

T.C.
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü

4 VE 20 HAFTALIK ERKEK VE DIŞI SIÇANLARIN
HİPOKAMPUSUNDA NÖRONAL ASİMETRİ

Süleyman KAPLAN

DOKTORA TEZİ

Danışman: Prof.Dr. Nusret ÇİFTÇİ

Samsun

Aralık - 1990

Y. G.
Yükseköğretim Kurulu
Değerlendirme Merkezi

12159

T.C.

Ondokuz Mayıs Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Bu çalışma jürimiz tarafından Morfoloji Anabilim Dalı'nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Nusret GİFTÇİ

Üye : Prof. Dr. Refik SOYLU

Üye : Prof. Dr. Cafer MARANGOZ.

ONAY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım. 24 / 1 / 1991

Cafer Marangoz

Prof. Dr. Cafer MARANGOZ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürü

TEŞEKKÜR

Üniversitedeki çalışma hayatımın bu anına kadar geçen sürede devamlı bilimsel çalışmalara yönlendiren ve devam ettireceğine inandığım değerli hocam Prof.Dr. Nusret ÇİFTÇİ'ye; deneysel çalışmalarda sürekli yeni ufuklar gösteren Sağlık Bilimleri enstitüsü Müdürü Prof.Dr. Cafer MARANGOZ'a; doktora eğitimi kredili derslerinin alınmasında bilim dallarında bize fırsat veren Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Dekanı ve Morfoloji Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Doğan TANER'e; Histoloji-Embriyoloji Bilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Ülken ÖRS'e; Hacettepe Tıp'ta bulunduğum sürede danışmanlığımı yapan Prof.Dr. Aysel ŞEFTALİOĞLU'na; bilim dalı öğretim üyelerine; personeline; laboratuvar çalışmalarımda yardımlarıyla beni yalnız bırakmayan Arş.Gör. Murat Ç. RAĞBETLİ'ye ve teknisyen Recep İTKU'ya; elde edilen değerlerin istatistiki testlerinin yapılması için bölümünde fırsat veren İstatistik bölümü Başkanı Yrd.Doç.Dr. Necati TÜREDİ'ye; testleri büyük bir özveri ile sonuna kadar yorulmadan yapan Uzman M.Hilmi USLU'ya; ihtiyaç anında yardımlarını esirgemeyen Doç.Dr. Sait BİLGİÇ'e; Öğr.Gör. Mustafa AYYILDIZ'a ve Arş.Gör. Adnan KORKMAZ'a; tezin IBM'de yazılmasında emeği geçen İsmet AK'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>S A Y F A</u>
GİRİŞ	1 - 4
GENEL BİLGİLER	5 - 21
Hipokampusun Anatomisi	5
Hipokampusun Histolojisi	7
Hipokampusun Fonksiyonları	15
MATERYAL VE METOD	22 - 24
BULGULAR	25 - 61
TARTIŞMA	62 - 72
ÖZET	73 - 76
KAYNAKLAR	77 - 81

GİRİŞ

Hem insanda, hem de deney hayvanlarında beyinin sağ ve sol hemisferlerinin, morfolojik, kimyasal ve fonksiyonel bakımdan asimetric olduğunu gösteren birçok çalışma vardır (Diamond ve ark., 1975; Galaburda ve ark., 1978; Kolb ve ark., 1980; Oke ve ark., 1980; Diamond ve ark., 1981; Diamond ve ark., 1982, Dowling ve ark., 1982; Glick ve ark. 1982; Diamond ve ark., 1983; West ve Schwerdtfeger, 1985; Galaburda ve ark. 1986; Slomianko ve West, 1987; Marangoz ve ark., 1988; Taşçı ve ark., 1988; Slomianko ve West, 1989; Jack ve ark., 1989). Serebral asimetri ile ilgili bilgilerin tarihi yüzyıldan eskidir. Fakat hemisferik dominantlığın biyolojik temelleri son on yılda dikkatleri çeken önemli bir araştırma alanı olmuştur (Marangoz ve ark., 1987). İnsan beyninde hemisferler arasında yapısal bir asimetrinin varlığı bilinmektedir (Galaburda ve ark., 1978).

Galaburda ve arkadaşları (1978); főtüste işitme alanı ve silvian fissürde bir asimetrinin varlığını ve bu bölgelerdeki sağ-sol farklılığının onların görevleriyle ilgili olabileceğini ifade etmişlerdir.

Diamond ve arkadaşları (1981); genç erişkin erkek sıçanlarda sağ serebral korteksteki spesifik bölgelerin soldakilerine göre daha kalın olduğunu gözlemişlerdir. Genç erişkin dişideki değişiklikler istatistiki önem kazanmamasına rağmen sol korteksteki spesifik bölgelerin, sağdakinden kalın olduğunu bildirmişlerdir.

Glick ve arkadaşları (1982); ölümden sonra insan beyinde nörotransmitterlerin asimetrik dağıldığını göstermişlerdir. Aynı yılda Diamond ve arkadaşları (1982); hipokampus yapısının cinsiyete ve sağ-sol hemisfere göre farklılık gösterdiğini yayınlamışlardır. Fonksiyonel ve nöroanatomik çalışmalar, insan beyininin lateralize olduğunu, bir hemisferin (genellikle sol) konuşma, el kullanma kontrolünde diğer hemisfer üzerinde dominant olduğunu göstermiştir (Glick ve ark. 1982).

Diamond ve arkadaşları (1982); ayrı bir çalışmalarında üç değişik ortamda yaşattıkları dört farklı yaş grubundaki erkek sıçanların sağ serebral korteks kalınlığının soldan daha fazla olma durumunun değişmediğini gözlemişlerdir. Ayrıca hemisferik asimetrinin değeri bazı alanlarda, farklı yaş gruplarında, değişiklikler göstermektedir. Çevresel faktörlerin bazı kortikal bölgelerdeki asimetri derecesine etki ettiği aynı çalışmada sunulmuştur (Dowling ve ark., 1982). Bu araştırmacılar hipokampus yapısının cinsiyete ve sağ-sol hemisfere göre farklılık gösterdiğini yayınlamışlardır. Erkek sıçanlarda sağ dorsal hipokampusun soldan daha kalın olma durumunun yalnızca yaşamlarının belirli bir süresine özgü olduğu bildirilmektedir (Diamond ve ark., 1982).

Slomianko ve West (1987); yakın akraba iki vahşi fare türünün birisinde hipokampal bölge asimetrisini gözlerken, diğer türde böyle bir asimetrinin olmadığını bildirmişlerdir. Bu durumun, türün gelişimiyle ilgili olabileceği tahmin edilmektedir.

Asimetri çalışmaları, beyin bölgelerinin birbiriyle karşılaştırılmasında asimetri ihtimalinin de olabileceğini hatırlatması bakımından önemlidir (Slomianko ve West, 1987). Özellikle bazı mekanizmaların izahı, zihin-

sel fonksiyonların anlaşılmasına katkısı olabilmektedir (Marangoz ve ark., 1987).

Serebral asimetri ile ilgili şimdiye kadar yapılan histolojik çalışmalarda hep korteksin veya korteks altı yapıların boyutları ve alanları ölçülmüş, hücre sayısı bakımından bir asimetrinin olup olmadığı yeterince araştırılmamıştır. Çiftçi ve arkadaşları (1987) volumetrik veya boyutlardaki asimetri ve hücre sayısındaki asimetrinin sebep olabileceğini ifade etmişlerdir.

Jack ve arkadaşları magnetik rezonans görüntüleme tekniği ile sağlıklı 52 kişide (yaşları 20-40 olan) sağ-sol anterior temporal lob ve hipokampal formasyonu ölçmüşlerdir. Bu çalışmada sol hemisferlerin dominant olduğu, oysaki sağ anterior temporal lobun daha geniş olduğunu gözlemişlerdir. Benzer şekilde sağ hipokampal formasyon soldan daha kalındır. Söz konusu olan asimetri istatistiki açıdan da önemlidir. Aynı araştırmacılar sağ - sol hipokampus asimetrisinde yaşın, cinsiyetin veya belirli bir el kullanmanın etkili olmadığını bildirmektedirler (Jack ve ark., 1989).

Cinsiyet ve yaşa bağlı hücresel lateraliteyi konu edinen morfometrik araştırmalar yok denecek kadar azdır. Özellikle hipokampusun piramidal tabakasındaki hücre sayısına, cinsiyetin ve yaşın lateralitede ne gibi bir etkisinin olduğuna dair bir çalışmaya rastlanılmadı.

Kemirici beynindeki hipokampal bölgenin (özellikle piramidal hücre tabakası) kantitatif morfometrik çalışmalar için oldukça uygunluk (Diamond ve ark., 1982; Slomianko ve West, 1989) göstermesinden dolayı, çalışmamız

için sıçanı tercih ettik. Beynin birçok bölgesi için bildirilen sağ-sol asimetrisinin, hipokampusun piramidal tabakasındaki, piramidal hücre sayısı açısından da var olup olmadığı bilinmemektedir. Bizim ön çalışmamız dışında stereotaksik koordinatlara göre hipokampal asimetri araştırılmamıştır. Beynin belirli bölgeleri için belirtilen asimetrilerin, rostro-kaudal doğrultuda nasıl bir değişim gösterdiği konusunda ise tarafımızdan yapılan kaynak taramasında bu konuda yeterli çalışmanın yapılmadığı anlaşılmıştır.

Yukarıda belirtmeğe çalıştığımız konuların açıklanmasına katkısı olabileceği düşüncesiyle, 4 ve 20 haftalık dişi ve erkek sıçanların dorsal hipokampusunun rostro - kaudal doğrultuda nasıl bir değişim gösterdiğini anlamak için bu çalışma planlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

HİPOKAMPUSUN ANATOMİSİ

Girus dentatus, hipokampus ve subikulum, embriyonik hipokampal formasyondan gelişir. Korpus kallosum bu üç yapının üzerinde uzanmaktadır. Korpus kallosumca fazla etkilenmeyen temporal lobun alt kısmı hipokampusa farklanır. Hipokampal fissürün dudakları ise embriyolojik olarak girus dentatus ve parahipokampal girusa dönüşür. Bu yapıların birbiri ile olan ilişkileri özel disseksiyonla veya bu alandan geçen frontal kesitlerde daha iyi görülebilir (Carpenter ve Sutin, 1983).

Hipokampus terimi ilk defa Winslow tarafından 1732'de kullanılmıştır (Bear ve ark., 1985). Görünümü denizatına benzediğinden bu ad verilmiştir (Brodal, 1981). İnsanda büyük bir bölümü lateral ventrikülün temporal boynuzunun tabanı boyunca uzanmaktadır (Brodal, 1981; Nolte, 1988) (Şekil 3). Ventriküle bakan yüz en derin tabakasıdır. Burası alveus olarak da adlandırılmaktadır (Carpenter ve Sutin, 1983; Barr ve Kiernan, 1988). Miyelinli liflerden oluşmuştur (Brodal, 1981). Üzeri ependim hücreleriyle kaplıdır. Alveustan fimbriaya geçen lifler forniks sisteminin başlangıcını oluştururlar (Carpenter ve Sutin, 1983). Sınırları oldukça belirgin olan hipokampusa ilaveten girus dentatus (Barr ve Kiernan, 1988) ve subikulumu kapsayan yapıya hipokampal formasyon (Demeter ve ark., 1985; Amaral ve Witter, 1989; Martin, 1989) veya hipokampal bölge adı verilir (Brodal, 1981;

Nolte, 1988). Girus dentatus, korteksin dar bir bandı şeklinde hipokampusa eşlik eder. Medialindeki kortikal alanların tümüne subikulum denir. Bu alan prosubikulum, subikulum, presubikulum ve parasubikulum bölgelerine ayrılmaktadır (Brodal, 1981; Cohen ve Sherman, 1983) (Şekil 3). Subikulum hipokampal girusun bir bölümünü oluşturmaktadır (Brodal, 1981). Araştırmacıların çoğu subikulumun allokorteks ve neokorteks arasında bir geçiş bölgesi olduğu düşüncesindedirler (Cohen ve Sherman, 1983). Parahipokampal girus olarak da bilinen bu bölge entorhinal alan (Brodman'ın 28. alanı) ile devam eder. Piriform korteksin posterior bölümünün çoğunu oluşturur (Brodal, 1981).

Sıçanda ise hipokampus dorsal ve ventral olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır. Dorsal hipokampus yanlardan lateral ventriküllerce çevrelenmektedir. Frontalden kaudale doğru ilerlendikçe iki hipokampal formasyon birleşirler (Şekil 1, 4). Sıçan girus dentatusu beynin medialinde ve geniş bir yer kaplamaktadır. Araştırmacılar en iyi gelişmiş girus dentatusu insanda gözlemişlerdir (Dilberovic ve ark., 1986).

İnsanda hipokampal formasyonun en büyük parçası hipokampustur. Memelilerde, hipokampusun yapısal organizasyon prensiplerinin çoğu büyük oranda birbirine benzerdir (Brodal, 1981). Girus dentatusun oluşmasından hipokampusun sorumlu olduğu düşünülmektedir. Dişli görünümünden dolayı bu ad verilmiştir. Parahipokampal girus ve girus dentatus arasındaki yarık hipokampal sulkus olarak bilinir (Barr ve Kiernan, 1988).

İnsanda hipokampal fissür açıldığı zaman girus dentatus; yukarısında fimbria, aşağısında ise hipokampal fissür bulunan korteksin dar bir dişli şeklinde görülür. Neokorteksten, allokortekse doğru geçildikçe 6 tabakalı organizasyondan 3 tabakalı organizasyona doğru geçiş olmaktadır (Carpenter ve Sutin, 1983).

HIPOKAMPUSUN HİSTOLOJİSİ

Histolojik olarak hipokampus üç ana tabakadan oluşur. Bunlar polimorfik, piramidal ve moleküler tabakalardır. Bu üç tabakadaki hücrelerin dendrit ve aksonlarının farklı tarzda düzenlenmesiyle birçok sekonder tabaka meydana gelir (Carpenter ve Sutin, 1983) (Şekil 2, 3). Bu üç esas tabaka dıştan içe doğru şu şekilde düzenlenir :

1. Stratum molekülare,
2. Stratum piramidale,
3. Stratum polimorfe tabakalarıdır.

1. Stratum Molekülare : Yüzeysel tabakadır (Nolte, 1988). Bazen diğer tabakalardan gelen zengin lif ağını içeren bir lamina gibi de düşünülmektedir (Carpenter ve Sutin, 1983). Çoğunlukla neokorteksin dış tabakası ile devam etmektedir. Çok az sayıda nöron bulundurur (Barr ve Kiernan, 1988). Eumolekülare, lokunosum ve radiatum adını alan alt bölgelere ayrılır. Bu alt bölgeler en iyi CA1 bölgesinde gözlenir (Bear ve ark., 1985).

2. Stratum Piramidale : Hipokampusun hücresel elemanlarından birisi de piramidal hücrelerdir. Bu hücreler hipokampusun piramidal tabakasını oluştururlar (Brodal, 1981; Barr ve Kierman, 1988; Sugiura ve ark., 1989). Piramidal hücrelerin tabanları hipokampusun ventriküler yüzeyine dönüktür (Brodal, 1981). Aksonları sekonder bir tabaka olan stratum oriens-ten geçerek alveusa girerler (Carpenter ve Sutin, 1983). Dendritleri ise stratum molekülareye doğru uzanır (Barr ve Kiernan 1988). CA1 (Lang ve Frotscher, 1990) ve CA3'ün stratum oriensinde nonpiramidal hücreler oldukça bol bulunurlar (Totterdell ve Hayes, 1987). Aksonların düzenlenmesi ile oluşan sekonder tabakaya ise stratum radiatum denir (Brodal, 1981).

Bu tabakada küçük piramidal hücrelere ilaveten Golgi tip II hücreleri de vardır. Küçük ve büyük piramidal hücreler arasındaki morfolojik farklılıklar dendritlerinin gelişimi açısından (Carpenter ve Sutin, 1983). Piramidal hücrelere benzeyen sepet hücreleri çoğunlukla stratum oriens ve piramidale arasındaki geçiş zonunda bulunurlar. Bu hücrelerin aksonları alveusa geçmez, aksi yönde ilerliyerek piramidal hücrelerin gövdesi çevresinde yoğun sepet şeklinde pleksus yaptıktan sonra stratum radiatum'a geçerler (Carpenter ve Sutin, 1983). Piramidal hücre aksonları tekrar geriye dönebilen kollateralleri verebilirler. Bunların çoğu stratum radiatum'a girer. Diğerleri ise stratum oriens'e geçerler. Düzenli sıralanan piramidal hücreler hipokampusun şeklini belirler. Bu tabakada diğer tüm tabakalara giden ve değişik yol takip eden kısa aksonlu hücreler de mevcuttur. Sepet hücreleri buna örnek verilebilir. Sepet ve diğer hücreler hipokampusun intrinsik aktivitesi ile ilgilidir. Piramidal hücrelerin, aksonları ise forniks yoluyla hipokampusu terk ederler. Hipokampusun afferent liflerinin bazıları entorhinal korteksten gelmektedir (medial ve lateral perforant yol ile) (Brodal, 1981).

3. Stratum Polimorfe : Neokorteksin en iç tabakasına benzer yapıdadır. Bu tabakadaki nöronların bir kısmının aksonları fornikte bulunur. Diğerleri ise aksonlarını moleküler tabakaya gönderirler. Bu özelliklerinden dolayı neokorteksteki Martinotti hücrelerinden ayırmak zor olabilir (Barr ve Kiernan, 1988).

Girus dentatus da, hipokampus gibi üç esas tabakaya sahiptir (Cohen ve Sherman, 1983). Hipokampustan farklı yönü, piramidal hücre tabakası yerine, küçük nöronların oluşturduğu granüler hücre tabakasının bulunmasıdır (Cohen ve Sherman, 1983; Barr ve Kiernan, 1988).

Çok yoğun olan hücre dendritleri perforant yollara ve diğer afferent liflerin girdiği moleküler tabakaya uzanırlar (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutın, 1983). Girus dentatusun polimorfik tabakasını değişik tipte modifiye piramidal hücreler ve sepet hücreleri oluşturur. Girus dentatusun lifleri hipokampal formasyonun dışına çıkmazlar (Carpenter ve Sutın, 1983; Nolte, 1988). Bu lifler herhangi bir yere uğramadan hipokampusa direkt gelmektedirler (Nolte, 1988).

Girus dentatusun açık tarafı fimbriaya yönelik C şeklindedir (Teyler ve DiScenna, 1984). Diğer tarafı ise hipokampal sulkusun dorsal yüzeyini oluşturur. Moleküler tabakası bu sulkusa komşu, polimorfik tabakası ise fimbriaya yakın yerleşmiştir (Cohen ve Sherman, 1983).

Hipokampal formasyonun güçlendirilmesi ve düzenlenmesinden girus dentatusun sorumlu olduğu düşünülmektedir (Barr ve Kiernan, 1988). Girus dentatus, afferentlerinin çoğunu entorhinal korteksten, perforant yollar aracılığıyla almaktadır. Girus dentatusun nöronlarından çıkan ve yosunsu lif olarak adlandırılan liflerin çoğunluğu CA3 bölgesine dağılmaktadır (Amaral ve Witter, 1989; Frotscher, 1989).

Yapısal organizasyondaki farklılıklardan dolayı hipokampus uzunluğu boyunca değişik alanlara bölünmüştür. Bu alanlar genelde CA1, CA2, CA3 ve CA4 biçiminde isimlendirilmektedir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutın, 1983). CA4 girus dentatusa, CA1 ise subikuluma komşu olan alanlardır (Brodal, 1981) (Şekil 3).

Hipokampusun organizasyonunu daha iyi anlayabilmek için efferent ve afferent bağlantıları hakkında bilgi sahibi olmak uygun olacaktır.

Hipokampusa gelen afferent liflerin çoğu entorhinal alandan gelmektedir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983; Cohen ve Sherman, 1983; Barr ve Kiernan, 1988; Nolte, 1988). Entorhinal alan (28. alan) hücreyel organizasyonu ve lif bağlantıları bakımından homojen bir yapıda değildir (Brodal, 1981). Bu alan insanda oldukça geniş olup medial ve lateral bölgelere ayrılır (28a-28b) (Powers ve ark., 1988). Bu iki bölge arasında belirgin yapısal farklılıklar bulunmaktadır. Lateral bölgeye bulbus olfaktorius, prepiriform ve periamygdaloid korteks, neokortikal temporal alan, prefrontal granüler korteks, hipokampal formasyon, medial septal nukleus, dorsal raphe nukleusu ve nukleus lokus koruleusdan lifler gelmektedir.

Afferent lifler entorhinal korteksin farklı tabakalarında sonlanır. Örneğin bulbus olfaktorius'tan gelenler IA tabakasında, lateral amygdaloid nukleus lifleri III. tabakada, prepiriform korteks lifleri ise IB tabakasında sonlanır (Brodal, 1981).

Entorhinal alanın medial bölgesi ise lateral bölgeye gelen alanların dışındaki bölgelerden afferent lifler almaktadır (Brodal, 1981). Afferentleri bakımından farklı olan entorhinal alanın iki bölgesi, fonksiyonel olarak da farklı kabul edilir. İki bölgenin fonksiyonel benzemezliği, efferent projeksiyonlarına da yansımıştır. Bu alanın lateral ve medial bölgelerinden çıkan lifler, lateral ve medial perforant yolu takip eder (Brodal, 1981).

Hipokampusa gelen liflerin çoğu entorhinal alandan gelir. Medial ve lateral perforant yollar hipokampus ve girus dentatusun tümünü innerve eder (Brodal, 1981). Bu lifler hipokampusun CA1 kısmına ve subikulumun derin zonuna dağılmaktadır (Carpenter ve Sutin, 1983). Perforant yol olarak da adlandırılan entorhinal alanın lateral bölgesinden gelen lifler subikulum-

dan geçer. Bu lifler girus dentatus (Barr ve Kiernan, 1988) ve CA4 hariç tüm hipokampusta dağılır. Bu yollarla gelen afferentler piramidal hücre gövdesi ile dendritlerinde ve granüler hücrelerde sonlanırlar (Carpenter ve Sutin, 1983). Bu bağlantıların özel bir topografik modeli mevcuttur. Bu iki komponentteki lifler oldukça farklı laminar dağılım göstererek sonlanırlar. Yapılan çalışmalar entorhinal-hipokampal projeksiyonların özel biçimde düzenlendiğini göstermiştir. Bu alanın hipokampal aktiviteyi etkilediği, ilk fizyolojik çalışmalarla bile gösterilebilmiştir (Brodal, 1981).

Hipokampusun aktivitesini etkileyen diğer afferentler arasında septohipokampal bağlantılar son zamanlarda ilgi çekmektedir. Bunlar entorhinal alana nazaran hipokampusa daha az lif gönderirler (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983). Liflerin çoğu medial septal nukleustan kaynaklanmaktadır. Bunların kolinerjik lifler olduğu bildirilmektedir (Brodal, 1981). Hipokampusa forniks yoluyla da afferentler gelmektedir (Cohen ve Sherman, 1983; Barr ve Kiernan, 1988).

HRP. çalışmaları, hipokampusa yukarıda belirtilenlerden başka afferentlerin de geldiğini göstermiştir. Hipotalamus, hipokampus üzerinde oldukça kuvvetli inhibitör etki yapmaktadır. Anterior talamik nukleus ve mamiller cisimlerden hipokampusa lifler gelmektedir (Brodal, 1981).

Girus dentatusun granüler hücrelerinden büyük bir afferent yolun hipokampusa geldiği daha önceden de bilinmektedir. Bu lifler (granüler hücre aksonları) piramidal hücre dendritlerinin hücre bedenine yakın bölümlerine genişlemiş sonlanmalarla bağlanırlar (Brodal, 1981). Bu sonlanmalar gümüş reaksiyonu ile görülebilirler (Haug, 1974). Sepet hücrelerinin aksonları piramidal hücre gövdelerine bağlanan tek afferent lifler olarak gözük-

mektedirler. Geriye dönen piramidal akson kollateralleri piramidal hücrenin bazal ve apikal dendritlerinde sonlanırlar (Brodal, 1981).

Hipokampal formasyon ayrıca lateral olfaktor alanın bir bölümünü meydana getiren entorhinal alandan olfaktor uyarı alır (Barr ve Kiernan, 1988). Farklı yerlerden kaynaklanan afferentler piramidal hücre apikal dendritlerinin değişik seviyelerinde sonlanmaktadır (Nolte, 1988).

Hipokampal efferentlerinin bir kısmı, piramidal hücrelerden kaynaklanmaktadır (Brodal, 1981; Cohen ve Sherman, 1983). Diğer bir kısmının subikulum (Carpenter ve Sutin, 1983; Cohen ve Sherman, 1983; Barr ve Kiernan, 1988) ve polimorfik hücrelerden (Cohen ve Sherman, 1983) çıktığı bildirilmektedir. Hipokampusun esas efferentleri alveusta ilerleyip (Cohen ve Sherman, 1983), fimbriada toplanarak (Carpenter ve Sutin, 1983), fornixe geçerler (Cohen ve Sherman, 1983; Kretschmann ve ark., 1986). Hipokampal formasyon bazı liflerini entorhinal alan ve singulat kortekse geri göndermesine rağmen esas çıkış yolunu forniks oluşturur (Nolte, 1988). Bu geniş lif demeti, korpus kallosumun altından ileriye doğru karakteristik bir yön takip eder (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983). İnterventriküler foramen önünde bu lif demeti aşağıya döner ve farklı bölgelere giden küçük birimlere ayrılırlar (Brodal, 1981).

Forniks hem projeksiyon, hem de komissural lifleri bulundurur (Carpenter ve Sutin, 1983). Liflerin yaklaşık yarısı (Carpenter ve Sutin, 1983) anterior komissuraya doğru ilerler. Bunlara prekomissural forniks lifleri adı verilmektedir (Brodal, 1981). Diğer lifler onun arkasına geçer ki bunlara ise postkomissural forniks lifleri denmektedir (Brodal, 1981).

Postkomissuraller anterior komissurün kaudaline, prekomissuraller ise kranial tarafına geçmektedir (Carpenter ve Sutın, 1983). Forniks, hipokampal efferentlere ilaveten, zıt istikamette giden lifleri de bulundurmaktadır (Brodal, 1981).

Forniks, takriben insanda 1.000.000 (Brodal, 1981; Barr ve Kiernan, 1988), maymunda ise 500.000 lif bulundurmaktadır (Brodal, 1981). Hipokampus lezyonlarından sonra forniks liflerinin sonlanma yeri ve yönleri çeşitli hayvanlarda deneysel olarak gösterilmiştir (Brodal, 1981).

Postkomissural forniks lifleri mamiller cisime ve talamusun anterior nukleusuna dağılır (Brodal, 1981). Bu nukleus genelde forniksten gelen lifler kadar mamillotalamik yoldan da lifler alır. Bazı postkomissural forniks lifleri mamillar cisimlerin kaudalinden inerek orta beynin tegmentumuna girer (Carpenter ve Sutın, 1983).

Prekomissural forniks liflerinin bazıları mamillar cisim ve talamusun anterior nukleusuna ulaşırlar. Diğerleri ise preoptik bölge, lateral hipotalamus ve septum nukleuslarına dağılırlar (Brodal, 1981).

1975 yılına kadar forniksteki efferent liflerinin çoğunu hipokampusun piramidal hücre aksonlarının meydana getirdiği kabul edilmekteydi. Gelişen metodlarla forniksteki liflerin kaynağı daha detaylı incelenebilmiştir. Bunlardan otoradyografik inceleme metoduyla bir grup araştırmacı, önceden inanılanın aksine hipokampal formasyonda daha kompleks bir efferent projeksiyonu ortaya koydular. Bu grubun en önemli bulgularından birisi de forniksteki liflerin çoğunu yüz yıldır inanılanın aksine hipokampustan değil de subikulumdan kaynaklandığı şeklindeydi. Forniksten hipotalamusa giden tüm lifler ile septuma giden liflerin çoğu postkomissural ve

prekomissural fornixten geçmektedir. Hipokampusun bizzat kendisinden (CA) çıkan fornix liflerinin hepsi prekomissural fornix boyunca ilerler ve septumda sonlanırlar (Brodal, 1981).

Prekomissural fornix yoluyla septuma giden projeksiyon hipokampus-
tan (CA) çıkan ana akımı gösteriyorsa da ilaveten bazı diğer efferent pro-
jeksiyonlar da vardır. Lezyon ve dejenerasyon deneyleri ışığında böyle bir-
kaç projeksiyon, otoradyografik çalışmalarla gösterilmiştir. Esas hipokam-
pustan çıkan lifler girus singuliye, entorhinal alana ve subikuluma geçmek-
tedir (Brodal, 1981).

Hipokampal formasyonun morfolojisini bitirmeden önce komissural bağlantıları ve esas hipokampusun (CA) intrinsik organizasyonuna ait bazı özelliklerden kabaca bahsetmek gerekmektedir. İki hipokampal formasyon arasındaki komissural bağlantılar çok azdır. Gümüşleme boyama metodu, hipokampal komissürün kısmen karşılıklı bölgeler, kısmen de heterotipik bağlantılar içerdiğini göstermiştir. Mesela entorhinal alanın bazı lifleri karşı hipokampusun belirli bölgelerinde sonlanırlar (Brodal, 1981).

Andersen ve arkadaşları hipokampal formasyonun esas uyarıcı yollarının lamellar tarzda organize olduğunu ileri sürmüşlerdir (Amaral ve Witter, 1989). Transvers kesitlerde hipokampusun düzenli görünümü hipokampusun lamellar organizasyonunu düşündürmektedir (Brodal, 1981). Hipokampusun anatomik organizasyonunu açıklayan lamellar hipotez, hipokampal formasyon olayının anlaşılmasına büyük katkısı olmuştur. Bilhassa invitro çalışmalar bu hipotezin açıklanmasında önemli rol oynamıştır. Bu hipotez aynı zamanda klasik nöroanatomi ile de uyum gösterir (Amaral ve Witter, 1989). Hipokampal formasyonun anatomik organizasyonu

hakkında şunlar söylenebilir :

1. Hipokampusun ana projeksiyonları hipokampus boyunca veya septotemporal eksendeki kadar transvers ekseninde de yaygın ve geniştir.

2. Girus dentatustan ayrılan projeksiyonlar gibi hipokampal projeksiyonlar da formasyonun uzak seviyeleri ile bağlantı kurarlar (Amaral ve Witter, 1989).

HİPOKAMPUSUN FONKSİYONLARI

Hipokampal formasyonun mikrofizyolojisi ve anatomik bağlantıları ile ilgili önemli bilgiler olmakla beraber (Carpenter ve Sutin, 1983) onun görevi ile ilgili çok az şey bilinmektedir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983). Bunun nedeni ise beynin birçok bölgesi ile yakın ilişki içerisinde olmasındandır. Kompleks yapıdaki bağlantıları onun görevinin açıklanmasını daha da zorlaştırmaktadır (Brodal, 1981). Bu özelliklerinden dolayı hipokampusu herhangi bir fonksiyonun bir merkezi olarak kabul etmek hatalı olur (Brodal, 1981; Nolte, 1988). Doğru olanı ise onun az-çok iştirak ettiği görevleri belirlemektir (Brodal, 1981). Yaygın bağlantıları ile geniş bir alanla ilişki içerisinde. Böyle bir sistemin basit bir görevi yerine getirdiği düşünülemez (Cohen ve Sherman, 1983).

Hipokampusun görevini açıklamaya çalışan hipotezler oldukça çoktur. Bunlar iki ana grupta toplanmışlardır :

1. Motor kontrol sistemi doğrudan ayarladığını belirten,
2. Nonmotor davranış ve psikolojik işlemleri açıklayan hipotezdir (Brodal, 1981).

Uzun zamandır hipokampusun koku ile ilgili olduğu düşünülüyordu. Oysaki koku duyusunu alan yolların gelişmemiş olduğu bazı insanlarda çok iyi gelişmiş hipokampusun olduğu görülmüştür. Son yıllardaki çalışmalarda, bulbus olfaktoriustan hipokampusun lif almadığı bildirilmektedir. Bazı araştırmacılar hayvanlarda bulbus olfaktoriusun uyarılmasından sonra hipokampus- ta aksiyon potansiyeli oluşturmuşlarsa da bu cevaplar zayıftır. Bunların multisinaptik yollarla iletildiği belirtilmektedir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983). Ayrıca memelilerdeki hipokampus gelişiminin koku yolları gelişimiyle eş zamanlı olmadığı gösterilmiştir. Hipokampusun çıkarılmasından sonra koku ayırımı ve koku koordinasyon reflekslerinin etkilenmediği bildirilmektedir (Carpenter ve Sutin, 1983).

Belirli kortikal alanların ve değişik subkortikal yapıların uyarılması ile de hipokampal cevaplar oluşturulabilmektedir. Buna karşılık hipokampusun uyarılması ile diğer birçok beyin bölgelerinden kayıtların alındığı bildirilmiştir (Brodal, 1981). Hipokampusun tahrip edilmesi veya uyarılması ile alınan cevaplara göre hipokampusun görevinin belirlenmesi oldukça zordur. Çünkü bu tip çalışmalarda birçok araştırmacı birbirinden farklı sonuçlar elde etmişlerdir (Brodal, 1981).

Hipokampusun dikkat ve uyanıklıkla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Kaada ve Jansen anestezi edilmemiş kedilerde hipokampusun uyarılması ile kontralateral tarafta hızlı bakış ve arayış hareketlerini gözlemişlerdir. Başka araştırmacılar ise benzer çalışmalar esnasında oryantasyon, hayal görme (halüsinasyon), defensif davranışları gözlemişlerdir (Brodal, 1981). Hipokampusta meydana gelen lokal lezyonlar sonucunda görülen davranış değişiklikleri psikomotor epilepside gözlenen benzemektedir. Bu hayvanlar anormal korku, pupillar dilatasyon gibi felçli bireylerin belirtilerini

gösterirler. Lezyonu takiben görülen davranış değişiklikleri birkaç hafta sonra ortadan kalkar. Bazen çok sonraları bu davranış değişiklikleri tekrarlanabilmektedir. Hipokampusun uyarılabilme eşiği çok düşüktür. Buradan yayılan epileptik nöbet, limbik lobun diğer parçalarına ve en sonunda da neokortekse dağılır (Carpenter ve Sutin, 1983).

Hipokampal formasyonun emosyonel hareketlerle ilgili olabileceği (Kelly, 1985) düşüncesi ilk defa Papez tarafından ileri sürülmüştür (Carpenter ve Sutin, 1983). Papez de diğer araştırmacılar gibi hipotalamusun integratif göreviyle sağlanabilen emosyonel eda ve tecrübeler için korteksin mutlak gerekli olduğu görüşündedir (Carpenter ve Sutin, 1983).

Hipokampusun EEG dalgaları ritmik sinusoidal tipteki teta dalgalarıdır. Bu durum, yapının spontan aktivitesinin bilinçliliğin değişik devreleriyle ilişkili olabileceğini düşündürmektedir. Düşük bir konvulsiyon eşiği olan hipokampus ile epileptik nöbetler arasındaki ilişkiler her geçen gün daha da ilgi çekmektedir. Teta dalgalarının sadece dikkat ve uyanıklık ile ilgili değil, aynı zamanda birçok fizyolojik fonksiyonla ilişkili olduğu bildirilmektedir (Brodal, 1981).

Yukarda açıklandığı gibi hipokampusun çok çeşitli görevleri bulunmaktadır. Bunlardan birisi de yakın hafızadır (kısa süreli hafıza) (Brodal, 1981; Carpenter, 1983; Martin, 1989). Bu terimle yeni bilgilerin depolanması ifade edilmektedir. Canlıda bu özellik bozulsa bile geçmişte depolanmış bilgilerin hatırlanma kapasitesi sağlam kalır (Brodal, 1981). Hipokampusun hafıza ile ilişkisinin olduğu düşüncesi her geçen gün daha da kuvvetlenmektedir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983; Cohen ve Sherman, 1983; Barr ve Kiernan, 1988; Nolte, 1988). Bu düşünce temporal lob

harabiyeti olan veya temporal lobu cerrahi olarak çıkarılan hastalardaki bulgulara dayandırılmaktadır. Yakın hafıza kaybı ve ilerleyici bunama tablosu gösteren bir hastanın beyin otopsisinde hipokampus ve girus hipokampide yaygın iki taraflı lezyon gözlenmiştir (Brodal, 1981). Bu tip lezyonu olan kişilerde uzak hafıza, kişilik ve zekâ bozukluğu görülmemiştir (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983). Uzun süreli hafızanın zarar görmemesinin nedeni bu işlevin tüm serebral korteksçe yürütülmesindedir (Barr ve Kiernan, 1988). Yakın hafıza kaybının derecesi lezyon alanıyla doğru orantılıdır (Brodal, 1981). Bu hastaların yeni becerileri kazanmada yetersiz oldukları görülmektedir. Bu tip bulgular temporal lobun medial kısmının iki taraflı çıkartılmasından sonra görülenlere benzerlik göstermektedir. Daha ön bölgedeki lezyonlar hafızaya zarar vermemektedir. Parahipokampal girus, girus dentatus ve hipokampusu kapsayan lezyonlarda yakın hafıza etkilenmektedir (Carpenter ve Sutin, 1983).

Yaşlılığın sebep olduğu hafıza kayıplarında, hipokampusun hücre sayısında önemli derecede azalma olduğu görülmüştür (Carpenter ve Sutin, 1983; Mani ve ark., 1986). Şu da bilinmelidir ki hafıza kaybının tek nedeni iki taraflı hipokampal hücre kaybı değildir. Bunun dışındaki durumlarda da nadiren hafıza kaybı olayı görülebilmektedir (Nolte, 1988). Maymunda hipokampus ile amygdaloidin iki taraflı çıkartılmasından sonra duyma ve görmeye bağlı öğrenme ile hafızanın bozulduğu gösterilmiştir (Carpenter ve Sutin, 1983). Ayrıca seksüel aktivitelerinde artış, diğer bir türün üyesine veya cansız objelere yönelme gösterirler. Yalnızca amygdaloidi kapsayan lezyonlarda ise hayvanın seksüel aktivitesinde belirgin davranış bozukluğu görülmektedir (Barr ve Kiernan, 1988).

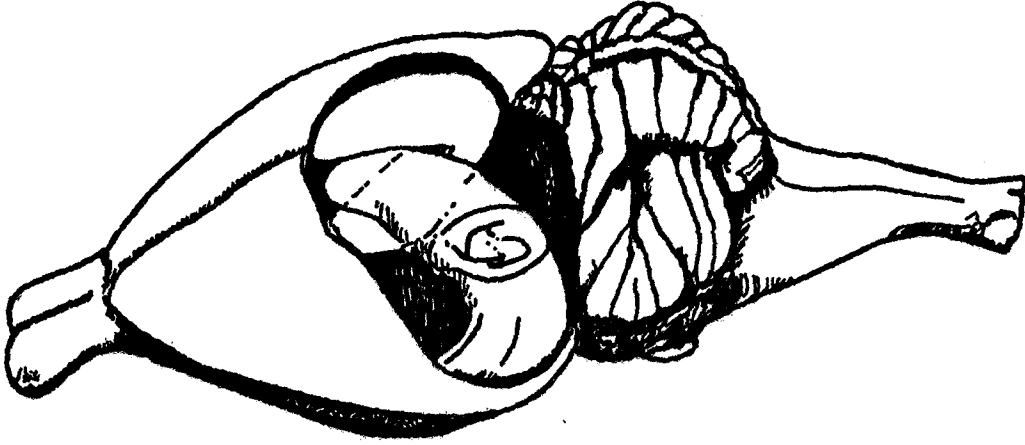
İnsanda her iki temporal lobun çıkartılmasından sonra meydana gelen tablo KULVER-BUCY sendromu olarak bilinir. Bu sendrom kendini

seksüel faaliyette göstermektedir. Bir kısmında seksüel aktivitede hipo, diğerlerinde ise hiperfonksiyon olarak gözlenmiştir (Barr ve Kiernan, 1988).

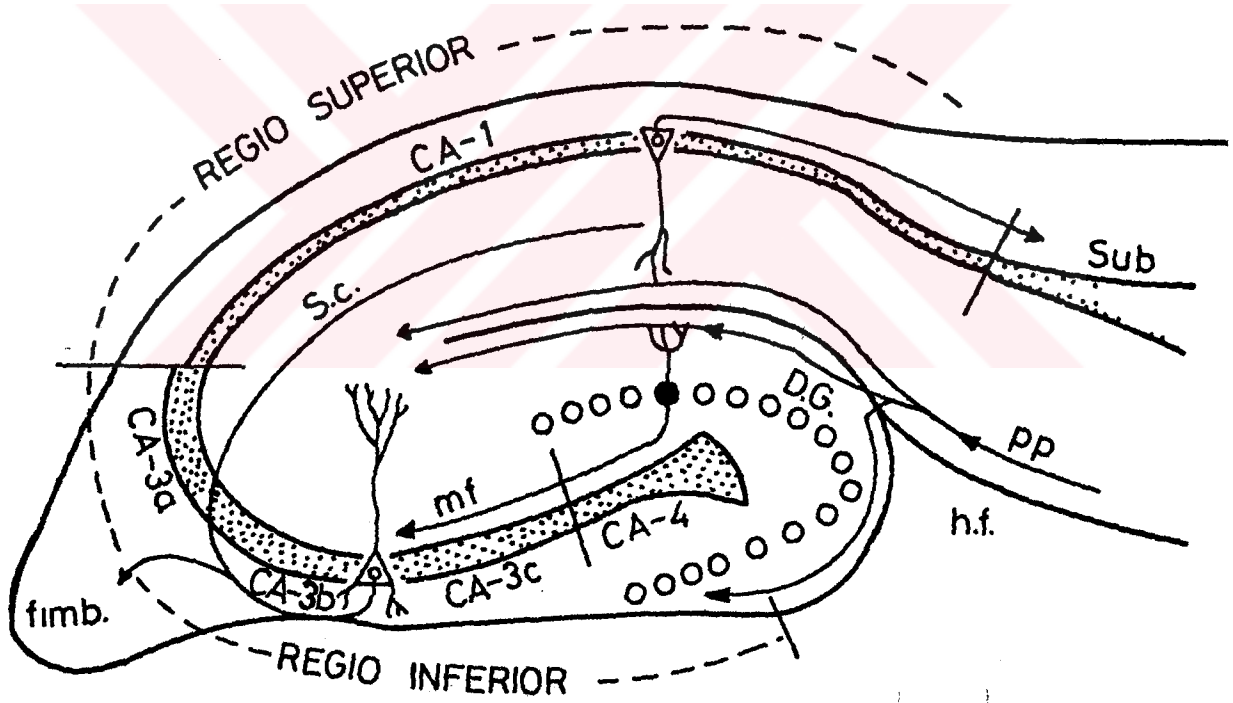
Hipokampus, amygdaloid ve girus singulinin uyarılmasıyla visseral fonksiyonlarda değişmeler olur. Visseral cevap geniş bir sahada kendini göstermektedir. Gastrointestinal hareketler, sekresyon, kılların dikleşmesi ve pupillar dilatasyon gibi değişiklikler örnek verilebilir (Barr ve Kiernan, 1988).

Sıçanlarda, hipokampus, forniks ve mamillar cismin bilateral lezyonundan sonra merakla öğrenmenin azaldığı görülmüştür. Bu hayvanlardan alınan tek nöron kayıtları, çevre şartlarındaki özel pozisyonları bu hücrelerin kaydettikleri anlaşılmıştır. Hatta "hipokampusun çevredeki anlamlı hareketlerin özelliklerini yapısında bulunduran kognitif bir harita" olduğunu ifade eden bir hipotez de bulunmaktadır (Carpenter ve Sutin, 1983).

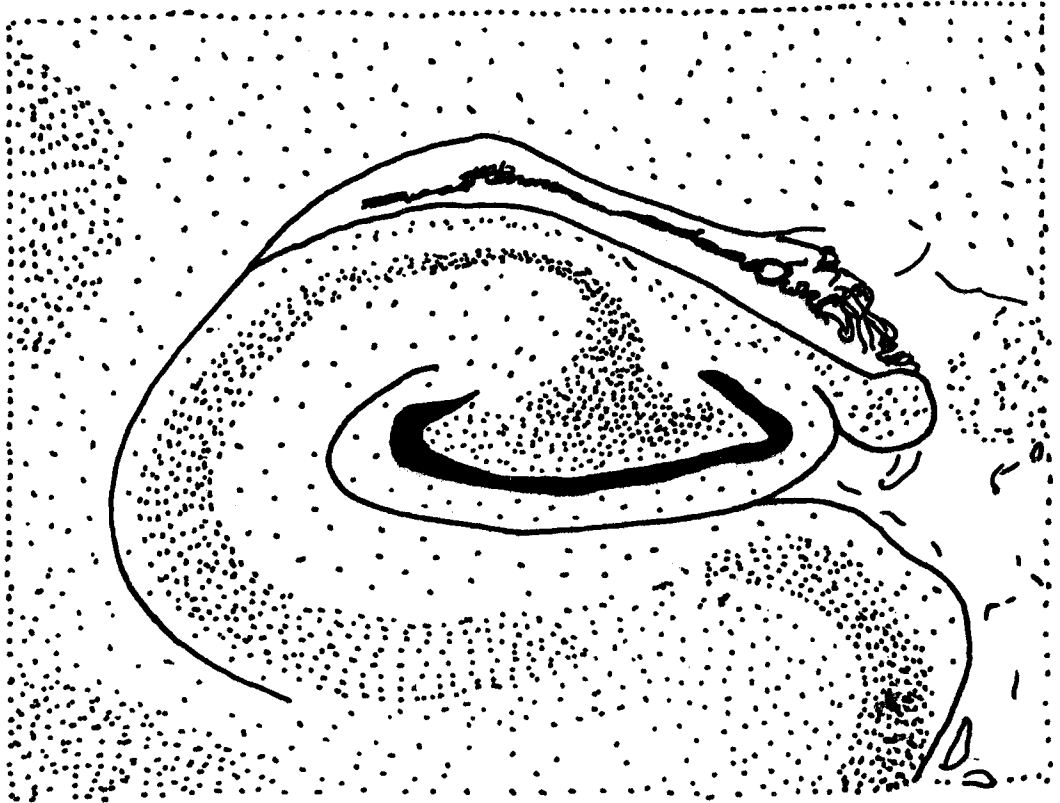
Bazı araştırmacılar insanda forniksın bilateral tahribinden sonra yakın hafıza kaybı geliştiğini bildirmişlerse de (Brodal, 1981; Carpenter ve Sutin, 1983; Nolte, 1988) bir grubu ise bunun tersini savunmuşlardır (Brodal, 1981). Şiddetli hafıza kaybına bağlı olarak Korsakoff psikozu gözlenir (Carpenter ve Sutin, 1983). Bu hastalarda anlama nisbeten zarar görmezken, yeni bilgilerin kazanılması zorlaşmaktadır (Nolte, 1988). Bu sendromun mamiller cisimler ve komşu alanlarındaki lezyonlarda görüldüğü söylenmektedir. Buna karşılık bazı araştırmacılar ise yalnızca talamusun bilateral tahribiyle oluştuğunu bildirmektedirler (Carpenter ve Sutin, 1983; Nolte, 1988).



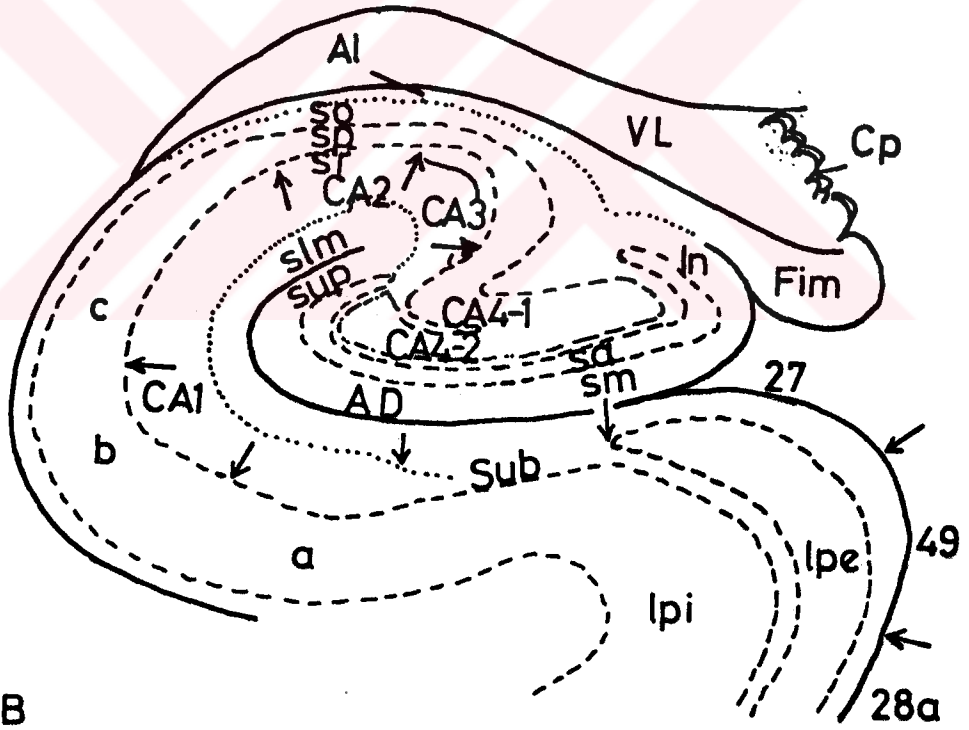
Şekil 1 : Sığan beyninde hipokampusun yerleşimi (Teyler ve DiScenna, 1984).



Şekil 2 : Hipokampusun organizasyonu. Sub: Subculum, D.G : Gyrus dentatus, h.f.: Hipokampal fissur, pp: Perforant yol, mf: mossy lifleri, S.c.: Schaffer kollateralleri, fimb: fimbria. Önceden CA-2 (veya h_2) olarak bilinen bölüm CA-3a'ya karşılıktır. Piramidal hücre şeridi subculum ve CA-1-CA-4 kısımlarına bölünür (Siesjo ve Wieloch, 1986).



A



B

Şekil 3 : Maymunun hipokampal bölgesinden geçen horizontal kesitte, hipokampal formasyon ve girus dentatusun tabakaları görülmektedir. Al: Alveus, VL: Lateral ventrikül, so: Stratum oriens, sp: Stratum pyramidale, sr: Stratum radiatum, slm: Stratum lakunosum molekülare, sa: Stratum granulosum, sm: Stratum molekülare, AD: area dentata, Sub: Subikulum, Fim: Fimbria, lpe: lamina prensipalis eksterna, lpi: lamina prensipalis interna, In: Inferior, sup: superior, Cp: Koroid pleksus, 28a: entorhinal alan, 49: Parasubikulum, 27: Presubikulum (Carpenter ve Sutin, 1983).

MATERYAL VE METOD

Bu çalışma, 4 ve 20 haftalık yaşta olan iki sıçan grubunda yapıldı. Her grupta 15 erkek, 15 dişi olmak üzere toplam 60 albino sıçan kullanıldı. 4 haftalık sıçanlar ortalama 42.05 gr., 20 haftalıklar ise ortalama 236.31 gr. ağırlığındaydı. Derin anestezi altında (sodyum pentobarbital 50 mg/kg i.p) serum fizyolojik ile vücuttaki kan damarlarının lümenleri kandan temizlendikten sonra, % 10'luk formaldehid ile intrakardiyal perfüzyon yapıldı. Daha sonra kafatası açılarak beyin çıkartıldı. Tespit sırasında meydana gelen artefaktı minimum değere düşürmek amacı ile perfüzyon tekniği tercih edildi.

Tespitten sonra, rutin işlemlerden geçirilen beyinlerin parafin blokları hazırlandı. Kesit alımı sırasında sağ ve sol hemisferlerin birbirine karışmasını önlemek için bloklama sırasında hayvanın kod numarasının yazılı olduğu etiket daima sağ hemisfer tarafına yerleştirildi. Kortekste zarar yapabileceğinden dolayı hemisferlerin belirlenmesinde Konigsmark'ın (1970) önerdiği çentikleme metodunu tercih etmedik.

Reichert mikrotomu ile 5µ kalınlıkta frontal kesitler alındı. Kesitlerin sağ tarafı (sağ hemisferin bulunduğu taraf) lamda hayvan kod numarasının ve kesit seviyesinin yazıldığı tarafa gelecek şekilde preparatı hazırlandı. Bu şekilde sağ ve sol hemisferlerin birbiriyle karıştırılması önendi.

Hematoksilen-eozin (Lee ve Luna, 1968) ve tionin (Aker, 1954) ile boyamaları yapıldı. Stereotaksik atlas yardımıyla ışık mikroskobunda kesit seviyeleri tespit edildi (Pellegrino ve ark., 1979). Sağ ve sol dorsal hipokampusun CA1, CA3, CA4 bölgelerindeki tüm piramidal hücreler sayıldı. Nöron sayımında, Konigsmark'ın (1970) önerdiği 10 x 40 büyültme kullanıldı. Hücre sayımı sırasında hayvanın cinsiyeti ve yaşı ile ilgili bilgilerin bilinmemesi için hayvanlar daha önceden kodlandı. Tüm sayım ve ölçümler bittikten sonra veriler değerlendirilmeye alındı. Bulgularda yapılan hücre sayım karşılaştırmaları 1 mm.'ye düşen hücre sayısı açısından yapılmıştır.(şekil 5, 6, 7, 8)

Şekil 4'de görülen bölgelerden, oküler mikrometrik disk ile 4 x 5 büyültmede ölçümler yapıldı. Bölgelerden (1., 2., 3.) alınan ölçüm ve hücre sayım sonuçları (hücre sayısı/mm) Student'in "t" testi ile değerlendirildi.

Hipokampusun CA1, CA3, CA4 bölgelerinin resimleri Zeiss marka fotomikroskobu ile çekildi. 21 din 100 asa'lı Kodak filmi kullanıldı ve baskı için Agfa ve Fuji kartları kullanıldı.



Şekil 4. Sıçan dorsal hipokampusunda ölçüm yapılan bölgeler (1., 2., 3.) görülmektedir.
Tionin xok. 10, xobj. 2.5.

BULGULAR

Piramidal Hücre Sayım Bulguları

Dört haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin çeşitli seviyelerinden (anterior-posterior, -1.2 ile -2.8 arası) geçen kesitler ile kesitlerin sağ ve sol tarafında sayılan piramidal hücre miktarları (1 mm'ye düşen hücre sayısı bakımından) Tablo 1'de verilmiştir. 200 mikron aralıklar ile alınan kesitlerin seviyesi stereotaksik atlasla tespit edildi (Pellegrino ve ark., 1979). İlk dört kesitte sol tarafta (-1.4 hariç), son beşinde ise sağ tarafta daha çok piramidal hücre olduğu görüldü. -2.0 kesit seviyesinin anteriorunda, hücre sayısı bakımından sola kayma varken posteriorunda ise sağa kayma görülmektedir. Bunlardan yalnızca -2.0 seviyesindeki sağ-sol farklılığı (sağda daha fazla olmak üzere) istatistiki açıdan önemliydi ($p < 0.05$).

Aynı grubun dorsal hipokampusun CA3 bölgesinde, -1.6 kesit seviyesinin dışındaki tüm seviyelerde sağ taraf, sola göre daha çok hücre bulundurmaktadır. Bunlardan yalnızca -2.2 ($p < 0.02$) ve -2.6 ($p < 0.05$) de sağ - sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlıydı (Tablo 2).

4 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA4 bölgesinin -2.2 ve -2.8 kesit seviyelerinin dışındaki tüm kesit seviyelerinde sağ tarafın daha çok piramidal hücre bulundurduğu görüldü. Bunlardan yalnızca -2.2 ve

-2.6'da farklılık, istatistiksel olarak önemliydi ($p < 0.02$) (Tablo 3).

Tablo 4'te 4 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinden elde edilen hücre sayım sonuçları görülmektedir. Bu bölgedeki 9 kesit seviyesinin hiçbirisinde sağ-sol hücre sayısı farklılığı, istatistiki açıdan anlamlı değildir. -1.2, -1.6, -2.0 -2.4 ve -2.8 kesit seviyelerinde sol taraf sağdan daha çok hücre bulundururken, -1.4, -1.8, -2.2, -2.6'da ise sağ taraf, sol taraftan daha çok hücre bulundurmaktadır. Kesit seviyelerindeki sonuçlara bakıldığında sağın ve solun dominant olma durumunun mozaik biçiminde dağıldığı görülmektedir.

4 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA3 bölgesinde CA1'de olduğu gibi tüm kesit seviyelerinde sağ ve sol farklılığı istatistiki yönden anlamsızdı. -1.2'den -1.8 dahil kesit seviyelerinde sağ-sol farklılığı mozaik biçimde dağılmaktadır. -2.0 kesit seviyesinden sonraki (-2.4 hariç) tüm kesitlerde sağ tarafın soldan daha çok hücre bulundurduğu görülmektedir (Tablo 5).

4 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun CA4 bölgesinde de CA1, CA3'de görülene benzer şekilde -1.2'den, -2.0'ye kadar sağ ve solun dominant olma durumu mozaik görünümünü vermektedir. -1.2'de sağ taraf, sol taraftan daha fazla hücre bulundururken, bir sonra gelen -1.4 seviyesinde ise sol hipokampusun sağ hipokampustan daha çok hücre bulundurduğu görülmektedir. Bu bölgedeki tüm seviyelerde sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan önemsizdir (Tablo 6).

Tablo 13 ve 14'te 4 haftalık erkek ve dişi sıçanların dorsal hipokampusunun bölgelere göre hücresel dağılımı verilmektedir. Bu iki tabloda hipokampusun tüm kesit düzeylerinde erkek ve dişilerde CA1, CA3, CA4

bölgelerindeki hücre ortamlarının sağ ve soldaki sayıları karşılaştırılmıştır. 4 haftalık erkek ve dişi sıçanların CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinde sağ tarafın, sola göre daha çok hücre bulundurduğu görüldü. Sağın soldan daha fazla hücre bulundurması istatistiksel olarak anlamsız bulundu.

20 haftalık dişi sıçanlarda, dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin 9 kesit seviyesinde (-1.2 ile -2.8 dahil) sol hipokampusun, sağdan daha çok hücre bulundurduğu gözlenmiştir. Bunlardan yalnızca -1.4 ($p < 0.05$), -1.6 ($p < 0.05$) ve -2.2 ($p < 0.05$) de sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlıydı (Tablo 7).

Tablo 8'de ise 20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA3 bölgesinin, sağ ve solundaki hücre dağılımları görülmektedir. Bu bölgenin -1.6 kesit seviyesinde sol hipokampus, sağdan daha çok hücre bulundurmaktadır. Bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.02$). Diğer kesit seviyelerinde ise sağ tarafın, soldan veya solun sağdan farklı olması istatistiki bakımdan anlamlılık göstermez. -1.2'den, -1.8 dahil kesit seviyelerinde sağ-sol farklılığı mozaik biçiminde dağılım göstermektedir.

20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA4 bölgesinin ilk üç seviyesinde (-1.2, -1.4, -1.6) sol taraf, sağdan daha çok hücre bulundurmaktadır. Bu sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlı değildir. Daha sonraki beş kesit seviyesinde (-1.8, -2.0, -2.2, -2.4, -2.6) ise sağ taraf soldan (istatistiki açıdan anlamlı olmasa da) daha fazla hücre bulundurmaktadır (Tablo 9). Bu bölgenin anteriorunda sol, posteriorunda ise sağ daha fazla hücreye sahiptir. Tüm kesit seviyelerindeki sağ-sol farklılığı istatistiksel olarak anlamsızdır.

Tablo 10'da 20 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin anterior kesitlerinde (-1.2, -1.4, -1.6) sağ-sol farklılığının mozaik biçimde dağılım gösterdiği görülmektedir. -1.8, -2.0, -2.2 ve -2.6 kesitlerinde ise sol tarafta 1 mm'ye düşen hücre sayısı, sağdan daha fazladır. Bunlardan yalnızca -2.6'da (sol tarafın lehine olmak üzere) farklılık istatistiki bakımdan önem arzeder ($p < 0.05$).

20 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusun, CA3 bölgesinin anteriorundaki kesitler (-1.2'den - 1.8 dahil) de sol taraf sağdan daha fazla hücre bulundurmaktaydı. Bu farklılıklar istatistiki açıdan önemli değildir. -1.8'in posteriorundaki kesit seviyelerinde ise sağ taraf sol taraftan daha çok hücreye sahiptir. Bunlardan yalnızca -2.4 kesit seviyesinde sağ tarafın sol taraftan daha fazla hücre bulundurması istatistiksel olarak anlamlıydı ($p < 0.05$) (Tablo 11).

20 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun CA4 bölgesindeki tüm kesitlerde sağ-sol farklılığı istatistiksel olarak anlamsızdır. İlk iki kesit seviyesinde (-1.2, -1.4) sol taraf, sağ taraftan daha fazla hücre bulundururken, bundan sonraki iki kesitte ise tam tersi söz konusudur. Posteriorundaki -2.0 ve -2.2 kesit seviyesinde ise sol taraf, sağ tarafa oranla daha fazla hücreye sahipken, -2.4 ve -2.6'da ise sağ taraf soldan daha çok hücre bulundurmaktadır (Tablo 12).

20 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun toplam seviyelerinde bulunan piramidal hücreler CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinin hepsinde sol taraf sağa göre daha çok hücre bulundurmaktadır. Bu durum Tablo 15'te görülmektedir. CA1, CA3 ve CA4'teki farklılıkların hiçbiri istatistiki açıdan önemli değildir.

Tablo 16'da 20 haftalık dişi sıçanların dorsal hipokampusunun toplam seviyelerinde, sol ve sağında bulunan hücre sayıları verilmiştir. Bu hayvan grubunun CA1 ve CA3 bölgelerinde sol taraf, sağ taraftan daha çok hücre bulundurmaktadır. CA4 bölgesinde ise CA1 ve CA3'ün tersi bir durum söz konusudur. Tüm bölgelerdeki sağ-sol farklılığı istatistiksel olarak anlamsızdır.

Dorsal Hipokampusun Uzunluk Ölçüm Bulguları

Şekil 4'de görülen bölgeler 1., 2., 3. olarak numaralandırıldı. Her kesit seviyesindeki bölge karşısındaki aynı bölge ile karşılaştırıldı. Daha sonra bir taraftaki 1., 2. ve 3. bölgelerdeki uzunluklar toplandı. Çıkan sayı üçe bölünerek, bu bölgenin ortalama uzunluk değeri bulundu. Aynı işlem diğer taraf için de yapıldı. Bir tarafın ortalama uzunluk değeri ile diğer tarafın ortalama değeri karşılaştırılarak, sağ-sol arasındaki fark bulundu.

4 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun 1. bölge uzunluğunun sağ ve sol karşılaştırması Tablo 17'de görülmektedir. İlk üç kesit seviyesinde (-1.4 ile -1.8 arası) sağ taraf, daha sonraki dört kesit seviyesinde, sol tarafın daha uzun olduğu görüldü. Buradaki tüm kesit seviyelerinde sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamsızdır.

Bu hayvan grubunun 2. bölge karşılaştırmasında -1.8, -2.0 ve -2.2 kesit seviyelerinin dışındaki tüm kesitlerde sol 2. bölge, sağ 2. bölgeden daha uzundur. -2.0 ve -2.2 bölgeleri dorsal hipokampusun orta bölgeleridir. Bu iki seviyede ise sağ taraf, sol taraftan uzundur (Tablo 18).

4 haftalık dişi sıçan grubunun 3. bölge sağ-sol uzunlukları Tablo 19'da verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi yalnızca -2.0 ve -2.2'de sağ 3. bölge, sol 3. bölgeden daha uzundur. Diğer tüm kesit seviyelerinde lateralite sola kaymıştır. Bu bölgede ve 2. bölgede de sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamsızdır.

4 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun 1. bölge uzunluğunun sağ-sol karşılaştırması Tablo 20'de görülmektedir. 1. bölgenin son üç kesit seviyesi olan -2.2 ($p < 0.02$), -2.4 ($p < 0.05$) ve -2.6 ($p < 0.03$) da sol tarafın, sağdan daha uzun olduğu gözlemlendi. -1.4 ve -2.0 kesit seviyelerinde ise sağ taraf, soldan uzundur. Aradaki fark istatistiki açıdan anlamsızdır.

Aynı hayvan grubunun dorsal hipokampus 2. bölgesinin sağ-sol karşılaştırmasında, -1.6 kesit seviyesinin dışındaki tüm kesitlerde sağ 2. bölgenin, sol 2. bölgeden uzun olduğu gözlemlendi. Kesit seviyelerinin hiçbirinde sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlı değildi. Yukarıdaki durumdan ayrı kalan -1.6 seviyesindeki sola doğru olan lateralite 0.0013 gibi çok küçük bir değerle sağlanmaktadır (Tablo 21).

4 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampus 3. bölgesinin sağ - sol uzunluk karşılaştırması Tablo 22'de görülmektedir. Bu bölgede -1.6, -2.2 ve -2.6 kesit seviyelerinde sol 3. bölge, sağdan uzunken, diğer seviyelerde ise, sağ 3. bölge, soldan daha uzundur. Sağ 3. bölgenin daha uzun olduğu seviyelerde sağ -sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlı olabilecek değerde değildir.

20 haftalık dişi sıçanlarda, dorsal hipokampusun 1. bölge uzunluğunun sağ-sol karşılaştırması Tablo 23'te verilmiştir. 1. bölgenin -1.6 seviyesinin dışındaki tüm kesit seviyelerinde istatistiki bakımdan anlamsız da olsa sol taraf, sağ taraftan daha uzundur.

Bu hayvan grubunun 2. bölge uzunluklarının karşılaştırmasında sağ ve sol arasında, farkın gözlenmediği -2.6 kesit seviyesinin dışındaki seviyelerde sağ taraf soldan daha uzundur (Tablo 24). -1.8 ($p < 0.03$) ve -2.0 ($p < 0.04$) kesit seviyelerinde sağ-sol farklılığı istatistiksel olarak anlamlıdır.

Aynı hayvan grubunun 3. bölgesinin sağ-sol karşılaştırmasında, posteriordeki -2.4 ve -2.6 seviyelerinin dışındaki tüm seviyelerde sağ taraf, soldan daha uzundur (Tablo 25). Kesit seviyelerinin hiçbirinde sağ-sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlı değildir.

20 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun 1. bölge uzunluğunun sağ-sol karşılaştırılmasında, anteriordeki kesitlerde (-1.4, -1.6, -1.8) sağ, posteriordekilerde ise (-2.0 ile -2.6 arası) sol daha uzundur. Sağ-sol farklılığı yalnızca -1.8'de istatistiksel olarak önemlidir (Tablo 26).

Bu hayvan grubunun 2. bölge, sağ-sol karşılaştırması Tablo 27'de görülmektedir. -1.4 ve -2.6 kesit seviyelerinde sol taraf, sağ taraftan daha uzundur. Diğer kesitlerde ise sağ taraf, soldan daha uzundur. Bunlardan yalnızca -1.8'de sağ-sol uzunluk farkı istatistiki yönden anlamlıdır ($p < 0.05$).

20 haftalık erkek sıçanlarda 3. bölgenin anteriorundaki kesit seviyelerinde, sağ dorsal hipokampusun 3. bölgesi, soldan uzundur. Posteriordeki kesit seviyelerinde (-2.2 hariç) ise anteriorun tersi söz konusudur. Bu böl-

genin -1.4 ve -1.6 seviyelerinde sağ tarafın, soldan daha uzun olması istatistiki açıdan anlamlıdır ($p < 0.02$). Diğer seviyelerde sağ-sol farklılığı istatistiki bakımdan anlamsızdır (Tablo 28).

Tablo 29'da 4 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun tüm seviyelerindeki ölçümlerin sağ-sol ve bölgelere göre karşılaştırması sonulmaktadır. 1. bölgede sol tarafın, 2. ve 3. bölgelerde ise sağ tarafın daha uzun olduğu bulundu. Bölgelerdeki sağ-sol farklılığı istatistiki bakımdan anlamsızdı.

4 haftalık dişi sıçanların dorsal hipokampusun tüm seviyelerinde, sol 1., 2. ve 3. bölgelerinin, sağ 1., 2., ve 3. bölgelerinden daha uzun olduğu görüldü. Sağ-sol arasındaki farklılık yok denecek kadar azdır (Tablo 30).

20 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampus ölçümlerinin bölgelere göre sağ-sol karşılaştırması Tablo 31'de görülmektedir. 20 haftalık erkek sıçan deney grubunun 1. bölgesi, solda daha uzunken, 2. ve 3. bölgeleri sağ tarafta sola göre daha uzundur. 1., 2. ve 3. bölgelerdeki sağ-sol farklılığı istatistiki yönden anlamsızdır.

Tablo 32'de 20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun tüm seviyelerdeki ölçüm ortalamalarının bölgelere ve sağ-sola göre karşılaştırması verilmiştir. Tablodan da görüleceği gibi 1., 2., ve 3. bölgelerde sağ taraf soldan daha uzundur. diğer gruplarda olduğu gibi bu bölgede de sağ - sol farklılığı istatistiki açıdan anlamsızdır.

Tablo 33'te 4 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun 3 bölge toplam uzunluk ortalamalarının sağ ve sol karşılaştırması gösterilmektedir. Bu hayvan grubunun anterior ve posteriorundaki kesitlerde sol taraf, ortadaki kesitlerde ise sağ taraf daha uzundur. Hiçbir kesit seviyesinde sağ - sol farklılığı istatistiki açıdan anlamlı değildir.

4 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun 3 bölgesinin toplam uzunluk ortalamalarının sağ ve sol karşılaştırmasında ortadaki kesit seviyelerinde (-1.8 ve -2.0) sağ dorsal hipokampus soldan daha uzundur. Diğer seviyelerde belirli bir yöne yönelme yoktur. Tüm kesit seviyelerinde sağ - sol uzunluk farkı istatistiksel olarak anlamsızdır (Tablo 34).

20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun 3 bölgesinin toplam uzunluk ortalamalarının sağ ve sol karşılaştırması Tablo 35'te sunulmuştur. Tablodan da görüldüğü gibi anteriordeki ilk 5 kesit seviyesinde sağ taraf soldan daha uzundur. Posteriordeki son iki kesitte ise sol dorsal hipokampus, sağdan uzundur.

Tablo 36'da 20 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun 3 bölge toplam uzunluk ortalamalarının; sağ-sol karşılaştırılması görülmektedir. Anteriordeki ilk üç kesit seviyesinde sağ taraf, posteriordekilerde ise (-2.2 hariç) sol taraf daha uzundur. 20 haftalık erkek ve dişi sıçan dorsal hipokampusun, 3 bölge toplam uzunluk ortalamalarının sağ ve sol karşılaştırılmasında hiçbir seviyede sağ-sol farklılığı istatistiki bakımdan anlamlı değildir.

4 ve 20 Haftalık Sıçanların Hücre Sayıları Bakımından Birbiri İle Karşılaştırılması

4 ve 20 haftalık sıçanların aynı hemisferlerindeki benzer bölgelerin hücre sayıları açısından birbiri ile karşılaştırılması Tablo 37 ve 38'de görülmektedir.

4 haftalık erkek sıçanların hem sağ (207.04 hücre/mm), hem de sol (202.01 hücre/mm) dorsal hipokampusunun CA1 bölgesi, 20 haftalık sıçanların aynı bölgelerinden (196.38 (sağ), 199.91 (sol) hücre/mm) daha çok hücre bulundurmaktadır. Bu farklılıklar istatistiki açıdan anlamsızdır (Grafik 1).

20 haftalık erkek sıçanların sol CA3'ü (150.49 hücre/mm), 4 haftalık erkek sıçanların sol CA3'ünden (144.95 hücre/mm) daha çok hücre bulundurmaktadır. Aynı hayvanların sağ hemisferlerinin karşılaştırılmasında, 4 haftalık erkek sıçanların (149.29 hücre/mm), 20 haftalık sıçanlardan (148.83 hücre/mm) daha çok hücre bulundurduğu görüldü. Aradaki fark çok azdır. Sol-sol, sağ-sağ karşılaştırmasında görülen lateraliteler istatistiksel olarak anlamsızdır (Grafik 2).

4 ve 20 haftalık erkek sıçanların sağ ve sol hemisferlerindeki CA4 bölgelerinin karşılaştırılması Grafik 3'te görülmektedir. 20 haftalık erkek sıçanların sağ (146.02 hücre/mm) ve sol (141.01 hücre/mm) CA4 bölgeleri, 4 haftalıkların sağ (110.28 hücre/mm) ve solundan (109.44 hücre/mm) daha çok hücre bulundurmaktaydı. Sağ ve soldaki hücre sayılarındaki farklılık istatistiki açıdan ileri derecede anlamlıydı ($p < 0.003$ (sol-sol)), ($p < 0.006$ (sağ-sağ)).

4 ve 20 haftalık dişi sıçanların aynı hemisferlerinin CA1 bölgesindeki hücre yoğunluğunun karşılaştırılması Grafik 4'te verilmiştir. 20 haftalık dişi sıçanların sol CA1'i (195.96 hücre/mm), 4 haftalıkların sol CA1'inden (184.42 hücre/mm) daha çok hücreye sahipti. Aynı hayvanların sağ CA1'lerinin karşılaştırılmasında ise solun tersi durum görülmektedir. 4 haftalık dişi sağ CA1'inde 191.87 hücre/mm bulunurken, 20 haftalık dişi CA1'inde

ise 184.40 hücre/mm vardır. Dişi sıçanların sağ ve sol CA1 bölgelerinin karşılaştırılmasında gözlenen lateralite değeri istatistiki açıdan anlamsızdır.

4 ve 20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA3 bölgesi için yapılan karşılaştırmada 20 haftalıkların sol CA3'ü (144.99 hücre/mm), 4 haftalıkların sol CA3'ünden (135.94 hücre/mm) daha çok hücreye sahiptir. Sağ-sağ karşılaştırmasında ise 4 haftalık dişi sıçan CA3 bölgesinin (143.06 hücre/mm), 20 haftalıklarından (142.48 hücre/mm) daha çok hücreye sahipti. Sol-sol ve sağ-sağ karşılaştırmasında görülen farklılıklar istatistiksel olarak anlamsızdır (Grafik 5).

4 ve 20 haftalık erkek sıçan CA4 bölgelerinin sol-sol ve sağ-sağ karşılaştırılmasındaki durumun benzeri, dişi sıçanların CA4 bölgelerinin karşılaştırılmasında da görülmektedir. 20 haftalık dişi sıçanların sol (127.62 hücre/mm) ve sağ (131.13 hücre/mm) hemisferlerindeki CA4 bölgesi, 4 haftalık dişi sıçanların aynı bölgelerine kıyasla (92.84 hücre/mm)(sol) daha fazla hücre bulundurmaktaydı 103.52 hücre/mm (sağ). Aradaki fark istatistiki açıdan çok ileri derecede anlamlı bulundu ($p < 0.0006$ (sol), $p < 0.007$ (sağ)) (Grafik 6).

Vücut Ağırlığı ile Beyin Ağırlığı Arasındaki İlişki

Bu ilişkinin araştırılması için regresyon analizi kullanıldı. 4 haftalık erkek sıçanların vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki Grafik 7'de görülmektedir. Vücut ağırlığı artışına bağlı olarak beyin ağırlığı da artmaktadır. Bu artış istatistiki açıdan anlamsızdı ($p > 0.05$).

4 haftalık dişi sıçan vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki istatistiki bakımdan anlamlıydı ($p < 0.05$). İki değişken arasında doğrusal bir ilişkinin olduğu Grafik 8'de görülmektedir.

20 haftalık erkek ve dişi sıçan beyin ağırlığı ile vücut ağırlığı arasındaki ilişki Grafik 9 ve 10'da görülmektedir. Vücut ağırlığı artışına paralel olarak beyin ağırlığı da artmaktadır. Aradaki ilişki istatistiki açıdan anlamlıydı ($p < 0.01$).

4 haftalık erkek ve dişi sıçan beyin ağırlıklarının karşılaştırılması Grafik 11'de görülmektedir. Bu hayvanlar için yapılan değerlendirmede, 4 haftalık erkek sıçan beyin ağırlığının aynı yaştaki dişi sıçan beyin ağırlığından daha fazla olduğu görüldü. Aradaki fark istatistiksel olarak ileri derecede anlamlıydı ($p < 0.001$).

20 haftalık erkek ve dişi sıçan beyin ağırlıklarının karşılaştırılması Grafik 12'de sunulmuştur. Bu grupta da yine 20 haftalık erkek sıçan beyin ağırlıkları aynı yaştaki sıçan beyin ağırlıklarından daha fazlaydı. Aradaki fark istatistiki açıdan önemliydi ($p < 0.03$).

TABLO 1:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN (CA1 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	6	101.78	96.61	0.8643	0.213
-1.4	12	127.11	127.87	-0.0754	0.470
-1.6	10	169.96	165.44	0.5239	0.306
-1.8	15	199.87	189.29	1.0048	0.166
-2.0	9	222.22	223.28	-1.8621	0.049
-2.2	16	224.17	230.75	-1.4460	0.084
-2.4	9	227.25	232.52	-0.5021	0.314
-2.6	9	227.04	237.65	-0.0858	0.154
-2.8	6	218.46	223.52	-0.8002	0.230

TABLO 2:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN (CA3 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	6	142.70	178.77	-1.4189	0.107
-1.4	12	156.85	161.74	-0.4733	0.322
-1.6	10	146.70	142.68	0.5559	0.295
-1.8	15	141.86	144.64	-0.5776	0.286
-2.0	9	148.30	151.85	-0.6697	0.261
-2.2	16	132.77	143.78	-2.4974	0.012
-2.4	9	133.74	143.22	-1.5587	0.078
-2.6	9	137.99	154.51	-2.0515	0.037
-2.8	6	146.46	150.89	-0.6806	0.263

TABLO 3:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN (CA4 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	6	79.83	109.77	-1.5175	0.094
-1.4	12	79.81	99.11	-1.7235	0.056
-1.6	10	94.12	94.57	-0.0573	0.477
-1.8	15	100.30	101.89	-0.2384	0.407
-2.0	9	127.39	125.73	0.1252	0.451
-2.2	16	112.78	159.45	-2.2525	0.019
-2.4	9	101.49	105.26	-0.4711	0.325
-2.6	9	99.84	109.54	-2.7335	0.012
-2.8	6	104.37	99.11	0.6536	0.271

TABLO 4:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA1 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	7	130.67	128.44	0.1389	0.447
-1.4	10	148.14	162.66	-1.1717	0.135
-1.6	9	192.65	190.41	0.1327	0.448
-1.8	12	212.09	215.76	-0.3073	0.382
-2.0	9	221.43	220.00	0.1473	0.443
-2.2	11	222.39	224.33	-0.2467	0.405
-2.4	10	239.93	234.16	0.7068	0.248
-2.6	11	225.73	229.39	-0.4700	0.324
-2.8	7	260.16	253.31	1.0119	0.175

TABLO 5:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA3 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	7	169.66	168.42	0.1338	0.449
-1.4	10	151.05	166.43	-1.0246	0.166
-1.6	9	157.73	155.03	0.3625	0.363
-1.8	12	147.93	149.30	-0.3043	0.383
-2.0	9	136.88	140.11	-0.4098	0.346
-2.2	11	139.38	142.27	-0.4095	0.345
-2.4	10	141.66	141.33	0.1633	0.436
-2.6	11	142.63	143.00	-0.0843	0.467
-2.8	7	153.06	156.27	-0.3740	0.360

TABLO 6:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA4 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	7	90.94	92.71	-0.2868	0.392
-1.4	10	92.51	81.64	1.5637	0.076
-1.6	9	102.22	112.92	-1.7583	0.058
-1.8	12	121.39	117.66	0.3578	0.363
-2.0	9	109.99	119.18	-0.9346	0.188
-2.2	11	119.96	128.81	-0.8481	0.208
-2.4	10	117.27	114.26	0.2060	0.420
-2.6	11	99.05	115.63	-1.4453	0.089
-2.8	7	111.70	117.26	-0.3880	0.355

TABLO 7:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA1 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	8	103.03	90.48	1.1396	0.146
-1.4	6	146.29	117.64	2.3061	0.034
-1.6	13	181.76	161.64	2.0839	0.029
-1.8	14	220.16	211.73	1.1991	0.125
-2.0	12	214.64	205.20	1.6858	0.060
-2.2	13	219.64	206.18	2.2138	0.023
-2.4	9	213.10	208.46	0.8950	0.198
-2.6	5	210.42	208.83	0.2454	0.409

TABLO 8:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA3 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	8	149.82	134.69	1.2223	0.130
-1.4	6	129.87	130.02	-0.0166	0.493
-1.6	13	155.31	138.70	2.5320	0.013
-1.8	14	147.68	149.03	-0.3060	0.382
-2.0	12	134.79	135.06	-0.0351	0.486
-2.2	13	131.54	135.96	-0.7897	0.222
-2.4	9	139.00	137.57	0.2711	0.396
-2.6	5	146.10	139.41	0.6241	0.283

TABLO 9:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA4 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	8	119.56	117.11	0.9931	0.176
-1.4	6	105.04	99.42	0.6857	0.261
-1.6	13	121.95	114.78	0.4191	0.341
-1.8	14	139.80	148.60	-1.1419	0.137
-2.0	12	136.92	149.47	-1.0712	0.153
-2.2	13	142.79	147.47	-0.4984	0.313
-2.4	9	126.13	127.94	-0.2240	0.414
-2.6	5	110.81	121.01	-0.5880	0.294

TABLO 10:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA1 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	3	129.17	181.91	-0.8490	0.242
-1.4	11	144.92	133.62	0.8451	0.208
-1.6	13	185.26	191.85	-0.5834	0.285
-1.8	12	222.44	206.63	1.3771	0.097
-2.0	9	222.05	216.13	0.7479	0.238
-2.2	12	221.94	205.30	1.6459	0.064
-2.4	10	217.65	227.12	-0.8735	0.202
-2.6	6	223.34	209.72	2.3109	0.034

TABLO 11:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA3 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	3	164.36	154.84	0.8960	0.232
-1.4	11	160.09	151.10	1.5377	0.077
-1.6	13	163.93	158.80	0.7492	0.234
-1.8	12	150.69	146.03	0.9160	0.189
-2.0	9	146.87	151.59	-0.3767	0.358
-2.2	12	137.04	138.85	-0.3201	0.377
-2.4	10	145.03	158.08	-1.8696	0.047
-2.6	6	134.64	137.47	-0.3528	0.369

TABLO 12:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
(CA4 BOLGESI) SAG VE SOLUNDA BULUNAN PIRAMIDAL
HUCRE YOGUNLUGUNUN KARSILASTIRILMASI.

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.2	3	126.09	115.38	0.3159	0.391
-1.4	11	122.31	113.19	1.0151	0.167
-1.6	13	128.56	135.38	-0.8087	0.217
-1.8	12	147.36	147.65	-0.0275	0.489
-2.0	9	166.45	154.69	1.6472	0.069
-2.2	12	157.33	148.24	0.8693	0.201
-2.4	10	141.86	155.80	-1.6628	0.065
-2.6	6	136.25	144.19	-0.5693	0.296

TABLO 13:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN TOPLAM SEVIYELERINDE SOL VE SAGINDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
CA1	14	202.01	207.04	-0.4589	0.325
CA3	14	144.94	149.25	-0.4309	0.335
CA4	14	109.44	109.57	-0.0095	0.496

TABLO 14:4 HAFTALIK DISI SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN TOPLAM SEVIYELERINDE SOL VE SAGINDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HUCRE SAYISI/mm)		t	p
		SOL	SAG		
CA1	17	189.64	194.65	-0.5530	0.292
CA3	17	141.05	148.13	-0.8903	0.190
CA4	17	97.54	108.52	-1.2210	0.115

TABLO 15:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN TOPLAM SEVIYELERINDE SOL VE SAGINDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HUCRE SAYISA/mm)		t	p
		SOL	SAG		
CA1	15	201.60	194.81	0.6567	0.258
CA3	15	150.02	149.10	0.0909	0.464
CA4	15	141.84	140.77	0.1288	0.449

TABLO 16:20 HAFTALIK DISI SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN TOPLAM SEVIYELERINDE SOL VE SAGINDA BULUNAN PIRAMIDAL HUCRE YOGUNLUGUNUN BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HUCRE SAYISA/mm)		t	p
		SOL	SAG		
CA1	15	196.03	184.14	0.7911	0.217
CA3	15	145.00	142.48	0.2259	0.411
CA4	15	127.62	131.13	-0.3065	0.380

TABLO 17:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
1.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	15	0.4586	0.4681	-0.8629	0.201
-1.6	10	0.5520	0.5634	-0.5193	0.308
-1.8	16	0.6221	0.6247	-0.2368	0.408
-2.0	10	0.7751	0.7593	0.7186	0.245
-2.2	15	0.8485	0.8418	0.2879	0.388
-2.4	9	0.9486	0.9216	1.0548	0.161
-2.6	11	0.9165	0.8970	0.7511	0.234

TABLO 18:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
2.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	15	0.8675	0.8551	0.9937	0.168
-1.6	10	0.9266	0.8923	1.0899	0.152
-1.8	16	0.9518	0.9518	0.0000	0.500
-2.0	10	0.9495	0.9710	-1.3416	0.106
-2.2	15	0.8952	0.9171	-1.1848	0.127
-2.4	9	0.8898	0.8850	0.2374	0.409
-2.6	11	0.8528	0.8632	0.5006	0.313

TABLO 19:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	15	0.8351	0.8342	0.0682	0.473
-1.6	10	0.9238	0.8995	1.5370	0.079
-1.8	16	0.9295	0.9125	1.0721	0.150
-2.0	10	0.9195	0.9266	-0.2407	0.407
-2.2	15	0.8532	0.8647	-0.4368	0.334
-2.4	9	0.8056	0.7992	0.3077	0.383
-2.6	11	0.7735	0.7657	0.3451	0.368

TABLO 20:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
1.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.5213	0.5343	-1.5694	0.073
-1.6	11	0.5603	0.5603	0.0000	0.500
-1.8	13	0.6798	0.6567	0.9585	0.178
-2.0	10	0.7836	0.7865	-0.1280	0.450
-2.2	12	0.8890	0.8520	2.6556	0.011
-2.4	11	0.9399	0.9061	1.8248	0.049
-2.6	12	0.9724	0.9200	2.0994	0.029

TABLO 21:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
2.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.8463	0.8619	-0.8113	0.218
-1.6	11	0.9568	0.9555	0.0528	0.479
-1.8	13	0.9966	1.0197	-0.9199	0.187
-2.0	10	0.9953	1.0468	-1.3290	0.108
-2.2	12	0.9438	0.9593	-0.9465	0.182
-2.4	11	0.8970	0.9139	-1.1332	0.141
-2.6	12	0.8854	0.8926	-0.2883	0.389

TABLO 22:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.8567	0.8723	-0.6407	0.268
-1.6	11	0.9594	0.9516	0.2615	0.399
-1.8	13	0.9416	0.9911	-1.5670	0.071
-2.0	10	0.9610	1.0124	-1.4774	0.068
-2.2	12	0.8938	0.8914	0.1042	0.459
-2.4	11	0.8138	0.8437	-1.7396	0.056
-2.6	12	0.7971	0.8008	0.1465	0.443

TABLO 23:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
1.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	8	0.6113	0.6060	0.4056	0.348
-1.6	12	0.6816	0.6971	-1.5692	0.072
-1.8	14	0.7661	0.7559	0.4422	0.332
-2.0	12	0.7972	0.7686	1.4958	0.081
-2.2	13	0.9328	0.9559	0.7323	0.239
-2.4	9	0.9502	0.9200	1.2639	0.120
-2.6	4	0.9009	0.8723	0.6489	0.281

TABLO 24:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
2.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	8	0.8973	0.9134	-0.8300	0.217
-1.6	12	1.0296	1.0415	-0.5007	0.313
-1.8	14	1.1083	1.1481	-2.1129	0.027
-2.0	12	1.0856	1.1118	-2.0890	0.030
-2.2	13	1.0208	1.0428	-0.9770	0.173
-2.4	9	0.9803	0.9994	-1.5396	0.081
-2.6	4	0.9545	0.9545	0.0000	0.500

TABLO 25:20 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	8	0.9474	0.9742	-1.1500	0.144
-1.6	12	1.0487	1.0522	-0.1139	0.455
-1.8	14	1.0858	1.1011	-0.8983	0.192
-2.0	12	1.0308	1.0630	-1.7419	0.054
-2.2	13	0.9416	0.9570	-0.7061	0.246
-2.4	9	0.9041	0.8945	0.4061	0.347
-2.6	4	0.8580	0.9081	0.8231	0.235

TABLO 26:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
1.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.6916	0.7111	-0.7727	0.228
-1.6	14	0.7017	0.7283	-1.1299	0.139
-1.8	11	0.7735	0.8086	-1.9149	0.042
-2.0	9	0.7976	0.7960	0.1322	0.449
-2.2	13	0.9086	0.9042	0.2858	0.389
-2.4	10	0.9438	0.9152	1.3693	0.102
-2.6	6	0.9724	0.9486	0.7521	0.242

TABLO 27:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
2.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.8970	0.9178	0.4056	0.348
-1.6	14	1.0459	1.0551	-0.5607	0.292
-1.8	11	1.1479	1.1856	-2.0137	0.035
-2.0	9	1.1265	1.1345	-0.4757	0.323
-2.2	13	1.0978	1.1066	-0.5217	0.305
-2.4	10	1.0225	1.0439	-1.4959	0.084
-2.6	6	1.0082	0.9867	1.9640	0.053

TABLO 28:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3.BOLGE UZUNLUGUNUN SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT-POST KESIT SEVIYESI	N	BOLGE OLCUMU(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.9100	0.9620	-2.5681	0.014
-1.6	14	1.0531	1.0848	-2.3161	0.018
-1.8	11	1.1128	1.1388	-1.2809	0.114
-2.0	9	1.0773	1.0693	0.3846	0.355
-2.2	13	1.0153	1.0263	-0.8549	0.204
-2.4	10	0.9653	0.9409	1.5098	0.082
-2.6	6	0.9319	0.8938	1.9635	0.053

TABLO 29:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN
TUM SEVIYELERINDE HIPOKAMPUS OLCUMLERININ
SOL-SAG VE BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HIP.OLCUM/mm)		t	p
		SOL	SAG		
1	15	0.7844	0.7589	0.8773	0.193
2	15	0.9352	0.9563	-0.6464	0.261
3	15	0.8878	0.9158	-0.7796	0.221

TABLO 30:4 HAFTALIK DISI SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN
TUM SEVIYELERINDE HIPOKAMPUS OLCUMLERININ
SOL-SAG VE BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HIP.OLCUM/mm)		t	p
		SOL	SAG		
1	19	0.7023	0.6991	0.1073	0.456
2	19	0.8970	0.8926	0.1786	0.429
3	19	0.8552	0.8519	0.1336	0.447

TABLO 31:20 HAFTALIK ERKEK SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN
TUM SEVIYELERINDE HIPOKAMPUS OLCUMLERININ
SOL-SAG VE BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HIP.OLCUM/mm)		t	p
		SOL	SAG		
1	15	0.8176	0.8154	0.0620	0.475
2	15	1.0498	1.0662	-0.6282	0.267
3	15	1.0116	1.0234	-0.4663	0.322

TABLO 32:20 HAFTALIK DISI SICANLARIN DORSAL HIPOKAMPUSUN
TUM SEVIYELERINDE HIPOKAMPUS OLCUMLERININ
SOL-SAG VE BOLGELERE GORE KARSILASTIRILMASI

BOLGE	N	(HIP.OLCUM/mm)		t	p
		SOL	SAG		
1	15	0.8015	0.8033	-0.0561	0.477
2	15	1.0234	1.0474	-0.8939	0.189
3	15	0.9933	0.9945	-0.0369	0.485

TABLO 33:4 HAFTALIK DISI SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3 BOLGE (1,2,3) TOPLAM UZUNLUK ORTALAMASININ
SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	ORTALAMA UZUNLUK (mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	15	0.7204	0.7191	0.0537	0.478
-1.6	10	0.8007	0.7850	0.4017	0.346
-1.8	16	0.8255	0.8296	-0.1451	0.442
-2.0	10	0.8813	0.8856	-0.1350	0.447
-2.2	15	0.8656	0.8745	-0.3090	0.379
-2.4	9	0.8813	0.8686	0.4543	0.327
-2.6	11	0.8476	0.8419	0.1533	0.439

TABLO 34:4 HAFTALIK ERKEK SICANLARDA DORSAL HIPOKAMPUSUN
3 BOLGE (1,2,3) TOPLAM UZUNLUK ORTALAMASININ
SAG VE SOL KARSILASTIRILMASI

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	ORTALAMA UZUNLUK (mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.7414	0.7565	-0.3877	0.351
-1.6	11	0.8254	0.8224	0.0928	0.463
-1.8	13	0.8726	0.8891	-0.5491	0.294
-2.0	10	0.9132	0.9399	-0.9365	0.180
-2.2	12	0.9088	0.9009	0.2813	0.390
-2.4	11	0.8835	0.8878	-0.1467	0.442
-2.6	12	0.8738	0.8711	0.1131	0.455

TABLO 35:20 HAFTALIK DIŞI SIÇANLARDA DORSAL HİPOKAMPUSUN
3 BÖLGE (1,2,3) TOPLAM UZUNLUK ORTALAMASININ
SAG VE SOL KARŞILAŞTIRILMASI

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	ORTALAMA UZUNLUK(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	8	0.8186	0.8312	-0.4496	0.329
-1.6	12	0.9199	0.9302	-0.2644	0.397
-1.8	14	0.9866	1.0016	-0.4236	0.337
-2.0	12	0.9711	0.9811	-0.3629	0.360
-2.2	13	0.9650	0.9852	-0.6163	0.271
-2.4	9	0.9448	0.9379	0.1901	0.425
-2.6	4	0.9044	0.8794	0.4653	0.329

TABLO 36:20 HAFTALIK ERKEK SIÇANLARDA DORSAL HİPOKAMPUSUN
3 BOLGE (1,2,3) TOPLAM UZUNLUK ORTALAMASININ
SAG VE SOL KARŞILAŞTIRILMASI

ANT.-POST. KESIT SEVIYESI	N	ORTALAMA UZUNLUK(mm)		t	p
		SOL	SAG		
-1.4	11	0.8328	0.8636	-0.9563	0.175
-1.6	14	0.9335	0.9560	-0.5313	0.299
-1.8	11	1.0114	1.0443	-1.0945	0.143
-2.0	9	1.0004	0.9999	0.0129	0.494
-2.2	13	1.0006	1.0123	-0.4431	0.330
-2.4	10	0.9771	0.9666	0.4177	0.340
-2.6	6	0.9708	0.9430	1.1348	0.141

TABLO 37:4 VE 20 HAFTALIK ERKEK SICANLARIN AYNI TARAFTAKI DORSAL HIPOKAMPUS BOLGELERININ (CA1,CA3,CA4) BIRBIRI ILE KARSILASTIRILMASI

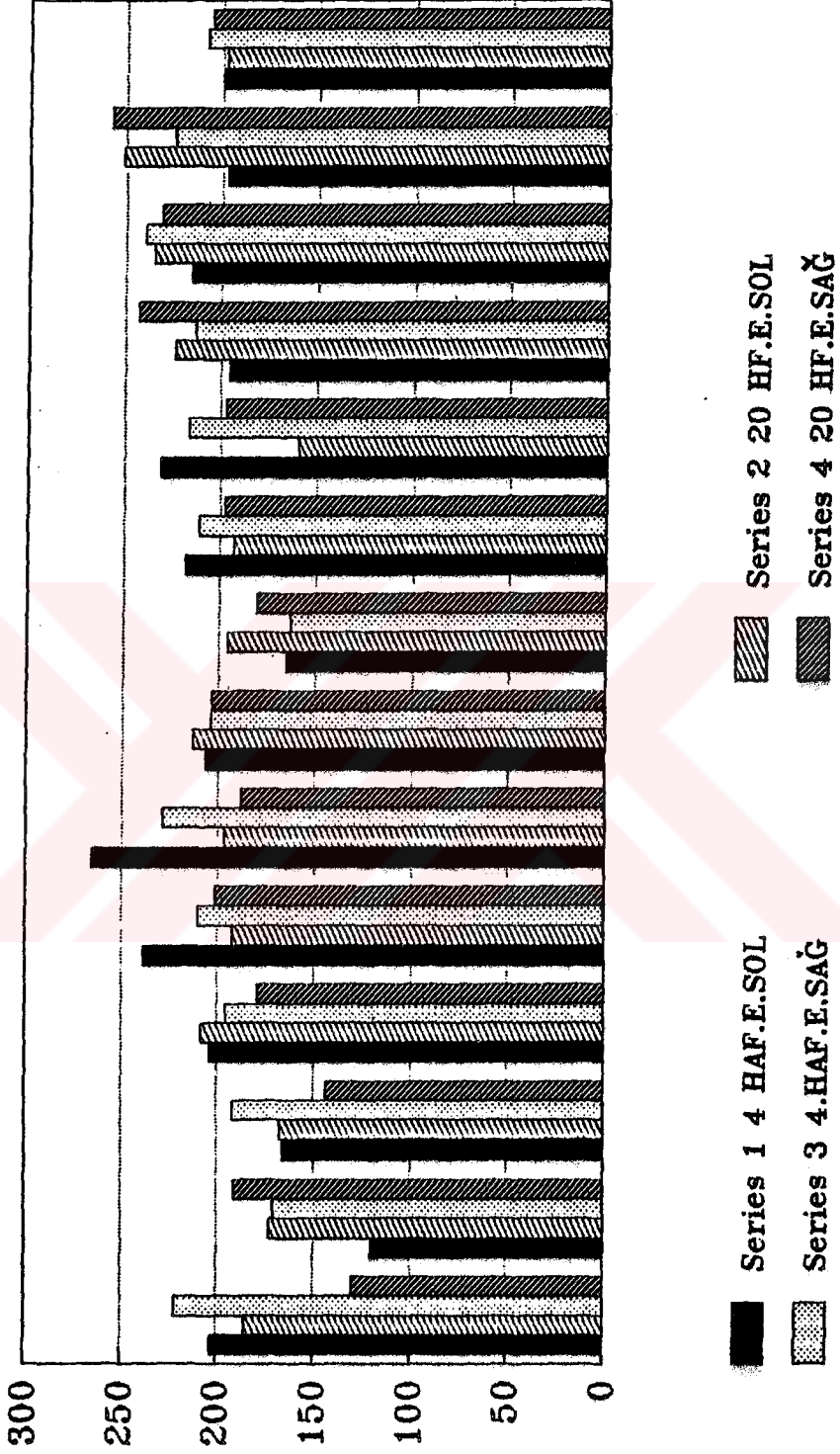
HAYVAN YASI	CINS.	HEMISFER	BOLGE	ORT. HUCRE SAYISI/mm	t	p
4 HAFTA	E	SOL	CA1	202.01	0.1728	0.432
20 HAFTA	E	SOL	CA1	199.91		
4 HAFTA	E	SAG	CA1	207.04	0.9957	0.164
20 HAFTA	E	SAG	CA1	196.38		
4 HAFTA	E	SOL	CA3	144.95	-0.5241	0.302
20 HAFTA	E	SOL	CA3	150.49		
4 HAFTA	E	SAG	CA3	149.29	0.0409	0.483
20 HAFTA	E	SAG	CA3	148.83		
4 HAFTA	E	SOL	CA4	109.44	-2.9339	0.003
20 HAFTA	E	SOL	CA4	141.01		
4 HAFTA	E	SAG	CA4	110.28	-2.6468	0.006
20 HAFTA	E	SAG	CA4	146.02		

TABLO 38:4 VE 20 HAFTALIK DISI SICANLARIN AYNI TARAFTAKI DORSAL HIPOKAMPUS BOLGELERININ (CA1,CA3,CA4) BIRBIRI ILE KARSILASTIRILMASI

HAYVAN YASI	CINS.	HEMISFER	BOLGE	ORT. HUCRE SAYISI/mm	t	p
4 HAFTA	D	SOL	CA1	184.42	-0.9697	0.170
20 HAFTA	D	SOL	CA1	195.96		
4 HAFTA	D	SAG	CA1	191.87	0.0409	0.483
20 HAFTA	D	SAG	CA1	184.40		
4 HAFTA	D	SOL	CA3	135.94	-0.9682	0.170
20 HAFTA	D	SOL	CA3	144.99		
4 HAFTA	D	SAG	CA3	143.06	0.0655	0.474
20 HAFTA	D	SAG	CA3	142.48		
4 HAFTA	D	SOL	CA4	92.84	-3.5763	0.0006
20 HAFTA	D	SOL	CA4	127.62		
4 HAFTA	D	SAG	CA4	103.52	-2.6089	0.007
20 HAFTA	D	SAG	CA4	131.13		

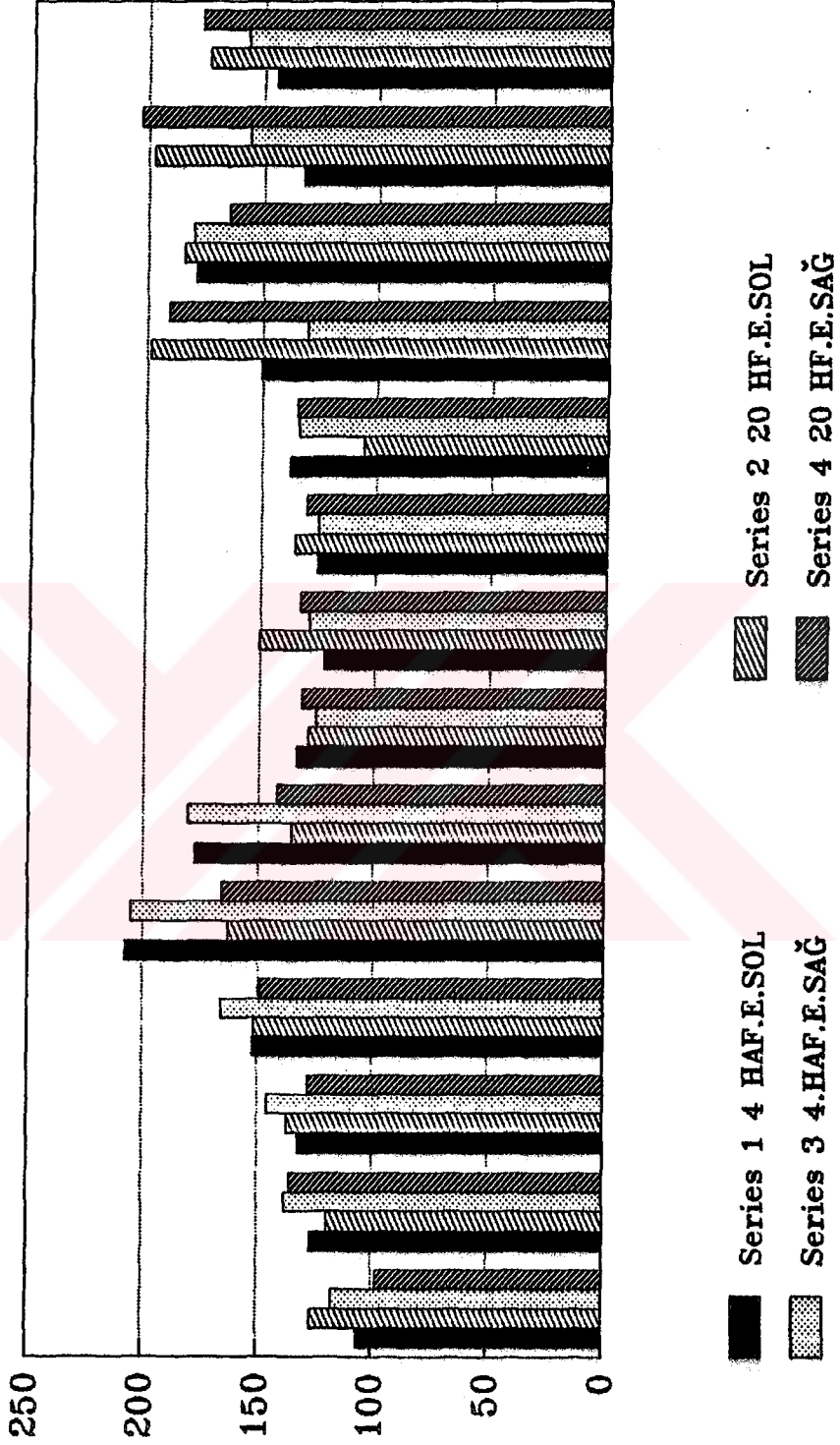
Grafik 1.

4-20 HAFTA CA1 ERK.SOL-SOL VE SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI



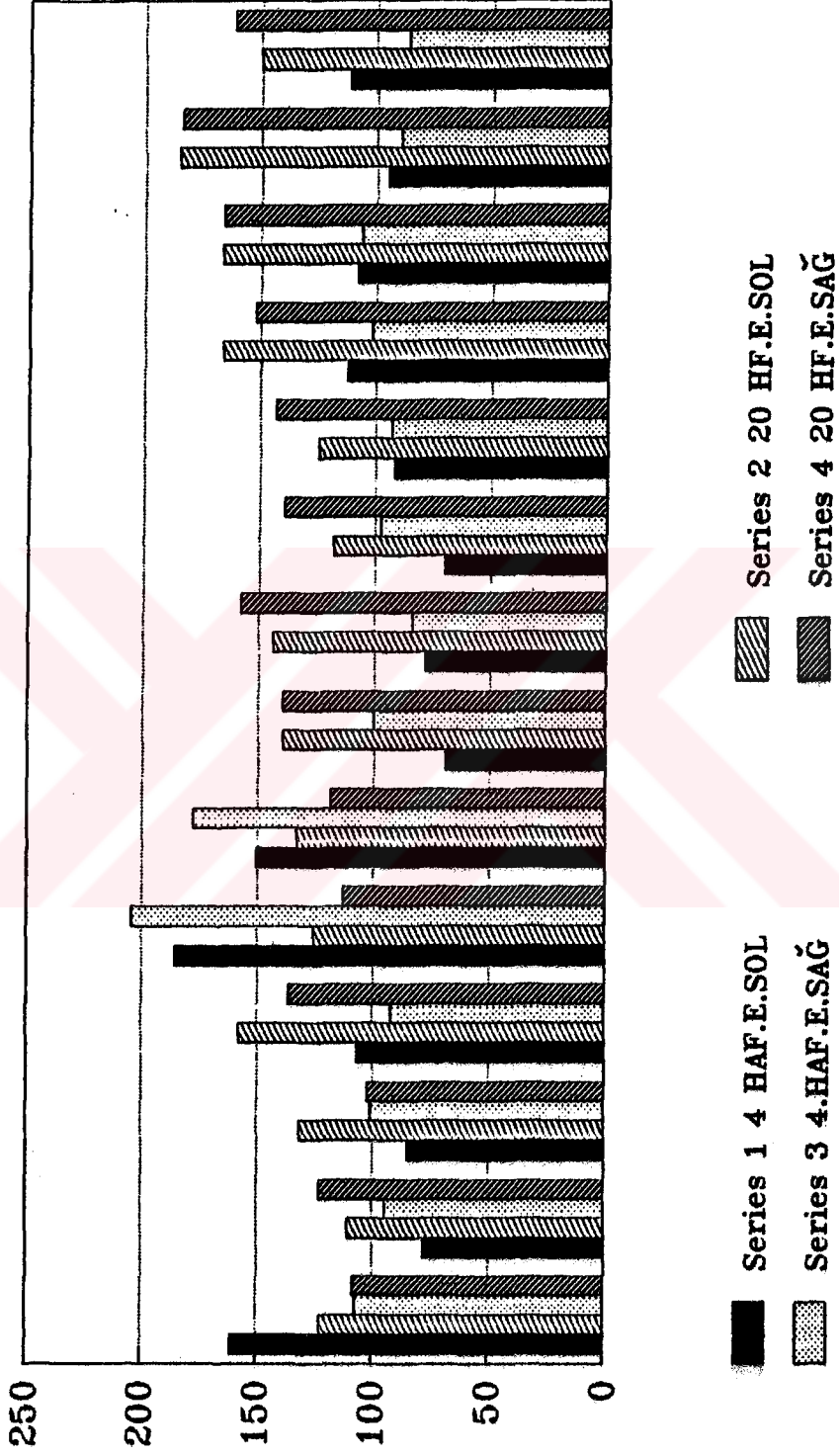
Grafik 2.

4-20 HAFTA CA3 ERK.SOL-SOL VE SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI

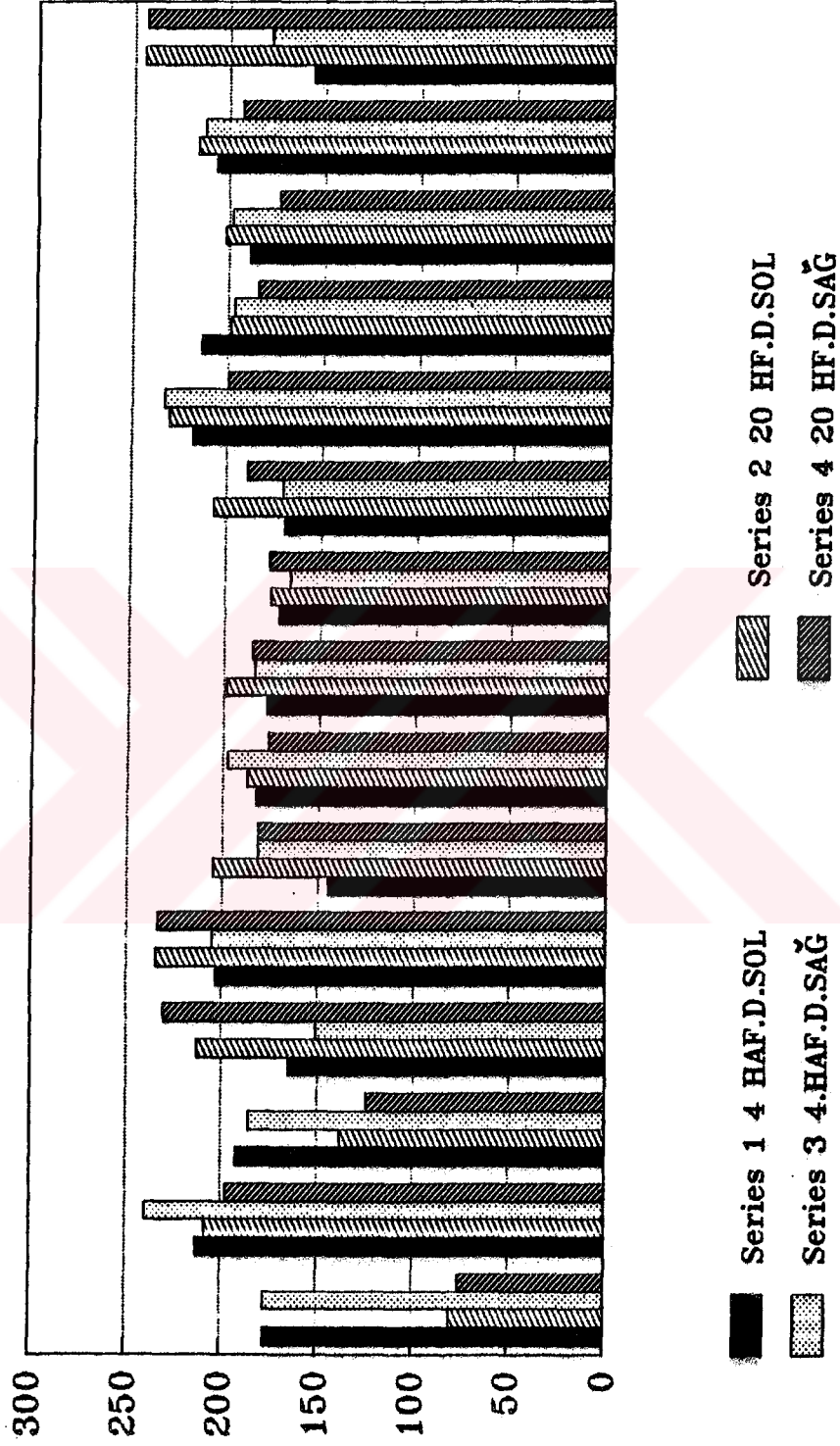


Grafik 3.

4-20 HAFTA CA4 ERK.SOL-SOL VE SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI

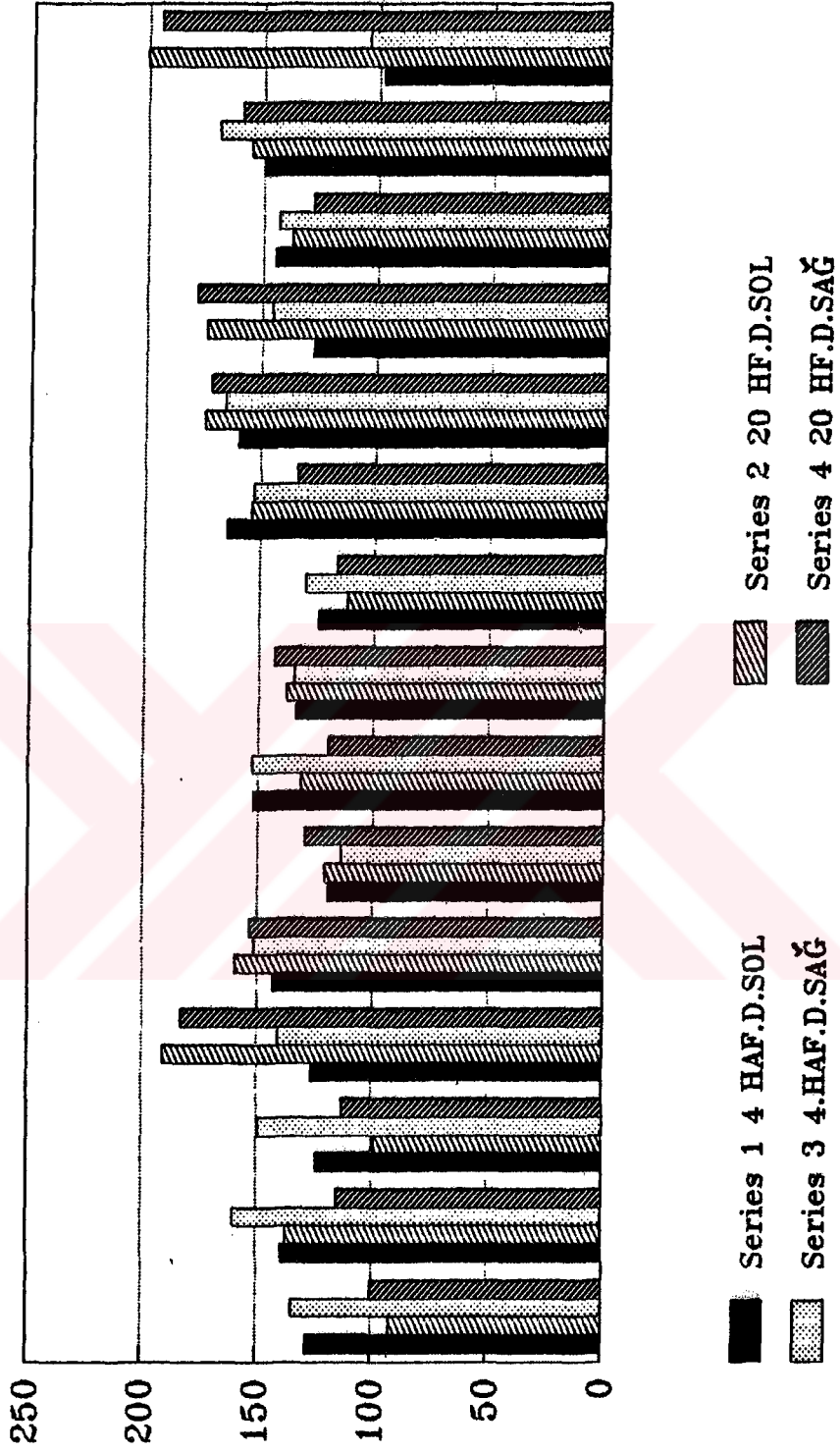


Grafik 4.
4-20 HAFTA CA1 DIŞI SOL-SOL VE
SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI



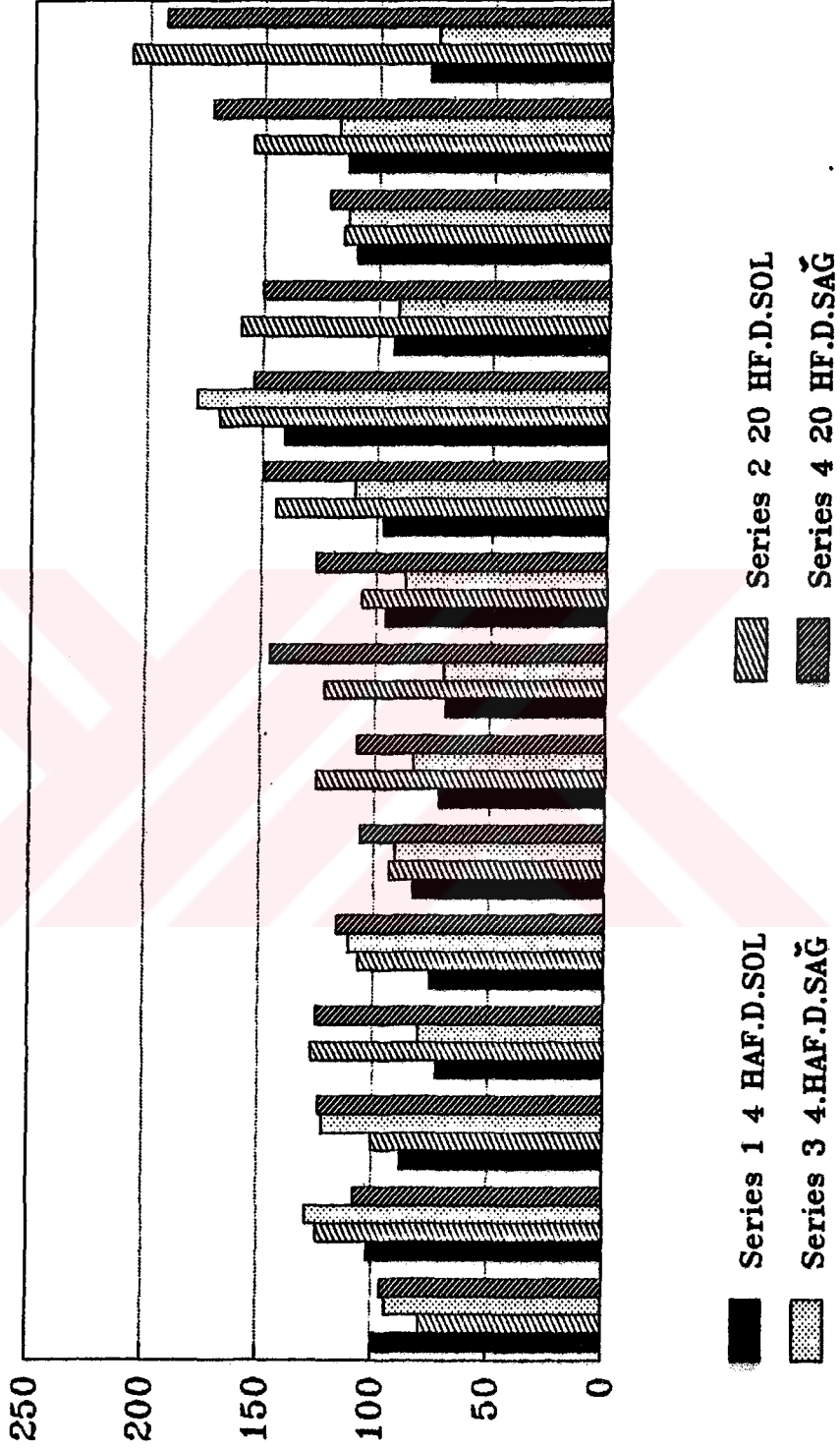
Grafik 5.

4-20 HAFTA CA3 DİŞİ SOL-SOL VE SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI

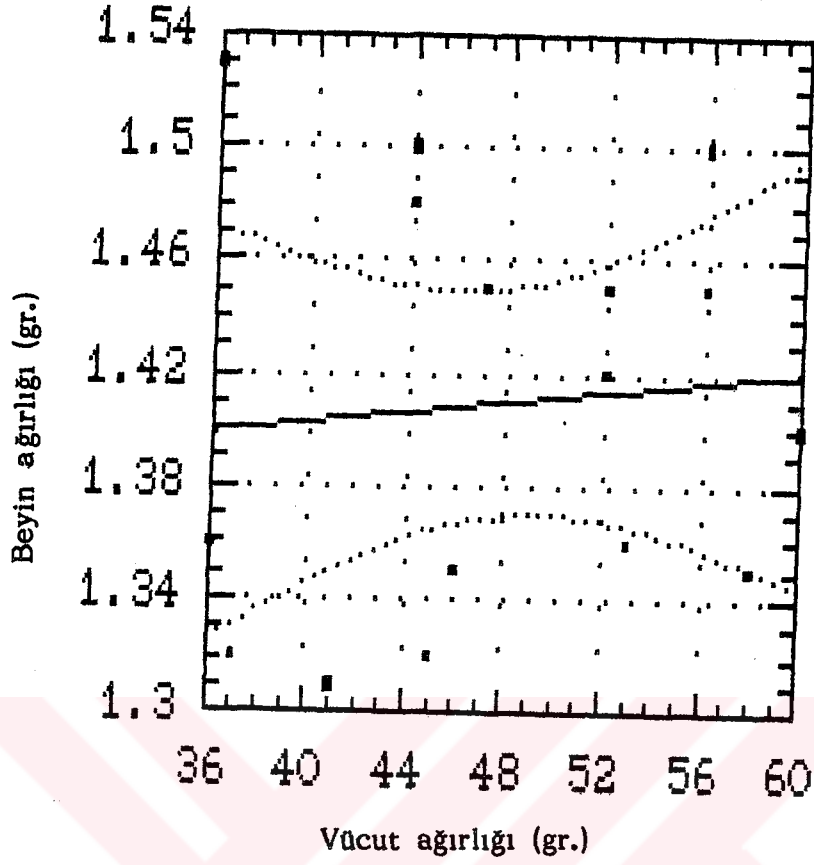


Grafik 6.

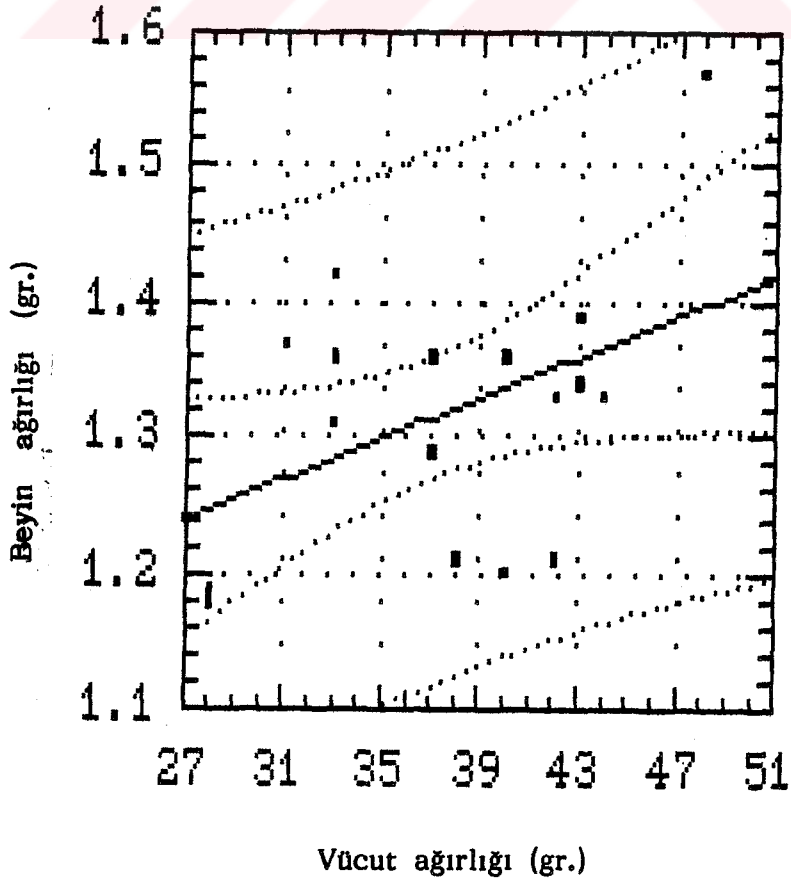
4-20 HAFTA CA4 DIŞI SOL-SOL VE SAĞ-SAĞ HÜCRE ORT.KARŞILAŞTIRMASI



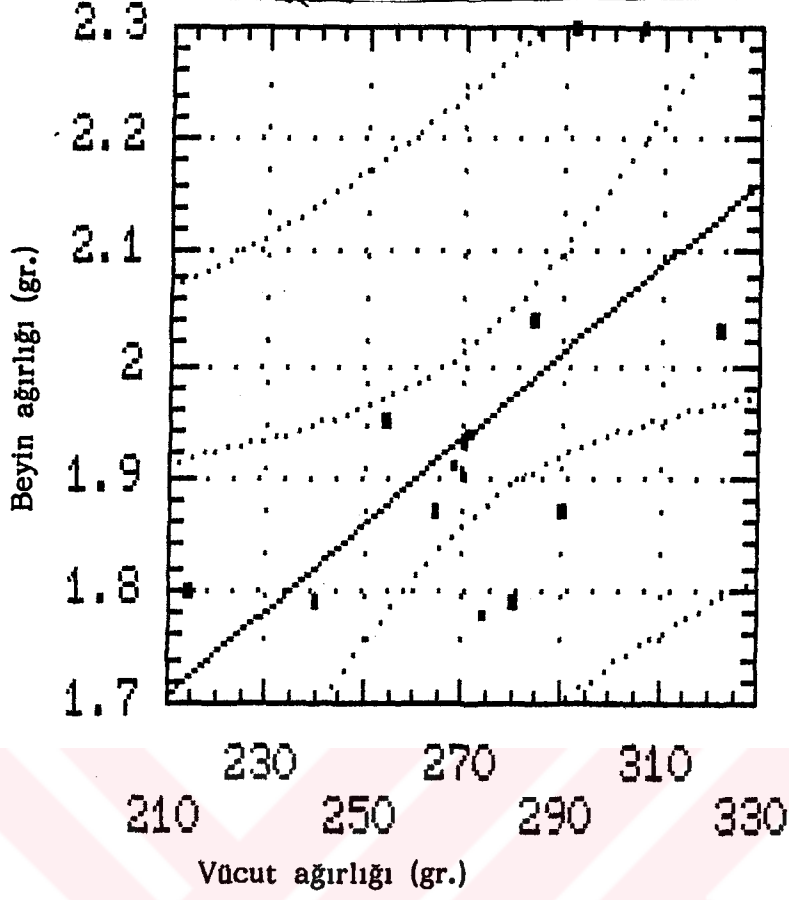
Grafik 7. 4 haftalık erkek sıçan vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki.



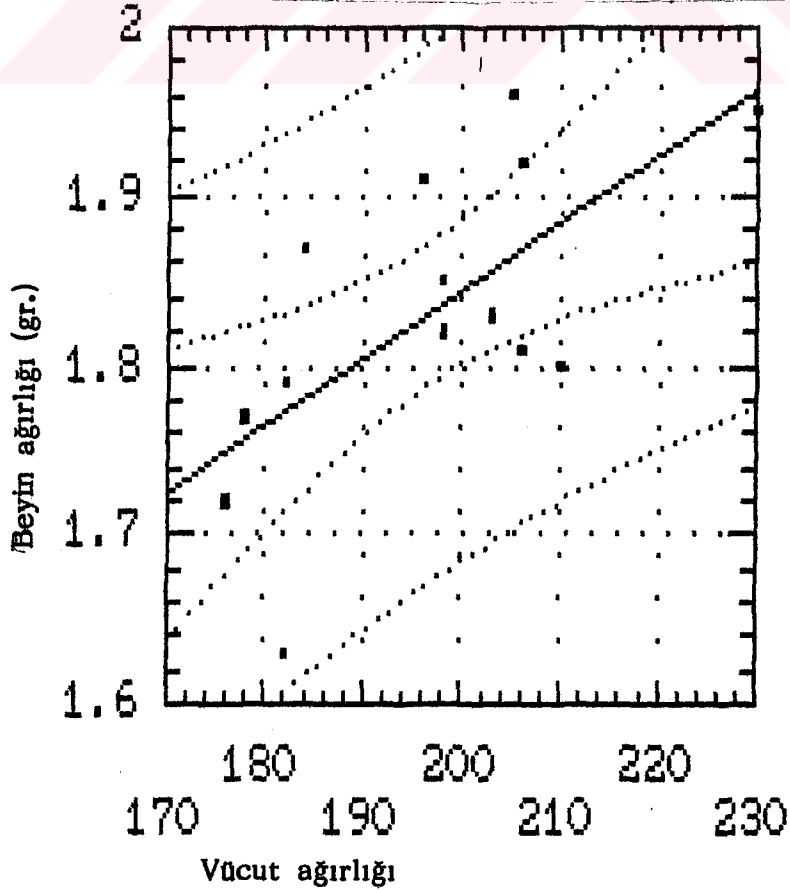
Grafik 8. 4 haftalık dişi sıçan vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki.



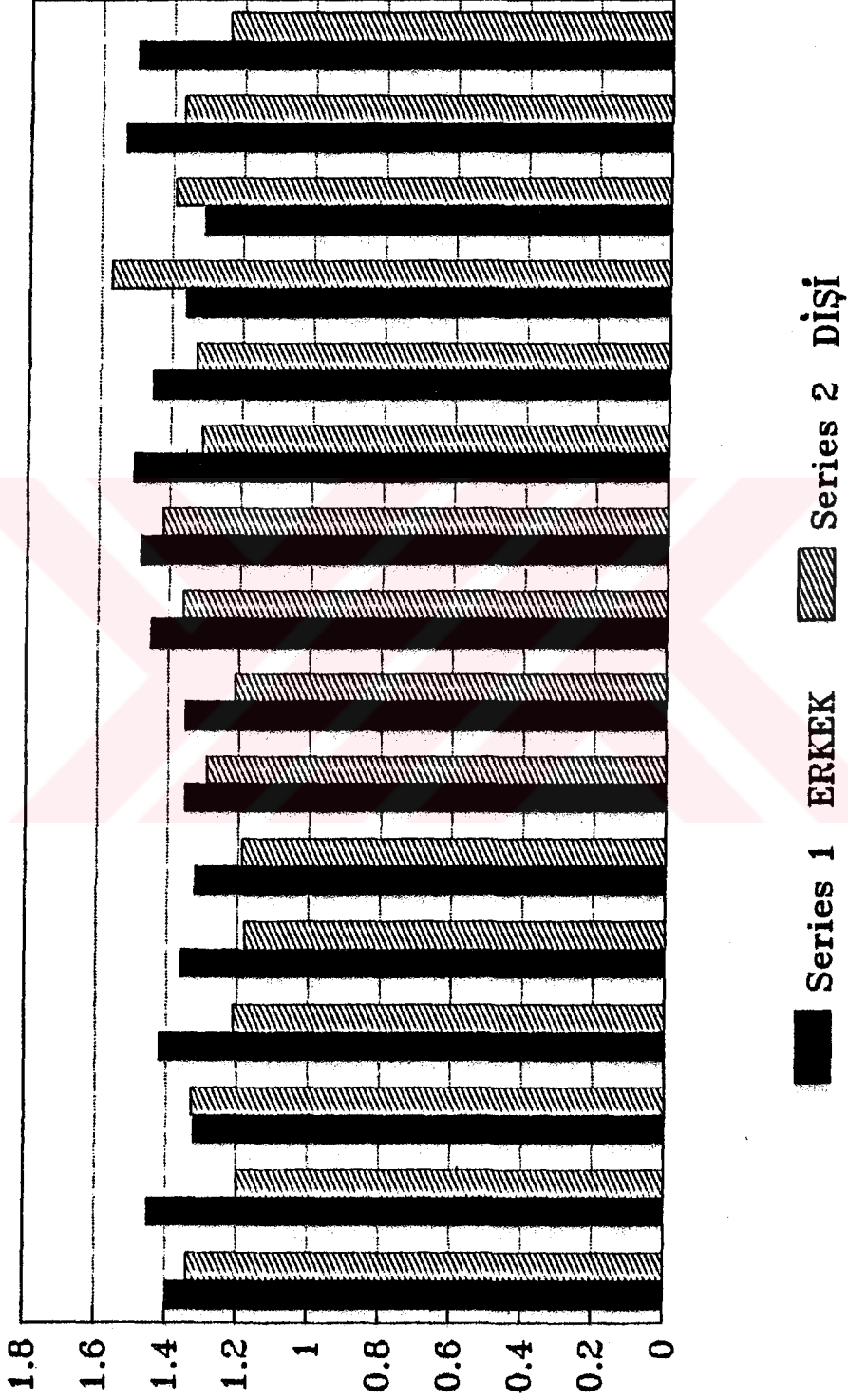
Grafik 9. 20 haftalık erkek sıçan vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki.



Grafik 10. 20 haftalık dişi sıçan vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı arasındaki ilişki.



4 HAFTA ERKEK VE DİŞİ BEYİN AĞIRLIKLARI GRAFİĞİ



Grafik 11.



Şekil 5. 4 haftalık dişi sıçan beyninden alınan frontal kesitte, dorsal hipokampusun ışık mikroskopundaki genel görüntüsü. (-2.0) Tionin Xok. 10, Xobj. 2.5



Şekil 6. 20 haftalık erkek sıçan beyninden alınan frontal kesitte dorsal hipokampusun ışık mikroskopundaki genel görüntüsü. (-1.6) Tionin Xok. 10, Xobj. 2.5



Şekil 7. 4 haftalık sıçan beyninden alınan frontal kesitte dorsal hipokampusun piramidal hücre tabakasının çeşitli kısımları görülmektedir. Tionin, Xok. 10, Xobj. 10.



Şekil 8. CA1 bölgesinde bulunan piramidal hücreler (P) görülmekte. Tionin, Xok. 10, Xobj. 40.

TARTIŞMA

Bu çalışmada, 4 ve 20 haftalık erkek ve dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun sağ-sol karşılaştırılması yapıldı. Dorsal hipokampusun, piramidal hücre tabakasının CA1, CA3 ve CA4 bölgelerindeki hücre sayısı ve 1., 2., 3. bölge olarak adlandırılan bölge uzunluklarının sağ-sol karşılaştırılması maksadıyla yapılan çalışmamızın sonuçları şunlardır.

4 haftalık dişi sıçan CA1 bölgesinin anterior kesit seviyelerinde sol, posteriorunda ise sağ daha çok piramidal hücreye sahiptir. Buna karşılık CA1 bölgesine karşılı gelebilecek 1. bölge uzunluk ölçüm bulguları, hücre sayım sonuçlarının tersidir. CA3 ve CA4 bölgelerinde hücre sayısındaki sağ-sol lateralite (birkaç seviye hariç) sağ tarafa kaymaktadır.

4 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun toplam seviyelerindeki CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinin hücre sayısı açısından sağ-sol karşılaştırmasında piramidal hücre sayısı tüm bölgelerde sağda daha çoktur. Buna karşılık 1., 2. ve 3. bölge toplam uzunluk ölçüm bulguları hücre sayısı sonuçları ile tam ters bir görünüm vermektedir. Sol 1., 2. ve 3. bölgeler sağdan daha uzundur.

Dorsal hipokampusun 3 bölgesinin toplam uzunluk ölçüm ortalamalarının sağ-sol karşılaştırmasında anterior ve posterior kesit seviyelerinde sol tarafın, orta seviyelerde ise sağın daha uzun olduğu görüldü.

20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin tüm kesit seviyelerinde sol taraf sağdan daha çok hücre bulundurmaktaydı. CA3'ün orta seviyelerinde sağ, posteriorunda sol taraf daha çok piramidal hücre içermekteydi. CA4 bölgesinin anteriorunda sol, posteriorunda ise sağ taraf daha çok hücreye sahiptir.

20 haftalık dişi sıçanların dorsal hipokampusunun 3 bölgesinin toplam uzunluk ortalamalarının sağ-sol karşılaştırmasında, anteriorda sağ tarafın, posteriorde ise solun daha uzun olduğu görüldü.

4 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin sağ veya sol tarafının hücre sayısı bakımından dominantlığı mozaik görünümü arzeder. CA3 ve CA4'ün anterior kesit seviyelerinde görülen durum CA1'dekinin aynısıdır. CA3 ve CA4'ün posterior kesitlerinde ise sağ taraf, sola göre daha çok hücreye sahiptir.

Bu hayvan grubunun dorsal hipokampusun 3 bölgesinin toplam uzunluk ölçüm sağ-sol karşılaştırmasında sağ veya solun uzun olma durumu belirli bir modelde değildir. Ayrıca kesit seviyelerindeki sağ-sol arasındaki uzunluk farkı yok denecek kadar azdır.

4 haftalık dişi ve erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinin toplam seviyelerinde sağ taraf, sol taraftan daha çok piramidal hücreye sahiptir.

20 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1 bölgesinin anteriorundaki kesitlerde sağ veya solun dominant olma durumu mozaik biçiminde dağılmaktadır. Posteriordeki kesitlerde ise sol taraf daha çok hücreye sahiptir. CA3 ve CA4 bölgesinin anteriorunda sol, posteriorunda

ise sağ taraf daha uzundur.

Bu hayvan grubunun dorsal hipokampus toplam uzunluk ölçümlerinin sağ-sol karşılaştırması şöyledir. Anteriordeki kesit seviyelerinde sağ taraf daha uzundur.

20 haftalık erkek sıçanlarda dorsal hipokampusun CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinin toplam seviyelerindeki piramidal hücre sayısı solda daha çoktur. Dişilerin CA1 ve CA3 bölgelerindeki piramidal hücre sayısı bakımından sağ-sol farklılığı erkektekinin aynısıdır. CA4 bölgesinde ise sağ taraf sola göre daha çok hücreye sahiptir.

İnsan beyinde hemisferler arasında yapısal bir asimetrinin varlığı Galaburda ve arkadaşları (1978) tarafından bildirilmiştir. Oke ve arkadaşları (1980), beyinde norepinefrinin asimetrik dağıldığını yayınlamışlardır. Diamond ve arkadaşları (1975, 1981, 1983) erkek sıçanlardaki serebral korteks ölçümlerinin çoğunda, sağ serebral korteksin soldan daha kalın olduğunu göstermişlerdir. Ayrıca Diamond ve arkadaşlarına (1982) göre hipokampus kalınlığı cinsiyete ve sağ-sol hemisfere göre farklılık göstermektedir. Erkek sıçanlarda dorsal hipokampus kalınlığı yaşa göre değişmekle beraber, yaş gruplarının çoğunda sağ hipokampus soldan daha kalındır.

Dowling ve ark. (1982) Long Evans erkek sıçanlarda ölçüm yaptıkları 9 alanın hepsinde sağ serebral korteksin soldan daha kalın olduğunu ve çevresel faktörlerin kortikal bölgelerdeki asimetri derecesini etkilediğini bildirmektedirler.

Glick ve arkadaşlarına (1982) göre transmitter sistemlerinde asimetri söz konusudur. Galaburda ve ark. (1986) sıçan primer görme korteksinin

volümünde bir asimetrinin bulunduğunu, bunun nöron sayısındaki farklılıktan kaynaklanabileceğini bildirmektedirler.

Slomianka ve West (1987) bir türün erişkin erkek sıçanlarında sol hipokampus volümünün sağdan daha kalın olduğunu yayınlamışlardır. Diğer yakın akraba türde ise böyle bir asimetrinin söz konusu olmadığını ifade etmişlerdir.

Çiftçi ve ark. (1987) erişkin erkek albino sıçanlarda dorsal hipokampusun sol CA1 ve CA3 bölgesinin (özellikle anterior kesitlerde) sağ tarafa göre daha çok hücre bulundurduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca posteriordeki kesitlerde ise sağ tarafın sola göre daha çok hücre bulundurduğu aynı çalışmada vurgulanmaktadır.

Jack ve ark. (1989) magnetik rezonans görüntüleme tekniği ile insanda sağ hipokampal formasyonun tüm yaş ve cinsiyetlerde, soldan daha kalın olduğunu, hipokampal formasyon volümüne cinsiyetin, yaşın ve belirli bir el kullanmanın etkili olmadığını belirtmektedirler.

Çalışmamızın giriş bölümünde de belirtildiği gibi stereotaksik koordinatlara göre dorsal hipokampusun lateralitesini konu edinen başka bir çalışma (ön çalışmalarımız dışında) yoktur. Bunun için koordinatlara göre gözlenen sağ-sol karşılaştırma sonuçlarını, diğer araştırmacıların bulgularıyla karşılaştırma imkanımız olamamıştır. Bulgularımızı daha çok bir hemisferdeki toplam hücre sayısını ve uzunluk ölçüm ortalamalarını karşı hemisferinki ile mukayese eden araştırmacıların bulguları ile karşılaştıracamız.

Teyler ve ark. (1980) hipokampal seksüel farklılığa ilişkin, eksojen stereoid hormonlara dişi ve erkek hipokampusunun farklı cevaplar verdiğini

iddia etmişlerdir. Erkek hipokampusunu östradiol, dişi hipokampusunu ise testesteron daha çok uyarmaktadır.

Diamond ve ark. (1981, 1982, 1983) genç erişkin dişi sıçanlarda sağ sol farklılığı istatistikî önem kazanmasa bile, sol korteksteki spesifik bölgelerin sağdan daha kalın olduğunu yayınlamışlardır. Ayrıca bu araştırmacılar doğumdan hemen sonra ovaektomize edilen dişi sıçanların genç erişkinlik döneminde sağ-sol kortikal düzeninin, erkektekinin görüntüsünü aldığını, hipokampal kalınlık düzeninde bir değişimin olmadığını bildirmişlerdir. Aynı çalışmada hipokampal bölge kalınlığının sağ-sol farklılığı, dişi ve erkek sıçanlardaki kortikal farklılık modeliyle uyumlu olduğu anlatılmaktadır.

Dişi sıçan serebellumunda sol Crus I'in purkinje hücreleri tabakasında milimetreye düşen hücre sayısı sağda, daha fazla olmasına karşılık, erkeklerde, dişilerden alınan sonucun tersi olduğu bildirilmiştir (Marangoz ve ark., 1987).

Çiftçi ve ark. (1987) dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun anterior bölgesinde sağ tarafın, sola göre daha çok piramidal hücreye sahip bulunduğunu, posterior kesitlerde ise anteriorunun tam tersi bir görünümde olduğunu yayınlamışlardır.

4 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun toplam seviyelerinde sağ ve solunda bulunan piramidal hücre yoğunluğu bölgelere göre karşılaştırıldı. CA1, CA3 ve CA4'te sağ tarafın, soldan daha çok piramidal hücreye sahip olduğu görüldü. Aynı grubun 1., 2., 3. bölgelerinin uzunluk ölçüm sonuçları, hücre sayım sonuçlarının tam tersidir. Hücre sayısının arttığı tarafın karşısına, alan artışının olduğu gözlemlendi. Bu şekildeki bir organizas-

yonla bir tarafta artan hücre yoğunluğu, karşı tarafta alan genişletilmesi ile aradaki farkın kompanse edildiği düşüncesindeyiz.

20 haftalık dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun toplam seviyelerinde sağ ve solunda bulunan piramidal hücre yoğunluğunun bölgelere göre karşılaştırılmasında CA1 ve CA3'te sol tarafın, CA4'te ise sağ tarafın daha çok hücreye sahip olduğu görüldü. Aynı hayvan grubunun uzunluk ölçüm bulgularında ise 1., 2. ve 3. bölgelerde sağ tarafın uzunluğu sol taraftan daha fazlaydı. CA1 ve CA3'teki hücre sayısı bakımından sola kaymasına karşılık, uzunluk ölçümünde ise sağa kaymanın görülmesi yine kompanse olayını bize düşündürmektedir.

4 haftalık dişi sıçan hipokampus hücre sayım sonuçlarımız, Çiftçi ve ark'nın(1987) erişkin sıçanların CA1 ve CA3 bölgelerinden elde ettikleri hücre sayım sonuçlarıyla uyumluydu. Diamond ve ark. (1982) ovarektomize sıçanlarda hipokampus lateralitesinin yön değiştirmedeğini bildirmişlerdir. 4 haftalık dişi sıçanlarda sağ CA1, CA3 ve CA4 bölgelerinin soldan daha çok piramidal hücre bulundurması, erişkinlik döneminde sağ hipokampusun baskılanmasında etkili olan östrojenin bu yaşta bulunmamasına bağlanabilir. 4 haftalık dişi sıçanlarda sol hipokampus uzunluğunun sağdan daha uzun olması, Diamond ve ark.'nın (1982) bulgularını desteklemektedir.

20 haftalık dişi sıçanların dorsal hipokampus sol CA1 ve CA3 bölgelerinin toplam seviyeleri, sağdan, sağ CA4 bölgesi ise sol CA4'ten daha fazla sayıda hücre içermekteydi. Buna karşılık, uzunluk ölçümünde ise tüm bölgelerde sağ tarafın, soldan daha uzun olduğu görüldü. Bu hayvan grubunda da yine hücre yoğunluğunun fazla olduğu bölgenin karşısında alan genişletilmesine gidildiği görüldü. CA1 ve CA3 bölgelerindeki hücre sayım sonuç-

larımız, Diamond ve ark.'nın (1982) dişi sıçanlardan elde ettikleri sol hipokampusun, sağdan daha kalın olma sonuçlarını desteklemektedir. Buna karşılık 3 bölgenin toplam uzunluk ölçüm ortalamalarının anterior sonuçları ile uyuşmamakta, posteriordekiler ise desteklemektedir. Dişi sıçanlarda sol dorsal hipokampusdaki hücre sayısının, sağa göre fazla olması, Diamond ve ark. (1982) bildirdikleri gibi muhtemelen östrojenin sağ hemisferdeki hücre artışını baskılamasından kaynaklanıyor olabilir.

4 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun toplam seviyelerinde sağ ve solunda bulunan piramidal hücre yoğunluğunun, bölgelere göre karşılaştırılmasında tüm bölgelerde sağ taraf, soldan daha çok hücre bulundurmaktaydı. Uzunluk ölçümlerinde ise 1. bölgede sol, 2. ve 3. bölgelerde ise sağ taraf daha uzundur.

4 haftalık erkek sıçanlardan elde edilen piramidal hücre sayım sonuçlarımız ve 2., 3. bölge uzunluk ölçüm bulgularımız, Diamond ve ark. (1982) hipokampus kalınlık ölçüm bulgularıyla uyumludur.

20 haftalık erkek sıçanların dorsal hipokampusunun toplam seviyelerinde, sol CA1, CA3 ve CA4 bölgeleri sağdan daha çok hücre bulundurmaktaydı. Uzunluk ölçümlerinde 1. bölgenin solu (aradaki fark az da olsa), 2. ve 3. bölgelerin sağ tarafı daha uzundur. Sonuçlardan görüleceği gibi hücre yoğunluğunun fazla olduğu tarafın karşısındaki bölgede, alan genişletilmesi ile aradaki farkın kompanse edildiği kanısına varılmıştır.

20 haftalık erkek sıçan dorsal hipokampus uzunluk ölçüm bulgularımız, Diamond ve ark.'nın (1982) bulgularıyla uyum gösterirken, hücre sayım sonuçlarımız farklılık göstermektedir. Hücre sayım sonuçlarımız, Çiftçi ve ark.'nın (1987) aynı yaştaki erişkin erkek sıçanlardan elde ettikleri piramidal hücre sayım sonuçları ile uyum göstermektedir. 1. bölge uzunluk ölçüm bulgularımız Slomianka ve West'in (1987) bulgularını desteklerken, 2. ve 3. bölge uzunluk ölçümlerimiz ayrılmaktadır.

4 ve 20 haftalık erkek sıçanların aynı taraftaki dorsal hipokampus bölgeleri (CA1, CA3, CA4) birbiri ile karşılaştırıldı. 4 haftalık erkek sıçan sağ ve sol CA1'leri 20 haftalık sıçan CA1'lerinden daha çok hücreye sahipti. 4 haftalık erkek sıçanların sağ ve sol CA1'leri, 20 haftalık sıçan CA1'lerinden daha çok hücre içermekteydi. 4 haftalık erkek sıçanların, 20 haftalıklardan daha çok hücre bulundurması istatistiki bakımdan anlamsızdı.

Erkek sıçanlardan sol CA3'lerinin karşılaştırmasında, 20 haftalık sıçanlar daha çok hücreye sahipken, sağ CA3'lerin karşılaştırmasında ise 4 haftalıkların daha çok hücre bulundurdukları gözlemlendi.

20 haftalık erkek sıçanların hem sağ, hem sol CA4'leri 4 haftalıklarından daha çok hücre içermekteydi. Aradaki fark istatistiki bakımdan çok ileri derecedeydi ($p < 0.003$ (sol CA4), $p < 0.006$ (sağ CA4)).

4 ve 20 haftalık dişi sıçanların aynı taraftaki dorsal hipokampus bölgelerinin birbiri ile karşılaştırılmasında, CA1 ve CA3 bölgelerinde 20 haftalıklar, 4 haftalıklardan daha çok hücreye sahiptiler. Sağ hemisferlerin karşılaştırmasında ise 4 haftalıkların sağ CA1 ve CA3 bölgeleri, 20 haftalık sıçanların aynı taraftaki benzer bölgelerinden daha çok hücre içermektedir. 20 haftalık dişi sıçanların sağ ve sol CA4 bölgeleri, 4 haftalık

sıçanların CA4 bölgelerinden daha çok hücre bulundurmaktadır. CA1 ve CA3'teki farklılıklar istatistiki açıdan anlamsız iken, CA4'teki farklılıklar istatistiki açıdan ileri derecede anlamlıydı ($p < 0.0006$ (sol CA4) $p < 0.007$ (sağ CA4)).

Dişi sıçanlardaki sağ-sağ ve sol-sol karşılaştırma sonuçlarımız, Diamond ve ark'nın (1982) bildirdikleri erişkinlik döneminde salgılanan östrojen hormonunun, sağ dorsal hipokampusda hücre artışını baskıladığı düşüncesini doğrulamaktadır. Diamond ve ark'nın (1982) belirttikleri gibi sağ dorsal hipokampus baskılanmamış olsa idi, sol taraftaki gibi hücrelerin artması beklenirdi. Oysaki 20 haftalık sıçanların sağ tarafındaki CA1 ve CA3 bölgeleri, 4 haftalık sıçanlarınkinden daha az hücreye sahiptir.

20 haftalık erkek ve dişi sıçan sağ-sol CA4 bölgeleri, 4 haftalık erkek ve dişi sıçanların aynı bölgelerinden daha çok hücre içermektedir. Aradaki fark istatistiki açıdan çok ileri derecede anlamlıdır (Tablo 37 ve 38).

20 haftalık sıçan CA4 bölgesinin, 4 haftalık sıçan CA4 bölgesinden daha çok hücre bulundurması, bu bölgede bir nöron artışının olabileceğini düşündürmektedir. Böyle bir istatistiki bulgu, bizi oldukça şaşırttı. Çünkü klasik bilgilerimize göre sinir hücreleri ileri derecede farklanma gösteren ve artık bölünmeyen hücre grubu olarak bilinmekteydi. Sinir hücresinin çekirdek yapısı da histolojik açıdan bölünmeyen bir hücreyi andırmaktadır. Ancak yukarda sözünü ettiğimiz istatistiki sonuç ortaya çıkınca yeniden literatür tarama ihtiyacını duyduk ve nitekim Bayer ve ark (1982) CA4 bölgesinin sınırlarını belirleyen girus dentatusun granüler hücre tabakasında (1 aylıktan - 1 yıla kadarki sıçanlarda) lineer bir nörogenesis olayının olduğunu bildirmektedirler. Bu artışın % 35 ile % 43 arasında seyrettiği aynı

çalışmada ifade edilmiştir. Ayrıca Kaplan (1981) erişkin sıçan girus dentatusu ve bulbus olfaktariusunda nörogenesis olayının olduğunu yayınlamıştır. Dover ve Govrin-Lippman (1985) erişkin sıçan dorsal kök ganglionunda nörogenesisin olduğunu belirtmektedirler. 20 haftalık sıçan dorsal hipokampusundan elde ettiğimiz, yaklaşık % 30-35 oranındaki hücre artış sonuçları, yukarıda belirtilen araştırmacıların bulguları ile uyumluydu. Ancak kedi dorsal kök ganglionunda nörogenesisin olmadığını bildiren Aldskogius ve Risling'in (1989) bulguları ile sonuçlarımız ayrılmaktaydı.

Hipokampal formasyon volümündeki artışın büyük bir kısmı gebeliğin ikinci yarısında iken, postnatal peryodda meydana gelen artışın gebeliktekinden daha büyük olduğu görülmüştür. Bu ani volüm artışı normal gelişmenin ikinci postnatal ayında maksimum değere ulaştığı Kretschmann ve ark. (1986) tarafından ifade edilmiştir.

20 haftalık sıçanların hem sağ, hem de sol CA4 bölgelerinin, 4 haftalıklarından daha çok hücre bulundurması volüm artışıyla da ilgili olabilir. Aynı şekilde hücre artışının CA1 ve CA3'te de olmasının yorumu bugün açıklanmaya muhtaçtır. Yaşlılıkta en fazla hücre kaybının görüldüğü bölge CA4 bölgesidir (Mani ve ark. 1986). CA4'teki hücre artışı, belki de buranın yüksek aktivitesi ile ilgili olabilir düşüncesindeyiz.

4 ve 20 haftalık erkek ve dişi sıçan vücut ağırlık artışına paralel olarak, beyin ağırlığı da artmaktadır. Bunlardan yalnızca 4 haftalık erkek sıçanlarda aradaki ilişki istatistikten açıdan anlamsızken, 4 haftalık dişi ve 20 haftalık deney grubunda ise anlamlıdır.

4 ve 20 haftalık erkek ve dişi sıçan beyin ağırlıkları (vücut ağırlıkları gözönüne alınmadan) birbiri ile karşılaştırılmış ve aynı yaştaki erkek

sıçan beyin ağırlıkları, dişilerinkinden daha ağır bulunmuştur. Aradaki fark istatistiki açıdan anlamlıdır. Erkek ve dişi sıçan beyin ağırlıklarını karşılaştırdığımızda Marangoz ve ark.'nın (1988) bulgularıyla uyumlu olduğu gözlemlendi. Bilindiği gibi klasik kitaplarda, insanlarda erkek beyin ağırlığının, dişilerinkinden daha fazla olduğu belirtilmektedir.

Memeli beyinlerinde bir kural olmamakla beraber fonksiyonel asimetrinin bulunabildiği ifade edilmiştir.

İnsanlardan elde edilen veriler ile, daha önceleri sıçanlarda bildirilmiş olan veriler arasında birçok yönden benzerlik vardır. Bu durum sıçanlardaki çalışmaların insanla ilgili olan beyin asimetrilerinin mekanizmalarını ve fonksiyonlarını açıklayıcı olabilir (Glick ve ark., 1982).

Slomianka ve West'in (1987) belirttikleri gibi beyin asimetrilerinin hangi mekanizmalarla meydana geldiği, tiplerinin ne olduğu ve fonksiyonel önemlerinin ne olabileceğini, ortaya çıkarabilmek için ilave çalışmalara ihtiyaç olduğu inancındayız.

ÖZET

Cinsiyet ve yaşa bağlı hücrel lateralitenin rostro-kaudal doğrultuda (stereotaksik koordinatlara göre) nasıl değiştiği araştırıldı. Beyin fonksiyonlarının anlaşılmasında asimetrinin önemli olduğu bilinen bir gerçektir.

4 ve 20 haftalık erkek ve dişi sıçanların sağ-sol dorsal hipokampusundan 5 µ kalınlığındaki frontal kesitleri 200 µ aralıklarla alındı. Kesit seviyeleri stereotaksik atlasla belirlendi. Tionin ve hematoksilin-eosin ile boyandılar. Her kesitteki dorsal hipokampusun sağ ve sol CA1, CA3 ve CA4 bölgelerindeki tüm piramidal hücreler ışık mikroskopunun 10 x 40 büyültmesinde sayıldı. Ayrıca aynı preparatlarda sağ ve sol dorsal hipokampusun uzunluk ölçümü oküler mikrometrik disk ile yapıldı. Erkek ve dişi sıçanların sağ ve sol dorsal hipokampusundan elde edilen uzunluk ölçüm ve hücre sayım sonuçlarının sağ ve sol bölgeleri karşılaştırıldı. Aşağıdaki sonuçlar elde edildi:

1- 20 haftalık dişi sıçanların sol dorsal hipokampusu (195.96 hücre/mm), 4 haftalık dişi sıçan dorsal hipokampusundan (184.42 hücre/mm) daha çok hücreye sahipti ($p > 0.05$). Sağ dorsal hipokampusların karşılaştırılmasında ise 4 haftalıklar (191.87 hücre/mm) 20 haftalıklardan (184.40 hücre/mm) daha çok nöron içermekteydi.

2- 4 haftalık erkek ve dişi sıçan dorsal hipokampusun toplam seviyelerinde sağ CA1, CA3 ve CA4 bölgeleri, sol aynı bölgelerden daha çok hücreye sahipti. Aradaki fark istatistikî açıdan anlamsızdı ($p > 0.05$). 20 haftalık erkek ve dişi sıçanlarda ise dişi sıçan CA4 bölgesi hariç, 4 haftalıkların tam tersi görünümdeydi.

3- 20 haftalık deney grubu dorsal hipokampusunun sağ ve sol CA4 bölgeleri, 4 haftalık deney grubunun, aynı bölgelerinden daha çok hücre içermekteydi ($p < 0.007$). Aradaki farkın istatistiki açıdan ileri derecede anlamlı olması postnatal dönemde CA4 bölgesinde nörogenesis olabileceğini düşündürmektedir.

4- 4 ve 20 haftalık deney gruplarımızın hiçbirinde dorsal hipokampusun uzunluk ölçüm ortalamalarının sağ-sol karşılaştırılmasında aradaki fark istatistiki açıdan anlamlı bulunamadı ($p > 0.05$).

5- Dorsal hipokampusta görülen asimetri yönü tüm hemisfer boyunca aynı değildi. Anterior ve posterior kesit seviyelerinde yön değiştirebilmekteydi. Ayrıca bölgelerdeki (CA1, CA3, CA4) lateralite yönü de birbirinden farklı olabilmekteydi.

6- Bir tarafta artan piramidal hücre sayısına karşılık karşı tarafta alan genişletilmesi ile aradaki farkın kapatıldığı (kompanse) şeklinde yorumlandı.

7- Beyin ağırlığı ile vücut ağırlığı arasında doğrusal bir ilişki vardı. Erkek sıçan beyin ağırlıkları (vücut ağırlığı gözönüne alınmadığında) dişi sıçan beyin ağırlıklarından daha fazlaydı. Vücut ağırlığı ile beyin ağırlığı ve erkek-dişi sıçan beyin ağırlıkları arasındaki ilişki istatistiki bakımdan anlamlıydı ($p < 0.05 - 0.001$).

SUMMARY

Neuronal Asymmetry in the Hippocampus of 4 and 20 Weeks

Old Male and Female Rats

How cellular laterality in rostro-caudal direction (according to stereotaxic coordinates) related to age and sex changed was investigated. It is a well known fact that asymmetry is important in understanding brain functions. 5 micron frontal sections with intervals of 200 micron were made from the right and left dorsal hippocampi of 4 and 20 weeks old male and female rats. The section levels were determined with a stereotaxic atlas. Sections were stained with tironin and hematoxylin-eosin. In every section all the pyramidal cells of the right and left area CA1, CA3 and CA4 of dorsal hippocampi were counted under 10 x 40 magnification with a light microscope. Left and right dorsal hippocampi length measurements were also made with a micrometric ocular disk in the same preparations. Cell counts and length measurements obtained from the right and left dorsal hippocampi of male and female rats were compared. Results are as follows :

1- Left dorsal hippocampi of 20 week female rats had more cells (195.96 cells/mm) than 4 week female dorsal hippocampi (184.42 cells/mm) ($p > 0.05$). When the right dorsal hippocampi were compared it was seen that 4 week rats contained more neurons (191.87 cells/mm) than the 20 weeks (184.4 cells/mm).

2- In total sections of 4 week female and male dorsal hippocampi right CA1, CA3 and CA4 areas showed more cells than the same areas of the left side. The difference wasn't significant ($p > 0.05$). In the 20 week old group of male and female rats with the exception of female

CA4 area the findings were opposite of the 4 week group.

3- Right and left dorsal hippocampi CA4 areas of the 20 week group showed more cells than the same area of the 4 week group ($p < 0.007$). The difference being statistically very significant might show a postnatal neurogenesis in area CA4.

4- Dorsal hippocampi length measurement means were compared as left and right in 4 and 20 week groups and the difference was not statistically significant in any of them ($p > 0.05$).

5- The asymmetry direction seen in dorsal hippocampi was not the same throughout the complete hemisphere. In anterior and posterior section levels a change in direction was seen. Laterality direction was also seen to be different from each other in areas CA1, CA3, CA4.

6- An increase in pyramidal cells on one side was compensated on the other side by area increase.

7- A direct relation was found between the brain weight and the body weight. Brain weights of the male rats (when body weight is not considered) were found to be heavier than the females. Body weight; brain weight and male-female brain weights relations were found statistically significant ($p < 0.05 - 0.001$).

The asymmetry results which we had summarised above will we hope be helpfull in understanding the mechanisms of asymmetry in human brains.

KAYNAKLAR

- Aker, O.N., **Laboratuvar El Kitabı Hususi Boyama Teknikleri**. Ankara Örnek Matbaası, 1954.
- Aldskogius, H. and Risling, M., Number of dorsal root ganglion neurons and axons in cats of different ages. **Experimental Neurology** 106: 70-73, 1989.
- Amaral, D.G., and Witter, M.P., The three-dimensional organization of the hippocampal formation: A review of anatomical data. **Neuroscience** 31(3): 571-591, 1989.
- Baer, V.S., Hummel, G., Goller, H., Feinstruktur des ammonshornes von rind, schaf und ziege. **Zbl. Vet. Med. C. Anat. Histol. Embryol** 14: 242-261, 1985.
- Barr, M.L., Kiernan, J.A., **The Human Nervus System**. An Anatomical Viewpoint., Fifth Edition, Lippincott Company, 1988.
- Bayer, S.A., Yackel, J.W., Puri, P.S., Neurons in the rat dentate gyrus granular layer substantially increase during juvenile and adult. **Science** 216(4548): 890-892, 1982.
- Brodal, A., **Neurological Anatomy**. In Relation to Clinical Medicine Third Edition, Oxford University Press, Oxford, 1981.
- Carpenter, M.B., Sutin, J., **Human Neuroanatomy**, 8. Edit. Williams & Wilkins, Maryland, 1983.
- Cohen, D.H., Sherman, S.M., The Nervus System. In: Berne, R.M., Levy, M.N. (Edit) **Physiology** The C.V. Mosby Company, St.Louis, Toronto, 1983.
- Çiftçi, N., Taşçı, N., Açar, E., Kaplan, S., Ayyıldız, M., Marangoz, C., Erkek ve dişi sıçanlarda dorsal hipokampusun piramidal hücre tabakasında nöronal asimetri. **İstanbul Tıp Fakültesi 9. Kurultayı** 22-25 Eylül, 32-37, 1987.
- Demeter, S., Rosene, D.L., Van Hoesen, G.W., Interhemispheric pathways of the hippocampal formation, presubiculum and entorhinal and posterior parahippocampal cortices in the Rhesus monkey: The structure and organization of the hippocampal commissures. **J. Comp. Neurol.** 233: 30-47, 1985.

- Devor, M. and Govrin-Lipmann, R., Neurogenesis in adult rat dorsal root ganglia. *Neurosci. Lett.* 61: 189-194, 1985.
- Diamond, M.C., Johnson, R.E., Ingham, C.A., Morphological changes in the young, adult and aging rat cerebral cortex, hippocampus, and diencephalon. *Behavioral Biology* 14: 163-174, 1975.
- Diamond, M.C., Dowling, G.A., and Johnson, R.E., Morphologic cerebral cortical asymmetry in male and female rats. *Exp. Neurology* 71: 261-268, 1981.
- Diamond, M.C., Murphy, G.M., Akiyama, K., Johnson, R., Morphological hippocampal asymmetry in male and female rats. *Experimental Neurology* 76: 553-565, 1982.
- Diamond, M.C., Johnson, R.E., Young, D., and Singh, S.S., Age-related morphologic differences in the rat cerebral cortex and hippocampus: Male-Female, Right-Left. *Exp. Neurol.* 81: 1-13, 1983.
- Dilberovic, F., Secerov, D., Tomic, V., Morphological characteristics of the gyrus dentatus in some animal species and in man. *Ant. Anz. Jena* 161: 231-238, 1986.
- Dowling, G.A., Diamond, M.C., Murphy, G.M., and Johnson, R., A morphological study of male rat cerebral cortical asymmetry. *Experimental Neurology* 75: 51-67, 1982.
- Frotscher, M., Mossy fiber synapses on glutamate decarboxylase - Immunoreactive neurons: Evidence for feed - forward inhibition in the CA3 region of the hippocampus. *Exp. Brain Res.* 75: 441-445, 1989.
- Galaburda, A.M., LeMay, M., Kemper, T.L., Geschwind, N., Right-Left asymmetries in the brain. *Science* 199: 852-856, 1978.
- Galaburda, A.M., Aboitiz, F., Rosen, G.D., Sherman, G.F., Histological asymmetry in the primary visual cortex of the rat: Implications mechanisms of cerebral asymmetry. *Cortex* 22: 151-160, 1986.
- Glick, S.D., Ross, D.A., and Hough, L.B., Lateral asymmetry of neurotransmitters in human brain. *Brain Research* 234: 53-63, 1982.

- Haug, F-M, S., Light microscopical mapping of the hippocampal region, the pyriform cortex and the corticomедial amygdaloid nucleus of the rat with Timm's Sulphide silver method. I. Area dentata, hippocampus and subiculum. *Z. Anat. Entwickl. Gesch* 145: 1-27, 1974.
- Jack CR, Jr., Twomey, C.K., Zinsmeister, A.R., Sharbrough, F.W., Petersen, R.C., Cascino, G.D., Anterior temporal lobes and hippocampal formations: Normative Volumetric measurements from MR Images in young adults. *Radiology* 172: 549-554, 1989.
- Kaplan, M.S., Neurogenesis in the 3-month-old rat visual cortex. *J Comp. Neurol.* 195(2): 323-38, 1981.
- Kelly, J.P., Anatomical basis of sensory perception and motor coordination. In *Principles of Neurol Science*. Edit. E.R. Kandel and J.H Schwartz, Elgevier, New York, 1985.
- Kolb, R., Sutherland, R.J., Nonneman, A.J., Wishaw, I.Q: Asymmetry in the cerebral hemispheres of the rat, mouse, rabbit, and cat: The right hemisphere is longer. *Brain Res* 188: 269, 1980.
- Konigsmark, M.W., Methods for the counting of neurons. In: W.J.H. Nauta and S.O.E. Ebesson (Ed.) *Contemporary Research Methods in Neuroanatomy*, Springer New York, 315-340, 1970.
- Kretschmann, H.J., Kammradt, G., Krauthausen, I., Saur, B., and Wingert, F., Growth of the hippocampal formation in man. *Bibliothca Anat.* 28: 27-52, 1986.
- Lang, U., and Frotscher, M., Postnatal development of nonpyramidal neurons in the rat hippocampus (areas CA1 and CA3): A combined Golgi / electron microscope study. *Anat. Embriol.* 181: 533-545, 1990.
- Lee, G., Luna, H.T., *Manual of Histologic Methods of Armed Forces Institute of pathology*, New York, McGraw-Hill Inc. 1968.
- Mani, R.B., Lohr, J.B., and Jeste, D.V., Hippocampal pyramidal cells and aging in the human: A quantitative study of neuronal loss in sectors CA1 to CA4. *Exp. Neurol.* 94: 29-40, 1986.

- Marangoz, C., Kaplan, S., Açar, E., Ayyıldız, M., Taşçı, N., Çiftçi, N., Sıçan serebellumunun purkinje hücreleri tabakasında asimetri. **İstanbul Tıp Fakültesi 9. Kurultayı**, 22-25 Eylül, 97-101, 1987.
- Marangoz, C., Açar, E., Ayyıldız, M., Bayraklı, F., Sıçan beyninde çinkonun dağılımı asimetrik midir? **Türk Fizyolojik Bilimler Derneği XIV. Ulusal Kongresi**, 11-12 Kasım, 18, 1988.
- Martin, J.H., **Neuroanatomy, Text and Atlas**, Elsevier Science Publishing Co Inc. 1989.
- Nolte, J. **The Human Brain**. An introduction to its fonctional anatomy. The C.V. Mosby Company, 1988.
- Oke, A., Lewis, R., Adams, R.N., Hemispheric asymmetry of norepinefrine distirbution in the rat thalamus. **Brain Res** 188: 269, 1980.
- Pellegrino, L.J., Pellegrino, A.S., Cushman, A.J., **A Stereotaxic Atlas of the Rat Brain**. Plenum Press. New York, 1979.
- Powers, R.E., Struble, R.G., Casanova, M.E., O'conner, D.T., Kitt, C.A., Price, D.L., Innervation of human hippocampus by noradrenergic systems.: Normal anatomy and structural abnormalities in aging and in Alzheimer's disease. **Neuroscience** 25(2): 401-417, 1988.
- Siesjo, Bo.K., and Wieloch, T., Epileptic brain damage:Pathophysiology and neurochemical pathology In: A.V. Woodbury and R.J. Porter (Eds) **Advances in Neurology** 44: 813-847, New York, 1986.
- Slomianka, L., and West, M.J., Asymmetry in the hippocampal region specific for one of two closely related species of wild mice. **Brain research**, 436: 69-75, 1987.
- Slomianka, L., and West, M.J., Comparative quantative study of the hippocampal region of two closely related species of wild mice: Interspecific and intraspecific variations in volumes of hippocampal components. **J. Comparative Neurology** 280: 544-552, 1989.
- Sugiura, K., Robinson, G.A., Stuart, D.G., **Illustraded Guide to the Central Nervous System**. First Edition, Ishiyoku Euro America, Inc, Publishers, 1989.

- Taşçı, N., Açar, E., Marangoz, C., Sıçan beyninde bakır ve magnezyum dağılımı. **Türk Fizyolojik Bilimler Derneği XIV. Ulusal Kongresi** 11-12 Kasım, Bildiri Özetleri 77, 1988.
- Teyler, T., Vardaris, R., Lewis, D., Rawitch, A., Gonadal steroids effects on excitability of hippocampal pyramidal cells. **Science** 209: 1017-1019, 1980.
- Teyler, T.J., DiScenna, P., The topological anatomy of the hippocampus: A clue to its function. **Brain Research Bulletin** 12: 711-719, 1984.
- Totterdell, S., and Hayes, L., Non pyramidal hippocampal projection neurons: a light and electron microscopic study. **J Neurocytology** 16: 477-485, 1987.
- West, M.J., and Schwerdtfeger, W.K., An allometric study of hippocampal components. **Brain Behav. Evol.** 27: 93-105, 1985.

ÖZGEÇMİŞ

1959 yılında Kırşehir'de doğdum. İlk, orta, lise öğrenimimi Kırıkkale'de yaptım. 1982 yılında Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü'nden mezun oldum. 1984 yılının Mart ayında askerlik görevimi bitirdim. Aynı yılın Eylül ayında Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaya başladım. 1987 yılında "Yenidoğan Göbek Bağlarının Işık Mikroskobu Düzeyinde İncelenmesi" konulu tez ile Bilim Uzmanlığını aldım. 1987-1989 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Morfoloji Anabilim Dalında Doktora derslerini başarı ile tamamladım. Halen Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi Histoloji-Embriyoloji Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım. Evli ve bir çocuk babasıyım.