

T.C.
DİCLE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
ANATOMİ ANABİLİM DALI

**CORPUS CALLOSUM ALAN VE BOYUT
ÖLÇÜMLERİNİN ERİŞKİN BİREYLERDE CİNSİYET
VE EL KULLANIM DOMİNANTLIĞI İLE OLAN
İLİŞKİSİNİN MR İLE İNCELENMESİ**

(DOKTORA TEZİ)

T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Arş. Gör. M. Cudi TUNCER

111366

111366

Doç. Dr. Şükrü DOĞRUYOL

DOKTORA DANIŞMANI

TEŞEKKÜR

Doktora eğitimim süresince bana her türlü desteği ve anlayışı gösteren, tezimin her aşamasında derin bilgilerinden yararlandığım danışman hocam sayın Doç.Dr.Şükrü Doğruyol'a, yine bu program süresince beni yönlendiren ve yetişmemde büyük katkıları olan Anabilim Dalı Başkanımız sayın Prof.Dr.E.Savaş Hatipoğlu'na ve bilgilerinden faydalandığım bölümümüzün diğer saygıdeğer öğretim üyelerine teşekkürü borç bilirim.

Tezimin MR çekimleri için bana Radyoloji Anabilim Dalında çalışma imkanı sağlayan sayın Rektör Yardımcısı Prof.Dr.Eralp Arıkan'a, Radyoloji Anabilim Dalı Başkanı sayın Prof.Dr.Mahsun Şimşek'e, MR çekim ve değerlendirmelerinde bilgilerinden yararlandığım Radyoloji öğretim üyesi sayın Yrd.Doç.Dr.Mustafa Özateş'e, çok yoğun bir hasta yoğunluğu olmasına rağmen bütün MR çekimlerimi yapan sayın Gülay Ertop ile Vahap Bilen'e ve çalışmama katılan bütün Dicle Üniversitesi öğrenci ve yakınlarına yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

Arş.Gör.M.Cudi Tuncer

İÇİNDEKİLER

	Sayfa no
1.GİRİŞ.....	1-10
2.GEREÇ VE YÖNTEM.....	11-14
3.BULGULAR.....	15-26
4.TARTIŞMA.....	27-38
5.SONUÇ.....	39
6.ÖZET.....	40
7.İNGİLİZCE ÖZET.....	41
8.KAYNAKLAR.....	42-50

GİRİŞ

Corpus callosum İki beyin hemisferindeki eşit merkezleri birbirine bağlayan en büyük kommissural yoldur. Bu kommissural yol yaklaşık olarak 200-350 milyon arasında sinir lifi ihtiva etmektedir (3). Corpus callosum'un farklı cerrahi kesitlerinden elde edilen bulgularda duyuşal, motor, anlama, öğrenme ve hafızayı kuvvetlendiren bilgileri iki beyin hemisferinde birbirine bağladığı saptanmıştır (16). Fissura longitudinalis cerebialis'in dibinde bulunan üst yüzü iki beyin hemisferi birbirinden uzaklaştırdığında görülebilir. Şeklini, bölümlerini ve kalınlığını ancak beyin midsagittal kesitlerinde görebiliriz. Corpus callosum (CC) gross anatomi kitaplarında önden arkaya doğru rostrum corporis callosi, genu corporis callosi, truncus corporis callosi ve splenium corporis callosi diye 4 bölüme ayrılarak incelenir (Şekil 1) (6,26,37,86). Corpus callosum anatomisinin kadavralar üzerinde yapılan morfometrik çalışmaları, canlılar üzerinde yapılan klinik çalışmalardan farklı olarak değişik bölümlere ayrılarak incelenmektedir (4,14,24,30,32,41,76,98).



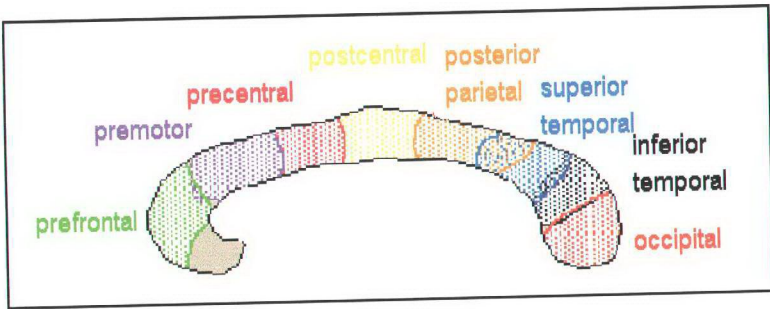
Şekil 1. Corpus callosum'un anatomik bölümlerinin midsagittal normal görünümü

Rostrum corporis callosi; CC'un ön tarafında bulunan, gagaya benzeyen yaprak şeklindeki bölümüdür. Arkada ve aşağıda lamina terminalis ile devam eder. Rostrum'u oluşturan lifler her iki frontal lobun orbital yüzlerini birbirine bağlar (26).

Genu corporis callosi; CC'un ön tarafındaki dirseklenme gösteren yerdire ve septum pellicidum'un ön kısmında bulunur. Genu'yu oluşturan lifler frontal lobun çeşitli kısımları arasında bağlantıları sağlar. Genu corporis callosi'den geçen lifler öne doğru kıvrılarak lobus frontalis'in içine doğru uzanırlar. Horizontal kesitlerinde bir forseps benzemesinden dolayı forseps frontalis (forceps minor) olarak adlandırılır (26) (Şekil 2).

Truncus corporis callosi; CC'un en büyük bölümüdür. Önde genu corporis callosi'den arkada splenium corporis callosi'ye kadar uzanır. Truncus'tan geçen lifler laterale doğru bir seyir göstererek yan taraflarda ışın tarzında radiatio corporis callosi'yi oluştururlar. Bu lifler cortex cerebralis'e giderken, projeksiyon ve assosiasyon lifleriyle çaprazlaşırlar. Liflerin bir bölümü ventriculus lateralis'in cornu occipitale'nin (posterius) üst ve dış, cornu temporale'nin de (inferius) dış duvarından geçer. Bu liflere de tapetum denir (26).

Splenium corporis callosi; CC'un arkadaki en kalın ve en şişkin olan bölümüdür. Splenium kısmından geçen lifler arkaya doğru uzanarak iki beyin hemisferi arasında yoğun bağlantılar sağlarlar. Splenium'u oluşturan lifler mediale doğru bir seyir takip ederek her iki lobus occipitalis'in içine girerler. Görüntüsünden dolayı buna da forseps occipitalis (forceps major) denilir (26,88) (Şekil 2).



Şekil 2. Homolog merkezlere ait kommissural liflerin midsagittal görünümü

Corpus callosum'un fissura longitudinalis cerebialis'ten görülen üst yüzü indusium griseum denilen ince bir gri cevher tabakası ile örtülüdür. Yine bu yüzde uzunlamasına seyreden beyaz cevher liflerinden oluşan stria longitudinalis lateralis ve medialis bulunur. Corpus callosum'un alt yüzünün ön kısmına septum pellicidum, arka kısmına ise fornix'in corpusu yapışır. Alt yüzün dış kısmı, ventriculus lateralis'lerin tavanını oluşturur (26).

Corpus callosum'u gyrus cinguli'den ayıran oluğa sulcus corporis callosi adı verilir. Bu oluk rostrum'un tam önünden başlar. Truncus corporis callosi'nin çevresinde önce yukarı sonrada arkaya doğru seyreder. Splenium'un alt yüzü boyunca öne kıvrılarak sulcus hippocampalis olarak devam eder. Sulcus corporis callosi'ye paralel olarak üstte belirli bir oluk daha bulunur. Sulcus cinguli denilen bu olukla sulcus corporis callosi arasında gyrus cinguli bulunur. Sulcus cinguli, splenium'un tam arkasında sulcus subparietalis olarak uzanır. Corpus callosum ve columna fornicis arasındaki aralıkta, dikey bir şekilde duran septum pellucidum bulunmaktadır. Bu bölme iki ventriculus lateralis'i birbirinden ayırır. Septum pellicidum'ların alt kenarı boyunca fornix'ler asılmıştır (37).

Corpus callosum'un kortikal projeksiyon sistem içinde anahtar bir rol oynamaktadır. Birbirine bilateral olarak bağlı olan kortikal merkezlerin fokal veya diffuz anormiteleri bilateral olarak homotopik dağılmış CC lifleri üzerinde sekonder bir etki yarattığı bu etkiler hem hücrenel hem de anatomik yapıda kendini gösterebilmekte ve şizofren, hiperaktivasyon gösteren hastalar, nüksedip azalip çoğalan multip skeloroza hastalar, Alzheimerli hastalar ve bunaklarda nörolojik gelişmeye bağlı rahatsızlıklar ve displaziler oluşturmaktadır (9,34,42,48,51,52,73,94,101,103).

Kesin bir şekilde kolossal lif tipleri topoğrafik olarak düzenlenmiştir. Büyük çaplı (>3 µm) sensoriomotor lifler truncus corporis callosi'nin arka ½ lik kısmında ve splenium'da yoğun bir şekilde görülüp, genu'da daha az myelinli lifler olarak görülmektedir. Genu'da bulunan bu az myelinli lifler uzun sürede planlanan davranışları koordine eden pre-frontal bölgeyi birbirine bağlamakta ve bilgi akışını yavaşlatmaktadır (3). Corpus callosum'un kortikal haritasını belirlemek için insanlarda son zamanlarda yapılan ileriye dönük çizimsel çalışmalar ve kesin sınırlarla belirlenen görüşler farklı bir hal almaktadır (21). Bu çalışmalarda genu ve

splenium corporis callosi'deki kollosal aksonlar büyük bir oranda birbirinden ayrılmasına rağmen her bir beyin hemisferindeki birbirinin karşılığı olmayan merkezler arasındaki heterotipik bağlantıların çok geniş bir dağılımını göstermektedir (105).

Beynin embriyolojik gelişimi:

Santral sinir sistemi ektodermal kaynaklı olup 3. haftanın ortalarında nöral plak adı verilen bir yapı halinde belirir. Beyin, santral sinir sisteminin kranial parçasını oluşturur ve başlangıçta üç vezikülden ibarettir. Önden arkaya doğru sırasıyla prosencephalon, mesencephalon ve rhombencephalon olarak şekillenir.

Rhombencephalon, medulla oblongata'yı (bu bölge somatik ve visseral efferent nöronlar için bir bazal plağa, somatik ve visseral afferent nöronlar içinde bir alar plağa sahiptir) oluşturan myelencephalon ile tipik bazal (efferent) ve alar (afferent) plaklarıyla metencephalon olmak üzere ikiye bölünür. Bu beyin vezikülü, aynı zamanda, bir postür ve hareket koordinasyon merkezi olan beyincik ve omurilik ile serebellar korteksler arasında seyreden liflerin bir araya toplandığı bir yapı olan pons'u oluşturur.

Mesencephalon, beyin vezikülleri arasında en ilkel olanıdır ve bazal efferent ve alar afferent plaklarıyla, en çok medulla spinalis'i andırır. Mesencephalon'un alar plakları, görme ve işitme reflekslerinin birer ana merkezi olan anterior ve posterior kollikulusları meydana getirir.

Prosencephalon'un arka bölümünü oluşturan diencephalon içinde thalamus ve hypothalamus'un geliştiği ince bir tavan plağı ile kalın bir alar plaktan oluşur. Rathke kesesi adenohypophysis'i, lobus intermedius'u ve pars tuberalisi meydana getirirken, diencephalon nöroglia hücreleri içeren ve hypothalamus'tan sinir lifleri alan lobus posterior'u ve nörohypophysis'i oluşturur.

Beyin veziküllerinin en rostrali olan telencephalon, iki lateral çıkıntıdan, cerebral hemisferleri; median parçadan da lamina terminalisi meydana getirir. Lamina terminalis, komissüral lifler tarafından sağ ve sol hemisferler arasındaki lif demetlerinin bağlantı yolu olarak kullanılır. Başlangıçtaki iki küçük çıkıntı halindeki cerebral hemisferler genişleyerek metencephalon, mesencephalon ve diencephalon'un yan yüzünü örter. Zamanla telencephalon'daki çekirdek bölgeleri, diencephalon'dakilerle yakın temasa geçerler (81).

CC'un embriyolojik gelişimi:

CC'un embriyolojik gelişimi gestasyonun 8-17. haftaları arasında başladığı açıklanmıştır (77). Rostral duvar boyunca telencephalon'daki bir kalınlaşmayla lamina reuniens'in oluştuğu belirtilmiştir. Corpus callosum ve commissura anterior'a ait beyaz cevher liflerinin köken aldığı yerin lamina reuniens olduğu ifade edilmiştir. Lamina reuniens'ten yukarıya doğru göç eden hücrelerin bir topluluk oluşturarak CC'un çapraz yapan liflerinin açıldığı yatağı oluşturacağını söylemişlerdir (8). Corpus callosum'un homojen bir tarzda gelişmesini tamamlamadığı açıklanmış ve genu'ya ait olan aksonların ilk önce geliştiği belirtilmiştir. Önden arkaya doğru gelişimindeki istisnanın rostrum olduğu ifade edilmiştir. Yaklaşık olarak gestasyonun 18-20. haftaları arası corpus callosum'un son bölümü olan rostrum'dan çapraz yapan lifler geçtiğini belirtmişlerdir (77).

Corpus callosum'un büyük kısmının gelişimini prenatal dönemde tamamlayıp doğumda gelişimin tamamıyla bittiğini tespit etmişlerdir. Doğumda nöral farklılıklar olmasına rağmen, kortikal aksonların myelinizasyonunun başladığı sonucuna varmışlardır. Myelinizasyonun myelin kılıfının aksonları örtmesiyle başladığını bildirip bu durumun sinirsel iletinin artmasına ve aksonların şekillenmesine neden olduğunu saptamışlardır (102). Santral sinir sisteminde myelinizasyonun postero-anterior yönde olduğunu belirtep medulla spinalis ile truncus encephali'nin prenatal dönemde myelinizasyonunu ilk olarak tamamlayan anatomik oluşumlar olduğunu tespit etmişlerdir (7). Myelinizasyonun otuz yaşının sonuna kadar sürebileceğini rapor etmişlerdir. Bu süregelen myelinizasyonun bilgilerin sentezinde verimi arttırabileceği sonucuna varmışlardır (102).

Cerebrum'daki gelişmeye paralel olarak, kolossal aksonların myelinizasyonun arka yüzde öne doğru ilerlediğini saptayıp bu myelinizasyonun CC'un primer gelişimi olarak kabul edildiğini ileri sürmüşlerdir (41). Rakic ve Yakovlev doğum ile iki yaş arasında CC'un boyutlarının iki kat daha fazla olduğunu rapor etmişlerdir (77). Yeni doğanlarda CC'un basık, düz ve ince olduğunu, üçüncü aya geldiklerinde önemli bir kalınlaşmanın olduğunu bildirmişlerdir (8). Bu önemli kalınlaşmanın ilk önce splenium daha sonra trunkus ve rostrum'da gerçekleştiğini görmüşlerdir (56). Splenium'un homolog visual ve visual assosiasyon bölgelerinden geçen lifleri taşıırken, genu kısmının inferyor frontal ve

anteryör/inferyör parietal bölgelerden geçen transvers liflerden meydana geldiğini açıklamışlardır (30). Sensorimotor ve visual alanların yeni doğan çocuklarda çok önemli olabileceği bildirilip bu alanların binocular vision'un gelişiminde ve çeşitli vücut hareketlerinin koordinasyonunda rol oynadığını belirtmişlerdir (8,95). Prefrontal ve posteryör assosiasyon alanlarının başlangıçta çocuklarda pek önemli olmayabileceği açıklanıp bu alanların çocuklarda duyuşsal tecrübeleri ve yüksek anlama kabiliyetini gerektiren planlama gibi eylemlere yardımcı olabileceği sonucuna varmıştıır (38).

Corpus callosum'un çocukluk ve ergenlik dönemindeki gelişimi:

Corpus callosum'un gelişimine ait en önemli gelişmeler doğum ile birinci yaşın sonuna kadarki dönemde gerçekleştiğini bildirmişlerdir (43). Pujol ve arkadaşları da tam olarak gelişiminin çocukluk dönemi ile ergenlik döneminin sonuna kadar sürebileceğini ifade etmişlerdir. Bu çalışmada 90 bireyde total CC alanını ölçüp, CC'un insan yaşamının son 1/3 lük dönemine kadar total CC alanının artabileceğini belirtmişlerdir (75). Total kollosal alana ait çalışmalarda yetişkin oluncaya dek bu artışların olabileceğini teyit etmişlerdir (4,78,83). Kollosal gelişime ait kayda değer bilgiler 4-18 yaş gruplarından elde etmişlerdir (42,76). Corpus callosum'un gelişimine ait artışların ilk önce splenyum alanı ile isthmus bölgesinde görüldüğü bildirilmiştir. Genu, rostrum ve truncus corporis callosi'de yaşa bağılı olarak değişikliklerin izlenmediğini belirtmişlerdir (39). Bebeklerde CC'un ince, düz ve basık olarak görülmemesinin ciddi bir değişiklik olduğu sonucuna varmışlardır. On üç-on dokuz yaşları arasında en dikkat çekici değişikliklerin bulber bir genişleme olmaksızın splenyum ve genu çevresinde bir kalınlaşmayla şekillendiğini bildirmişlerdir. Çocuklar ile erişkinler arasındaki cinsiyet ayırımına ait ölçümleri karşılaştırmışlardır. Yeni doğanlar ile on dört yaş arasındaki kadavralar üzerinde yapılan bir çalışmada splenyum alanı ve şekline ait bilgilerin cinsiyet ile bir ilişkisinin olmadığını belirtmişlerdir (12). Bunun tersine bebeklerde total CC alanı rapor edilip cinsiyet farklılığının CC'un şekli üzerinde etkisi olduğunu ve bu durumun yeni doğan ile on dört ay arasında görüldüğünü tespit etmişlerdir (21).

Birçok araştırmacı doğumdan erişkin dönem sonuna kadar CC'un gelişimine ait sonuçları bildirmişlerdir. Nöronların hücre bölünmesinin ve göçünün doğumdan önce tamamlandığını rapor etmişlerdir (20). Postnatal anatomik reorganizasyonun

doğal olan hücre ölümleri, sinaptik kopmalar ve myelinizasyon şeklinde ortaya çıkabileceğini belirtmişlerdir. Huttenlocher fonksiyonel yolların sinaptik tanımlamaları sayesinde beynin reorganizasyonunun çocukluk ve erişkin dönemlerine kadar devam edeceğini ileri sürmüştür (50).

Yaş ve Corpus callosum:

Corpus Callosum'un şekillenmesinin ve boyutlarını almasının 30-40 yaşlarına kadar sürebileceğini rapor etmişlerdir (75). Corpus callosum'un midsagittal kesitlerinde yaş ile olan ilişkisini değerlendirmişlerdir (59). Total beyin alanı ile ilişkisi olmaksızın 12-74 yaşları arasında total corpus callosum alanında anlamlı azalmaların olduğunu ifade etmişlerdir. Corpus callosum'un bölümlerinin yaş ile olan ilişkisi ayrı ayrı incelendiğinde genu, rostrum ve CC ön yarısında anlamlı bir artışın olduğunu, CC'un geri kalan kısmında da yaş ile olan ilişkisinin paralellik gösterdiğini belirtmişlerdir (71,82,97). Bunun tersine CC arka yarısı ve arka kısmında yaş ile orantılı olarak bir azalmanın da olabileceğini tespit etmişlerdir (13).

Corpus callosum'a ait liflerin yaş ile olan ilişkisini değerlendirilmelerde yaş ile doğru orantılı olarak büyük çaplı myelinli kollosal liflerin sayısında artış tespit etmişlerdir. Bu ilişkinin küçük çaplı kollosal liflerde görülmediği de eklemişlerdir (2). Bu sonuçtan da yaş artışına bağlı olarak myelinli sinir liflerinin artabileceği hipotezini ileri sürülmüştür (105).

Yaş artışına bağlı olarak kollosal alandaki azalmalar hemisferler arası bilgi transferinin hızını azaltabileceği sonucuna varmışlardır. Kollosal aksonlardaki bu azalmaların insanların idrak etme yeteneğini azalttığını öne sürmüşlerdir (105). Bu teoriyi destekleyen bir çalışmada kollosal atrofinin visual bilgi transferini ertelediğini ve bilgi kaybına neden olduğunu ileri sürmüşlerdir (79).

Corpus callosum ön yarısındaki aksonların frontal loptaki homolog bölgeleri birbirine bağladığı belirtilmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda frontal lopta yaşa bağlı olarak değişen sulcus genişliği, hacim azalması ve nöral hücreyel değişikliklerin, orantsız bir şekilde etkilendiğini bulmuşlardır (23,89,91). Filogenetik olarak beynin yeni bölgelerinin visual ve sensorimotor bölgelerden daha fazla etkilendiğini saptamıştır (5). Buna ilaveten yaşa bağlı olarak temporal

ve occipital kortekste meydana gelen küçük değişiklikler ile kan akımında azalmaların olduğunu gözlemiştir (96).

MAGNETİK REZONANS GÖRÜNTÜLEME (MRG)

Elektrik ve magnetizim konusunda bilimsel çalışmalar 18.yüzyılın sonlarına doğru başlamıştır. Atomik çalışmalar, atomun keşfinden sonra 20.yüzyılda yapılmaya başlandı. Bu alanda çalışma yapan önemli isimler arasında; Ampere, Bahr, Coulomb, Curie, Faraday, Gauss, Hertz, Oersted, Tesla ve Weber sayılabilir. 1939 yılında, Dr. Isador Rabi ve arkadaşları nükleer magnetik rezonans (NMR) olayını araştırdılar. 1946 yılında Harvard Üniversitesinden Edward M.Purcell ve Standford Üniversitesinden Felix Bloch parafin, mum ve suyun NMR özellikleriyle ilgili yaptıkları deneysel çalışmalarla 1952 yılında Nobel ödülünü kazandılar. Sonra Raymond Damadian 1971 yılında ve Paul Lauterbur 1973'de NMR ile insan vücudunun görüntülenebileceğini gösterdiler. 1980 yılında Aberdeen tarafından görüntü elde edilmesinde iki boyutlu Fourier Transform tekniğinin kullanımı ortaya kondu. 1984 yılında ilk defa MRG'de kontrast madde, gadolinium-dietilen triamino panteasetik asit (Gd-DTPA) kullanılmaya başlandı. 1986 yılında Haase ve arkadaşları hızlı görüntüleme yöntemlerini kullandılar. 1980 yılında Ackerman ve arkadaşları yüzey koillerinin ilk uygulamasını yaptılar (58).

MR'in multiplanar özelliği ve bu yöntemle saptanan ilk lezyon 1980 yılında Hawkes ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır (92).

MR, Bilgisayarlı Tomografi (BT) gibi kesit alma temeline dayanan tomografik bir görüntüleme yöntemidir. MR aygıtında BT'ye benzer elemanlar bulunmakla birlikte, fiziksel temelleri BT'den çok farklıdır. MR incelemesinde, BT'deki gantrinin bir benzeri kullanılır, ancak bu gantri bütün hasta vücudunu alacak ölçülerdedir. Bunun yanısıra gantri içerisinde çok güçlü bir magnetik alan oluşturulur. Görüntüleme temeli, bu güçlü magnetik alan içerisine yerleştirilmiş bir organizmada gerçekleşen atomik-moleküler düzeydeki etkileşimlere dayanmaktadır (53).

Radyolojik görüntüleme yöntemlerinin çok hızla gelişmekte olduğu günümüzde, MRG tüm dünyada üzerinde en çok çalışma ve araştırmaların yapıldığı, çok hızlı bir biçimde gelişmelerin elde edildiği ve rutin radyolojik incelemeler arasında en çok ilgi çeken yöntemdir. MRG, yumuşak doku kontrastı en yüksek görüntüleme yöntemidir. Bu teknikle patolojik dokular çok kolaylıkla saptanabilir, yani yöntemin sensitivitesi çok yüksektir. Tekniğin bu yüksek sensitivitesi yanında spesifitesi bu derece yüksek değildir. Bazı durumlarda birçok

patolojik dokunun sinyal özellikleri birbirine benzeyebilir. Görüntüleme yöntemi olarak kullanılan diğer tekniklerden farklı olarak, hastanın pozisyonu değiştirilmeden kesit planı değiştirilebilmekte ve her planda kesit alınabilmektedir. Buna multiplanar görüntüleme denir. Diğer inceleme yöntemlerinde istenen planda görüntü alabilmek için hastanın istenen pozisyonda olması gerekmektedir. MRG bize lezyonun üç boyutlu lokalizasyonu açısından değerli bilgiler verir ve hastanın inceleme sırasındaki rahatsızlığını önlemektedir. Bu sistemde iyonizan radyasyon kullanılmaz. Birtakım üst limitlere uyulduğunda, bugüne kadar hiçbir zararlı biyolojik etkisi bulunmamıştır. Bu özelliği nedeniyle hastada defalarca tekrarlanabilme avantajına sahiptir. MRG kesitsel anatomik görüntülerde vasküler yapılarıdaki akım dinamikleri hakkında bilgiler verir ve kontrast madde kullanılmadan, sadece vasküler yapıları görüntüleyebilme olanağı sağlar (MR Anjiyografi). Yöntemin diğer önemli bir özelliği, bugün rutin klinik kullanıma girmemiş olan spektroskopisidir. Bu yöntem ile dokulardaki metabolik prosesleri inceleyebilmek ve biyokimyasal analizleri yapmak olanaklıdır. Yöntemin kendine özgü birtakım artefaktları olmakla beraber diğer görüntüleme yöntemlerinde bulunan bazı artefaktlar (BT'de kemik-hava artefaktı gibi) bu yöntemde görülmez. Bu nedenle diğer teknikler ile iyi görüntülenemeyen pek çok anatomik bölge ve yapının değerlendirilmesi mümkündür. Özellikle posterior fossa ve medulla spinalis incelemelerinde temel inceleme yöntemi olarak kullanılmaktadır (58).

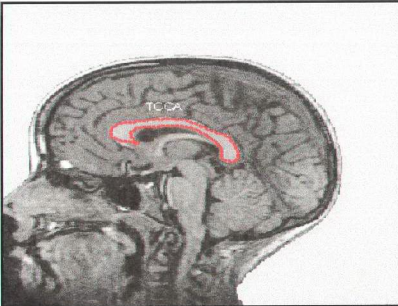
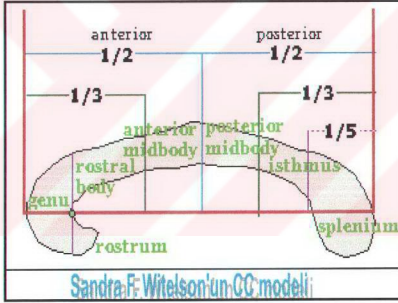
GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada, çoğunluğunu tıp fakültesi öğrencilerinin oluşturduğu herhangi bir nörolojik rahatsızlığı olmayan öğrenci ve yakınlarından oluşan toplam 80 bireyin corpus callosum'u cinsiyet, yaş ve el kullanım faktörü dikkate alınarak MR ile değerlendirilmiştir. İncelemeler spin eko sekanslarıyla elde edilen T1 ağırlıklı görüntülerle (T1A, TR/TE=570/15 ms), cranial midsagittal kesitlerde yapıldı. Olguların tümü, 1 Tesla (T) gücünde SIEMENS EXPERT MR (FA=90, Thickness=5mm, Fov=230, Matrix=192x256, Acq=2) sistemi ile görüntüledi. Toplam 80 öğrencinin yarısı sol elini kullanan grup (16-32 yaş; 28 erkek, 12 bayan), diğer yarısı ise sağ elini kullanan grup (14-27 yaş; 30 erkek, 10 bayan) oluşturmaktadır.

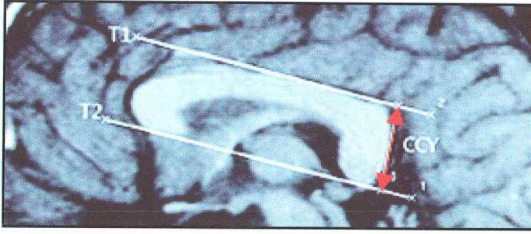
Corpus callosum ile ilgili çalışmamızda el kullanımı tayini, bireye hangi eli ile yazı yazdığı sorularak tespit edildi. Corpus callosum'u subgruplarına ayırırken **Sandra F. Witelson'un** belirlemiş olduğu parametreler kriter alınıp ölçümler yapıldı. Corpus callosum uzunluğu (CCU), genu alanının en uç ön noktası B ile splenyum alanının en uç arka noktası B1 arasındaki mesafe (Resim 3). Corpus callosum yüksekliği (CCY), corpus callosum'un üst ve alt noktalarından teğet geçirilen birbirine paralel iki transvers düzlem (T1 ve T2) arasındaki mesafe (Resim 2). Midsagittal corpus callosum yüksekliği (MCCY), corpus callosum uzunluğunun tam orta noktasından dik bir açıyla geçirilen vertikal eksenin corpus callosum'u kestiği noktalar (M-M1) arasındaki mesafe (Resim 3). Splenyum genişliği (SG), corpus callosum uzunluğunun splenyum kestiği noktalar olan G1 ve B1 arasındaki mesafe (Resim 4).

Splenyum uzunluğu (SU) ise splenyumun en üst ve en alt noktaları olan S ve S1 arasındaki mesafe olarak değerlendirilip ölçümler yapıldı (Resim 4). Corpus callosum yedi vertikal eksen ile subgruplara bölünerek alan ölçümleri yapıldı. Bu vertikal eksenler corpus callosum uzunluğuna dik geçecek şekilde geçirildi. Önden arkaya doğru sırasıyla birincisi genu alanının en uç ön noktasından teğet geçirilen, ikincisi genu alanının arka kıvrımından, üçüncüsü genu alanının en uç ön noktasından corpus callosum uzunluğunun ön 1/3 ü uzaklığındaki noktadan, dördüncüsü corpus callosum uzunluğunun tam orta noktasından, beşincisi splenyum alanının en uç arka noktasından corpus callosum uzunluğunun arka 1/3

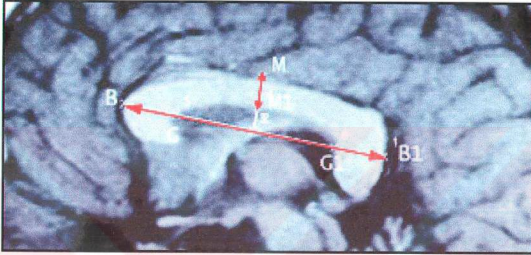
ü uzaklığındaki noktadan, altıncısı splenium alanının en uç arka noktasından corpus callosum uzunluğunun arka 1/5 i uzaklığındaki noktadan ve yedincisi ise splenium alanının en uç arka noktasından teğet geçen eksen olarak belirlendi. Corpus callosum'un subgruplarına ait alanlar değerlendirilmeden önce total corpus callosum alanı (TCCA), erişkin bireylerde cinsiyet ve el kullanım faktörü dikkate alınarak Student-t testi ile istatistiği yapıldı (Resim 1). Corpus callosum subgruplarına ait alanlar yedi vertikal eksen arasında önden arkaya doğru sırasıyla A1 rostrum alanı, A2 genu alanı, A3 rostrum gövde alanı, A4 anterior corpus callosum gövde alanı olarak belirlendi (Resim 5). A5 posterior corpus callosum gövde alanı, A6 isthmus alanı ve A7 splenium alanı olarak değerlendirildi (Resim 6). Bu alanlar ile corpus callosum uzunluklarına ait değerler erişkin bireylerde cinsiyet ve el kullanım faktörü dikkate alınarak Student- t testi ile istatistiksel olarak yorumlandı.



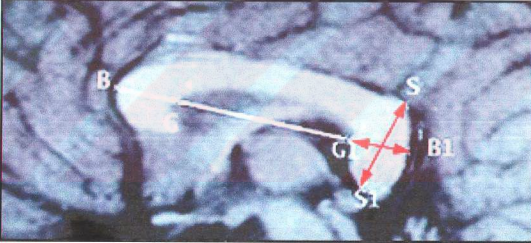
Resim 1. Total corpus callosum alanı (TCCA)



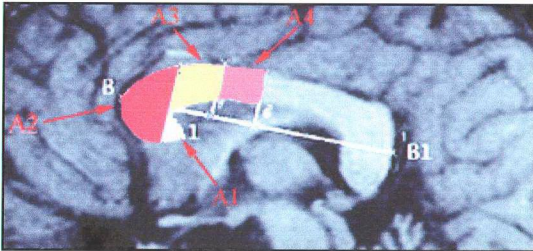
Resim 2. Corpus callosum yüksekliği (CCY)



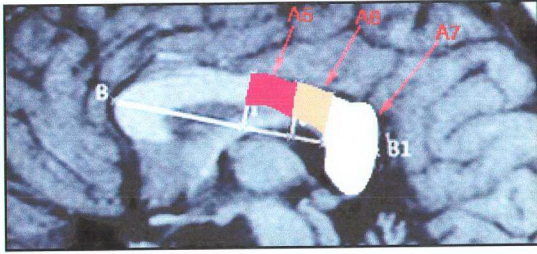
Resim 3. MCCY (M-M1) ve corpus callosum uzunluğu (B-B1)



Resim 4. Splenium genişliği (G1-B1) ve splenium uzunluğu (S-S1)



Resim 5. A1, A2, A3, A4 alanları



Resim 6. A5, A6, A7 alanları

BULGULAR

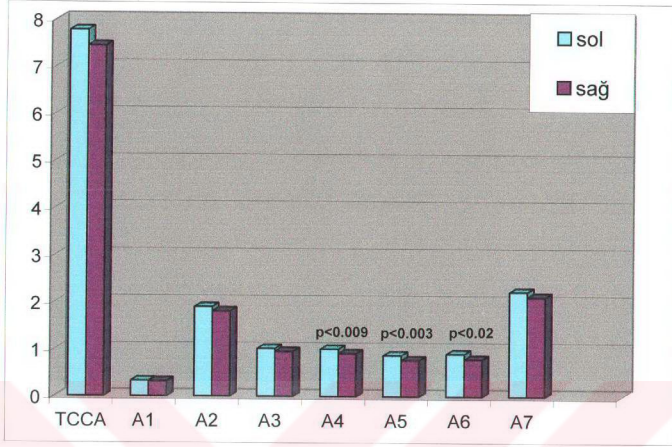
Çalışmamızda sol elini kullanan gruba ait ortalama uzunluk değerlerini sağ elini kullanan gruba göre daha büyük bulmamıza rağmen farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettik ($p>0.05$) (Tablo 1). El kullanımına bakılmaksızın ortalama uzunluk değerlerine baktığımız zaman splenium genişliği dışında erkeklerde tüm uzunluk parametrelerinin bayanlara göre daha büyük olduğunu fakat bu farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını gördük ($p>0.05$) (Tablo 8).

Alan ölçümlerinde ise, sol elini kullanan grup ile sağ elini kullanan grup arasında bütün parametreler student-t testi ile değerlendirildiğinde anterior corpus callosum gövde alanı ($t=2.70,df=78,p<0.009$), posterior corpus callosum gövde alanı ($t=3.08,df=78,p<0.003$) ve isthmus alanının ($t=2.46,df=78,p<0.02$) solaklarda daha büyük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edildi (Tablo 2,Grafik 1). Diğer alan parametreleri incelendiğinde sol elini kullanan gruba ait tüm verilerin ortalamasının sağ elini kullanan gruba göre daha büyük olmasına rağmen farkların istatistiksel olarak anlamlı olmadığı görüldü ($P>0,05$) (Tablo 1,Grafik 1).

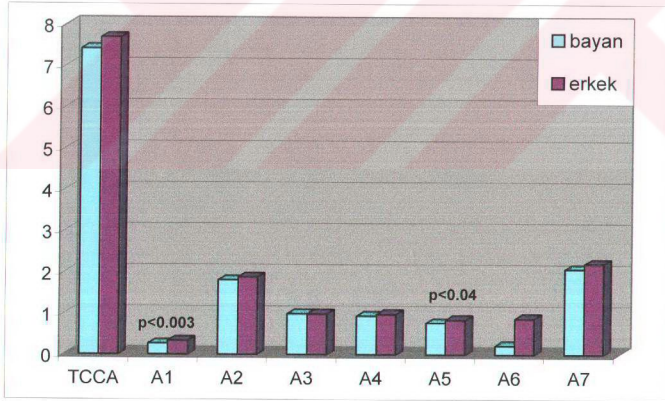
Sol elini kullanan grup içinde cinsiyet faktörü student-t testi ile değerlendirilerek bayanlar ile erkekler arasında corpus callosum'un bütün alan parametrelerinde istatistiksel olarak önemli bir farkın olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Tablo 3). Sağ elini kullanan bayanlar ile erkekler arasında rostrum alanı ($t=-3.44, df=14, p<0.001$) ile isthmus alanının ($t=-2.22,df=17,p<0.04$) erkeklerde daha büyük olduğu saptandı ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür (Tablo 4, Grafik 3).

Sol elini kullanan bayanlar ile sağ elini kullanan bayanlar arasında alan parametreleri student-t testi ile değerlendirildiğinde istatistiksel olarak değerlerin anlamlı olmadığı görüldü ($p>0.05$) (Tablo 5). Aynı şekilde sol elini kullanan erkekler ile sağ elini kullanan erkekler arasındaki alan parametreleri incelendiğinde anterior corpus callosum alanı ($t=2.14,df=56, p<0.04$) ile posterior corpus callosum alanının ($t=2.66,df=56,p<0.01$) sol elini kullanan erkeklerde daha büyük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit ettik (Tablo 6,Grafik 4).

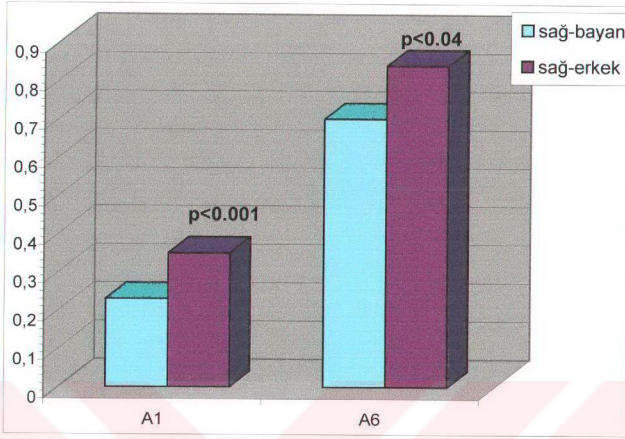
El kullanımına bakılmaksızın erkekler ile bayanlar arasındaki corpus callosum'un tüm alan parametreleri student-t testi ile değerlendirildi. Erkeklerde rostrum alanı ($t=-2.82, df=32, p<0.003$) ile posterior corpus callosum gövde alanının ($t=-2.11, df=41, p<0.04$) daha büyük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü (Tablo7, Grafik 2).



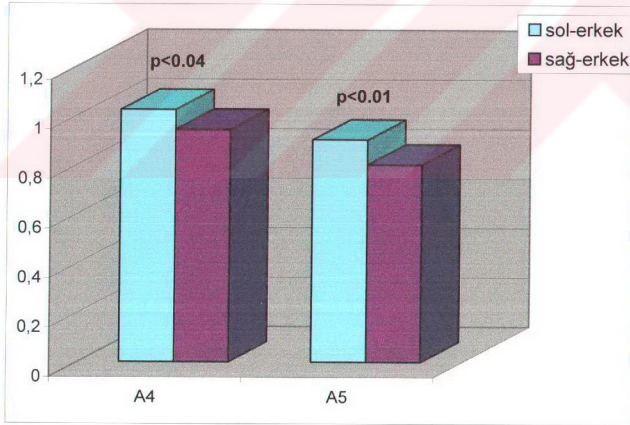
Grafik 1. Sol elini kullanan grup ile sağ elini kullanan gruba ait alan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel karşılaştırılması



Grafik 2. El kullanımına bakılmaksızın bayan ve erkeklere ait alan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel karşılaştırılması



Grafik 3. Sağ elini kullanan bayanlar ile sağ elini kullanan erkeklere ait rostrum ve isthmus alan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel karşılaştırılması



Grafik 4. Sol elini kullanan erkekler ile sağ elini kullanan erkeklere ait anterior ve posterior corpus callosum gövde alan ortalamaları arasındaki farkın istatistiksel karşılaştırılması

Tablo 1. Sol elini kullanan grup (40) ile sağ elini kullanan gruba (40) ait minimum, maksimum ve ortalama değerler

	SOLAKLAR			SAĞLAKLAR		
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
YAŞ (yıl)	16	32	21.48±2.80	14	17	19.52±0.44
CCU (cm)	6.20	8.00	7.05±0.41	6.01	8.00	7.04±0.50
CCY (cm)	2.20	3.20	2.62±0.24	2.10	3.50	2.57±0.28
MCCY (cm)	0.50	0.90	0.70±0.08	0.50	0.90	0.68±0.10
SG (cm)	0.90	1.60	1.29±0.16	1.00	1.50	1.25±0.16
SU (cm)	1.20	2.20	1.45±0.19	1.00	2.00	1.44±0.21
TCCA (cm ²)	6.00	9.50	7.78±0.95	5.20	10.20	7.45±1.02
A1 (cm ²)	0.10	0.60	0.33±0.09	0.10	0.50	0.31±0.10
A2 (cm ²)	1.30	2.70	1.91±0.31	1.10	2.70	1.81±0.33
A3 (cm ²)	0.60	1.40	1.02±0.18	0.60	1.60	0.96±0.19
A4 (cm ²)	0.60	1.30	1.01±0.15	0.50	1.20	0.92±0.15
A5 (cm ²)	0.60	1.30	0.88±0.14	0.50	1.10	0.78±0.13
A6 (cm ²)	0.50	1.30	0.91±0.20	0.40	1.20	0.80±0.19
A7 (cm ²)	1.70	3,50	2.23±0.35	1.50	3.20	2.12±0.37

Tablo 2. Sol elini kullanan grup (40) ile sağ elini kullanan grup (40) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	SOL EL		SAĞ EL		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	0.00	78	0.00	75	1.00
CCY (cm)	0.93	78	0.93	76	0.35
MCCY (cm)	1.18	78	1.18	75	0.24
SG (cm)	1.25	78	1.25	78	0.21
SU (cm)	0.17	78	0.17	77	0.87
TCCA (cm ²)	1.46	78	1.46	78	0.15
A1 (cm ²)	0,69	78	0.69	78	0.50
A2 (cm ²)	1.43	78	1.43	78	0.16
A3 (cm ²)	1.50	78	1.45	78	0.15
A4 (cm ²)	2.70	78	2.70	78	0.009*
A5 (cm ²)	3.08	78	3.08	78	0.003*
A6 (cm ²)	2.46	78	2.46	77	0.02*
A7 (cm ²)	1.28	78	1.28	78	0.21

(*) P<0.05 İstatistiksel olarak anlamlı.

Tablo 3. Sol elini kullanan bayanlar (12) ile sol elini kullanan erkekler (28) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	SOL-BAYAN		SOL-ERKEK		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	0.11	38	0.11	20	0.92
CCY (cm)	-0.24	38	-0.25	23	0.81
MCCY (cm)	0.00	38	0.00	32	1.00
SG (cm)	1.10	38	1.13	22	0.27
SU (cm)	-0.54	38	-0.55	22	0.59
TCCA (cm ²)	0.18	38	0.16	17	0.86
A1 (cm ²)	-1.06	38	-0.98	18	0.30
A2 (cm ²)	-0.27	38	-0.24	16	0.79
A3 (cm ²)	0.86	38	0.99	28	0.34
A4 (cm ²)	-0.57	38	-0.62	25	0.54
A5 (cm ²)	-1.54	38	-1.53	21	0.13
A6 (cm ²)	-0.70	38	-0.66	18	0.49
A7 (cm ²)	-0.68	38	-0.72	24	0.48

Tablo 4. Sağ elini kullanan bayanlar (10) ile sağ elini kullanan erkekler (30) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	SAĞ-BAYAN		SAĞ-ERKEK		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	-2.02	38	-2.07	160	0.05
CCY (cm)	-0.87	38	-0.91	17	0.37
MCCY (cm)	0.18	38	0.17	14	0.86
SG (cm)	-0.58	38	-0.57	15	0.57
SU (cm)	-0.39	38	-0.43	19	0.67
TCCA (cm ²)	-1.86	38	-2.03	18	0.06
A1 (cm ²)	-3.62	38	-3.44	14	0.001*
A2 (cm ²)	-1.00	38	-0.87	13	0.32
A3 (cm ²)	-0.98	38	-0.93	14	0.33
A4 (cm ²)	-1.05	38	-0.99	14	0.30
A5 (cm ²)	-1.78	38	-2.04	20	0.06
A6 (cm ²)	-2.10	38	-2.22	17	0.04*
A7 (cm ²)	-1.44	38	-1.60	19	0.13

(*) P<0.05 İstatistiksel olarak anlamlı.

Tablo 5. Sol elini kullanan bayanlar (12) ile sağ elini kullanan bayanlar (10) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	SOL-BAYAN		SAĞ-BAYAN		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	1.43	20	1.43	19	0.17
CCY (cm)	1.04	20	1.02	18	0.32
MCCY (cm)	0.53	20	0.50	13	0.62
SG (cm)	1.67	20	1.66	19	0.11
SU (cm)	0.06	20	0.06	19	0.95
TCCA (cm ²)	1.99	20	2.04	20	0.06
A1 (cm ²)	1.79	20	1.81	20	0.09
A2 (cm ²)	1.02	20	1.02	19	0.32
A3 (cm ²)	2.00	20	1.94	16	0.07
A4 (cm ²)	1.79	20	1.75	17	0.10
A5 (cm ²)	1.94	20	2.00	20	0.07
A6 (cm ²)	2.01	20	2.08	20	0.06
A7 (cm ²)	1.40	20	1.40	20	0.18

Tablo 6. Sol elini kullanan erkekler (28) ile sağ elini kullanan erkekler (30) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	SOL-ERKEK		SAĞ-ERKEK		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	-0.79	56	-0.79	55	0.43
CCY (cm)	0.54	56	0.54	56	0.59
MCCY (cm)	1.04	56	1.04	56	0.31
SG (cm)	0.43	56	0.43	55	0.67
SU (cm)	0.19	56	0.20	56	0.85
TCCA (cm ²)	0.54	56	0.55	56	0.59
A1 (cm ²)	-0.17	56	-0.17	56	0.87
A2 (cm ²)	1.06	56	1.06	56	0.29
A3 (cm ²)	0.54	56	0.54	55	0.59
A4 (cm ²)	2.14	56	2.13	54	0.04*
A5 (cm ²)	2.66	56	2.66	55	0.01*
A6 (cm ²)	1.78	56	1.77	55	0.08
A7 (cm ²)	0.81	56	0.81	56	0.42

(*) P<0.05 İstatistiksel olarak anlamlı

Tablo 7. El kullanımına bakılmaksızın bayanlar (22) ile erkekler (58) arasındaki parametrelerin student-t testi ile karşılaştırılması

	BAYANLAR		ERKEKLER		p
	t	df	t	df	
CCU (cm)	-1.40	78	-1.38	37	0.17
CCY (cm)	-0.75	78	-0.79	42	0.44
MCCY (cm)	0.20	78	0.21	43	0.84
SG (cm)	0.49	78	0.48	37	0.63
SU (cm)	-0.65	78	-0.69	44	0.49
TCCA (cm ²)	-1.06	78	-0.10	34	0.29
A1 (cm ²)	-3.11	78	-2.82	32	0.003*
A2 (cm ²)	-0.81	78	-0.71	30	0.42
A3 (cm ²)	0.03	78	0.03	38	0.98
A4 (cm ²)	-0.95	78	-0.95	38	0.35
A5 (cm ²)	-2.04	78	-2.11	41	0.04*
A6 (cm ²)	-1.68	78	-1.59	34	0.09
A7 (cm ²)	-1.41	78	-1.51	44	0.14

(*) P<0.05 İstatistiksel olarak anlamlı

Tablo 8. El kullanımına bakılmaksızın bayanlar (22) ile erkeklere (58) ait minimum, maksimum ve ortalama değerler

	BAYANLAR			ERKEKLER		
	Minimum	Maksimum	Ortalama	Minimum	Maksimum	Ortalama
YAŞ (yıl)	16	27	2.08±0.44	14	32	20.83±0.39
CCU (cm)	6.40	8.00	6.93±0.46	6.10	8.00	7.09±0.45
CCY (cm)	2.20	3.00	2.56±0.24	2.10	3.50	2.61±0.27
MCCY (cm)	0.50	0.90	0.69±0.08	0.50	0.90	0.69±0.09
SG (cm)	1.00	1.60	1.28±0.17	0.90	1.60	1.26±0.16
SU (cm)	1.10	1.80	1.42±0.18	1.00	2.20	1.46±0.21
TCCA (cm ²)	6.00	9.50	7.42±1.09	5.20	10.20	7.69±0.96
A1 (cm ²)	0.10	0.50	0.27±0.11	0.20	0.60	0.34±0.08
A2 (cm ²)	1.30	2.70	1.81±0.39	1.10	2.70	1.88±0.29
A3 (cm ²)	0.70	1.30	0.99±0.18	0.60	1.60	0.99±0.19
A4 (cm ²)	0.70	1.20	0.94±0.15	0.50	1.30	0.98±0.16
A5 (cm ²)	0.50	1.10	0.77±0.13	0.50	1.30	0.85±0.15
A6 (cm ²)	0.50	1.20	0.80±0.22	0.40	1.30	0.88±0.19
A7 (cm ²)	1.50	2.70	2.08±0.32	1.50	3.50	2.21±0.37

TARTIŞMA

Corpus callosum'un yapısı ve bölümlerine ait nöroanatomik analizler nörolojik rahatsızlıkların temelinde önemli bir yer tutmaktadır. Ne yazık ki beyindeki bir çok varyasyonu görüntülemek için strateji dizayn etmek ve bu varyasyonları saptayıp anormal yapılar içinde sınıflandırmak çok zordur. Bunun aksine bu nörolojik rahatsızlıkların CC'un bölümlerinin farklılığı ile ilişkili olup olmadığına ait bir soru vardır. Aynı populasyonda normal varyantı anormitelerden ayırt etmek için kompleks matematiksel işlemlere ihtiyaç olduğunu belirtmişlerdir (45,63). Cinsiyete bağlı olarak CC yapısındaki spesifik farklılıklar, el kullanım dominantlığı, IQ, müziğe karşı yetenek, monozigotik ve dizigotik ikizleri karşılaştıran çalışmalar yapılmıştır (31,55,69,84,87,99).

Gestasyonun 35. haftasından postnatal yaşamın 1. ayının sonuna kadar devam eden sürede kollosal aksonlarda büyük kayıpların olabileceğini ileri sürmüşlerdir (21,60). Bu akson kaybının erişkin bireylerdeki kollosal bağlantıları sınırladığı düşünülmektedir. Erişkin bireylerde genu alanının (ön 1/3 lük kısım) prefrontal kortikal merkezleri, gövdesinin (orta 1/3 lük kısım) motor, somatosensorial ve iştirme merkezlerini, splenium alanının ise (arka 1/5 lik kısım) temporal, parietal ve occipital (visual) lifleri taşıdığı belirtilmiştir. Perisyilvian liflerin superior temporal ve parietal korteksteki bilgileri konuşma ve assosiasyon merkezlerine taşıyıp özellikle isthmus alanının içinden geçtiğini rapor etmiştir (51). Witelson ve arkadaşları da posterior CC gövde alanın somastatik ve posterior parietal alanları birbirine bağladığını ileri sürmüşlerdir (70,85). Posterior parietal bölgenin duyu yolu ile algılanan fonksiyonların asimetric reprezentasyonunu sağladığı ifade edilmiştir (31). Diğer çalışmalara paralel olarak Isthmus alanının posterior superior temporal alanları birbirine bağladığı belirtip, isthmus alanının korteksin posterior lisan alanı olduğu da eklemiştir (98).

Birbirini takip eden üç çalışmada erişkin kadavralarda cinsiyet farklılığı ile CC arasında bir ilişkinin olduğunu doğrulayacak esas bir bulguya rastlayamamışlardır (15,35,66). Clarke ve arkadaşları gestasyonun 20.-22. haftaları arasında yaptıkları bir çalışmada bayanların splenium'da büyük bir kırılmayı rapor etmelerine rağmen, MR görüntülerinde bu kırılmayı görüntülemeyi başaramamışlardır. Bunun yanı sıra erişkin bayan kadavraların splenium'unda

büyük bir bulberlik indeksini rapor etmişlerdir. Bu bulberlik ölçümleri $\{T_{max}-T_{min}/T_{min}$, (T_{max} :splenium kalınlığı, T_{min} :pre-splenium kalınlığı)} splenium kalınlığı ile pre-splenium kalınlığı karşılaştırılarak hesaplamışlardır (21). Kertsz ve arkadaşları da 104 normal bireyde (52 solak, 52 sağlak) corpus callosum' un alanını MR ile değerlendirmişlerdir. El kullanımı ve cinsiyete bağlı olarak kollosal alanda anlamlı bir farkın olmadığı rapor edilmiştir. Kollosal alanların hem horizontal hem de sagittal beyin alanlarıyla bir korelasyon göstermediğini saptamışlardır. El kullanımı ve cinsiyete bakmaksızın sağ elini kullananların %85 inde, sol elini kullananların ise %78 inde splenium alanı daha büyük bulunduğunu belirtmişlerdir. Vakaların yalnızca %56 sında splenium alanının bulber bir şekle sahip olduğunu görmüşlerdir (54).

De Lacoste ve arkadaşlarının kadavralar üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada (9 erkek, 5 bayan) erkek kadavraların total beyin ağırlıkları bayanlardan daha ağır olmasına rağmen bayanların splenium alanının daha büyük olduğunu tespit etmişlerdir. Total kollosal alanda bir farklılık görememişlerdir (31). Yine kadavralar üzerinde yapılan bir çalışmada bayanların total kollosal alan ve maksimum splenium genişliğinin daha büyük olduğunu rapor etmişlerdir (49).

Yaş ve cinsiyetin birbiri üzerine olan etkilerini araştıran farklı çalışmalar yapılmıştır (98,100). Witelson ve arkadaşları kadavralar üzerinde yaptıkları bir çalışmada erkeklerde yaşa bağlı olarak total kollosal alanın azaldığını bayanlarda ise bu durumun görülmediğini belirtmişlerdir (98). Burke ve Yeo erkeklerde buna benzer bir çalışmada yaşa bağlı olarak kollosal alanın azaldığını teyit etmişlerdir (18).

Byne ve arkadaşları cinsiyete bağlı olarak kollosal alandaki değişiklikleri karşılaştırıp, yaşa bağlı olarak görülebilecek değişiklikleri değerlendirmemişlerdir (19). Bu çalışmaya benzer bir tarzda fakat geniş bir yaş grubu Beaton tarafından değerlendirilmiştir (10). Yaşa bağlı olarak CC'un embriyolojisi ve gelişimi ile ilgili çalışmalardaki bulgular bilim adamları arasındaki görüş farklılığını ortaya koymuş ve CC'un gestasyonel veya kronolojik yaşının CC'un gelişiminde güvenilir bir bilgi olarak alınamayacağını ileri sürmüşlerdir. Fakat uzun periyotlu pediatrik çalışmalarda anlamlı sonuçlar alındığını belirtmişlerdir (4,90).

Beynin spesifik yapılanmasında var olan boyutsal farklılıkların, tüm beyin dokusu içinde önemsiz sayılabilecek bir farklılık mı yoksa cinsiyet, el kullanımı veya hastalıklara bağlı olarak mı farklılaşmanın geliştiğini saptamanın çok önemli olduğunu araştırmışlardır. Corpus callosum ile ilgili yapılan ilk çalışmalarda total kollosal alan yüzdesinin beyin boyutlarına ait bir ölçüm olarak verildiğini ifade etmişlerdir. Midsagittal cerebral alanın özellikle nörolojik çalışmalarda, ağırlık ölçümlerinin ise kadavralar üzerinde yapılan çalışmalarda kullanıldığını belirtmişlerdir. Beyin ağırlığının total kollosal alan ile ilişkisi olması nedeniyle yapılan çalışmalarda CC ile total beyin ağırlığı arasındaki hataların düzeltildiğini söylemişlerdir. Bu düzeltmelere rağmen beyin ağırlığı ikiye bölündüğü halde kollosal alan/beyin ağırlığı oranı yüksek oranda beyin ağırlığı ile ilişkili bulunduğu rapor etmişlerdir (14).

Witelson her iki elini kullanan insanlar ile sol elini kullanan insanların midsagittal corpus callosum alanının daha büyük bulunduğunu belirtmiştir. Burdan yola çıkarak hemisferler arası bilgi transferinin sol elini kullanan insanlarda daha büyük olduğu hipotezini ileri sürmüştür (99). Yapılan fizyolojik çalışmalarda motor ve duysal alanların sol elini kullananlarda daha iyi sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir (72). Sol elini kullanan insanların okuma-yazma ve konuşma merkezlerini ihtiva eden sağ beyin hemisferinin, sağ elini kullanan insanlara göre atipik olduğu belirtmişlerdir (17).

Bizde çalışmamızda sol elini kullanan bireylerin total CC alan ortalamalarını ($7.78 \pm 0.95 \text{ cm}^2$), sağ elini kullananlara göre ($7.45 \pm 1.02 \text{ cm}^2$) daha büyük bulmamıza rağmen sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olmadığını gördük ($p > 0.05$).

Witelson ve arkadaşları erkeklerde düşük testosteron seviyesinin akson eliminasyonunu azalttığı, isthmus ve temporoparietal yapılarda bir büyümenin görüldüğünü, sol el kullanımının arttığı kanısına varmışlardır. Ayrıca sol elini kullanan bireylerin daha büyük bir isthmus alanına sahip olduğunu bildirmişlerdir (100). Moffat ve arkadaşları da testosteronun corpus callosum'un gelişiminde önemli bir yer tuttuğunu belirtmişlerdir. Corpus callosum'un posterior segmentleri ile testosteron seviyesi arasında anlamlı bir korelasyon olduğunu rapor etmişlerdir (64).

Biz çalışmamızda sol elini kullanan bireylerin isthmus alanının daha büyük olduğunu tespit edip bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu tespit ettik. Çalışmamızda isthmus alanı dışında sol elini kullanan grubun anterior corpus callosum alanı ile posterior corpus callosum alanının sağ elini kullanan gruba göre daha büyük olduğunu saptadık ve iki grup arasındaki farkın anlamlı olduğunu gözledik.

Witelson el kullanımı çok yönlü varyans analizi ile değerlendirildiğinde sol elini kullananların, sağ elini kullananlara göre daha büyük bir corpus callosum'a sahip olduğunu belirtmiştir. Gruplar arası farkın 50mm^2 (%7) olduğunu da eklemiştir. Cinsiyet ve el kullanımı arasındaki ilişkinin anlamlı olmadığı da rapor edilmiştir. Yine bu çalışmada total corpus callosum alanını bütün gruplarda beyin ağırlığı ile olan ilişkisi anlamlı bulunmuştur. Isthmus ve posterior corpus callosum alanları hariç geriye kalan bütün alanların total corpus callosum ile olan ilişkisini anlamlı bulmuştur. Isthmus ve posterior corpus callosum alanlarının daha çok el kullanımı ile ilgili olduklarını belirtmiştir (98). Cowell ve arkadaşları da yaptıkları bir çalışmada cinsiyet ve yaş arasında bir ilişkinin olup olmadığını CC' un midsagittal kesitlerinde CC alanı, uzunluğu ve genişliği tespit edilmiş özellikle bu ölçümlerde CC genişliği primer kriter olarak alınıp yaş gruplarına göre değerlendirmişlerdir. Bu yaş gruplarından 3-18, 22-39 ve 95-99 yaşları arasındakilerde yaş ile cinsiyet arasında anlamlı bir ilişki saptamışlardır. Bayanlarda bu üç grupta da maksimum genişlik alamamışlardır. Maksimum genişliğin bayanlarda 41-50 yaşları arasında görülüp, 20 yaşında pik yaptıktan sonra tekrar azaldığını rapor etmişlerdir (24). Bizim çalışmamızda ise sol elini kullanan grubun total corpus callosum alan ortalamaları sağ elini kullanan gruba göre daha büyük olmasına rağmen iki grup arasında istatistiksel olarak önemli bir fark bulunamamıştır. Sonuçlarımıza göre isthmus, anterior ve posterior corpus callosum alanlarının sol elini kullanan bireylerde daha büyük çıkması gerçekten bu alanların el kullanımı ile olan ilişkisini gösterip, posterior corpus callosum alanı dışında Witelson'un sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Fitch ve arkadaşları ratlar üzerindeki yaptıkları bir çalışmada cinsiyet hormonlarının corpus callosum morfolojisi üzerinde yaptıkları etkileri araştırmışlardır. Dişi ratlara 8., 12. ve 16. günlerde ovarektomi yapıldıktan sonra

testosteron enjeksiyonu yapıp kontrol grubu ile karşılaştırmışlardır. Ratlar üzerindeki ölçümler postnatal dönemin 110. gününde projeksiyon mikroskobu ile değerlendirilmiştir. Değerlendirme yapılırken beyin ağırlığına, total CC alanına ve CC'un 99 farklı genişliğine bakılmıştır. Sonuç olarak ovarektomi yapılan ratların W1-5, W6-17, W24-38 alanları, beyin ağırlığı ve total CC alanının daha büyük olduğunu ifade etmişlerdir. Testosteronun etkilerine bakıldığında yalnızca 8. günde enjeksiyon yapılan grubun vücut ağırlığının kontrol grubuna göre daha büyük olduğunu ifade etmişlerdir (40).

De Lacoste ve arkadaşları gestasyonun 26.-41. haftaları arasında fetal corpus callosum midsagittal kesitlerinin fotoğraflarını çektikten sonra bu fotoğraflardan CC alanı, genu genişliği, truncus genişliği ve splenium genişlikleri ölçülmüştür. Gestasyonun 26. haftasında bayanlarda splenium genişliği anlamlı derecede farklı bulunmuştur. Total corpus callosum alanını bayanlarda erkeklere oranla daha büyük olmasına rağmen bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Bu sonuçlardan yola çıkarak gonadal steroidlerin ve genetik faktörlerin nöral yapıların farklılaşmasında fetal dönemde önemli bir rolü olduğunu ileri sürmüşlerdir (29).

Witelson midsagittal total corpus callosum alanının 450-906 mm² arasında değiştiğini belirtmiştir (98). Buna benzer sonuçlar diğer çalışmalarda da verilmiştir. Bean 3.68-9.13 cm², Molababic 4.28-9.36 cm², Demeter 4.39-9.03 cm², Okamoto 5.63-9.02 cm², Davatzikos erkeklerde 5.90.5±9.31 cm², bayanlarda 5.16±5.58 cm² arasında farklı değerler verilmiştir (11,27,28,36,65,67). Bizim bulgularımız bayanlarda ortalama değer 7.42±10.9 cm², erkeklerde ise 7.69±9.60 cm² arasında değişebileceğini yönündedir. Biz de araştırmamızda total corpus callosum alanını bütün gruplar dahil olmak üzere 5.20-10.20 cm² arasında değişebileceğini tespit ettik. Çalışmamızda 10.20 cm² olan maksimum değerimizin diğer çalışmalara göre en yüksek veri olmasıydı.

Allen ve arkadaşları 100 normal bireyde CC' un morfolojisindeki cinsiyet farklılıklarına bakmışlardır. Total CC alanını yetişkin erkeklerde ve erkek çocuklarda daha büyük bulmuşlardır. Total CC alanı bayanlarda 4.31-8.97 cm², erkeklerde 4.70-9.47 cm² arasında değişebileceğini belirtmişlerdir. Çocuklarda CC yaş artışına bağlı olarak anlamlı değişiklikler gösterdiği, CC ön yarısının erkek

çocuklarda daha hızlı geliştiğini görmüşlerdir. Yetişkinlerde CC arka yarısının yaş artışına bağlı olarak değişiklik göstermediğini belirtip CC ön yarısından geçen liflerin alanında anlamlı azalmaların olduğunu bildirmişlerdir. Splenium alanının bayanlarda erkeklere göre daha bulber bir yapıda olduğunu rapor etmişlerdir (4). Bizim çalışmamızda total corpus callosum alanları bayanların 6.00-9.50 cm² , erkeklerin 5.20-10.20 cm² arasında olduğunu saptadık (Tablo 8).

Yoshi ve arkadaşları yaptıkları postmortem bir çalışmada total CC alanını ortalama 6.81±1.18 cm² bulup, yaş ile splenium ve CC arka yarısı arasında bir korelasyon olmadığını ifade etmişlerdir. Corpus callosum ön yarısında anlamlı olmamakla beraber yaş artışına bağlı olarak bir azalmanın olduğunu belirtmişlerdir. Cinsiyete bağlı olarak corpus callosum morfolojisinde herhangi bir farklılık olmadığını bildirmişlerdir. Alzheimerli hastalarda CC alanının daha küçük olduğunu saptamışlardır (104).

Pujol ve arkadaşları patolojisi olmayan 90 bireyde iki yıl ara ile cranial midsagittal kesitlerde total corpus callosum alanını MR ile değerlendirmişlerdir. 11-19 yaşları arasında 14 bireyin ilk taramasında total CC alanı 535±93 mm², ikinci taramada 591±106 mm² (24.7±5.0); 20-29 yaşları arasında 45 bireyin ilk taramasında 573±101 mm², ikinci taramada 602±100 mm² (29±47); 30-61 yaşları arasında 31 bireyin ilk taramasında 616±90 mm², ikinci taramada 613±86 mm² (3±40) bulmuşlardır (75).

Pandya ve arkadaşları, Broca'nın motor konuşma merkezlerini birbirine bağlayan liflerin rostrum'dan geçtiğini belirtip, sol elini kullananların sağ elini kullananlara göre %39 oranında daha büyük olduğunu belirtmişlerdir (70). Rostrum alanı çalışmamızda sol elini kullanan grupta ortalama olarak (0.33±0.09) sağ elini kullanan gruba göre (0.31±0.10) daha büyük olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını tespit ettik (p>0.05).

Schlaug ve arkadaşları, profesyonel müzik sanatçıları ile kontrol grubu arasında yaş, cinsiyet ve el kullanım dominantlığı arasında bir farkın olup olmadığını araştırmışlardır. Yedi yaşından önce müziğe başlamış sanatçılarda corpus callosum'un anterior subgruplarının daha büyük olduğunu belirtmişlerdir. Midsagittal corpus callosum alanı ile corpus callosum'dan geçen lifler arasında

pozitif bir korelasyonun olduğuna dikkat çekip, interhemisferik bağlantılar ve sensorimotor alanların asimetrisinin farklı olduğunu bildirmişlerdir (84).

Aboitiz ve arkadaşları 1 μ uzunluğundan büyük myelinli kollosal lifleri ile yaş arasında bir korelasyonun olduğunu bildirmişlerdir. Erkeklerde 3 μ dan büyük kollosal lifler ile yaş arasında bir ilişki varken, bayanlarda 1-3 μ uzunluğu arasındaki lifler ile yaş arasında pozitif bir korelasyon olduğunu ifade etmişlerdir. Bundan yola çıkarak myelinizasyon ve kollosal gelişimin cinsiyet farklılığını ortaya koyabileceğini belirtmişlerdir (1,3). Zaidel ve arkadaşları da hemisferlerin şekillenmesinin kollosal bağlantıların önemli olduğunu belirtmişlerdir. Yaptıkları postmortem çalışmada erkeklerde planum temporale ile corpus callosum'un isthmus kısmındaki küçük çaplı lifler arasında anlamlı bir negatif korelasyonun olduğunu saptamışlardır (105).

Mack ve arkadaşları, ratlarda yaptıkları bir çalışmada CC' un splenium kısmının cinsiyete göre farklılık gösterdiği, splenium' dan geçen liflerin heterojen karakterde lifler olduğunu bildirip, farklı kortikal alanları birbirine bağladığını elektron mikroskopik incelemelerinde tespit etmişlerdir. Genu kısmındaki liflerin sayısı, akson tipleri, myelin kılıfı kalınlığı ve genu alanı da incelenmiştir. Sonuç olarak dişi ratlardaki myelinsiz liflerin oranının daha fazla olduğunu tespit edip, myelinizasyonun önemli bir cinsiyet farklılığı olduğunu belirtmişlerdir (62). Kocpik ve arkadaşları da ratlarda yaptıkları bir çalışmada dişi ratların splenium' undan geçen akson sayısının erkek ratlardan geçen akson sayısından daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. Akson sayısındaki bu fazlalığın kollosal projeksiyon nöronlarının geniş bir dağılım alanına sahip olabileceğini ifade etmişlerdir (57).

Hopper ve arkadaşları yaptıkları çalışmada yaş, cinsiyet ve el kullanımını kriter olarak corpus callosum morfolojisinde görülen farklılıkları ortaya koymuşlardır. Çalışma 59 erkek, 58 bayan 117 birey üzerinde midsagittal MR görüntüleri üzerinde gerçekleştirmişlerdir. Sonuç olarak yaş artışına bağlı olarak CC alanının azaldığını, erkeklerin daha büyük bir CC sahip olduğunu belirtmişlerdir. CC' un subgruplarına bakıldığı zaman yaş, cinsiyet ve el kullanımının istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermediğini belirtmişlerdir (47). Matono ve arkadaşları da otopsiyelerden elde ettiği beyinlerin 93 erkek, 68 bayan

midsagittal corpus callosum ve beyin alanlarının erkeklerde daha büyük olduğunu rapor etmişlerdir (61).

Total corpus callosum alanının erkeklerde daha büyük oluşu bizim çalışmamız ile de paralellik göstermektedir.

Ferrario ve arkadaşları 84 çocuk üzerinde yaptıkları nörolojik bir çalışma yaş ve cinsiyet gruplarında CC şeklinin erişkinlere göre daha homojen bir şekle sahip olduğunu MR ile ortaya koymuşlardır. Sonuçlar varyans analizi ile değerlendirildiğinde yaş artışına bağlı olarak etkiler anlamlı olmasına rağmen cinsiyet farklılığına bakıldığında anlamlı sonuçlar alınmadığını bildirmişlerdir (39). Çalışmamızda ise cinsiyet faktörü değerlendirildiği zaman erkeklerde rostrum alanı ile posterior corpus callosum alanının daha büyük olduğu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü.

Pozzilli ve arkadaşları 130 normal bireyde MR ile yaş ve cinsiyetin CC üzerinde bir etken olup olmadığını araştırmışlardır. Yaş artışına bağlı olarak rostrum, genu ve splenium alanında bir azalmanın kollosal bir konfirigasyon olduğunu belirtip CC' un subgrupları üzerinde yaş ve cinsiyetin bir etken olmadığını, total kollosal alanın yaş ve cinsiyete göre azalmadığını belirtmişlerdir (74). Bu sonuçların aksine biz çalışmamızda sağ elini kullanan erkeklerin rostrum ($t=-3.44, df=14, p<0.001$) ve isthmus ($t=-2.22, df=17, p<0.04$) alanları sol elini kullanan bayanlara göre daha büyük bulunup, istatistiksel olarak anlamlı olduğu görüldü.

Giedd ve arkadaşları CC' un çocukluk ve yetişkin dönemlerindeki gelişimini MR ile değerlendirmişlerdir. Sağlıklı 139 bireyden (çocuk ve yetişkinler) alınan sonuçlarda CC' un midsagittal kesitinde özellikle posterior kısımlarının 5-18 yaş arasındaki dönemde arttığı bildirilmiştir. Bayanlarda genu alanı erkeklerden daha büyük olmasına rağmen total corpus callosum alanında her iki cinste de anlamlı bir farkın olmadığını rapor etmişlerdir. Buna ilaveten çocukluk döneminde özellikle splenium alanının en hızlı geliştiğini öne sürmüşlerdir (44). Total corpus callosum alanının her iki cins arasında anlamlı sonuçlar vermemesi çalışmamızın sonuçları ile paralellik göstermektedir.

Denenberg ve arkadaşları 104 vakada total CC alanını, CC yüksekliğini ve soldan sağa doğru birbirinden eşit uzaklıkta olan 99 farklı CC genişliğini MR ile

değerlenmişlerdir. Bu genişlikler sol elini kullanan erkekler ile sağ elini kullanan bayanlarda cinsiyet ile el kullanımı arasındaki ilişki CC ön yarısında anlamlı bulunmuştur. CC arka yarısında erkeklerde bayanlara göre daha büyük tespit etmişlerdir. Sol elini kullanan erkeklerin diğer gruplara oranla daha büyük bir isthmus alanına sahip olduklarını belirtmişlerdir. Bu alanların W_{65-74} ve W_{77-85} alanları olduğunu belirten Witelson'un sonuçları ile paralellik gösterdiğine işaret etmişlerdir. Sağ elini kullanan bayanlar ile sol elini kullanan erkeklerde corpus callosum ön kısım genişliğinin daha büyük olduğu MR ile görüntüleyip ve bunun cinsiyet ve el kullanım dominantlığı ile hassas bir ilişkisi olduğunu ifade etmişlerdir. Splenium alanının erkeklerde bayanlara oranla daha büyük olduğunu açıklamışlardır. Sağ elini kullanan erkek ve bayanlar ile sol elini kullanan erkek ve bayanlar arasında isthmus alanı karşılaştırılmıştır. Sol elini kullanan bireylerde isthmus alanını daha büyük bulmuşlardır (33). Cowell ve arkadaşları da 104 normal bireyde el kullanımına bağlı olarak CC'un 99 farklı sektöre bölüp MR ile değerlendirmişlerdir. Hem erkeklerde hem de bayanlarda sağ el kullanımı ile isthmus alanı arasında bir korelasyonun olduğunu saptamışlardır (25). Çalışmamızda isthmus alanını sol elini kullanan grupta daha büyük bulduk. Splenium alan ortalama değerleri erkeklerde bayanlara göre daha büyük olmasına rağmen farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını saptadık ($p>0.05$).

Laissy ve arkadaşları 12-85 yaşları arasında 243 bireyde (124 birey kontrol grup) nörolojik rahatsızlığı olan hastalar ile kontrol grubunu MR (0.5 T) ile mukayese etmişlerdir. Kontrol grubunda total CC alanını ortalama 6.36 cm^2 , Ortalama CC uzunluğunu 7.06 cm bulmuşlardır. Ortalama genu, truncus ve splenium değerlerinin nörolojik rahatsızlığı olan hastalar ile kıyaslandığı zaman anlamlı sonuçlar verdiğini bildirmişlerdir (59). Cılıkeman ve arkadaşları da dikkat eksikliği hiperaktivasyon bozukluğu (ADHD) olan sağ elini kullanan hastalar ile ($n=15$) yine sağ elini kullanan normal bireylerin midsagittal kesitlerini MR (1.5 T) ile değerlendirmişlerdir. Splenium alanı dikkat eksikliği hiperaktivasyon bozukluğu gösteren çocuklarda, normal çocuklara göre daha küçük bulmuşlardır (22).

Çalışmamızda sol elini kullanan grup içinde CC uzunluğunu ortalama olarak $7.05 \pm 0.41 \text{ cm}$, sağ elini kullanan grup içinde de $7.04 \pm 0.50 \text{ cm}$ (Tablo 1), el

kullanımına bakılmaksızın bayanlarda CC uzunluğunu ortalama olarak 6.93 ± 0.46 cm, erkeklerde ise 7.09 ± 0.45 cm olarak bulduk (Tablo 8).

Habib ve arkadaşları patolojisi olmayan 53 bireyde el kullanımı ile total CC alanı arasındaki ilişkiyi MR ile değerlendirmişlerdir. Sol elini kullanan bireylerde daha büyük bir total kollosal alan tespit etmişlerdir ($t=-3.168$, $p<0.026$). Aynı test CC ön ve arka yarılarına uygulandığında sol elini kullanan bireylerin ön yarılarının daha büyük olduğunu rapor etmişlerdir. CC subgruplarında da aynı paralelliğin görüldüğünü belirtmişlerdir (46). Bizim çalışmamızda ise total corpus callosum alan ortalamaları sağ elini kullanan gruba göre daha büyük olmasına rağmen istatistiksel olarak bu farkın anlamlı olmadığını gördük ($p>0.05$).

Oppenheim ve arkadaşları 80 bireyde (40 erkek, 40 bayan) cinsiyetin CC morfolojisi ile bir ilişkisinin olup olmadığını MR (0.5 T) ile değerlendirmişlerdir. Splenium alanı bayanlarda daha büyük olma eğiliminde olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamlı bir değer bulamamışlardır (68). Cinsiyet faktörü bizim çalışmamızda da değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, erkeklerde rostrum alanı ile posterior corpus callosum alanı daha büyük bulunup farkın anlamlı olduğunu tespit ettik. Splenium alanı Oppenheim ve arkadaşlarının sonuçlarının aksine erkeklerde daha büyük olma eğiliminde iken farkın istatistiksel olarak anlamlı olmaması sonuç olarak iki çalışma arasında paralellik göstermektedir.

Rajakapse ve arkadaşları yaş ve cinsiyete bağlı olarak yaptıkları MR incelemelerinde sağ elini kullanan 104 sağlıklı insanda (4-18 yaş grubu) corpus callosum' un gelişimi üzerine yaptıkları bir çalışmada özellikle isthmus ve splenium kısımlarında göze çarpan değişikliklere rastlandığını bildirmişlerdir. Corpus callosum boyutlarının yaşın ilerlemesiyle daha belirgin bir hal aldığı ve kapsadığı alan ölçümlerinin arttığını belirtmişlerdir (76).

Byne ve arkadaşları 14 optisi sonucundan elde edilen beyinlerde corpus callosum' un cinsiyet tayininde bir rolü olup olmadığını araştırmışlardır. Midsagittal MR kesitlerinden elde edilen verilerde bayanlarda erkeklere oranla splenium alanının daha büyük olduğu ifade etmişlerdir. Ön-arka corpus callosum çapının yaşın artışıyla doğru orantılı olarak azaldığı sonucuna varmışlardır (19).

Bishop ve arkadaşı 1980-1997 yılları arasında kadavrular ve MR ile yapılan CC' un cinsiyetler arasındaki farklarını ortaya koyan çalışmalarını etüt etmişlerdir.

Bunun ışığında toplam 1910 kadavrada erkeklerin bayanlara oranla daha büyük bir beyin hacmine sahip oldukları ve corpus callosum alanının daha büyük olduğu belirtilmiştir. Bu incelenen çalışmalarda splenium alanının ve şeklinin cinsiyetler arasında anlamlı bir farklılık göstermediğini belirtmişlerdir (14).

Georgy ve arkadaşları corpus callosum ile ilgili bazı rahatsızlıkların pathogenesini anlamak için arteriel beslenmesinin iyi bilinmesi gerektiğini belirtmişlerdir. Corpus callosum' un gövde kısmını a.cerebri anterior' dan gelen perikollosal dalın, genu ve rostrum alanlarını a.communicantes anterior' dan gelen bir dalın, splenium alanını ise a.cerebralis posterior' dan gelen bir perikollosal dalın beslediğini ifade etmişlerdir (41). Ture ve arkadaşları da kadvralar üzerinde yaptıkları bir çalışmada corpus callosum' un arteriel beslenmesinin nasıl olduğunu mikroskopik düzeyde incelemişlerdir. çalışmada corpus callosum' un a.communicantes anterior, a.pericollosa ve a.pericollosa posterior' dan beslendiğini belirtmişlerdir (93).

Rumsey ve arkadaşları corpus callosum' un posterior segmentlerinin okuma ve lisan fonksiyonları ile ilgili olup olmadığını test etmek amacıyla okuma güçlüğü çeken 21 hastanın kollosal morfolojisini, 19 kişilik kontrol grubu ile mukayese edip magnetik rezonans görüntüleme tekniği ile incelemişlerdir. Corpus callosum' un posterior 1/3 lük kısmı olan ısthmus ve splenium alanlarının okuma güçlüğü çeken hastalarda daha büyük bulmuşlardır ($p=0.01$). Corpus callosum' un anterior ve gövde kısmında bir farklılığın gözlenmediğini belirtmişlerdir. Corpus callosum' un posterior kısımlarındaki bu artışın korteksin posterior kısmındaki lisan ile ilgili alanların fonksiyonel lateralizasyon eksikliğinden kaynaklandığını ileri sürmüşlerdir (80).

Çalışmamızda, sol elini kullanan grup ile sağ elini kullanan grup arasındaki alan ve uzunluk parametreleri değerlendirildiği zaman yalnızca sol elini kullanan grubun anterior corpus callosum gövde alanı ($t=2.70, p<0.009$), posterior corpus callosum gövde alanı ($t=3.08, p<0.003$) ve ısthmus alanının ($t=2.46, p<0.02$) sağ elini kullanan gruba göre daha büyük olduğunu ve farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptadık (Tablo 2). Witelson'un sınıflamasına göre anterior ve posterior corpus callosum gövde alanı truncus corporis callosi'ye tekabül ettiği için sol elini kullanan grubun sağ elini kullanan gruba göre daha büyük bir truncus

corporis callosi'ye sahip olduğu söylenebilir. Daha öncede belirttiğimiz gibi sol elini kullanan gruba ait tüm parametrelerin ortalamaları sağ elini kullanan gruba göre daha büyük bulunmasına rağmen farkın istatistiksel olarak anlamlı olmadığını tespit ettik ($p>0.05$) (Tablo 1).

Sol elini kullanan erkekler ile bayanlar arasındaki corpus callosum'un bütün parametreleri mukayese edildiği zaman istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulamadık ($p>0.05$) (Tablo 3). Sağ elini kullanan erkekler ile bayanlar arasındaki parametreler değerlendirildiği zaman erkeklerde rostrum alanı ($t=-3.44, p<0.001$) ile isthmus alanının ($t=-2.22, p<0.04$) daha büyük ve bu farkın anlamlı olduğunu gördük (Tablo 4).

Bayanlar arasında sağ ve sol elini kullananlara ait parametreler mukayese edildiği zaman istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığını tespit ettik ($p>0.05$) (Tablo 5). Erkekler arasında sağ ve sol elini kullananlara ait parametreler değerlendirildiği zaman da anterior corpus callosum alanı ($t=2.14, p<0.04$) ile posterior corpus callosum alanının ($t=2.66, p<0.01$) sol elini kullanan erkeklerde daha büyük olduğunu saptadık ve farkın anlamlı olduğunu tespit ettik (Tablo 6).

El kullanım faktörü dikkate alınmadığı zaman erkeklerde rostrum alanı ($t=-2.82, p<0.003$) ile posterior corpus callosum gövde alanının ($t=-2.11, p<0.04$) daha büyük olduğunu ve bu farkın istatistiksel olarak anlamlı olduğunu saptadık (Tablo 7).

SONUÇ

Corpus callosum'a ait uzunluk parametreleri incelendiğinde bütün gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç tespit edemedik. Corpus callosum'a ait alan parametrelerine baktığımızda ise, anterior, posterior corpus callosum alanı ile isthmus alanının sol elini kullanan grupta; rostrum ve isthmus alanının sağ elini kullanan grup içinde erkeklerde; anterior ve posterior corpus callosum alanları erkekler arasında sol elini kullananlarda; el kullanımı dikkate alınmadığında rostrum ile posterior corpus callosum gövde alanının erkeklerde daha büyük olduğu tespit ettik. Bu sonuçlardan yola çıkarak erişkin bireylerde el kullanım dominantlığı ile cinsiyet farklılığının corpus callosum'un bazı bölümleri üzerinde morfolojik değişiklikler yarattığı ve bu değişikliklerin de cinsiyet ve el kullanımı tayininde ayırt edici bir rol oynadığı sonucuna vardık.

ÖZET

Corpus callosum alan ve boyut olarak geniş bir spektrumda Magnetik Rezonans Görüntüleme (MRG) yöntemi ile izlenebilmektedir. Fakat bu alan ve boyutların sınırları tam olarak belirlenememiştir. Anatomi ve Radyodiagnostik Anabilim dallarında yapılan çalışmalarda farklı yaş gruplarında el kullanım dominantlığı ve cinsiyet faktörü ile corpus callosum boyutları arasında bir ilişki kurulmaya çalışılmıştır.

Bu çalışmada, alan ve boyut ölçümleri erişkin bireylerde el kullanım dominantlığı ve cinsiyet faktörü dikkate alınarak corpus callosum morfolojisinde nasıl bir farklılığın olabileceği araştırıldı.

İncelemeler spin eko sekanslarıyla elde edilen T1 ağırlıklı görüntülerle cranial midsagittal kesitlerde yapıldı. Olguların tümü, 1 Tesla (T) gücünde SIEMENS EXPERT MR sistemi ile görüntüledi. Gruplar arasındaki parametreler student-t testi ile karşılaştırılmıştır.

Sonuç olarak, corpus callosum'a ait uzunluk parametrelerinde tüm gruplarda istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç elde edilemedi. Corpus callosum'a ait alan parametrelerinde ise; sol elini kullanan grubun anterior ve posterior corpus callosum gövde alanı ile isthmus alanları sağ elini kullananlara göre daha büyük bulunup farkın anlamlı olduğu saptandı. Sol elini kullanan grup içinde cinsiyet faktörünün önemli olmadığı görüldü. Sağ elini kullanan grup içinde erkeklerin rostrum ve isthmus alanlarının bayanlara oranla daha büyük olduğu tespit edildi. Sol elini kullanan bayanlar ile sağ elini kullanan bayanlar arasındaki parametreler arasında anlamlı bir farkın olmadığı ortaya çıktı. Erkekler arasında aynı parametreler değerlendirildiğinde anterior ve posterior corpus callosum gövde alanlarının sol elini kullanan erkeklerde daha büyük olduğu tespit edildi. El kullanımına bakılmaksızın bayanlar ile erkekler arasındaki parametreler karşılaştırıldığında erkeklerde rostrum alanı ile posterior corpus callosum alanının daha büyük olduğu belirlendi.

Corpus callosum'un subgrupları üzerine yapılan bu çalışmada el kullanımı ile cinsiyet faktörünün erişkin bireylerde CC alanı ve boyutları üzerinde bir farklılık yarattığı ve bu farklılıkların cinsiyet ve el kullanım tayininde ayırt edici bir özelliğinin olduğu sonucuna varıldı.

SUMMARY

The area and size of the corpus callosum can be examined with Magnetic resonance imaging (MRI) to a large extent. But, the boundaries of the area and size of the corpus callosum haven't been distinguished exactly. The studies, indicated in Human Anatomy and Radiology Departments, has been struggled a relation between handedness and sex in different age groups.

In this study, it was investigated that how the corpus callosum morphology would be alert take into account handedness and sex in adult person.

All subjects were scanned on midsagittal slices 1 Tesla Siemens Expert MR imaging scanner. The values of the parameters in all groups were compared by Student t test.

In result, the length parameters of the corpus callosum in all groups weren't statistically significant. As to the area measurements of the corpus callosum; anterior, posterior and isthmus regions of the corpus callosum were determined more larger in sinistrals than dextrals. And also, The values of the parameters were statistically significant. In our study, It was seen that the sex wasn't important in sinistrals. Rostrum and isthmus regions of the corpus callosum in dextrals men more larger than dextrals women. Furthermore, It was realized that the values of the parameters weren't important between sinistrals women and dextrals women. When the same parameters were evaluated in men, anterior and posterior regions of the corpus callosum were larger in sinistrals men. Regardless of handedness, the values of the parameters were compared, rostrum and posterior regions of the corpus callosum were more larger in men than women.

In this study, carried out on the subgroups of the corpus callosum, handedness and sex factors in adult person make up a differentiation on the area and size of the corpus callosum. Finally, these differentiations may reflect handedness and sex-specific differences.

KAYNAKLAR

1. **Aboitiz F, Scheibel AB, Zaidel E:** Morphometry of the sylvian fissure and corpus callosum, with emphasis on sex differences. *Brain*. Oct;115 (Pt 5):1521-41, 1992.
2. **Aboitiz F, Rodriguez E, Olivares R, Zaidel E:** Age-related changes in fibre composition of the human corpus callosum . sex differences. *Neuroreport*. Jul 29;7(11):1761-4, 1996.
3. **Aboitiz F, Scheibel AB, Fisher RS, Zaidel E:** Individual differences in brain asymmetries and fiber composition in the human corpus callosum. *Brain Res*. Dec 11;598(1-2):154-61, 1992.
4. **Allen LS, Richey MF, Chai YM, Gorski RA:** Sex difference in the corpus callosum of living human being. *J Neurosci*. Apr;11(4):933-42, 1991.
5. **Amstrong E:** Evolution of the brain. The human nervous system. Academic Press; San Diego CA 1990.
6. **Arıncı K, Elhan A:** *Anatomi Cilt 2. İkinci Baskı*, 393-394, Güneş Kitabevi, Ankara, 1997.
7. **Barkovich AJ, Norman D:** Anomalies of the corpus callosum : correlation with further anomalies of the brain. *American Journal of the Neuroradiology*. 9:493-501, 1988.
8. **Barkovich AJ, Kjos BO:** Normal postnatal development of the corpus callosum as demonstrated by MR imaging. *American Journal of the Neuroradiology*. 9:487-491, 1988.
9. **Baumgardner TL, Singer HS, Denckla MD, Rubin BS, Abrams BA, Colli MJ, Reiss AL:** Corpus callosum morphology in children with Tourette syndrome and attention defecit hiperactivity disorder. *Neurology*. 47:477-482, 1996.
10. **Beaton AA :**The relation of planum temporale asymmetry and morphology of the corpus callosum to handedness, gender, and dyslexia : a review of the evidence. *Brain and Language*. 60:255-322, 1997.
11. **Bean RB:** Some racial peculiarities of the negro brain. *American Journal of Anatomy*. 5:353-432, 1906.
12. **Bell AD, Variend S:** Failure to demonstrate sexual dimorphism of the corpus callosum in childhood. *Journal of Anatomy*. 143:143-147, 1985.

- 13. Beigon A, Eberling JL, Richardson BC, Roos MS, Wong ST, Reed BR, Jagust WJ:** Human corpus callosum in aging and Alzheimer's disease : A magnetic resonance imaging study. *Neurobiol. Aging.* 15(4):393-397, 1994.
- 14. Bishop KM, Wahlsten D:** Sex differences in the human corpus callosum: myth or reality ? *Neurosci Biobehav Rev.* Sep;21(5):581-601, 1997.
- 15. Bleir R:** Sex Differences Research in the Neurosciences: Science or Blief ?. *Soc. Neurosci. Address, Dallas, Texas* 1985.
- 16. Bogen JE, Fisher ED, Vogel PJ:** Cerebral commissurotomy. A second case report. *JAMA.* 20;194(12):1328-1329, 1965.
- 17. Bryden MP:** Correlates of the dichotic right-ear effect. *Cortex.* Jun;24(2):313-9, 1988.
- 18. Burke HL, Yeo RA:** Systematic Variations in Collosal Morphology: The Effects of Age, Gender, Hand Prefrence, and Anatomic asymmetry. *Neuropsychology.* 8:563-571, 1994.
- 19. Byne W, Bleier R, Houston L:** Variations in human corpus callosum do not predict gender: a study using magnetic resonance imaging. *Behav Neurosci.* Apr;102(2):222-7, 1988.
- 20. Carlson M, Earls F, Todd RD:** The importance of regressive changes in the development of the nervous system : towards a neurobiological theory of child development. *Psychiatric Development.* 1:1-22, 1988.
- 21. Clarke S, Kraftsik R, Van der Loos H, Innocenti GM:** Forms and measures of adult and developing human corpus callosum . *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology.* 280:213-230, 1989.
- 22. Clikeman MS, Filipek PA, Biederman J, Steingard R, Kennedy D, Renshaw P, Bekken K:** Attention-defecit hyperactive disorder: magnetic resonance imaging morphometric analysis of the corpus callosum. *J. Am. Acad. Child Adolesc. Psychiatry.* July/August 33:6, 1994.
- 23. Coffey CE, Wilkinson WE, Parashos IA, Soady SA, Sullivan RJ, Patterson LJ, Figiel GS, Webb MC, Spritzer CE; Djang WT:** Quantative cerebral anatomy of the aging human brain: a cross-sectional study using magnetic resonance imaging. *Neurology.* 42(3)1:527-36, 1992.

- 24. Cowell PE, Allen LS, Zalatimo NS, Denenberg VH:** A developmental study of sex and age interactions in the human corpus callosum. *Brain Res Dev Brain Res.* Apr 24;66(2):187-92, 1992.
- 25. Cowell PE, Kertezs A, Denenberg VH :** Multiple dimensions of handedness and the human corpus callosum. *Neurology* 43:2353-2357 1993.
- 26. Çimen A:** *Anatomi.* 5. Baskı, 603, Bursa 1995.
- 27. Davatzikos C, Resnick SM:** Sex difference in anatomic measures of interhemispheric connectivity : correlations with cognition in women but no men. *Cereb Cortex.* Oct-Nov; 8(7):635-40, . 1998.
- 28. Davatzikos C, Vaillant M, Resnick SM, Prince JL, Letovosky S, Bryan RN:** A computerized approach for morphological analysis of the corpus callosum. *J Comput Assist Tomogr.* Jan-feb;20(1):88-97, 1996.
- 29. De Lacoste MC, Holloway RL, Woodward DJ:** Sex differences in the fetal human corpus callosum. *Hum Neurobiol.* 5(2):93-6, 1986.
- 30. De Lacoste MC, Kirkpatrick JB, Ross ED:** Tomography of the human corpus callosum. *Journal of Neuropathology and Experimental Neurology.* 44(6):578-591, 1985.
- 31. De Lacoste-Utamsing MC, Holliday RL:** Sexual dimorphism in the human corpus callosum. *Science.* 216:1431-1432, 1982.
- 32. Denenberg VH, Cowel PE, Fitch RH, Kertesz A, Kenner GH:** Corpus callosum : multiple parameter measurements in rodents and humans. *Physiol Behav.* Mar;49(3):433-437, 1991.
- 33. Denenberg VH, Kertesz A, Cowell PE:** A factor analysis of the human's corpus callosum. *Brain Res.* 10;548(1-2):126-32, 1991.
- 34. DeQuardo JR, Bookstein PL, Green WD, Brunberg JA, Tandon R:** Spatial relationships of neuroanatomic landmarks in schizophrenia. *Psychiatry Res.* 61:81-95, 1996.
- 35. Demeter S, Rongo JL, Doty RW:** Sexual Dimorphism of the Human Corpus Callosum?. *Soc. Neurosci, Abstr.* 11:868, 1985.
- 36. Demeter S, Ringo JL, Doty RW:** Morphometric analysis of the human corpus callosum and anterior commissure. *Human Neurobiology.* 6:219-226, 1988.
- 37. Dere F:** *Nöroanatomi ve fonksiyonel nöroloji.* 65, Adana 1990.

- 38. Diamond A:** The development and neural basis of higher cognitive functions. *Annals of the New York Academy of Sciences.* 608:267-317, 1990.
- 39. Ferrario VF, Sforza C, Serrao G, Frattini T, Del Favero C:** Shape of the human corpus callosum in Childhood. Elliptic Fourier analysis on midsagittal magnetic resonance scans. *Invest Radiol.* Jan;31(1):1-5, 1996.
- 40. Fitch RH, Cowel PE, Schrot LM, Deneneberg VH:** Corpus callosum: ovarian hormones and feminization. *Brain Res.* Mar 1;542(2):313-7, 1991.
- 41. Georgy BA, Hesselink JR, Jernigan TL:** MR imaging of the corpus callosum. *AJR Am Roentgenol.* May;160(5):949-55, 1993.
- 42. Giedd JN, Castellanos FX, Casey BJ, Kozuch P, King AC, Hamburger SD, Rapoport JL:** Quantitative morphology of the corpus callosum in attention deficit hyperactivity disorder. *American Journal of Psychiatry.* 151:665-669, 1994.
- 43. Giedd JN, Rumsey JM, Castellanos FX, Rajapakse JC, Kaysen D, Vaituzis AC, Vauss AC, Hamburger SD, Rapoport JL:** A quantitative morphology of the corpus callosum in attention deficit hyperactivity disorder. *Developmental Brain Research.* 91:274-280, 1996.
- 44. Giedd JN, Castellanos FX, Rajapakse JC, Vaituzis AC, Rapoport JL:** Sexual dimorphism of the developing human brain. *Prog Neuropsychopharmacol Biol Psychiatry.* Nov;21(8):1185-201, 1997.
- 45. Granander U, Miller MI:** Representations of Knowledge in Complex System. *Royal Statistical Society B.* 56(4):549-603, 1994.
- 46. Habib M, Gayraud D, Oliva A, Regis C, Salamon G, Khalil R:** Effects of handedness and sex on the morphology of the corpus callosum : a study with brain magnetic resonance imaging. *Brain Cogn.* May;16(1):41-61, 1991.
- 47. Hopper KD, Patel S, Cann TS, Wilcox T, Schaeffer JM:** The relations of age, gender, handedness, and sidedness to the size of the corpus callosum. *Acad Radiol.* Nov 10;(548(1-2):126-32, 1994.
- 48. Hofmann E, Becker T, Meixensberger J, Jackel M, Schneider M, Reichmann H:** Disturbances of Cerebrospinal Fluid (CSF) Circulation-Neuropsychiatric Symptoms and Neuroradiological Contribution. *J. Neural Transm. Gen. Sect.* 99(1-3):79-88, 1995.

- 49. Holloway RL, de Lacoste MC:** Sexual dimorphism in the corpus callosum : An extension and replication study. *Human Neurobiol.* 5:87-91, 1986.
- 50. Huttenlocher PR:** Morphometric study of human cerebral cortex development. *Neuropsychologia.* 28:517-527, 1990.
- 51. Innocenti GM:** Some new trends in the study of the corpus callosum. *Behavioral Brain Research.* 64:1-8, 1994.
- 52. Janowsky JS, Kaye JA, Carper RA:** Atrophy of The Corpus callosum in Alzheimer's Disease Versus Healthy Aging. *J. Am. Geriatr. Soc.* 44:798-803, 1996.
- 53. Kaya T, Adapınar B, Özkan R:** Temel Radyoloji Tekniği. Güneş ve Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul, 355-414, 1997.
- 54. Kertesz A, Polk M, Howell J, Black SE:** Cerebral dominance, sex, and callosal size in MRI. *Neurology.* 37:1385-1388, 1987.
- 55. Kertesz A, Polk M, Black SE, Howell J:** Sex, handedness, and the morphometry of cerebral asymmetries on magnetic resonance imaging. *Brain Res.* Oct 15;530(1):40-8, 1990.
- 56. Kier EL, Truwit CL:** The normal and abnormal genu of the corpus callosum: an evolutionary, embryologic, anatomic and MR analysis. *American journal of the Neuroradiology.* 17:1631-1641, 1996.
- 57. Kopicik J.R, Seymoure P.,Schneider S.K., Kim-Hong J., Juraska J.M:** Do colossal projection neurons reflect sex differences in axon number?. *Brain Res. Bull.* 29:493-497, 1992.
- 58. Konez O:** Manyetik Rezonans Görüntüleme. Nobel Tıp Kitabevleri. İstanbul, 3:148, 1995.
- 59. Laissy JP, Patrux B, Duchateau C, Hannequin D, Hugonet P, Ait-Yahia H, Thiebot J:** Midsagittal MR measurements of the corpus callosum in healthy subjects and diseased patients: a prospective survey. *AJNR Am J Neuroradiol.* Jan-Feb;14(1):145-54, 1993.
- 60. LaMantia AS, Rakic P:** Axon Overproduction and Elimination in the Corpus Callosum of the Developing Rhesus Monkey. *J. Neurosci.* 10(7):2156-2175, 1990.

- 61. Matano S, Nakano Y:** Size comparison of the male and female human corpus callosum from autopsy samples. *Z Morphol Anthropol.* 82(1):67-73, 1998.
- 62. Mack CM, Boehm GW, Berrebi AS, Deneneberg VH:** Sex differences in the distribution of axon types within the genu of the rat corpus callosum. *Brain Res.* Oct 30;697(1-2):152-60, 1995.
- 63. Mazziotta JC, Toga AW, Evans AC, Fox B, Lancaster J:** Probabilistic Atlas Of Human Brain: Theory Rationale for its Development. *NeuroImage.* 2:89-101, 1995.
- 64. Moffat SD, Hampson E, Wickett JC, Vernon PA, Lee DH:** Testosterone is correlated with regional morphology of the human corpus callosum. *Brain Res.* Sep 5;767(2):297-304, 1997.
- 65. Molababic S, Simic S, Marincovic S:** Significance of the encephalometric parameters of human corpus callosum and medial hemispheric surfaces. *Anatomischer Anzeiger. Jena;*159:231-239, 1985.
- 66. Nasrallah HA:** The unintegrated right cerebral hemispheric consciousness as alien intruder. *Comprehensive Psychiatry.* 26:273-282, 1985.
- 67. Okamoto K, Ito J, Tokiguchi S:** The MR findings on the corpus callosum of normal young volunteers. *Nippon Igaku Hoshasen Gakkai Zasshi.* Aug 25;50(8):954-63, 1990.
- 68. Oppenheim JS, Lee BC, Nass R, Gazzaniga MS:** No sex-related differences in human corpus callosum based on magnetic resonance imagery. *Ann Neurol.* Jun;21(6):604-6, 1987.
- 69. Oppenheim JS, Skerry JE, Tramo MJ, Gazzaniga MZ:** Magnetic resonance imaging morphology of the corpus callosum in monozygotic twins. *Ann Neurol.* jul;26(1):100-104, 1989.
- 70. Pandya DN, Karol EA, Heilbroon D:** The topographical distribution of the interhemispheric projections in the corpus callosum of the rhesus monkey. *Brain Research.* Amsterdam, 32:31-43, 1971.
- 71. Parashos IA, Wilkinson WE, Coffey CE:** Magnetic resonance imaging of the corpus callosum: predictors of size in normal adults. *Journal of Neuro psychiatry and Clinical Neurosciences.* 7:35-41, 1993.

72. **Potter SM, Graves RE:** Is interhemispheric transfer related to handedness and gender? *Neuropsychologia*. 26:319-325, 1988.
73. **Pozzilli C, Bastianello S, Padovani A, Passafiume D, Millefiorini E, Bozzao L, Fieschi:** Anterior Corpus Callosum Atrophy and Verbal Fluency in multiple Sclerosis. *Cortex*. 27(3):441-445, 1991.
74. **Pozzilli C, Bastianello S, Bozzao A, Pierallini A, Giubilei F, Argentino C, Bozzao L:** No differences in corpus callosum size by sex and aging. A quantitative study using magnetic resonance imaging. *J Neuroimaging*. Oct;4(4):218-21, 1994.
75. **Pujol J, Vendrell P, Junque C, Marti-Vilalta JL, Capdevila A:** When does human brain development end? Evidence of corpus callosum growth up to adulthood. *Ann Neurol*. Jul;34(1):71-5, 1992.
76. **Rajakapase JC, Giedd JN, Rumsey JM, Vaituzis AC, Hamburger SD, Rapoport JL:** Regional MRI measurement of the corpus callosum: a methodological and development study. *Brain Dev*. Sep-Oct;18(5):379-88, 1996.
77. **Rakic P, Yakovlev PI:** Development of the corpus callosum and cavum septi in man. *Journal of Comparative neurology*. 26:100-104, 1968.
78. **Rauch RA, Jinkins JR:** Analysis of cross-sectional area measurement of the corpus callosum adjusted for brain size in male and female subjects from childhood to adulthood. *Behavioural Brain Research*. 64:65-78, 1994.
79. **Roa SM, Bernadin L, Leo GL, et al :** Cerebral disconnection in multiple sclerosis: relationship to atrophy in the corpus callosum. *Archives of Neurology*. 46,918-920 1989.
80. **Rumsey JM, Casanova M, Mannheim GB, Patronas N, De Vaughn N, Hamburger SD, Aquino T:** Corpus callosum morphology, as measured with MRI, in dyslexia men. *Biol Psychiatry*. 1;39(9):769-75, 1996.
81. **Sadler TV:** Langman's Medikal Embriyoloji. Yedinci baskı. 394-395, 1996.
82. **Salat D, Ward A, Kaye JA, Janowski JS:** Sex differences in the corpus callosum with aging. *Neurobiology of Aging*. 18(2):191-197, 1997.
83. **Schaefer GB, Thompson JN, Bodensteiner JB, Hamza M, Tucker RR, Marks W, Gay C, Wilson D:** Quantitative morphometric analysis of brain growth using magnetic resonance imaging. *Journal of Child Neurology*. 5:127-130, 1990.

- 84. Schlaug G, Jancke L, Huang Y, Staiger JF, Steinmetz H:** Increased corpus callosum size in musicians. *Neuropsychologia*. Aug;33(8):1047-55, 1995.
- 85. Seltzer B, Pandya DN:** The distribution of posterior parietal fibers in the corpus callosum of the rhesus monkey. *Experimental Brain Research*. 49:147-150, 1983.
- 86. Snell RS:** Clinically anatomy for medical students. Fourth edition, 819, 1992.
- 87. Strauss E, Wada J, Hunter M:** Collosal morphology and performance on intelligence tests. *J Clin Exp Neuropsychol*. feb;16(1):79-83, 1994.
- 88. Taner D:** Fonksiyonel nöroanatomi . Birinci Baskı, 277-278, Metu Press, Ankara 1998.
- 89. Terry RD, de Theresa R, Hansen LA:** Neocortical cell counts in normal human adult aging. *Annals of Neurology*. 21:530-539, 1987.
- 90. Thompson PM, Moussai J, Khan AA, Zohoori S, Goldkorn A, Mega MS, Small GW, Cummings JL, Toga AW:** Cortical Variability and Asymmetry in Normal Aging and Alzheimer's Disease . *Cerebral Cortex*. (in press) 1998.
- 91. Tomlinson BE, Blessed G, Roth M:** Observation of the brains of nondemented old people. *Journal of Neurological Sciences*. 7:331-356, 1968.
- 92. Tuncel E:** Klinik Radyoloji. Güneş ve Nobel Kitabevleri. 1.Basım. Bursa, 51-71, 1994.
- 93. Ture U, Yasargil MG, Krisht AF:** The arteries of the corpus callosum : a microsurgical anatomic study. *Neurosurgery*. Dec;39(6):1075-84; discussion 1084-5, 1996.
- 94. Vermersch P, Roche J, Hamon M, Daems-Monpeurt C, Pruvo JP, Dewailly P, Petit H:** White Matter Magnetic Resonances Imaging Hyperintensity in Alzheimer's Disease : Correlation with Corpus Callosum Atrophy. *J Neurol*. 243(3):231-234, 1996.
- 95. Von Hufsten:** Developmental changes in hte organization of prereaching movements. *Developmental Psychology*. 20:369-382, 1984.
- 96. Waldemer G:** Functional brain imaging with SPETC in normal aging and dementia. Methological, pathophysiological, and diagnostic aspects. *Cerebrovascular and Brain Metabolism Reviews*. 7(2):89-130, 1995.

- 97. Weis S, Kimbacher M; Venger E, Neuhold:** Morphometric analysis of the corpus callosum using MR: correlation of measurements with aging in healthy individuals. *AJNR Am J Neuroradiol.* May-jun;14(3):637-45, 1993.
- 98. Witelson SF:** Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human callosum. A postmortem morphological study. *Brain.* Jun;112 (Pt 3):799-835, 1989.
- 99. Witelson SF:** The brain connection : the corpus callosum is larger in the left-handers. *Science.* Aug 16 ;229(4714):665-8, 1985.
- 100. Witelson SF, Goldsmith CH:** The relationship of hand preference to anatomy of the corpus callosum in men. *Brain Res.* Apr 5;545(1-2):175-82, 1991.
- 101. Woodruff PWR, McManus IC, David AS :** Meta-analysis of corpus callosum size in schizophrenia. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry.* 58:457-61, 1995.
- 102. Yakovlev PI, Lecours AP:** Regional Development of the Brain Oxford:Blackwell, 1967.
- 103. Yoshii F, Shinohara Y, Duara R:** Cerebral White Matter Bundle Alterations in Patients with Dementia of Alzheimer Type and Patients with Multi-Infarct Dementia-Magnetic resonance Imaging Study. *Rinsho Shinkeigaku.* 30(1):110-112, 1990.
- 104. Yoshi F, Barker W, Apicella A, Chang J, Sheldon J, Duara R:** Measurement of the corpus callosum (CC) on magnetic resonance (MR) scans: effects of age, sex, handedness, and disease. *Neurology.* 36(suppl.1), 133, 1986.
- 105. Zaidel E, Aboitiz F, Clarke J:** Sexual dimorphism in interhemispheric relations: anatomical-behavioral convergence. *Biol Res.* 28(1):27-43, 1995.