*. Lawrence Erlbaum Associates, London, 1985.
49. Dere, F.: *Nöroanatomî fonksiyonel nöroloji atlası ve ders kitabı*. 3. Baskı. 2000 Adana Nobel Tıp Kitabevi. S. 101-349.
50. Gray, H.: *Anathomy of the human body*. Twentieth Edition. Philadelphia: LEA&Febiger, pp. 183-193. 1918
51. Sadler, T.V.: *Langman's Medikal Embriyoloji*. Yedinci baskı., 1996. s. 349-365.
52. Schlaug, G., Jancke, L., Huang, Y., Staiger, J.F., Steinmetz, H.: Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*. 33:1047-1055, 1995
53. Clarke, J.M., Zaidel, E.: Anatomical-behavioural relationships: Corpus callosum morphometry and hemispheric specialization. *Behavioural Brain Research*, 64, 185-202, 1994.

54. De Lacoste, M.C., Utamsing, M.C, Holliway, R.L.: Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science*. 216:1413-1432, 1982.
55. Aboitiz, F., Scheibel, A.B., Fisher, R.S., Zaidel, E.: Fiber composition of the human corpus callosum, *Brain Research*, 598 143-153, 1992.
56. Driesen, N.R., Raz, N.: The Influence of sex, age, and handedness on corpus callosum morphology. *Psychobiology* 23, 3, 240-247, 1995.
57. Dubb, A., Gur, R., Avants, B., Gee, J.: Characterization of Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *NeuroImage* 20 512–519, 2003.
58. Holloway, R.L., De Lacoste, M.C.: sexual dimorphism in the human corpus callosum. An extension and replication study. *Human Neurobiol.* 5:87-91, 1986.
59. Hines M., Chiu L., McAdams L. A, Bentler P. M., Lipcamon J., 1992. Cognition and the Corpus Callosum: Verbal Fluency, Visiospatial Ability, and Language Lateralization Related to Midsagittal Surface Areas of Callosal Subregions. *Behavioral Neuroscience*, Vol. 106, 1, 3-14
60. Innocenti, G.M., Ansermet, F., Parnas, J.: Schizophrenia, neurodevelopment and corpus callosum. *Molecular Psychiatry* 8, 261–274, 2003.
61. Meisenzahl, E.M., Frodl, T.J., Leinsinger, G.G., Maag, K.P., Heiss, H.D., Hegerl, K.U., Möller, H.J.: corpus callosum size in schizophrenia: A magnetic resonance imaging analysis. *Eur. Arch. Psychiatry Clin. Neurosci.* 249 : 305–312, 1999.
62. De lacoste, M.C., Kirkpatric, J.B., Ross, E.D.: Tomography of the human corpus callosum. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology.* 44(6):578-591, 1985.
63. Gabrielle, M., De Courten, Myres, M.D.: The human cerebral cortex: Gender differences in structure and function. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology*, Mar 58, 3, 1999.
64. Oppenheim, J.S., Skerry, J.E., Tramo, M.J., Gazzaniga. M.Z.: Magnetic resonance imaging morphometryof the corpus callosum in monozygotic twins. *Ann Neurol*, jul:26(1):100-104, 1989.
65. Strauss, E., Wada, J., Hunter, M.: Callosal morphology and performance on intelligence tests. *J Clin Exp Neuropsychol.* Feb;16(1):79-83, 1994.
66. Scamvougeras, A., Kigar, D.L., Jones, D., Weinbergerc, D.R., Witelson, S.F.: Size of the human corpus callosum is genetically determined: an MRI study in mono and dizygotic twins, *Neuroscience Letters* 338, 91–94, 2003.
67. Witelson, S.F.: The Brain Connection: The Corpus Callosum Large in the Left Handers. *Science*. Aug 16;229(4714):665-8, 1985.

68. Witelson S.F.: Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. *Brain* 112, 799-835, 1989.
69. Moffat, S.D., Hampson, E., Wickett, J.C., Vernon, P.A., Lee, D.H.: Testosterone is Correlated with Regional Morphology of the Human Corpus Callosum. *Brain Research* 767 297–304, 1997.
70. Kertesz, A., Polk, M., Howell, J., Black, S.E.: Cerebral dominance, sex and callosal size in MRI. *Neurology*. 37:1385-1388, 1987.
71. Sevinç, Ö., Şendemir, E., Parlak, M., Arifoğlu, Y., Gönül, C.: Yaşlanma ile Genu Corporis Callosi' de Oluşan Değişikliklerin Kadın ve Erkeklerde MRG Görüntüleme ile Analizi. *Abant İzzet Baysal Üniversitesi. Düzce Tıp Fak. Der.*, 4: 1-4, 2002.
72. Burnett, S.A., Lane, D.M., Dratt, L. M.: Spatial ability and handedness. *intelligence*, 6, 57–69, 1982.
73. Casey, M.B.: A Reply to Halpern's Commentary: Theory driven methods for classifying groups can reveal individual differences in spatial ability within females. *Developmental Review*, 16,271-283, 1996.
74. Henkel, V., Mergl, V.,Juckel, G.,Rujescu, D.,Mavrogiorgou, P., Giegling, L., Moller, H.J., Hegerl U.: Assessment of handedness using a digitizing tablet: a new method. *Neuropsychologia* 39 (2001) 1158–1166.
75. Daniel, M.H.: Intelligence testing: Status and trends. *American Psychologist*, 52,10, 1038-1045, 1997.
76. McGrew, K.S., Flanagan, D.P.: *The Intelligence Test Desk Reference (ITDR) Gf-Gc Cross Battery Assesment*. Boston: Allyn&Bacon, 1998.
77. *The Cattell Culture Faire Test manual*.pp. 5-20. İPAT. OPP Limited Elsfield Hall.
78. Peterson, B.S., Feineigle, P.A., Staib, L.H., Gore, J.C.: Automated measurement of latent morphological features in the human corpus callosum. *Hum. Brain Mapping* 12:232-245, 2001.
79. Quintana, J., Fuster, J.M.: From perception to action, temporal integrative functions of prefrontal and parietal neurons. *Cerebral cortex*. Apr/may. 9:213-221, 1999.