

ÇİFT YILDIZ YÖRÜNGE DÜZLEMLERİNİN GALAKTİK KONUMA GÖRE DAĞILIMLARININ İNCELENMESİ

Fehmi EKMEKÇİ¹

¹ Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, 06100 Tandoğan, Ankara
(eposta: fekmekci@science.ankara.edu.tr)

Özet: Gökyüzü düzlemine göre yörünge düzlemi eğim açıları ve uzaklıkları bilinen çift yıldız sistemleri, bugüne kadar yayımlanmış çift yıldız katalogları ile birlikte diğer yıldız katalogları ve çift yıldız sistemlerinin analizleri ile ilgili çalışmaların yayımları taranarak, bu çift yıldız sistemlerinin galaktik koordinatları ile birlikte derlemesi yapıldı. Bu derlemeden yararlanarak bu inceleme için veri dosyası oluşturuldu. Gökyüzü düzlemine göre sistemlerin yörünge eğim açıları, galaktik düzleme göre eğim açılarına ilgili hesaplar yapılarak dönüştürüldü. Elde edilen bu verilere dayanarak, çift yıldız sistemlerinin yörünge düzlemlerinin galaktik düzleme göre eğim açılarının, sistemlerin galaktik konuma göre uzay dağılımları incelendi. Galaksi dinamiğinin araştırılması konularında daha sonra kullanılabilir olan uzay dağılım grafiklerinin bir ön değerlendirmesi bu çalışmada özetle verilmektedir.

1. Giriş

Çift yıldız sistemlerinin türleri, ışık eğrilerinin biçimlerine göre, ayrıca tayfsal ve fotometrik gözlem sonuçlarının özelliklerine göre sınıflandırılması yapıldıkça onlarla ilgili katalogların yapılması ve yayınlanması 1980 lerden sonra giderek artmıştır. Bu kataloglarda çift yıldız sistemlerinin yörünge özelliklerinin yanı sıra tayfsal ve galaktik koordinatlar dahil koordinat verileri de eklenmiştir. “Simbad database” verileri de bu konuda önemli bir kaynak özelliğini taşımaktadır. Bu çalışmada, galaksi dinamiğinin araştırılmasına katkı sağlayabilecek olan bu çift yıldız sistemlerinin yörünge düzlemlerinin gökada konumlarına göre dağılımları ele alındı. İlk sonuçlarının sunulduğu bu çalışmanın tamamlanabilmesi için bu sistemlerin kütle merkezlerinin uzay hızlarının da dikkate alınması gerekir. Bu uzay hızları ile ilgili değerlendirme daha sonraki aşamada bu çalışma kapsamına dahil edilerek inceleme sonuçlandırılacaktır.

2. Veri Taraması

Kromosferik etkin çift yıldız sistemlerinin, W UMa türü çift yıldız sistemlerinin, X-ışını yayan kataklizmik değişenlerin ve diğer türlerin bigilerinin/kataloglarının verildiği aşağıdaki yayınlardan toplam 1943 çift yıldız sisteminin yörünge eğim açıları, uzaklıkları ve 2000 ılımlı koordinat verileri tarandı. Kronolojik sıraya göre bu yayınlar: Cester vd (1979), Ritter (1984), Ritter (1987), Demircan ve Selam (1990), Ritter (1990), Strassmeier vd (1993), ESA (1997), Cuygers ve Seggewis (1999), Guesinov vd (2000), Liu, van Paradijs ve van den Heuvel (2001), Zickgraf vd (2003), Ritter ve Kalb (2003), Selam (2004), Budding vd (2004), Dryomova, Perevoznika ve Svechnikov (2005), Djurasevic vd (2006), Liu, van Paradijs ve van den Heuvel (2006), Malkov vd

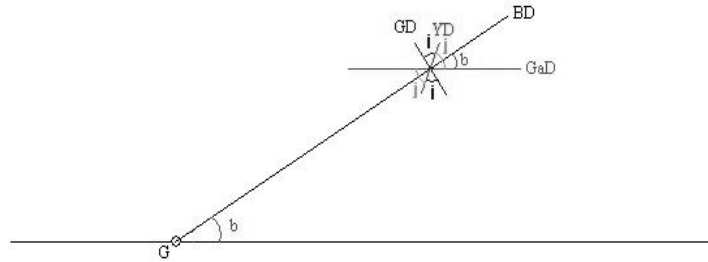
(2006), Bulut ve Demircan (2007), Eker vd (2008), Halminiak vd (2009), Zasche (2009), Zasche vd (2009), Deb ve Sing (2011).

Bu yayınlardan verileri taranan 1943 tane çift yıldız sistemlerinden uzaklıkları bilinen ama yörünge eğim açıları bilinmeyen sistemlerin sayısı 819, uzaklıkları bilinmeyen ama yörünge eğim açıları bilinen sistemlerin sayısı 419, uzaklıkları ve yörünge eğim açıları bilinen sistemlerin sayısı 671, ne uzaklığı ve ne de yörünge eğim açıları bilinmeyen sistemlerin sayısı da 34 tane olmuştur. Bu sonuca göre yörünge eğim açılarına göre galaktik konum dağılımı incelenebilecek çift yıldız sistemi sayısı 671 olmuştur. Bu 671(bu sayının yüzdesi %100 olmak üzere) çift yıldız sisteminin türlere göre sayıca dağılımı ve yüzdeleri şöyledir; Algol:236(%35,2), RS CVn: 146(%21,8), W UMa: 144(%21,5), β Lyr: 50(%7,5), CV: 19(%3), BY Dra: 16(%2,4), DoMS: 16(%2,4), Star:12(%1,8), SB: 7(%1), Flare S: 4(%0,6), Ellipsoid: 3(%0,4), BeS: 3(%0,4), LMXRB: 3(%0,4), SiDS: 2(%0,3), HPMS: 2(%0,3), δ Sct: 2(%0,3), RelObj: 2(%0,3), Mira Cet: 1(%0,1), SRp: 1(%0,1), WN: 1(%0,1), Pre-ms-s: 1(%0,1).

3. Eğim Açılarının Galaktik Düzleme Göre Dönüşümü ve Galaksi Merkezine İndirgenmiş Koordinat Elemanları

Gökyüzü düzlemine göre belirlenmiş yörünge eğim açıları (i), Şekil-1 de gösterildiği gibi galaktik düzleme göre olan eğim açılarına (j) şöyle dönüştürülebilir:

Galaktik enlem b olmak üzere,
b>0 ise, $j = |90-i| + b$; b<0 ise, $j = |90-i| - b$ (1)



Şekil-1. Gökyüzü düzlemine (GD) göre olan yörünge düzlemi eğim açısının (i), Galaktik düzleme (GaD) göre eğim açısına (j) dönüştürülmesi. Şekilde G ile Güneş, BD ile bakış doğrultusu ve YD ile çift yıldız sisteminin yörünge düzlemi belirtilmiştir. Şekilde b>0 için bir örnek verilmektedir.

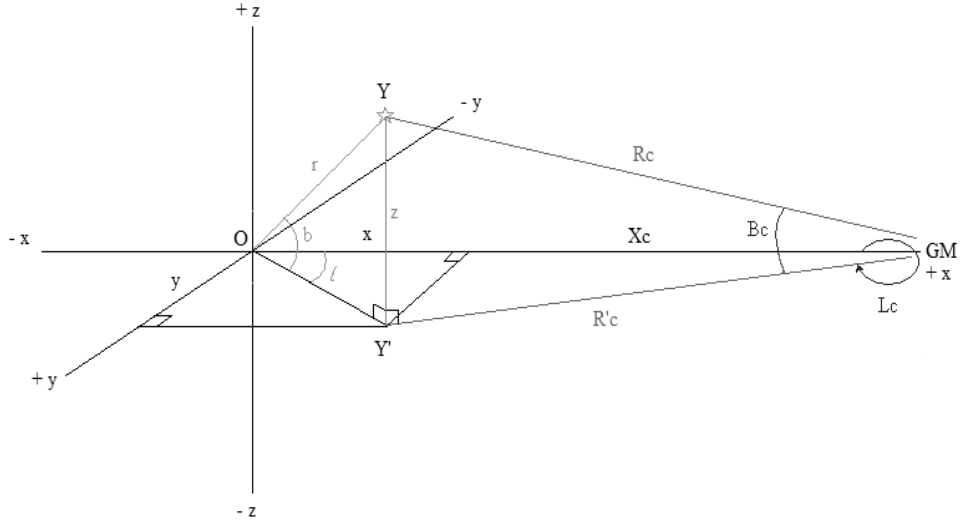
Güneş sistemi merkezli galaktik koordinatlar (l, b), Galaktik merkezli koordinatlara Şekil-2 de belirtildiği gibi dönüştürülebilir. Bu şekilden görüleceği gibi Galaktik merkeze indirgenen galaktik boylam Lc nin ölçümü saatin dönme yönünde ve Galaktik merkez- Güneş doğrultusundan başlamak üzere 0° ile 360° arasında değerler alacak şekilde tanımlanmıştır. Güneş merkezli galaktik koordinatlar (l, b), galaktik merkeze indirgenmiş galaktik boylam Lc ve galaktik enlem Bc ye aşağıdaki hesaplama yardımıyla dönüştürülebilir:

$$x \text{ (kpc)} = r \text{ (kpc)} \cos b \cos l, y \text{ (kpc)} = r \text{ (kpc)} \cos b \sin l, z \text{ (kpc)} = r \text{ (kpc)} \sin b \dots(2)$$

$$Xc \text{ (kpc)} = 8,2 \pm x \text{ (kpc)}, (R'c)^2 = (Xc)^2 + y^2, (Rc)^2 = x^2 + (R'c)^2 \dots(3)$$

$$\tan (360-Lc) = y / Xc, \tan Bc = z / R'c, \dots(4)$$

Burada r (kpc) sistemin kpc cinsinden uzaklığıdır. Güneş'in galaksi merkezine olan uzaklığı da 8,2 kpc olarak alınmıştır.

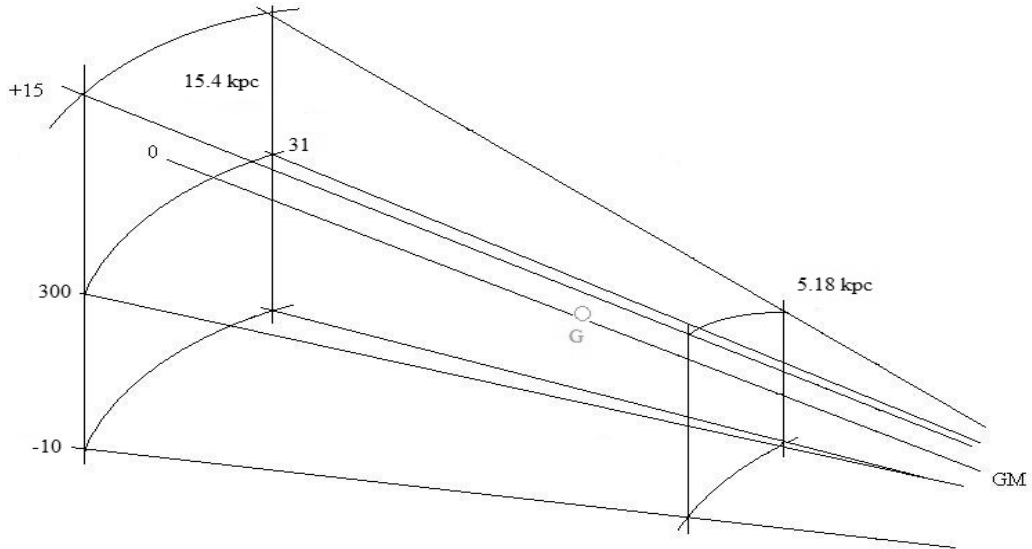


Şekil-2. Güneş merkezli (l, b) galaktik koordinatların, Gökada merkezli Lc ve Bc galaktik koordinatlara dönüştürülmesi. O noktasında bulunan Güneş'in gökada merkezine uzaklığı 8,2 kpc olarak alınmıştır.

Bu hesaplamalar sonucunda uzaklıkları ve yörünge eğim açıları bilinen 671 çift yıldız sisteminin gökadadaki konumlarına göre dağılım sınırları şöyledir:

$$15,4 \text{ kpc} < R_c < 5,18 \text{ kpc} , 31^\circ < L_c < 300^\circ , -10^\circ < B_c < 15^\circ$$

Bu sınırlar içerisinde sözü edilen 671 çift yıldız sisteminin bulunduğu galaktik oylum dilimi Şekil-3 te gösterilmektedir.



Şekil-3. Uzaklığı ve yörünge eğim açıları bilinen 671 çift yıldız sisteminin içinde bulunduğu galaktik oylum dilimi. GM galaktik merkez doğrultusunu göstermektedir.

Uzaklıklardaki belirsizliklerin ortalama %30 mertebesinde olması ve yörünge eğim açılarındaki belirsizliklerin de ortalama $\pm 10^\circ$ yöresinde olması nedeniyle, değerlendirme yaparken uzaklıklar için yaklaşık 500 pc lik dilimler içindeki uzaklıkları ve yörünge eğim açılarındaki aralıklar için 10° lik dilimleri dikkate alarak sistemler gruplandırılmıştır. Bu şekilde belirlenen aralıklara göre çift yıldız sistemlerinin galaktik konumlarına göre yörünge eğim açılarının istatistik dağılımını veren bir örnek çizelge, aşağıdaki Tablo-1 de verilmektedir.

Tablo-1. Galaktik düzleme göre yörünge eğim açılarının galaktik konuma göre dağılım istatistik verileri.

Rc(kpc)	Lc(der)	Bc(der)	j(0-10)	j(11-20)	j(21-30)	j(31-40)	j(41-50)	j(51-60)	j(61-70)	j(71-80)	j(81-90)
7,5	358,5	1,4	0	0	0	0	0	0	0	1-WU	0
7,5	358,5	-0,35	0	1-BL	0	0	0	0	0	0	0
7,5	358,5	-0,45	0	1-RS	0	0	0	0	0	0	0
7,5	358,5	-1,2	0	0	1-A	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0	1-Ell
8,0	358,5	2,6	0	0	0	0	0	0	0	0	1-CV
8,5	358,5	2,2	0	0	0	1-A	0	0	0	0	0
8,0	358,5	2,1	0	0	0	0	0	1-RS	0	0	0
8,0	358,5	2,01	0	0	0	0	0	0	1-WU	0	0
8,0	358,5	1,5	0	0	0	0	0	1-BL	0	0	0
8,0	358,5	1,1	0	0	0	1-A	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0,98	0	0	0	0	0	1-WU	0	0	0
8,0	358,5	0,9	0	0	0	1-BL	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0,6	0	1-A	1-A+1-RS	1-BL	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0,4	0	1-RS	0	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0,3	0	3-A	0	1-WU	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0,2	0	1-A	0	0	0	1-DS	0	0	0
8,0	358,5	0,1	2-A+1-BeS	0	0	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	0	1-A	0	0	0	1-BL	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,07	2-A	0	0	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,13	0	0	0	1-RS	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,2	1-Doms	1-A	0	1-WU	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,3	0	2-A	0	1-WU	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,4	0	0	1-WU	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,5	0	0	2-A	0	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,6	0	0	0	1-A	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-0,7	0	0	0	0	0	0	0	1-RS	0
8,0	358,5	-0,8	0	0	0	1-WU	0	0	0	0	0
8,0	358,5	-1	0	0	0	0	0	0	0	0	1-WU

Tablo-1 de, gökada düzlemine göre j yörünge düzlemi eğim açıları 0° ile 10° arasında olanlar j(0-10), 11° ile 20° arasında olanlar j(11-20), ... , 81° ile 90° arasında olanlar j(81-90) şeklinde gösterilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre çift yıldız yörünge düzlemlerinin galaktik düzleme göre eğim açılarının istatistik dağılım durumları şöyledir:

$$j(0-10):51A+8RS+7BL+6WU+3DoMS+2BeS+1S+1CV=79$$

$$j(11-20):91A+8RS+10BL+7WU+1DoMS+1BeS+1S+1BY+1WN+1FL+1SiDS=123$$

$$j(21-30):32A+11RS+12BL+17WU+3DoMS+2SB+1BY+1CV+2LMXRB=81$$

$$j(31-40):23A+23RS+4BL+15WU+2DoMS+1S+1CV=69$$

$$j(41-50):16A+14RS+4BL+12WU+2DoMS+1S+4BY+2CV=55$$

$$j(51-60):14A+23RS+5BL+12WU+1DoMS+1S+2BY+5CV+1FL+1dSct+1MC+1RO=67$$

$$j(61-70):5A+22RS+4BL+25WU+1DoMS+1SB+3BY+4CV+2FL+2Ell+2HPMS=71$$

$$j(71-80):3A+21RS+1BL+31WU+2DoMS+3S+1SB+2BY+1CV+1dSct+1SiDS=67$$

j(81-90):1A+16RS+3BL+19WU+1DoMS+4S+3SB+3BY+4CV+1LMXRB+1Ell+1SRp
+1RO+1pms=59

Toplam: 236A+146RS+50BL+144WU+16DoMS+12S+7SB+16BY+19CV+4FL+3BeS+
+3Ell+3LMXRB+2SiDS+2dSct+2RO+2HPMS+1WN+1SRp+1MC+1pms=671

Bu sistemlerin içinde RS CVn türü olan BM Cam, IN Vel, IS Vir ve V2253 Oph çift yıldız sistemleri için literatürde i yörünge eğim açısı yerine i(rot) dönme eksenini eğim açıları verilmiştir. Bu sistemler için bu i(rot) eğim açıları kullanılarak değerlendirme yapıldı. Bunlar için yörünge eğim açıları belli olunca gereken düzeltmeler yapılabilir.

4. Tartışma ve Sonuç

Çift yıldız yörünge düzlemlerinin gökada düzlemine göre eğim açılarının, gökada merkezine uzaklıkları, gökada boylamları ve gökada enlemlerine göre dağılım durumlarını veren Çizelge 1 deki verilerden görüleceği gibi;

-Gökada merkezinden uzaklaştıkça gökada düzleminden daha uzak olan enlemlere gidildikçe yörünge düzlemleri gökada düzlemine göre daha dik olma eğilimi vardır.

-Algol türü sistemlerin yörüngelerinin gökada düzlemine paralel olma eğilimi vardır (%21,6 s₁ j(0-10) da, %38,6 s₁ j(11-20) de, %13,6 s₁ j(21-30) da, %9,7 s₁ j(31-40) da, %6,8 i j(41-50) de, %5,9 u j(51-60) da, %2,1 i j(61-70) de, %1,3 ü j(71-80) de, %0,4 ü j(81-90) da).

-W UMa türü sistemlerin yörüngelerinin gökada düzlemine göre dik olma eğilimi vardır(%4,2 s₁ j(0-10) da, %4,9 u j(11-20) de, %11,8 i j(21-30) da, %10,4 ü j(31-40) da, %8,3 ü j(41-50) de, %10 u j(51-60) da, %17,4 ü j(61-70) de, %21,5 i j(71-80) de, %13,2 s₁ j(81-90) da).

-β Lyr türü sistemlerin yörüngelerinin gökada düzlemine paralel olma eğilimi vardır(%14 ü j(0-10) da, %20 s₁ j(11-20) de, %24 ü j(21-30) da, %8 i j(31-40) da, %8 i j(41-50) de, %10 u j(51-60) da, %8 i j(61-70) de, %2 s₁ j(71-80) de, %6 s₁ j(81-90) da).

-Bir bileşeni veya bileşenleri etkin olan RS CVn veya BY Dra türü sistemlerin yörüngeleri ise, bileşenler arasındaki uzaklığın mertebesine göre ya Algol türü veya W UMa türü sistemlerin yörünge düzlemi dağılımına benzerlik göstermektedirler.

RS CVn türü sistemlerin yörünge eğim açıları için dağılım; %5,5 u j(0-10) da, %5,5 u j(11-20) de, %7,5 u j(21-30) da, %15,8 i j(31-40) da, %9,6 s₁ j(41-50) de, %15,8 i j(51-60) da, %15,1 i j(61-70) de, %14,4 ü j(71-80) de, %10,9 u j(81-90) da bulunurken, BY Dra türü sistemler için bu dağılım; %6,25 i j(11-20) de, %6,21 i j(21-30) da, %25 i j(41-50) de, %12,5 i j(51-60) da, %18,8 i j(61-70) de, %12,5 i j(71-80) de ve %18,8 i j(81-90) olan yörüngelerde bulunmaktadır.

Bu sonuçlara göre çift yıldız sistemlerinin evrimi ile galaktik konumlarının dağılımı arasında bir ilişkinin var olabileceği ve bunun bir inceleme konusu olarak önemli olacağı söylenebilir. Bu istatistiksel bilgilere ayrıca çift yıldız sistemlerinin uzay hızları da eklenerek bir değerlendirme yapılırsa galaksi dinamiği açısından da bir sonuca varılabilir. Bu konu çalışmaya dahil edilecektir. Bir IDL programı aracılığıyla bu çift yıldız yörünge düzlemlerinin galaktik konum dağılımlarının üç boyutlu grafiksel

görünümü ile ilgili işlemler, Dr. Mesut YILMAZ ile yapılan ortak bir çalışmada ele alındı ve bu ortak çalışma sürdürülmektedir.

Çift yıldız sistemlerine ilişkin verilerin bilgisayar dosyalarına aktarılmasında yardımları olan Gamze SAYDAN, Ayşegül ÖZDOĞAN, Ali EKMEKÇİ ve Mihriban AKI'ya ayrıca bilgisayar sistem dosyaları ile program kullanımında yardımları olan Araş. Gör. Tolgahan KILIÇOĞLU, Ali Kemal BİNGÜL ve Dr. Hakan Volkan ŞENAVCI'ya teşekkür ederim. Bu çalışmada "Simbad database operated at CDS" ve "NASA ADS Bibliographic Services" sitelerinden yararlanılmıştır.

5. Kaynaklar

- Budding, E., Erdem, A., Çiçek, C., Bulut, İ., Soyduğan, F., Soyduğan, E., Bakış, V., Demircan, O. 2004, "Catalogue of Algol type binary stars". A&A, 417, 263
- Bulut, İ., Demircan, O. 2007, "A new catalogue of eclipsing binary stars with eccentric orbits". MNRAS, 378, 179
- Cester, B., Fedel, B., Giuricin, G., Mardirossian, F., Mezzetti, M., Predolin, F. 1979, "A Catalogue of Modern Lightcurve Synthesis Photometric Solutions of Close Binary Systems". MmSAI, 50, 553
- Cuypers, J., Seggewiss, W. 1999, "CCD photometry and astrometry of visual double and multiple stars of the HIPPARCOS Catalogue. II. CCD photometry and differential astrometry of 288 southern "intermediate" systems". A&AS, 139, 425
- Deb, S., Sing, H.P. 2011, "Physical parameters of 62 eclipsing binary stars using the All Sky Automated Survey-3 data-I". MNRAS, 412, 1787
- Demircan, O., Selam, S.O. 1990, "A Catalog of Contact and Near-Contact Binary Stars". IBVS, No.3492
- Djurasevic, G., Dimitriov, D., Arbutina, B., Albayrak, B., Selam, S.O., Atanackovic-Vukmanovic, O. 2006, "A photometric Study of the Contact Binaries: XY Leo, EE Cet and AQ Psc". PASA, 23, 154
- Dryomova, G., Perevozkina, E., Svechnikov, M. 2005, "Catalogue of the orbital elements, masses and luminosities for short-periodic RS CVn-type eclipsing systems". A&A, 437, 375
- Eker, Z., Ak, N., Filiz, Bilir, S., Doğru, D., Tüysüz, M., Soyduğan, E., Bakış, H., Uğraş, B., Soyduğan, F., Erdem, A., Demircan, O. 2008, "A catalogue of chromospherically active binary stars(third edition)". MNRAS, 389, 1722
- ESA 1997, The Hipparcos and Tycho Catalogues, ESA-SP-1200
- Guseinov, O.H., Saygaç, A.T., Allakhverdiev, A., Çalışkan, H., Özdemir, S., Yerli, S.K., Ankaç, A. 2000, "A preliminary version of a catalog of High-Low-Mass X-ray binaries". AstL, 26, 725
- Helminiak, K.G., Konacki, M., Ratajczak, M., Muterspoagh, M.W. 2009, "Orbital and physical parameters of eclipsing binaries from the All Sky Automated Survey catalogue-I. A sample of systems with components' masses between 1 and 2 Msun". MNRAS, 400, 969
- Liu, Q.Z., van Paradijs, J., van den Heuvel, E.P.J. 2001, "A catalogue of low mass X-ray binaries". A&A, 368, 1021
- Liu, Q.Z., van Paradijs, J., van den Heuvel, E.P.J. 2006, "Catalogue of high-mass X-ray binaries in the Galaxy(4th edition)". A&A, 455, 1165
- Malkov, O. Yu., Oblak, E., Snegireva, E.A., Torra, J. 2006, "A catalogue of eclipsing variables". A&A, 446, 785

- Ritter, H. 1984, “Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects(Third edition)”. A&AS, 57, 385
- Ritter, H. 1987, “Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects(Fourth edition)”. A&AS, 70, 335
- Ritter, H. 1990, “Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects(Fifth edition)”. A&AS, 85, 1179
- Ritter, H., Kalb, U. 2003, “Catalogue of cataclysmic binaries, low-mass X-ray binaries and related objects(Seventh edition)”. A&A, 404, 301
- Selam, S.O. 2004, “Key parameters of W UMa-type contact binaries discovered by HIPPARCOS”. A&A, 416, 1097
- Strassmeier, K.G., Hall, D.S., Fekel, F.C., Scheck, M. 1993, “A cataolg of chromospherically active binary stars(second edition)”. A&AS, 100, 173
- Zasche, P. 2009, “The data mining: An analysis of 20 eclipsing binary light-curves observed by the INTEGRAL/OMC”. New Astr., 14, 129
- Zasche, P., Wolf, M., Hartkopf, W.I., Svoboda, P. Uhlař, R., Liakos, A., Gazeas, K. 2009, “A Catalog of Visual Double and Multiple Stars With Eclipsing Components”. AJ, 138, 664
- Zickgraf, F.-J., Engels, D., Hagen, H.-J., Reimers, D., Voges, W. 2003, “The Hamburg/RASS Catalogue of optical identifications Northern high-galactic latitude ROSAT Bright Source Catalogue X-ray sources”. A&A, 406, 535

