

DM UMa LEKESİZ PARLAKLIĞINA MI ULAŞTI?

Günay TAŞ¹, Serdar EVREN¹

¹Ege Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Bornova 35100, İzmir
tas@astronomy.sci.ege.edu.tr, sevren@astronomy.sci.ege.edu.tr

Özet: RS CVn türü bir sistem olan DM UMa, tek çizgili tayfsal çifttir. Görünen bileşen K0-1 devidir. DM UMa, bu türün ilk keşfedilen üyelerinden biri olmasına rağmen son on yılda yayınlanmış fotometrik çalışması yoktur. Bu çalışmada, 1979 ile 1991 yıllarına ilişkin literatürden elde edilen verilerle, Ege Üniversitesi Gözlemevi'nde elde edilmiş olan 1997-2004 yılları arasındaki yeni fotometrik veri birleştirilerek sistemin yüzey aktivitesindeki uzun dönemli değişim araştırılmıştır. Uzun dönemli değişimin ana kaynağı lekelerdir. DM UMa'nın yüzeyinde hareketli iki aktif boylam belirlenmiştir. Her bir aktif boylamın ömrü yaklaşık 7.5 yıldır. Aktif boylamlardaki leke gruplarının ömrü ise ~ 3.5 yıldır. Sistemin ortalama parlaklığı ise yaklaşık 36 yıllık bir dönemle değişmektedir.

Anahtar kelimeler: yıldızlar: değişen yıldızlar: DM UMa – yıldızlar: güneş benzeri aktivitesi

Abstract: DM UMa (K0-1 IV-III) is a member of the RS CVn type variables and one of the few that shows H α consistently in emission. Although it is one of the first members of RS CVn type variable stars, there is no photometric study published in last ten years. In this work, it is studied the long term variation of the surface activity of the system using the data between 1979 and 1991 obtained from literature and photometric observations carried out at Ege University Observatory between 1997 and 2004. The main source of the long term variation is the star spots. In this study, it is determined that there is two active longitude on the surface of DM UMa, and the life-time of each active longitude is about 7.5 years. The life-time of the spot groups in the active longitudes is nearly 3.5 years. The mean brightness of the system change in a period of 36 years.

Key words: stars: variable stars: DM UMa – stars: the solar like activity.

1. Giriş

RS CVn türü tek çizgili tayfsal bir çift olan DM UMa, 7.492 günlük bir yörünge dönemine sahiptir. Görünen bileşenin tayf türü K0-K1 III-IV olarak belirlenmiştir (Crampton vd. 1979, Charles vd. 1979). Diğer RS CVn yıldızları gibi kuvvetli ve değişken Ca II H,K ve H α salması göstermektedir (Charles vd. 1979, Crampton vd. 1979). Her zaman sürekliliğin üzerinde H α salması gösteren dört sistemden biridir (diğerleri II Peg, UX Ari, V711 Tau) (Bopp 1982). Nations ve Ramsey (1986), H α salmasının bir kaç saat zaman ölçeklerinde değişim gösterdiğini belirlemiştir. Sistem X-ışınlarında da gözlenmiş ve oldukça parlak bir yumuşak X-ışın kaynağı olduğu belirtilmiştir (Walter vd. 1978, Schwartz vd. 1979). İlk fotometrik gözlemleri Kimble vd. (1981) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmayla 1979 yılına ilişkin ışık eğrisinde, dalga benzeri bozulma görülmüş ve dalganın dönemi belirlenmiştir. Böylece, fotometrik dönem ile yörünge döneminin benzer olduğu ortaya konulmuştur. Daha sonra Mohin vd. (1985), 1980

ile 1984; Mohin ve Raveendran (1992), 1984 ile 1990; Heckert vd. (1988), 1986-1987; Heckert (1990), 1988-1989 ve Mohin ve Raveendran (1994), 1990-1991 gözlem sezonlarına ilişkin fotoelektrik ışık ölçümlerini elde etmişlerdir. 1994'ten günümüze değin DM UMa'ya ilişkin yeni bir fotometrik çalışma yayınlanmamıştır.

Bu çalışmada, DM UMa'nın bu sessiz dönemine ilişkin yeni veriler sunulacak ve bu yeni veriler ışığında literatürde elde edilen ışık değişimlerinin de kullanılmasıyla sistemin yüzey aktivitesinin uzun dönemli değişim doğasına yanıt aranacaktır.

2. Gözlemler

DM UMa, 1997 ile 2004 yılları arasında Ege Üniversitesi Gözlemevi'nin 48-cm.'lik Cassegrain türü teleskobuyla gözlenmiştir. 1997-2001 yılları arasında gözlemlerde kullanılan alıcı SSP-5 ışıkölçeriyken, 2002-2004 yılları arasında üç kanallı hızlı ışıkölçer kullanılmıştır. Bu süre içinde B, V, R süzgeçlerinde her bir süzgeç için 673 gözlem noktası elde edilmiştir. Yalnız 2004 yılında U bandında da gözlem yapılmıştır. Gözlemlerde literatürde kullanılanlarla aynı mukayese (BD +60° 1301) ve denet (BD +61° 1210) yıldızı kullanılmıştır. Gözlem gecelerinde sistem yaklaşık

Bildiri tam metni için : Günay TAŞ
e-mektup: tas@astronomy.sci.ege.edu.tr

bir ile bir buçuk saat arasında gözlemediği için gözlem noktaları, Ege Üniversitesi Gözlemevi için belirlenen otomatik sönükleştirme katsayıları kullanılarak atmosferik sönükleştirme düzeltilmesi yapılmış ve daha sonra her bir gözlem noktasının zamanı güneş merkezine indirgenmiştir. Diferansiyel parlaklıklar, değişen-mukayese şeklinde elde edilmiştir. Gözlem noktalarının evresi Mohin ve Raveendran (1994)'den alınan aşağıdaki ışık ögeleri kullanılarak hesaplanmıştır.

$$HJD = 24\ 43881.4 + 7^{\text{e}}.492x\ E \quad (1)$$

3. Sonuçlar

Şekil 1a'da DM UMA'nın 1980 ile 2004 yılları arasında elde edilen Delta V ışık değişimleri görülmektedir. Şekilden görüleceği gibi DM UMA bu yıllar arasında farklı genlikleri olan ışık değişimlerine sahiptir. Dalga benzeri bozulma bazen tek minimumlu bir karakterdeyken, bazı yıllarda biri derin diğeri sığ olmak üzere iki minimuma sahiptir. Bazı ışık değişimlerinde ikinci leke kendini kuvvetli asimetri ile göstermektedir (örneğin 1999 yılı). Işık değişimlerine ilişkin maksimum ve minimum parlaklık düzeyleri değişmektedir. Aktif tüm yıldızlar için kabul edildiği gibi DM UMA'nın ışık değişimlerinin, yıldızın yüzeyindeki, fotosferine göre daha soğuk olan lekelerden kaynaklandığına inanılmaktadır. Bu varsayım ile lekeli yıldızlar için geliştirilmiş yeni bir fotometrik leke programı olan *SML* (Ribarik 2002) kullanılarak ışık eğrilerinin analizi yapılmıştır. *SML*'nin alt programlarından olan *Standart Leke Programı* kullanılarak yapılan analiz işleminde yıldızın lekesiz sıcaklığı 4700 K, leke sıcaklığı 3400 K (Mohin ve Raveendran 1992), $i = 40^\circ$ (Hatzes 1995), kenar kırılma katsayıları $u_B=0.899$ ve $u_V=0.797$ (Diaz-Cordoves vd. 1995), $kw(B) = 0.497$ ve $kw(V) = 0.545$ ve sistemin lekesiz parlaklığı $U(B) = -0^{\text{m}}.20$ ve $U(V) = 0^{\text{m}}.04$ (1979-2004 yılları arasındaki gözlemlerden belirlenmiştir) sabit parametreler olarak kullanılmıştır. Her bir gözlem aralığı ayrı ayrı gruplanarak leke modellenmesi yapılmıştır. Gözlemler, ulaşılan kuramsal eğrilerle beraber Şekil 1a'da ve bu eğrilerin oluşturulduğu lekelerin yıldız yüzeyi üzerindeki dağılımı ve boyutları Şekil 1b'de gösterilmektedir. Şekil 1a'dan görüleceği gibi gözlemlerle kuramsal eğrilerin uyumu çok iyidir. Şekil 1b'de ise tek ya da iki leke ile ışık değişimlerinin temsil edildiği görülmektedir. Leke (ler) eşleğe yakın bulunabildikleri kadar üst enlemlerde de bulunabilmektedirler. Bu görüntü, Mohin vd. (1985), Mohin ve Raveendran (1992, 1994) ve Hatzes (1995)'in DM UMA üzerindeki lekelerin yüksek enlemleri tercih ettiği, eşlek yöresinde ise daha nadir olarak görüldükleri şeklindeki görüşlerini doğrulamaktadır.

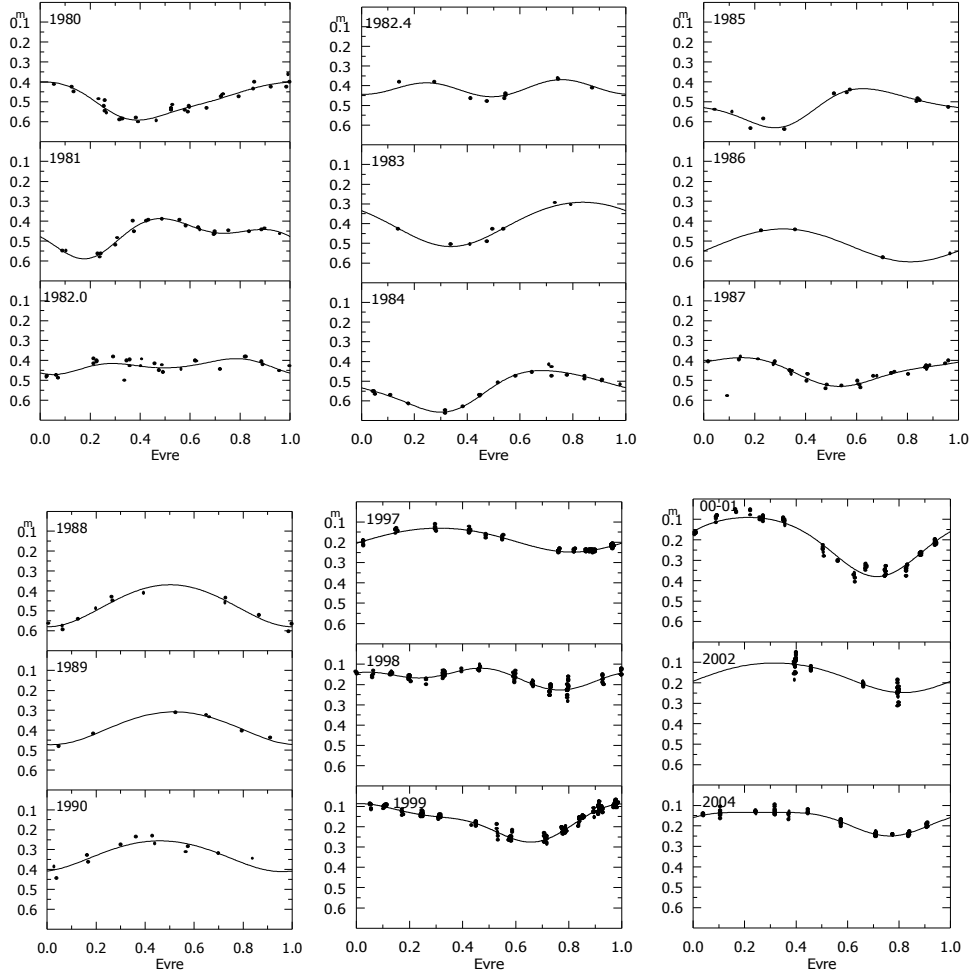
Çizelge 1. DM UMA'nın yıllar içindeki parlaklık ve genlik değişimi.

Yıl	HJD	A	DeltaV (max)	DeltaV (min)
1979.3	43997.640	0.320	0.310	0.630
1980.1	44270.890	0.200	0.400	0.600
1981.1	44654.240	0.185	0.395	0.580
1982.1	45016.570	0.115	0.365	0.480
1983.3	45432.950	0.205	0.300	0.505
1984.3	45805.290	0.230	0.425	0.655
1985.0	46057.520	0.141	0.439	0.580
1986.4	46568.320	0.186	0.424	0.610
1987.0	46802.200	0.158	0.382	0.540
1988.0	47156.190	0.188	0.412	0.600
1988.9	47503.840	0.170	0.311	0.481
1990.0	47894.530	0.210	0.235	0.445
1991.1	48285.220	0.215	0.135	0.350
1997.1	50473.027	0.104	0.132	0.236
1998.3	50932.860	0.101	0.123	0.224
1999.1	51217.900	0.162	0.085	0.247
2001.0	51898.841	0.301	0.055	0.356
2002.1	52324.176	0.145	0.102	0.247
2004.4	53146.542	0.110	0.130	0.240

Çizelge 2. DM UMA'nın yüzey özelliklerine ilişkin parametreler.

Yıl	L1	L2	R1	R2	ΔL
1980.1	119.4	191.5	32.3	67.0	72.1
1981.2	67.4	258.5	50.7	51.2	191.1
1982.1	13.8	178.4	33.3	58.9	164.5
1982.4	2.3	179.3	43.0	43.0	176.9
1983.3	121.6		60.8		
1984.4	125.4	239.9	27.3	72.1	114.5
1985.1	115.5	183.5	31.6	67.4	68.1
1986.2	292.7		105.3		
1987.1	350.3	190.6	20.6	62.3	159.7
1988.1	360.6		69.0		
1989.1	7.0		58.9		
1990.0	345.8		52.7		
1991.2	313.6		44.2		
1997.2	291.9		35.9		
1998.4	275.6	87.6	31.4	26.7	188.0
1999.2	238.5	96.2	37.0	22.1	142.3
2001.1	257.1		44.2		
2002.2	293.4		34.5		
2004.4	275.0	95.2	27.2	26.3	179.8

Elde edilen sonuçları literatürden ulaşılan sonuçlarla karşılaştırmak üzere ışık değişimlerinden ve leke modellenmesinden elde edilen tüm veri Çizelge 1 ve 2'de toplanmıştır. Çizelge 1'de ilk kolon gözlem sezonuna ilişkin ortalama yıl, ikinci kolon gözleme sezonuna ilişkin HJD, üçüncü kolon genlik, dördüncü ve beşinci kolonlar maksimum ve minimum parlaklıkları göstermektedir. Çizelge 2'de ise *SML* ile elde edilen leke parametreleri verilmektedir. Kolonlar lekelerle ilişkin boylam (L), ve yarıçap (R) değerlerini göstermektedir. 1 indisi, ışık eğrilerinde derin minimum yaratan, 2 indisi ise sığ minimuma neden olan lekeleri tanımlamak için kullanılmıştır.

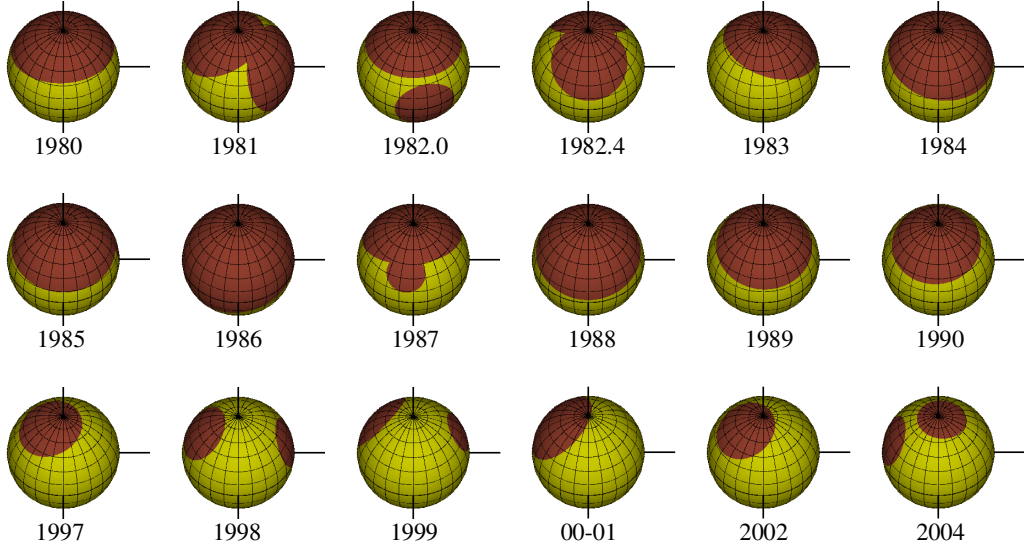


Şekil 1.a) 1980 ile 2004 yılları arasında elde edilen ve literatürden alınan ışık değişimleriyle birlikte, SML programının standart leke modeli kullanılarak bulunan parametrelerle elde edilen kuramsal temsiller yandaki altı grup grafikte gösterilmektedir.

Çizelge 2’de son kolondaki ΔL parametresi, lekeler arasındaki boylam farkını göstermektedir. Çizelge 1 ve 2’deki veriler Şekil 3’te birbirleriyle karşılaştırılmaktadır. Buna göre;

(1) **Parlaklık değişimi:** Işık eğrilerinin minimum ve maksimum parlaklıkları eş yönlü değişmektedir. Minimum parlaklık artarken maksimum parlaklık da artmaktadır. 1979 ile 1987 yılları arasındaki düşük parlaklık düzeyi, 1988 yılından itibaren artmaktadır. Artışın bittiği yılı söylemek zordur. Çünkü, 1992 ile 1996 yılları arasında ilişkin gözlemsel veri yoktur. Her iki parlaklık için ortalama $0^m.35$ kadar bir artma vardır. Parlaklıktaki değişim bir sinüs fonksiyonuyla temsil edildiğinde $\sim 0^m.2$ yarı genlikli ve 36 yıl dönemli uzun dönemli bir değişim elde edilmektedir. Bu temsilden farklar alındığında daha küçük genlikli ve 7.5 yıl dönemli ikinci bir değişim olduğu görülmektedir.

(2) **Renk değişimi:** 1979 ile 2004 yılları arasındaki B-V değişimine bakıldığında, parlaklıkta görülen iki dönemi aynı şekilde gösterdiği farkedilmektedir. Renkteki belirgin dönemli değişim, yıldızın yüzeyindeki sıcaklık yapısındaki değişimin göstergesidir. Kısa dönemli değişimin (7.5 yıllık) ise parlaklıkla ters yönlü değişiyor olması ilginçtir. Parlaklığın minimum olduğu yıllarda (1984, 1991 ve 1998) renk en mavidir. Bu etki, yıldızın yüzeyindeki parlak ve sıcak aktif yapıların etkinliğinin daha büyük olduğunu göstermektedir. Parlak yapıların daha baskın etkiye sahip olduğuna ilişkin diğer bir kanıt ise renk değişiminin yıllar içinde belli bir değer aralığında kendini göstermesidir ($-0^m.05$ ile $-0^m.25$ arasında).



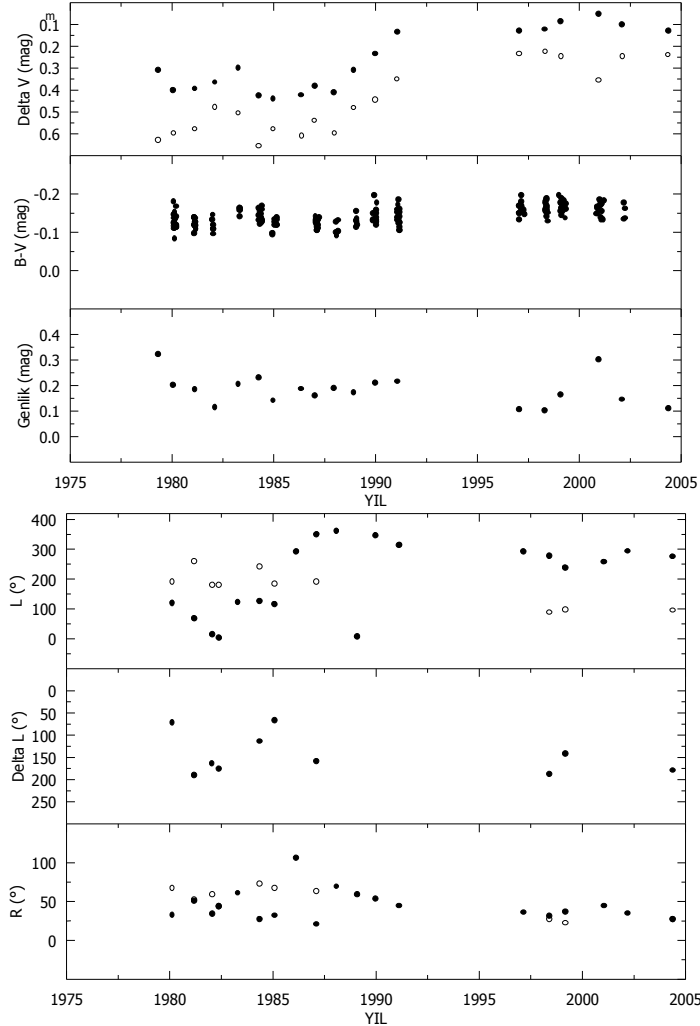
Şekil 1.b) Temsiller için kullanılan parametrelerin üç boyutlu gösterimi aşağıda gösterilmektedir. Görünen bileşenin her bir ışık değişimine karşılık gelen yüzeyindeki leke aktivitesindeki değişim görülmektedir.

- (3) **Genlik değişimi:** DM UMa'nın uzun yıllar içindeki genlik değişimi incelendiğinde, maksimum genliğin $0^m.32$ olduğu görülür. Genel olarak ise genlik $0^m.10$ ile $0^m.25$ aralığında değişmektedir. 1980 ile 1991 yılları arasında sistem 0.15 ile 0.25 kadir arasında değişen daha büyük genlikli değişimlere sahipken, 1997 ile 2004 yılları arasında 0.10 ile 0.15 kadir arasında değişen daha küçük genlikli değişimler göstermektedir. 1979 ve 2001 yıllarında ise genel görüntüden sapan ve bugüne kadar sistemde görülen en büyük iki genlik değeri gözlenmiştir. Diğer bir şekilde söylemek gerekirse, parlaklığın en düşük olarak görüldüğü 1979 ve 1988 yılları arasında genlikler en büyük, parlaklığın maksimum değerine ulaştığı 1997-2004 yılları arasında genlikler en küçüktür. Parlaklıkta artışın görüldüğü 1988-1991 yılları arasında da genliklerde büyük bir değişim yoktur. Genlik değişimi, parlaklık değişimini taklit eder görülmektedir.
- (4) **Lekelerin boylamsal hareketi:** SML leke modeli programı kullanılarak yıllar içinde yıldızın yüzeyindeki lekelerin boylamsal hareketlerinin yanı sıra leke yarıçapları da belirlenmiştir. Lekelerin boylamsal yer değiştirmesi incelendiğinde, 1979 ile 1985 yılları arasında (1. zaman aralığı) derin minimuma neden olan lekelerin (S1) 0° ile 200° arasında yerleşmişken, 1986'dan 1991'e kadar (2. zaman aralığı) ise 300° ile 360°

arasında, 1997 ile 2004 yılları arasında (3. zaman aralığı) 200° ile 300° boylamlar arasında yerleşmişlerdir. 1. zaman aralığındaki sığ minimuma neden olan lekeler (S2) 175° ile 270° arasında, 3. zaman aralığındakiler $\sim 100^\circ$ civarında görülürken, 2. zaman aralığında 1987 yılı hariç ikinci leke gözlenmemiştir. Parlaklıkta sürekli artışın görülmeye başlandığı yıla kadar olan aralıkta yani 1. zaman aralığında yaklaşık olarak birbirine 90° boylamsal aralıkla ortaya çıkan iki leke grubunun oluşturduğu, ilki 90° 'de ve ikincisi 180° de olmak üzere iki aktif boylam görülmektedir. 2. zaman aralığında, ilk aktif boylamın 180° kaydığı, ikinci aktif boylamın ise kaybolduğu görülmektedir. 3. zaman aralığında ise 1. aktif boylam ortalama 270° de ve diğeri $\sim 90^\circ$ de olmak üzere birbirine daha büyük boylamsal aralıkla yerleşmiş iki aktif boylamla karşılaşmaktadır. Genel görüntü, lekelerin birbirine 90° aralıklı olan iki aktif boylamda yerleştiği 1. zaman aralığı boyunca en küçük parlaklık değerleri ile karşılaşılırken, lekelerin birbirine daha büyük boylamsal aralıkla (180°) yerleştiği 3. zaman aralığı boyunca sistemin minimum ve maksimum parlaklığının en büyük olması şeklindedir. İkinci aktif boylamın görülmediği 2. zaman aralığı boyunca ise hem minimum hem de maksimum parlaklıklar artmıştır.

(5) **Lekelerin yarıçap değişimi:** İlk iki dönem boyunca görülen derin minimumlara neden olan birinci lekelerin yarıçapları 30° ile 70° arasında değişirken, üçüncü dönemdeki lekelerin $\sim 36^\circ$ ile 25° arasında değişen daha küçük yarıçaplara sahip oldukları bulunmuştur. İkinci lekeler ise ilk dönemde 40° ile 75° arasında yarıçaplara sahipken, üçüncü dönemde 25° civarında olan daha küçük yarıçaplardadır. 1. dönem boyunca yıldızın yüzeyini kaplayan lekelerin yarıçap farkları oldukça büyüktür ve ~ 3.5 yılda bir birinci lekeler daha küçük boyutlu olurken, ikinci lekelerin yarıçapları büyür. Daha büyük birinci lekelerin yeniden görünmesi için yaklaşık olarak 7 yıl geçmesi gerekir. 1988 yılına kadar

varlığını sürdüren iki aktif boylam içindeki lekeler yaklaşık olarak 3.5 yıllık dönemler içinde evrimleşmektedir, diğer bir deyişle leke gruplarının aktif boylam içindeki ömürleri yaklaşık olarak 3.5 yıldır. Bu görüntüyü iki şekilde test edebiliriz: (1) Lekeler arasındaki boylamsal farkları yıllara göre çizdiğimizde farkların 3.5 yılda bir en büyük ve sonraki 3.5 yılda ise en küçük olduğu görülür. Bir başka deyişle, 3.5 yılda bir lekeler bir en uzak bir en yakın olurlar. (2) Eğer derin ve sığ minimum evreleri uygun bir şekilde evre eklenerek yıllara göre işaretlenirse, bu noktalardan geçen doğrunun denklemi kullanılarak derin minimum yaratan lekeler için 3.6 yıl ve ikinci lekeler için ise 3.2 yıl bulunur.



Şekil 3. DM UMa'nın 1980-2004 yılları arasındaki uzun dönemli parlaklık ve renk (üst panel) ve leke parametrelerindeki (alt panel) değişimler. Üst panelde içi dolu ve boş daire semboller sırasıyla maksimum ve minimum parlaklığı göstermektedir. Alt paneldeki grafiklerde ise içi dolu ve boş semboller sırasıyla derin ve sığ minimuma neden olan leke gruplarını temsil etmektedir.

4. Kaynaklar

Bopp, B.W., 1982, in. Byrne, B., Rodono, M. (eds)
IAU Colloquium No. 71, Activity in Red-dwarf
Stars. Reidel. Dordrecht, s. 363.
Charles, P., Walter, F., Bowyer, S., 1979, Nat., 282,
691.
Crampton, D., Dobias, J., Margon, B., 1979, ApJ, 234,
993.
Heckert, P.A., Summers, D., Harkey, R., Sandoval,
V., Pilkey, C., 1988, IBVS No. 3274.
Heckert, P.A., 1990, IBVS No. 3446.

Kimble, R.A., Kahn, S.M., Bowyer, S., 1981, ApJ,
251, 585.
Mohin, S., Raveendran, A.V., 1992, AA, 256, 487.
Mohin, S., Raveendran, A.V., 1994, AA, 286, 824.
Mohin, S., Raveendran, A.V., Mekkaden, M.V., vd.,
1985, Astron. Astrophys. Space Sci., 115, 353.
Nations, H.L., Ramsey, L.W., 1986, AJ, 92, 1403.
Ribarik, G., 2002, Occasional Technical Notes from
Konkoly Observatory, No. 12.
Schwartz, D.A., Bradt, H., Briel, U. ve ark., 1979, AJ,
84, 1160.
Walter, F.M., Charles, P., Bowyer, S., 1978, Nat., 274,
569.