

## DEĞEN ve DEĞMEYE YAKIN ÇIFT YILDIZLAR

Selim SELAM, Osman DEMİRCAN

A.Ü. Fen Fak. Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 06100 Beşevler, ANKARA

### ÖZET

Değen ve değmeye yakın çift yıldızların salt boyutları, bu tür çiftlerin gözlemlsel ve kuramsal verilerini içeren katalogtan toplanarak, kütle-ışınım (M-L), kütle-yarıçap (M-R) ve Hertzsprung-Russel (HR) gibi diyagramlar oluşturulmuştur. Elde edilen diyagramlar teorik değerlerle karşılaştırılmıştır. Karşılaştırma sonuçları bu sistemlerin evrimleri açısından irdelenmiştir.

### 1. GİRİŞ

Günümüzde degen ve değmeye yakın çift yıldızların evrimsel durumu ve bu tür çift sistemlerin alt türleri arasındaki evrimsel ilişki anahatları ile belirlenmiş olmasına karşın, hala tartışma konusudur. Bu alandaki gelişmeler Mochnacki (1981), Van Hamme (1982), Maceroni vd. (1985), Kaluzny (1985), Rucinski (1986), Hilditch ve Bell (1987), Hilditch vd. (1988) ve Shaw (1989) tarafından derlenmiştir.

Birkaç yıl öncesine kadar bu tür sistemlerin salt parametrelerinin belirlenmesi amacı ile, fotometrik ve tayısal analiz sonuçlarının birleştirilmesinde çok sayıda varyasyon yapılmıştır. Özellikle bu tür sistemlerin tayflarında yoldaş yıldızın çizgilerinin belirgin olmaması veya hiç görülmemesi, yoldaş yıldızla ilişkin salt parametreleri güvenirliliğini azaltmaktadır. Son yıllarda kullanılan teleskop ve dedektörlerdeki hızlı teknolojik gelişme, bu tür sistemlere ilişkin gözlemlerin daha hassas ve kaliteli olmasını sağlamıştır. Ayrıca yeni geliştirilen analiz metodlarının sonuçları, sistemin salt parametrelerinin elde edilmesi sırasında varyasyonlara ihtiyaç duymamaktadır. Dolayısıyla son yıllar içinde parametrelerinin güvenilirliği oldukça yüksek olan degen ve değmeye yakın çift sayısında hızlı bir artış olmuştur.

Bu çalışmada, parametrelerin güvenilirliği yüksek olan 98 çift sistemin salt parametreleri, bu verileri içeren katalogtan (Selam, 1990) ve Maceroni vd. (1985)'den alınmıştır. Bunlardan 52 tanesi W UMa türü dejen çift yıldızlardır. Geri kalan sistemler ise, bileşenlerinden en az biri Roche şışimini doldurmuş ve değme durumunun hemen öncesinde yer alan ( $\beta$  Lyr türü ve bazı Algol türü sistemler) yarı ayrık sistemlerdir. Bu tür sistemlere Lucy ve Wilson (1979)'un önerisi ile B türü sistemler adı verilmektedir.

Salt parametreler yardımcı ile, bu tür sistemler için kütle-yarıçap (M-R), kütle-parlaklı (M-L) ve Hertzsprung-Russel (HR) diyagramları oluşturulmuş ve sistemlerin eyrim durumları kuramsal anakol verileri ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca salt parametreler ve bilinen bağıntılar yardımcı ile tüm sistemler için, yüzey çekim ivmesi, toplam yörünge açısal momentumu ve bileşen yoğunlukları hesaplanarak, sistemlerin diğer parametreleri ile olan ilişkileri irdelenmiştir. Sonuçlar, alt türler arasındaki evrimsel ilişki açısından yorumlanmıştır.

## 2. M-R, M-L, HR DİYAGRAMLARI

W UMa türü 52 sistem içerisinde eşit sayıda A ve W alt türünden çift sistem bulunmaktadır. Geri kalan 46 sistem B türüdür. Tüm diyagramlarda A, W ve B türü sistemlerin 1. ve 2. bileşenleri ayrı simge ile gösterilmiştir. Ayrıca bu diyagramlarda teorik sıfır yaş anakol (ZAMS) ve merkezi hidrojen yakınıının sona erdiği terminal yaş anakol (TAMS) modelleri de yer almaktadır. Tüm modeller güneş benzeri kimyasal bilesimi içermektedir ( $x \approx 0.70$ ,  $y \approx 0.28$ ,  $z \approx 0.02$ ).  $M > 0.8M_{\odot}$  için teorik ZAMS ve TAMS modelleri Maeder ve Meynet (1988)'den, daha küçük kütleler içinse ZAMS ve TAMS modelleri YandenBerg ve Bridges (1984) ve YandenBerg (1983)'den alınmıştır. M-R, M-L ve HR diyagramları sırası ile şekil 1., 2. ve 3.'te yer almaktadır.

Şekil 1. ve 2. de dejen ve değmeye yakın çift yıldızlar, alt türleri için ayrı ayrı M-R ve M-L bağıntıları oluşturmaktadır. En küçük kareler yöntemi ile bulunan logaritmik bağıntılar değişik grublar için korelasyon katsayıları ( $r$ ) ile beraber aşağıda verilmiştir;

### M-R Bağıntıları:

$$\text{A türü sistemler: } \begin{aligned} \text{Log R} &= 0.161 + 0.468 * \text{Log M}, \\ &\pm .015 \quad \pm .038 \end{aligned} \quad r=0.868$$

$$\text{W türü sistemler: } \begin{aligned} \text{Log R} &= 0.012 + 0.402 * \text{Log M}, \\ &\pm .011 \quad \pm .039 \end{aligned} \quad r=0.827$$

B türü sistemler:  $\text{Log } R = 0.134 + 0.661 * \text{Log } M$ ,  $r=0.948$   
 $\pm .022 \pm .024$

Tüm sistemler:  $\text{Log } R = 0.133 + 0.642 * \text{Log } M$ ,  $r=0.954$   
 $\pm .010 \pm .015$

\*Seçilmiş sistemler:  $\text{Log } R = 0.097 + 0.834 * \text{Log } M$ ,  $r=0.912$   
 $\pm .024 \pm .033$

M-L Bağıntıları:

A türü sistemler:  $\text{Log } L = 0.537 + 1.118 * \text{Log } M$ ,  $r=0.755$   
 $\pm .054 \pm .140$

W türü sistemler:  $\text{Log } L = -0.01 + 0.822 * \text{Log } M$ ,  $r=0.568$   
 $\pm .048 \pm .168$

B türü sistemler:  $\text{Log } L = 0.326 + 3.446 * \text{Log } M$ ,  $r=0.979$   
 $\pm .073 \pm .077$

Tüm sistemler:  $\text{Log } L = 0.631 + 2.981 * \text{Log } M$ ,  $r=0.951$   
 $\pm .049 \pm .071$

\*Seçilmiş sistemler:  $\text{Log } L = 0.199 + 3.820 * \text{Log } M$ ,  $r=0.959$   
 $\pm .073 \pm .101$

\*Seçilmiş sistemler: Tüm sistemlerin 1. bileşenleri ve B türü sistemlerin  
 $\text{Log } M > -0.05$  olan 2. bileşenleri

Değen ve değmeye yakın çift sistemlerin alt türlerinin bu diyagamlardaki dağılım özellikleri kısaca şöyle özetlenebilir:

a) A türü sistemlere oranla daha az değen W türü sistemlerin 1. bileşenlerinin tamamı MR diyagramında anakol içerisinde yer almaktadır. Anakol bandı içerisinde gösterdikleri dağılım yaş ve metal bolluğunun bir göstergesi olabilir. Genel olarak ZAMS'a daha yakın konurdadırlar. ML diyagramında ise büyük bir kısmı ZAMS'ın altındadırlar. Bu durum Hilditch vd. (1988)'e göre 2. bileşene aktarılmış olan ışınımdan kaynaklanmaktadır.

b) W türü sistemlerin 2. bileşenleri MR diyagramındaki anakol kütleleri göz önüne alındığında, oldukça büyük yarıçaplı sahiptirler ve anakoldan ayrılmış gibi görünmektedirler. Yarıçaptaki bu fazlalık, karesi oramında ML

diyagramındaki konumlarına da yansımaktadır ve bu olay yine 1. bileşenden ışınım aktarımı yolu ile gelen fazlalığa bağlanmaktadır. HR diyagramında (Şekil 3.) ışınım aktarımı sonucu anakolun sol üstüne kaymış durumdadırlar.

- c) MR ve ML diyagramlarındaki konumları gereği, daha fazla dejme durumuna sahip A türü sistemlerin, 1. bileşenleri, W türünün 1. bileşenlerine oranla daha fazla evrimleşmişlerdir ve TAMS civarında yer almaktadırlar. Bu durum, A türü sistemlerin evrimde daha ileri sahada olduklarına ilişkin daha evvelki önerileri desteklemektedir. HR diyagramında ise anakol bandı içerisinde yer almaktadırlar.
- d) A türü sistemlerin ikinci bileşenleri, MR ve ML diyagramlarında W türü sistemlerin 2. bileşenlerinden daha da fazla evrimleşmiş konumdadırlar. Anakol (ZAMS) küteleri için beklenen yarıçap ve parlaklıklarının çok üzerinde değerlere sahiptirler. HR diyagramındaki konumları, 1. bileşenlerinden aktarılmış ek ışınım etkisi ile ZAMS'ın solundadır.
- e) B türü sistemlerin, düşük kütleli ( $\log M < 0.4$ ) 1. ve 2. bileşenleri, MR ve ML diyagramlarında, A türü sistemlerin 1. ve 2. bileşenleri ile aynı konumdadırlar. Ancak HR diyagramında 1. bileşenleri anakol bandı içinde yer alırken 2. bileşenleri TAMS civarında ve üzerinde yer almaktadır. 2. bileşenlerin HR diyagramındaki bu konumları, B türü sistemlerde ışınım aktarımının olmaması veya W UMa'lara oranla çok zayıf olmasından kaynaklanmaktadır. B türü sistemlerin büyük kütleli 1. ve 2. bileşenleri ise ZAMS'tan çok az ayrılmış ve anakol bandı içerisinde yer alan normal anakol yıldızlarından.

### **3. DİĞER ÖZELLİKLERİ**

#### YARIÇAP ORANI - KÜTLE ORANI:

Yarıçap oramı  $k = R_2/R_1$  ve kütle oramı  $q = M_2/M_1$  olmak üzere Şekil 4. te tüm sistemlerin  $k-q$  ilişkisi görülmektedir. Şekilde ayrık, anakol yıldızlarından oluşan çift sistemler için elde edilen gözlemsel bağıntılar (Demircan ve Kahraman 1990) da yer almaktadır. Bu bağıntılar:

$$k = q^{0.935} \quad (M_1 \text{ ve } M_2 < 1.66 M_\odot \text{ için})$$

$$k = q^{0.724} \quad (M_1 > 1.66 M_\odot \text{ ve } M_2 < 1.66 M_\odot \text{ için})$$

$$k = q^{0.542} \quad (M_1 \text{ ve } M_2 > 1.66 M_\odot \text{ için})$$

Genel olarak A türü sistemler, W türü sistemlere oranla daha düşük kütle oranı ve yarıçap oranına sahiptirler. Bu da A türü sistemlerin evrimde, W türü sistemlerden daha ileride oldukları görüşünü desteklemektedir. B türü sistemler ise W UMa türlerinin her iki alt türü arasında dağılmış durumdadır. Alt türlerden hiç biri, anakol yıldızlarından oluşmuş ayrık çift sistemlere ilişkin deneysel bağıntılara uymamaktadır. Dolayısıyla tüm alt türlerin bu diyagramdaki dağılımına, degen ve değişmeye yakın çift sistemlerin deneysel bağıntısı gözüyle bakabiliriz. Buna göre yapılan üstel fit sonucu bu sistemlerin

$$k = 0.992 * q^{0.448} \quad (\text{korelasyon } r = 0.98)$$

şeklinde deneysel bir bağıntıya uyuğu gösterilmiştir (Şekil 5.).

#### YÜZYEY ÇEKİM İVMESİ:

Şekil 6. da tüm alt türlerin 1. ve 2. bileşenleri için;

$$\log g = 4.44 + \log (M_{1,2}) - 2 \log (R_{1,2})$$

bağıntısından hesaplanan yüzey çekim ivmesinin logaritması ile effektif sıcaklık ilişkisi, teorik ZAMS ve TAMS modelleri ile beraber yer almaktadır. B türü sistemlerin düşük küteli 2. bileşenleri dışında geri kalanların tamamı anakol bandı içerisinde yer almaktadır. B türü sistemlerin düşük küteli 2. bileşenleri TAMS'ın dışına taşmış ve evrimleşmiş olarak görülmektedir. Ayrıca A türü sistemlerin bileşenlerinin yüzey çekim ivmeleri, W türü sistemlerin bileşenlerine oranla daha düşüktür.

#### YÖRÜNGE AÇISAL MOMENTUMU:

Tüm sistemler için yörunge açısal momentumu;

$$J = P^{1/3} * [q/(1+q)^2] * (M_1 + M_2)^{5/3}$$

İfadeden hesaplanmıştır. P yörunge dönemi, q kütle oranı,  $M_{1,2}$  ise güneş kütlesi cinsinden 1. ve 2. bileşen kütleleridir. Şekil 7. de  $X = J / (M_1 + M_2)^{5/3}$  olmak üzere  $\log X - \log P$  ilişkisi görülmektedir.  $q = 1.0, 0.5$  ve  $0.2$  için sabit kütle oran çizgileri çizilmiştir. Karşılaştırma açısından yarıayrık RS Cyg türü çiftler de grafiğe yerleştirilmiştir. Uzun dönemli B türü sistemler ve RS Cyg'ler  $q = 1$  çizgisi üzerinde toplanmaktadır. Dönem kısaldıkça sistemler daha düşük kütle oranlarına ve düşük açısal momentum değerlerine kaymaktadır. Dolayısıyla diyagramın en altında yer alan A türlerinde, sistemden madde

kayıbı daha fazladır ve W türü sistemlere oranla daha fazla evrimleşmiş görülmektedirler.

Şekil 8. de ise Log J - Log P ilişkisi yer almaktadır.  $q = 1$  için sabit toplam kütle çizgileri  $M = 20M_\odot$ ,  $5M_\odot$ ,  $1.7M_\odot$  ve  $0.5M_\odot$  için çizilmiştir. Toplam kütle hesaba katıldığında, bu diyagramda alt türler arasında belirgin bir evrimsel ayırım görülmemekle birlikte, yörünge dönemi küçüldükçe, sistemlerin açısal momentumlarının azaldığı görülmektedir. Özellikle  $P=1\text{ gün}$  civarında B türü sistemlerin yörünge açısal momentumunda oldukça hızlı bir düşüş vardır.

Şekil 9. da  $\log X - q$  grafiği görülmektedir.  $P=0.4$  ve  $P=0.8$  gün için sabit yörünge dönemi çizgileri de çizilmiştir. A türü sistemler W türü sistemlerden daha küçük kütle oranına ve açısal momentumuna sahiptirler. B türü sistemler ise oldukça büyük açısal momentum değerlerine sahiptir ve kütle oranları 0.5 ten büyüktür.

Şekil 10. da  $\log J - q$  ilişkisi görülmektedir. Açısal momentumda toplam kütle hesaba katıldığında, yine alt türler arasında evrimsel açıdan belirgin bir farklılık elde edilememektedir. Yalnızca büyük kütleli ve uzun dönemli B türü sistemlerde, bileşenler arası ışınım aktarımının henüz var olmaması, bu sistemlerin  $\log J - q$  grafiğinde daha büyük açısal momentumlu bölgede bulunmalarını sağlamaktadır.

#### ORTALAMA YOĞUNLUK :

Bütün türlerin 1. ve 2. bileşenlerinin ortalama yoğunluğu;

$$\rho (\text{cgs}) = 1.409 * (M/R^3)$$

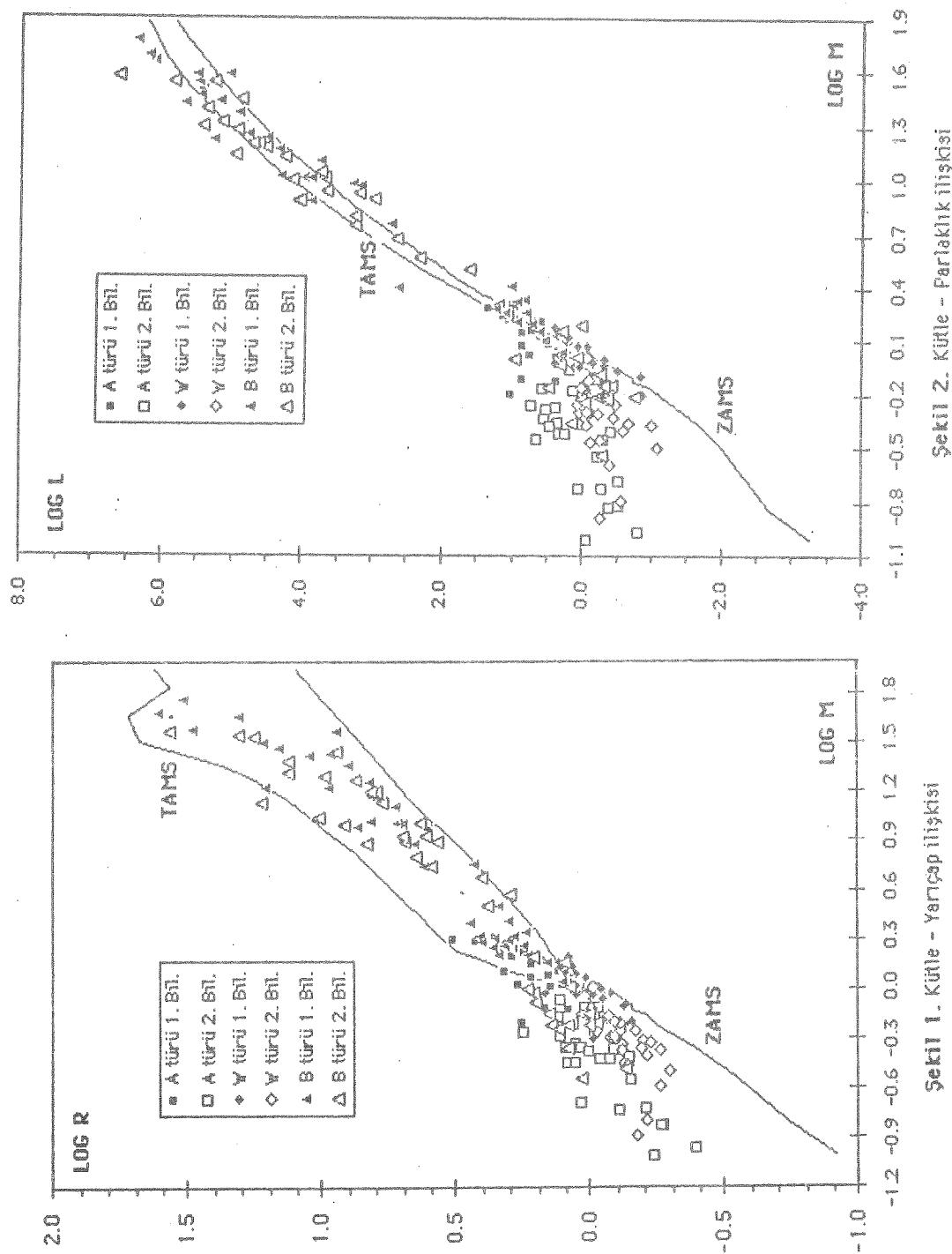
ifadesinden hesaplanmıştır. Şekil 11. de teorik ZAMS ve TAMS modelleri ile birlikte ortalama yoğunluk-sıcaklık ilişkisi görülmektedir. Alt türler bu diyagramda oldukça belirgin olarak birbirlerinden ayrılmaktadır. B türü sistemler oldukça düşük ortalama yoğunluklara sahiptirler. A türü sistemler ise W türü sistemlere oranla daha düşük ortalama yoğunluklar göstermektedir. Genelde bütün sistemlerin 1. ve 2. bileşenleri anakol bandı içinde yer almaktadır. Ancak düşük kütleli B türü sistemlerin 2. bileşenleri TAMS dışına taşmışlardır. Buna karşılık büyük kütleli B türü sistemlerin çoğu ZAMS civarında ve altında bulunmaktadır. Ayrıca W türü sistemlerin 2. bileşenlerinin çoğu ZAMS'ın altında bulunmaktadır. Bu durum 1. bileşenlerinden aldığı kütle fazlalığına dayanmaktadır ve bu yıldızlar olduklarıdan daha yoğun ve genç görülmektedirler.

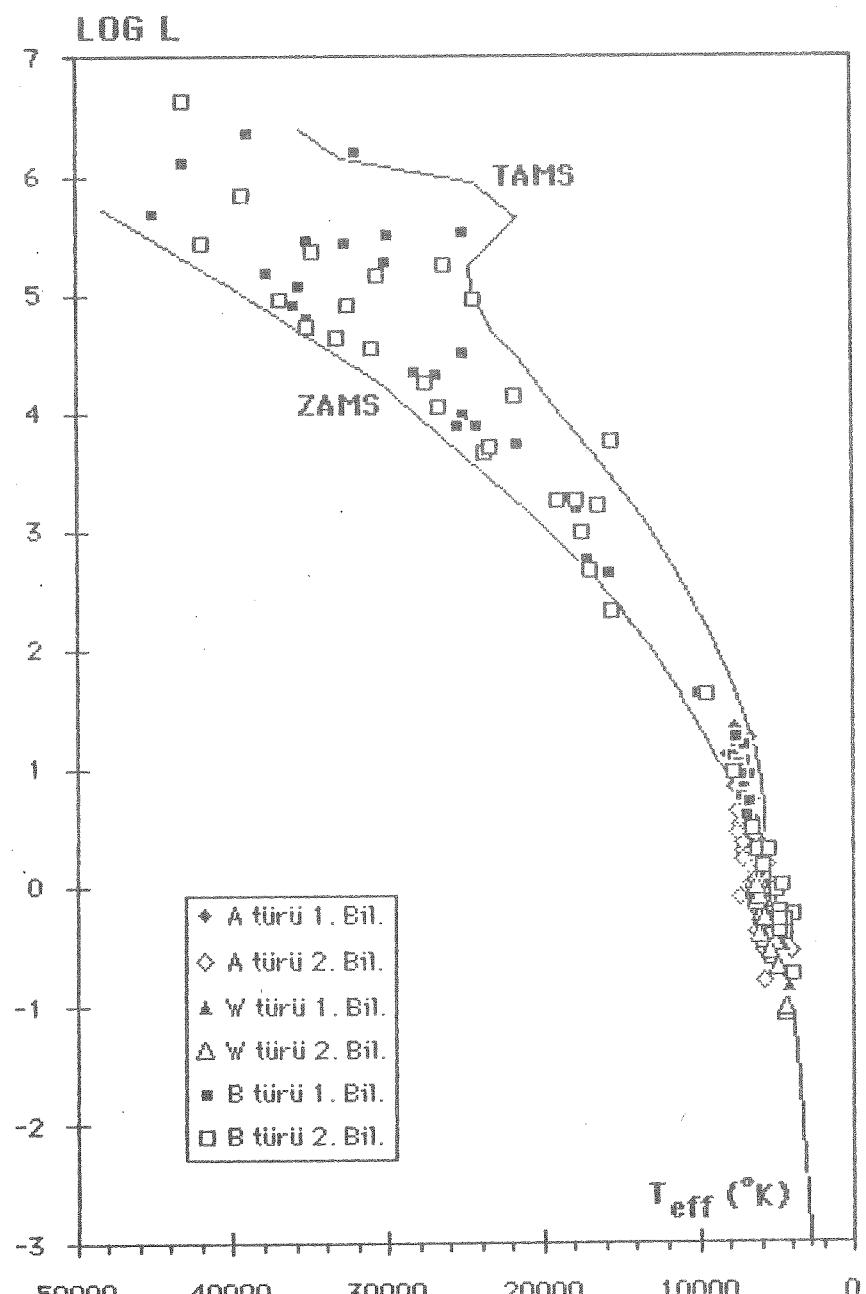
Şekil 12. de ortalama yoğunluk - Log P ilişkisine bakıldığından, büyük yörünge döneme sahip sistemlerde, bileşenlerin yaklaşık eşit yoğunluklara sahip oldukları görülmektedir. Yörünge dönemi 1 günden daha kısa dönemlere gidildikçe, hem bileşenlerin ortalama yoğunluklarının, hem de aynı sistemin 1. ve 2. bileşeni arasındaki yoğunluk farkının arttığı

görülmektedir. Ayrıca bu aralıkta tüm sistemler için  $P_1 < P_2$  olmaktadır. Bu durum, bu sistemlerdeki 1. bileşelerin daha fazla evrimleştiğini gösteren kesin bir kanıt olmaktadır. Büyük yarıçaplı bileşenler, genelde daha fazla evrimleşmiş madde kaybeden bileşenlerdir.<sup>1</sup> B türü sistemlerin, yörünge dönemi 1 günden daha büyük olanlarında madde aktarımının izine fazla rastlanmamaktadır. Bu sistemlerde bileşenlerin fiziksel özellikleri fazla farklı değildir.

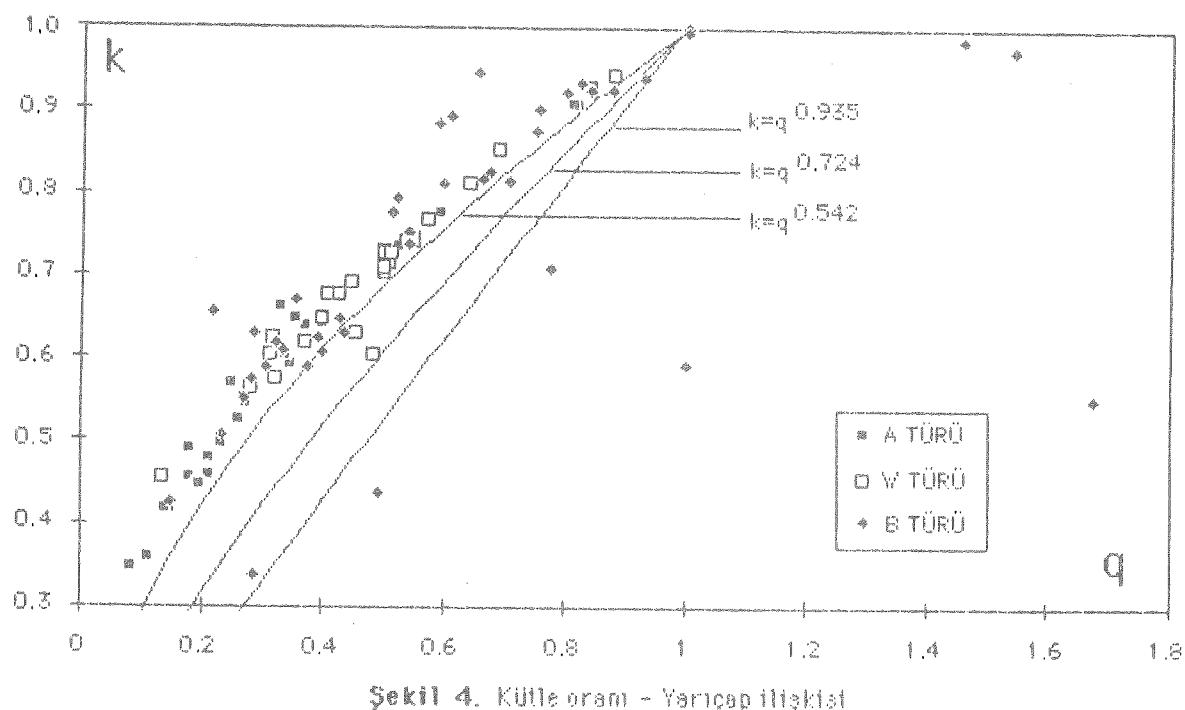
#### 4. SONUÇLAR

Değen ve değmeye yakın çift yıldızlara ilişkin elde edilen tüm diyagramlarda A türü sistemlerin 1. ve 2. bileşenlerinin, W türüne oranla daha fazla evrimleşmiş oldukları geçektir. B türü sistemlerin kısa yörünge önemli ve küçük kütleli olanları genelde A türü sistemlerle benzerlik içersindedir. Bu sistemlerin 2. bileşenleri de, ışınım aktarımı sonucu, ZAMS kütleleri için beklenenden fazla ışınım ve yarıçap değerlerine sahip oldukları görülmektedir. B türü sistemlerin geriye kalan büyük kütleli ve büyük yörünge dönemi olanları, diğer alt türler ile evrimsel bir ilişki göstermemektedirler. Genelde fiziksel açıdan benzer iki yıldızdan oluşmaktadır. Her iki bileşeni de normal anakol yıldızlarıdır ve değme durumu göstermemektedirler.

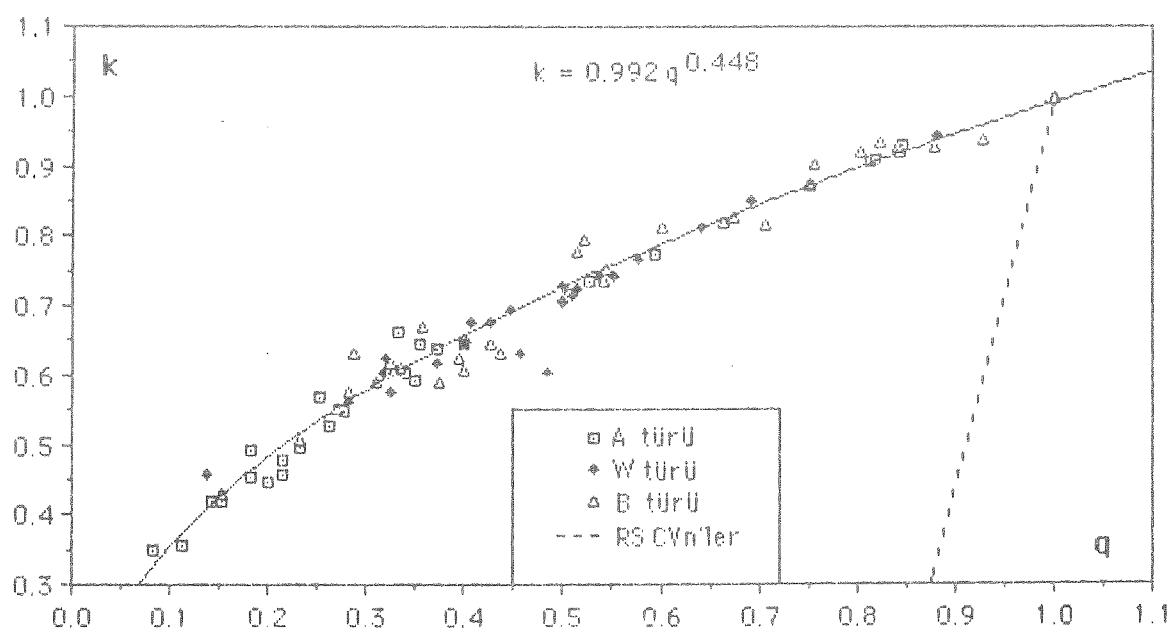


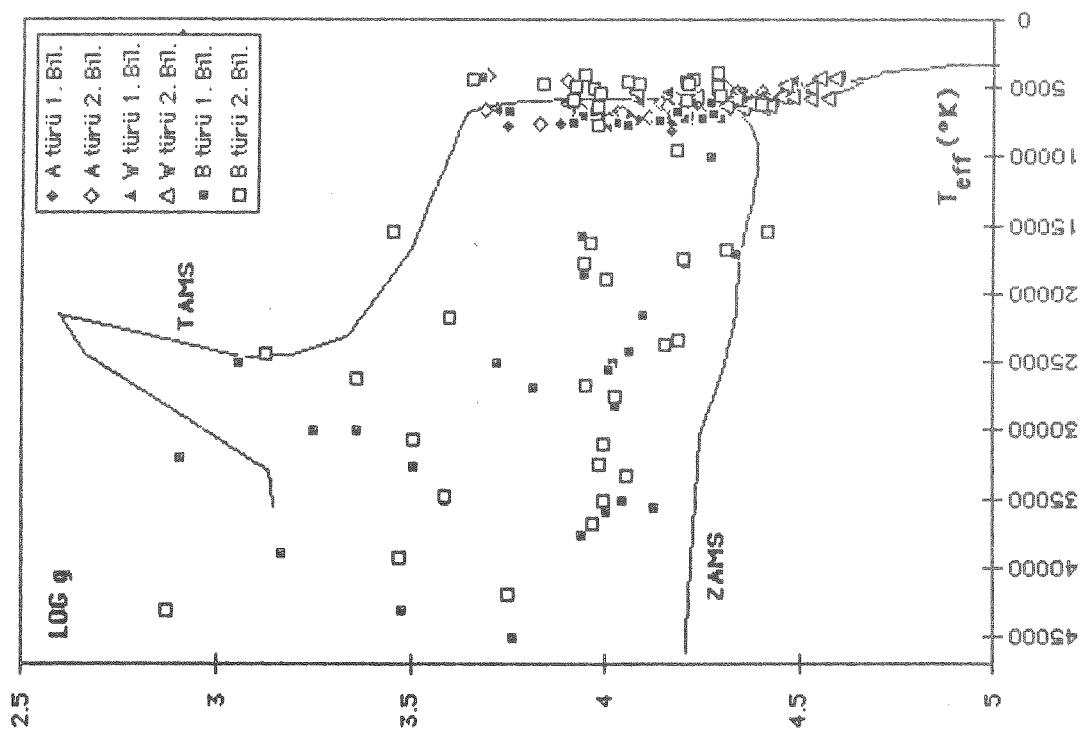


Şekil 3. HR diyagramı

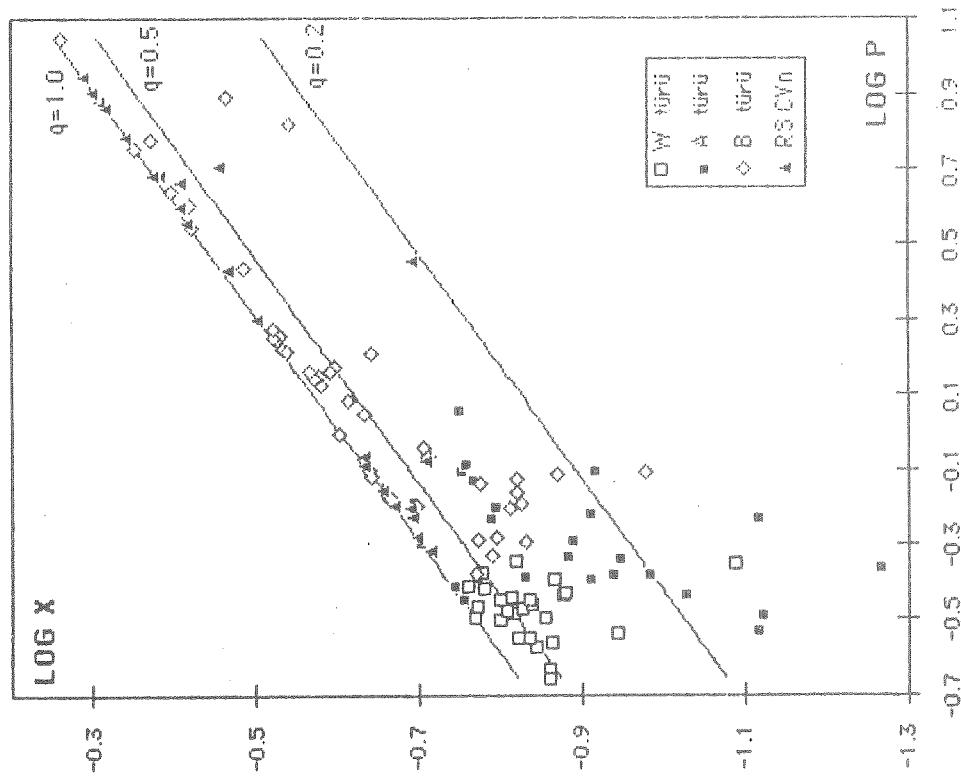


Şekil 4. Kütle oranı - Yarıçap ilişkisi

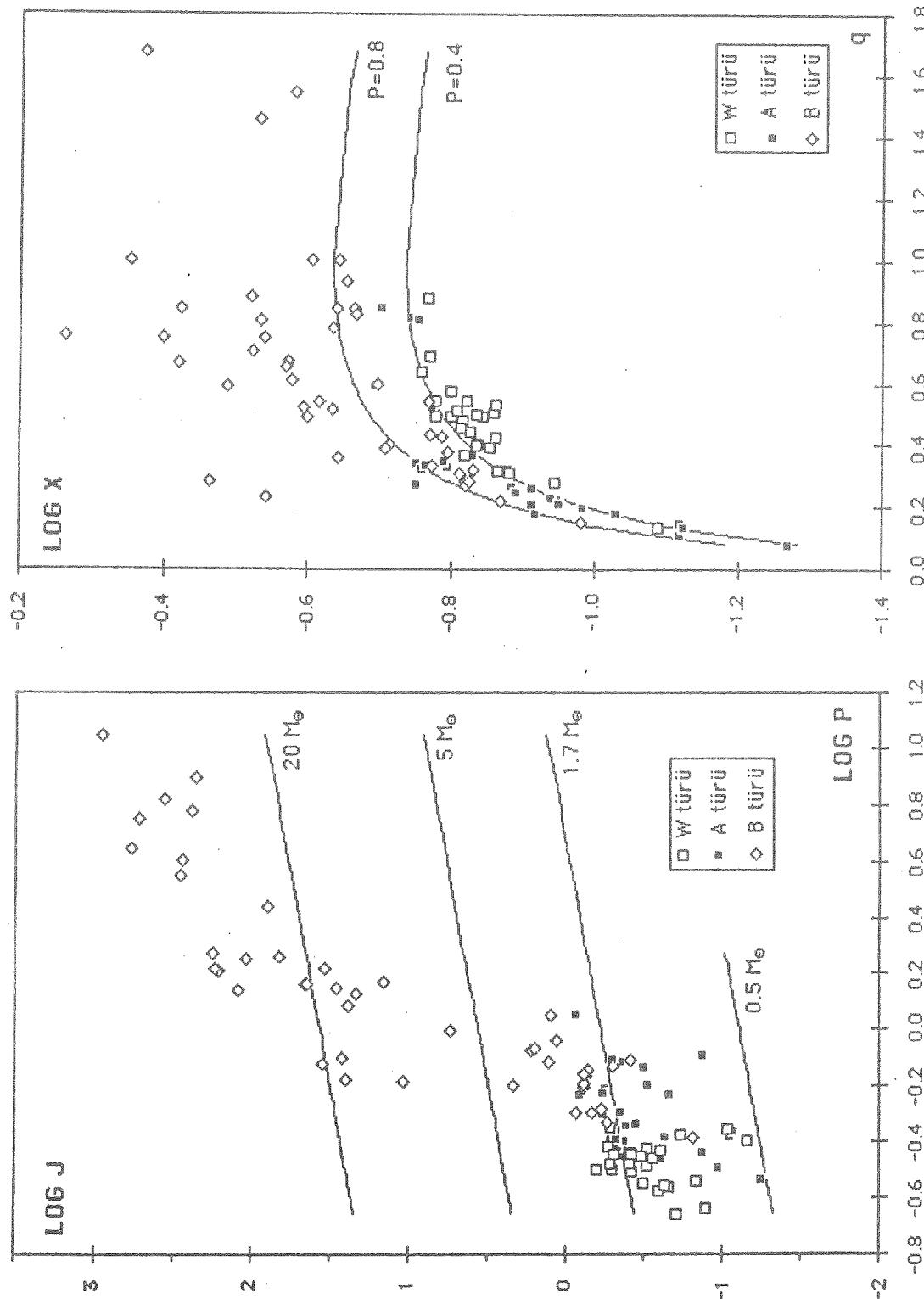
Şekil 5. Dejen ve dejmeye yakın çift yıldızların deneyel  $k-q$  bağıntısı



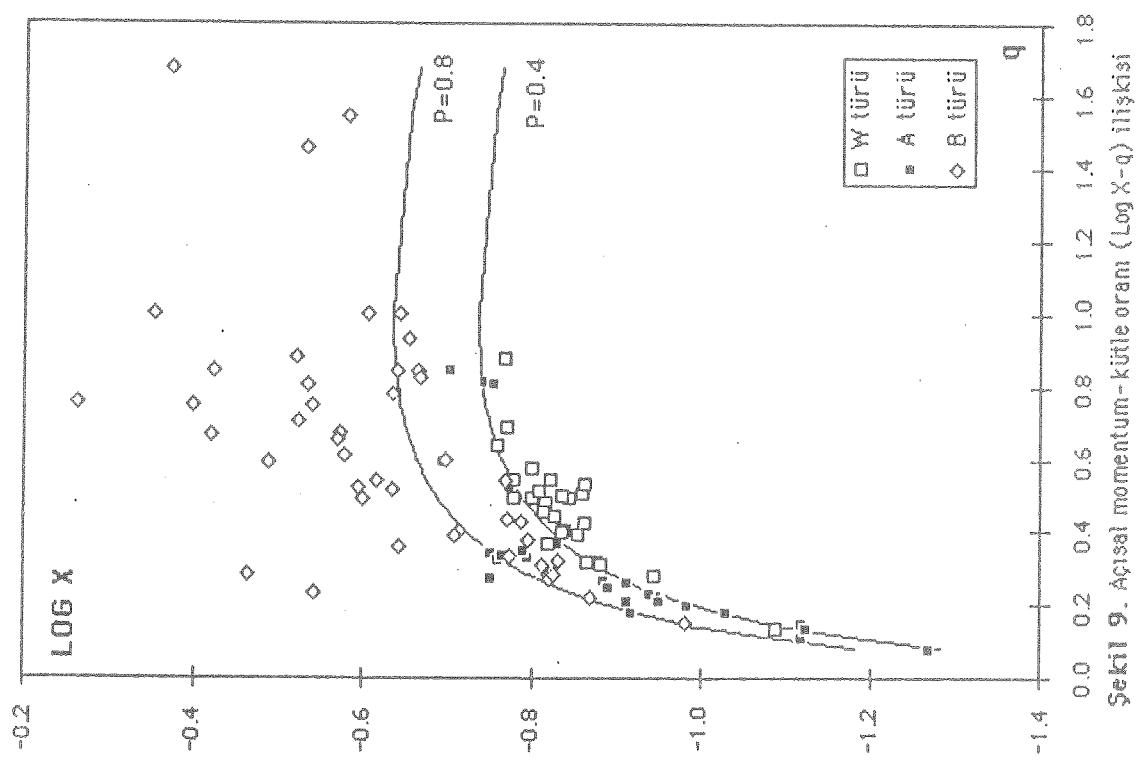
Şekil 6. Yüzey çekim ivmesi - Sıcaklık ilişkisi



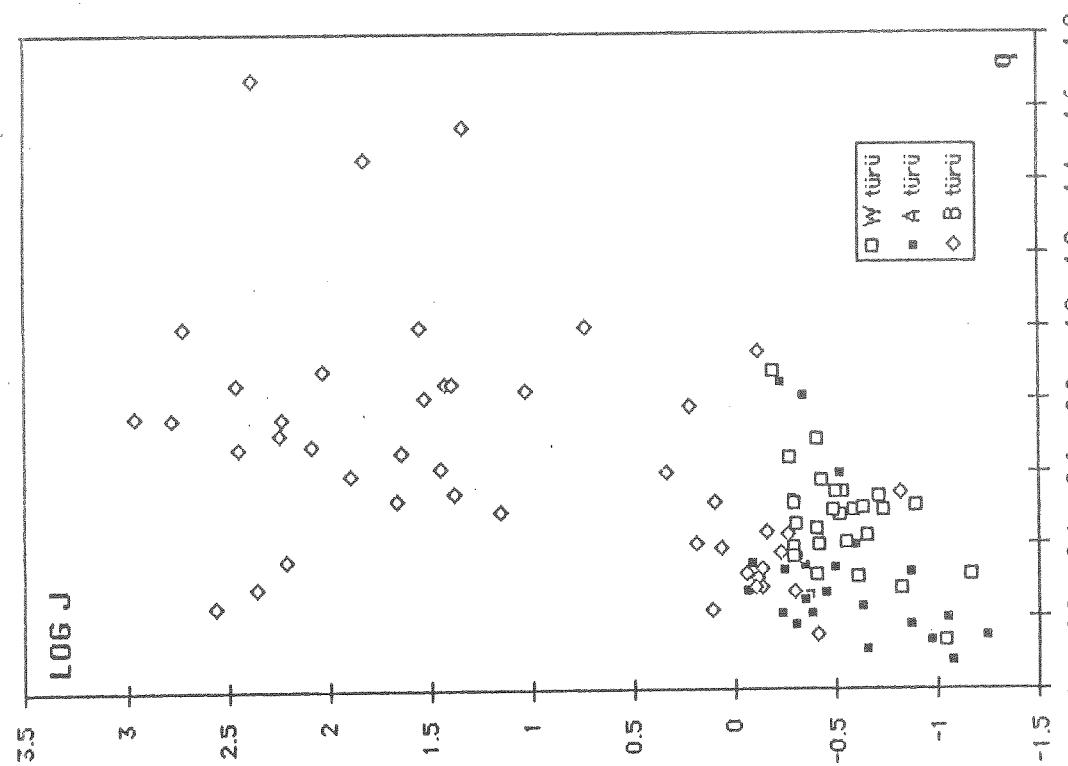
Şekil 7. Açısal momentum - Yörüngé dönemi (Log X-Log P) ilişkisi



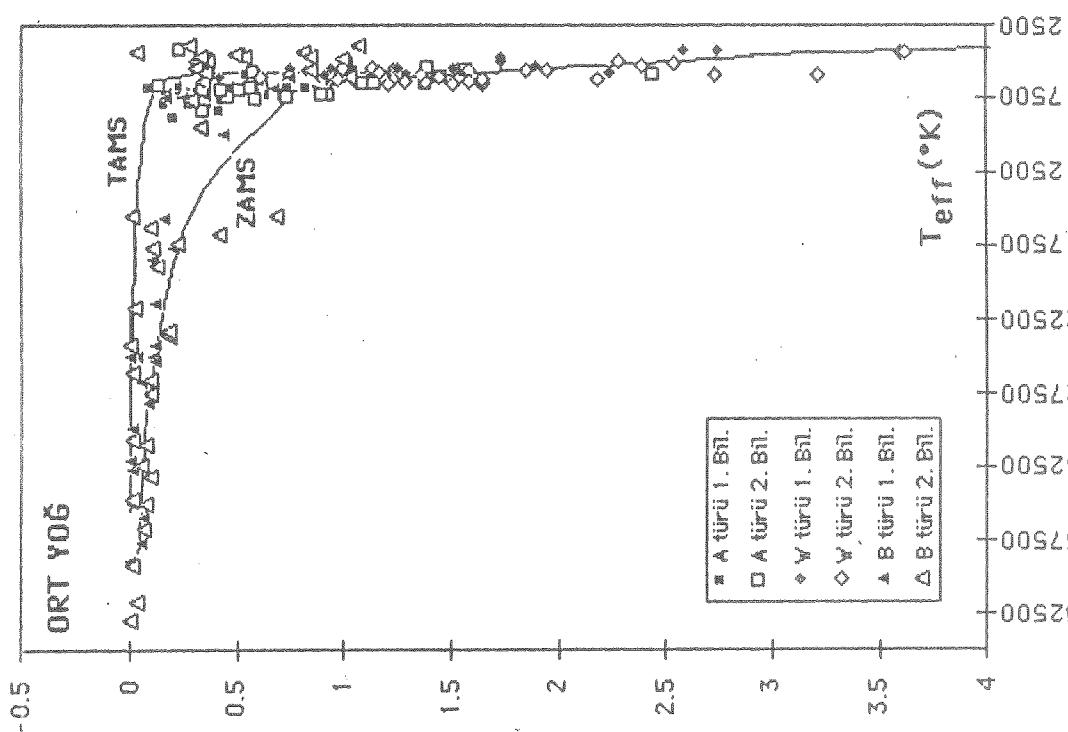
Sekil 8. Açısal momentum-yörünge dönemi ( $\log J$ - $\log P$ ) ilişkisi



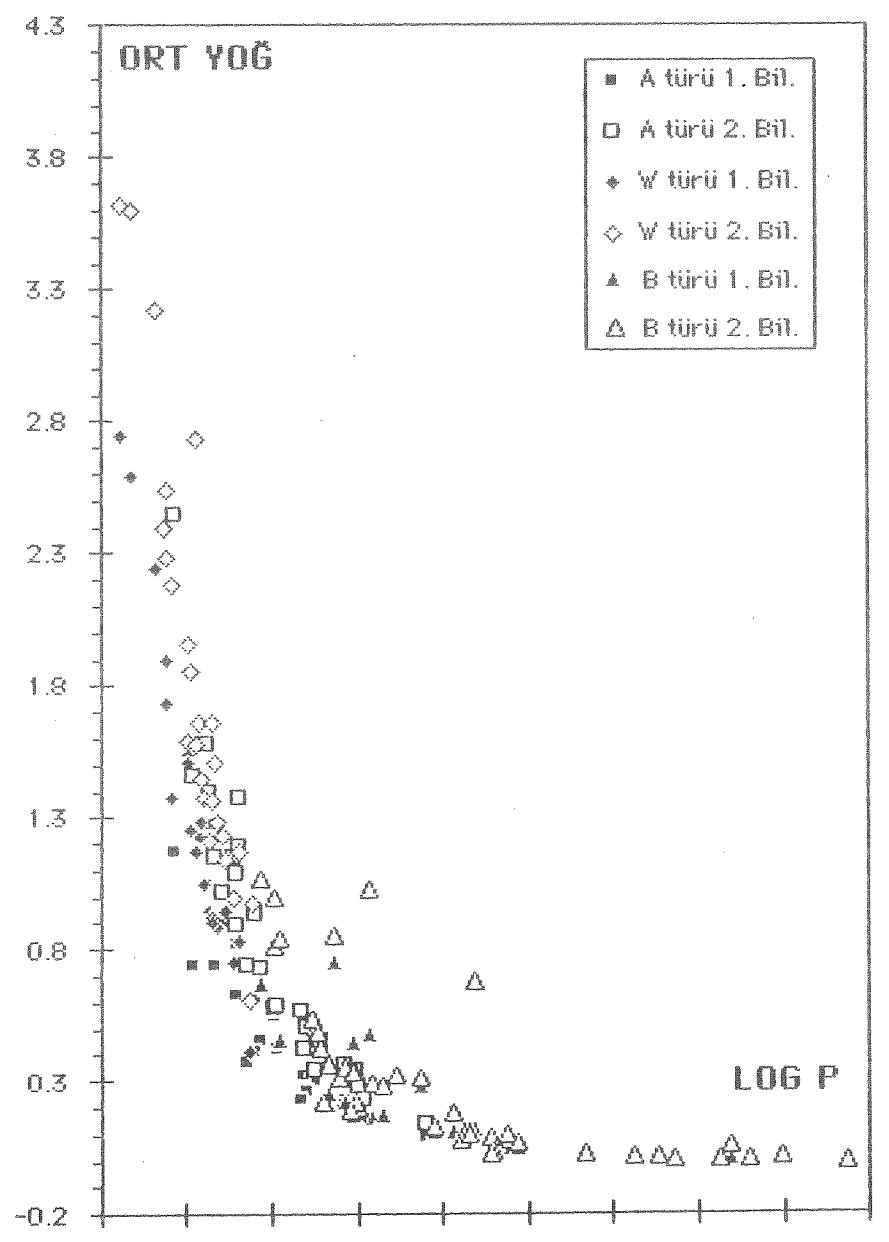
Sekil 9. Açısal momentum-kütle oranı ( $\log X$ - $q$ ) ilişkisi



**Şekil 10.** Açısal momentum-kütle oranı ( $\log J/q$ ) ilişkisi



**Şekil 11.** Ortalama yoğunluk-şıratılık ilişkisi



**Sekil 12.** Ortalama yoğunluk-yörünge dönemi ilişkisi

## KAYNAKLAR

- Demircan, O. ve Kahraman, G., 1990, (Hazırlık aşamasında)
- Hilditch, R.W. ve Bell, S.A., 1987, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **229**, 529
- Hilditch, R.W., King, D.J. ve McFarlane, T.M., 1988, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **231**, 341
- Kaluzny, J., 1985, Acta Astr., **35**, 313
- Lucy, L.B. ve Wilson, R.E., 1979, Astrophy. Jour., **231**, 502
- Maceroni, C., Milano, L. ve Russo, G., 1985, Mon. Not. Roy. Astr. Soc. **217**, 843
- Maeder, A. ve Meynet, G., 1988, Astron. and Astrophys. Suppl., **76**, 411
- Mochnacki, S.W., 1981, Astrophy. Jour., **245**, 650
- Rucinsky, S.M., 1986, "Instrumentation and Research Programmes for Small Telescopes", IAU Symp. No:118, Editörler: Hearnshaw, J.B. ve Cottrell, P.L., Riedel, Dordrecht, Holland, sayfa:421
- Selam, S., 1990, A.Ü. Fen Bilimleri, Yüksek Lisans Tezi, Ankara
- Shaw, J.S., 1989, "Active Close Binaries", NATO ASI Kuşadası, Turkey, Editörler: İbanoğlu, C. ve Yavuz, İ., Kluwer, Dordrecht (Baskıda)
- VandenBerg, D.A., 1983, Astrophy. Jour. Suppl., **51**, 29
- VandenBerg, D.A. ve Bridges, T.J., 1984, Astrophy. Jour., **287**, 679
- Van Hamme, W., 1982, Astron. and Astrophys., **116**, 27

N. KIZILOĞLU: Bu W türü yıldızlarda sizin bulduğunuz ilişkiye bakarsak M-L, M-R ilişkisi pek öyle iyi bir şey değil. Korelasyon iyi olmamış galiba.

S. SELAM: Zaten büyük bir korelasyon bekleyerek söylemiyorum ben onları.

N. KIZILOĞLU: Bu anakol için geçerli. Bir korelasyon olmayınca nasıl bir şey düşünüyorsunuz?

S. SELAM: Evet özellikle kütle işinim bağıntıları. Zaten kütle işinim diagramına da bakacak olursak, dağılımin tutarlı olmadığı belli oluyor. Yani sistemleri zaten biz hiçbir zaman tam olarak sırf anakol üzerinde beklemiyoruz. Metal bolluğunun bir göstergesi olabilir anakol bandı içerisindeki dağılımları, yani hem TAMS'a yakın hem ZAMS'a daha yakın yıldızlar var içlerinde, hiçbiri tam aynı yaş çizgisinin içerisinde degiller.

N. GUDUR: Benim bir şey dikkatimi çekti. Yanlılıyor olabiliyorum. Bu kütle-çap ve kütle-işitma bağıntılarında bir kısım bileşenler yada türler anakol çevresinde, bir kısmı biraz evrimleşmiş üstte, gözüküyor. Sizin söylediğiniz doğrudur, fakat bir H-R diagramı gösterdiniz orada da hepsi anakol bandının içinde gözüküyor. O çelişkiyi nasıl açıklarsınız?

S. SELAM: Özellikle bu iki diagram arasında çıkarıyor bu problem.

N. KIZILOĞLU: Üstelik aktivite için daha evrimleşmiş yıldızlarda ilişkiler daha tersini gösteriyor. Aktif hız için daha evrimleşmiş yıldızlar dediniz, halbuki aktif anakol ilişkisine daha çok uyuşuyor.

S. SELAM: Hayır. Anakol ilişkisine uymuyor. O sistemlerin gözlemsel değerlerinin gösterdiği bağıntılardır onlar.

N. KIZILOĞLU: İste onu söylüyorum. Sanki tersi daha doğru gibi.

E. DERMAN: Bu H-R diagramları sıcaklığa göre çiziliyor. Sıcaklık, ışık eğrisi analizlerinde çıkan parametrelerden birisi zannedersem. İki diagramın biraz çelişkisi olabilir.

N. GUDUR: Burada bir evrimleşme gözükmüyor. H-R diagramında o bölgeyi açarak noktalasaydınız, galiba aynı şeyi görecektiniz, orada H-R diagramında TAMS ZAMS'a yapışıyor. O bölgeyi açtığımızda aynı şeyi görüyoruz. Bir de Ethem Derman'ın söz etiği bir şey var. Gözlemsel parametrelerde en güvenliğimiz eleman yarıçap ve kütle. İşinima dayalı parametreler daha az güvenilir.