

SPİRAL GALAKSİLERİN ROTASYONEL ÖZELLİKLERİ VE HUBBLE TİPLERİ

Tektunali, H.G., Limboz Tektunali, F.
İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi,
Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü,
34452 Üniversite - İSTANBUL

ÖZET - Rotasyonel özelliklerle Hubble tip arasında-
ki ilişkileri araştırmak amacıyla yapılan istatis-
tic çalışmada, bir grup galaksi için merkezi hız
gradyenti ve maksimum rotasyon hızlarının Hubble
tiple nasıl değiştiği incelenmiş ve sonuçlar irde-
lenmiştir.

Spiral galaksilerin genellikle iki ayrı bileşenden
meydana geldikleri düşünülür: merkezde yoğunlaşmış,
sferoidal bir 'bulge' bileşeni ve daha düşük yoğun-
luklu, basık 'disk' bileşeni. Disk ve bulge bile-
şenlerinin birbirlerine nazaran rölatif hakimiyet-
leri galaksiden galaksiye oldukça değişir ve spi-
ral galaksilerin Hubble sınıflandırması için geçer-
li kriterlerden biridir. Diğer kriter, spiral kol-
ların açıklığı veya ayırdedilebilme derecesidir.

Spiral galaksilerin optik görüntüsleri, yapılarıyla
ilgili ayrıntılarla (yıldız oluşumu, kütle dağılı-
mı, rölatif gaz miktarı ve rölatif gaz dağılımı,
vs.) yakından ilgili olmalıdır. Bazı araştırmacıla-
ra göre (Roberts ve arkadaşları 1975) spiral yapı-
nın şekli, kütle dağılıminin merkezdeki yoğunlaşma
derecesine bağlıdır: merkezdeki kütle yoğunlaşması
daha fazla olan bir spiral galaksinin, spiral kol-
larının daha sıkı olması beklenir. Bazı araştırmacı-
cılar ise (Sandage ve arkadaşları 1970) spiral ya-
pının gaz bileşeni ile ilgili olduğunu teklif etmiş-
lerdir.

Görünür kısımlarındaki parlaklığın dağılımının, ga-
laksinin yapısal özelliklerinden kütle dağılımı i-
çin kullanışlı bir ölçü olup olmadığıının doğrulan-
ması için, spiral galaksilerin merkezi bölgelerin-
deki parlaklık ve kütle yoğunlaşması arasındaki i-
lişki, Hubble tipin bir fonksiyonu olarak açıklık
kazanmalıdır.

Merkezî hız gradyenti; galaksilerin merkezî bölgelerinde yoğunlaşmış kütle kesrinin bir göstergesi olan, dinamik bir bütünlüktür. Eğer spiral galaksilerin optik görünümleri kütle dağılımı ve yoğunluk gibi yapısal özelliklerle ilişkili ise, merkezî hız gradyenti ile Hubble tip arasında bir ilişki olması beklenir. Merkezî kütle yoğunlaşması kolların şeklini belirleyebilir: merkezî yoğunlaşmadaki azalma, daha geç tiplerde daha açık spiral kollarla neticeLENİR ki bu, Hubble sıralamasında bir sınıflandırma kriteridir.

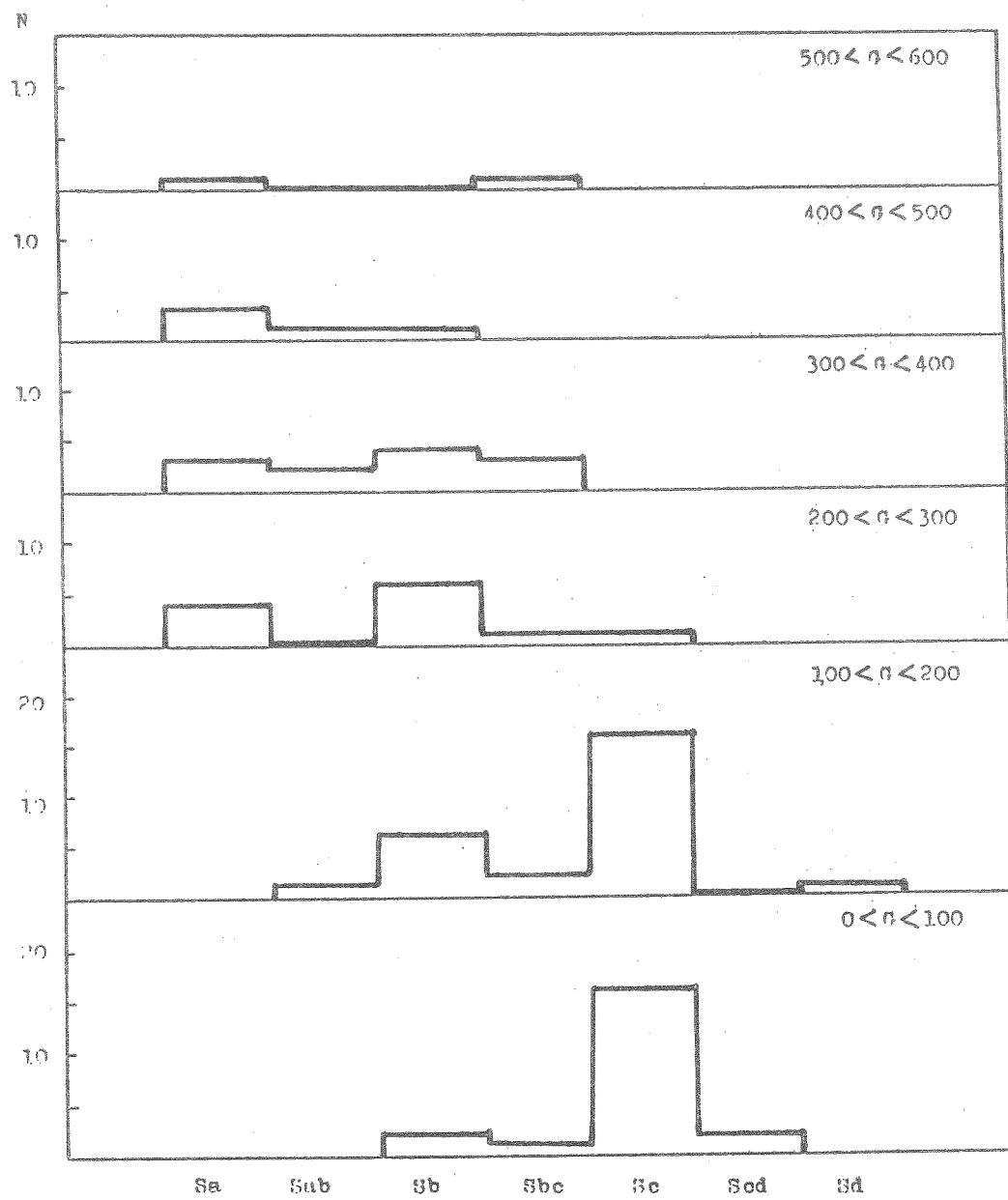
DİĞER taraftan galaksi spektrumlarındaki çizgilerin analizi; rotasyon periyodu P ile Hubble tip arasında, erken tiplerin geç tiplere nazaran daha hızlı döndüklerini düşündürecek şekilde, fakat şüpheli bir ilişki ortaya koymuştur. Bu ilişki oldukça şüphelidir, çünkü birçok galakside açısal hız $w = 2\pi/P$ merkezden dışarı doğru süratle azalır ve $w \approx$ sabit olduğu lineer iç bölgenin R_1 yarıçapı hem galaksi tipi, hem de ρ rünen çapla değişir. Bununla beraber bu ilişki, maksimum rotasyon hızı v_{max} ile Hubble tip arasında araştırılmaya devam edilmektedir.

Maksimum rotasyon hızlarıyla Hubble tip arasındaki ilişkiye ait öncü diyebileceğimiz bir çalışma, Brosche'nin 1971 deki yayınıdır. Bu çalışmada Brosche'nin verdiği sonuç şudur: Hız, Hubble sıralamasının irregular kısmından erken tiplere doğru artar.

Rotasyonel özelliklerle Hubble tip arasındaki ilişkileri araştırmak amacıyla yapılan bu istatistik çalışmada, bir grup alan galaksisi için merkezî hız gradyentini ve maksimum rotasyon hızlarının Hubble tiple, özellikle ara sınıflarda ve parlaklıkla nasıl değiştiği incelenmiştir.

Araştırılan hususlar şunlardır:

- 78 spiral galaksinin merkezî hız gradyentlerinin tiple nasıl değiştiği,
- Seçilen 78 spiral galaksiden müteşekkil örnek için parlaklıkla merkezî hız gradyentlerinin her bir tip için nasıl değiştiği,



Şekil 1 - G ($\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}$) merkezi hız gradyentlerinin, 6 uygun aralık için, Hubble tipin bir fonksiyonu olarak dağılımı.

Table 1

		1	2	3	4
MgC	1357	Sn(s)	21.13	2101	348
	2775	Sn(r)	20.79	1195	257
	2782	Sn(s) pec	22.06	2574	332
	2843	Sn(r)	19.62	1507	336
	3593	Sn pec	19.19	493	404
	3623	Sn(s) II	21.48	675	207
	3893	SnI	21.04	1258	460
	4373	Sn(s)	21.12	2391	523
	4594	Sn ⁺ / Sn ⁻	22.81	873	205
	4693	Sn	20.55	856	258
	4845	Sn	20.22	904	442
	488	Snb(rs) I	22.86	2442	338
	601	Snb	20.79	1836	179
	4736	NSnb(s)	20.81	345	472
	7469	Snb pec	23.10	5115	321
	1068	Sb(rs) II	22.93	1234	146
	1325	Sb	21.15	1574	177
	1417	Sb(s) I, J	22.57	4139	269
	1515	Sb(s) III	20.76	959	352
	2683	Sb	20.17	399	307
	3031	Sb(r) I-II	20.75	124	268
	3067	Sb(s) III	20.52	1429	143
	3223	Sb(s) I-II	22.69	2619	95
	3504	Sb(s) I-II/Sb _b	21.11	1480	354
	3521	Sb(s) II-III	21.65	627	203
	3675	Sb(r) II	20.88	792	392
	4250	Sb(s) II	22.05	520	277
	4443	Sb(r) I-II	19.54	655	225
MnO	5005	Sb(s) II	21.78	1042	195
	5728	Sb(s) II	22.47	2800	461
	7033	Sb(s) I-II	22.81	2951	142
	7217	Sb(r) II-III	21.66	1234	291
	7331	Sb(rs) I-II	22.60	1114	141
	7606	Sb(r) I	22.69	2323	55

Tablo 1 (Devam ediyor)

		1	2	3	4
1809	Sbc pec	20.96	820	124	
5033	Sbc(s)I-II	21.16	897	320	
5055	Sbc(s)II-III	21.34	550	518	
5194	Sbc(s)I-II	21.60	541	317	
5248	Sbc(s)I-II	21.19	1049	239	
5426	Sbc(rs)I.2	21.18	2455	132	
5427	Sbc(s)I	21.79	2565	83	
6574	Sbc(n)II.3	21.31	2415	192	
157	Sc(s)I-II	22.19	1813	50	
253	Sc(n)	20.72	293	64	
300	ScII.3	13.59	129	38	
503	Sc(s)II-III	19.07	69	35	
753	Sc(rs)I	22.67	5145	198	
925	SBc(s)II-III	21.07	792	22	
949	Sc(s)III	19.28	855	120	
1035	Sc:III	19.67	1307	101	
1034	Sc(n)II.2	21.62	1478	99	
1037	Sc(n)III.3	21.43	1628	122	
1792	Sc(s)II	21.39	1055	118	
2403	Sc(n)III	19.47	299	73	
2719	Sc(n)II	21.21	1540	149	
2742	Sc(rs)II	20.54	1422	86	
2903	Sc(s)I-II	20.96	472	218	
MCG 2997	Sc(n)I.3	21.40	799	159	
2998	Sc(rs)I	22.84	4813	103	
3389	Sc(s)II.2	19.91	1127	100	
3395	Sc(s)II-III	20.58	1599	67	
3672	Sc(s)I-II	21.49	1633	84	
3684	Sc(s)II	19.74	1065	140	
3893	Sc(n)I.2	20.91	1026	132	
4096	Sc(n)II-III	20.15	616	91	
4321	Sc(s)I	21.91	1464	181	
4559	Sc(n)II-III	21.15	771	17	
4682	Sc(n)II.4	20.74	2099	138	
5457	Sc(n)I	21.51	372	47	
6015	Sc(n)II-III	20.48	1018	94	
6181	Sc(s)II	21.56	2439	160	

Tablo 1 (Devam ediyor)

	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
6207	Sc(s)III	19.96	984	117
6503	Sc(s)III.8	18.76	303	172
6643	Sc(s)II	21.64	1743	105
6946	Sc(s)II	20.30	336	65
45	Scd(s)III	18.45	533	8
4244	Scd	18.76	249	42
2976	SabIII-IV	17.51	168	103

1- Hubble tipleri

2- Mutlak mavi parlaklıklar

3- Uzaklaşma hızları (km s^{-1})4- Merkezi hız gradyentleri ($\text{km s}^{-1} \text{kpc}^{-1}$)

- Seçilen örnek içerisinde, literatürde sahih olarak maksimum rotasyon hızları bulunan 27 tanesi (9 Sa, 9 Sb, 9 Sc) için maksimum rotasyon hızlarının Hubble tipe bağlılığı,
- Bu 27 galaksi için maksimum rotasyon hızları ile mutlak mavi parlaklıklar arasındaki ilişki.

Şekil 1'deki histogramların ve Tablo 1'deki verilerin gösterdiği gibi, merkezî hız gradyenti ile Hubble tip arasında bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir: merkezî hız gradyenti (G) değerleri erken tiplerden geç tiplere doğru azalmaktadır. Merkezî hız gradyenti G , galaksilerin çekirdek bölgelerinde yoğunlaşmış kütle kesrinin bir göstergesi olan bir büyülüük olduğundan, bu istatistik sonucun, merkezî kütle yoğunlaşmasının kolların şeklini belirlediği iddiasını desteklediğini söyleyebiliriz. Bu iddiaya göre merkezî yoğunlaşmadaki azalma, daha geç tiplerde, daha açık spiral kollarla neticelenir ki bu da Hubble sıralamasında kriterdir.

Şekil 2 a, b ve c'den görülebileceği gibi, rölatif olarak daha parlak Sa ve Sb galaksilerinin merkezî hız gradyentleri, daha sönüklük Sa ve Sb galaksilerine nazaran daha düşüktür. Sa'lar için merkezî hız gradyentleri $205 \text{ kms}^{-1} \text{kpc}^{-1}$ den ($M_B = -22.8$), $460 \text{ (} M_B = -21\text{)} \text{ a kadar uzanır. Sb galaksileri içinse bu aralıktı, } 55 \text{ ile } 461 \text{ kms}^{-1} \text{kpc}^{-1} \text{ dir. Buna mukabil seçilen örnekteki Sc galaksilerinin merkezî hız gradyentleri, parlaklık arttıkça artar.}$

İncelediğimiz örnek içerisinde maksimum rotasyon hızları sahih olarak belli 27 galaksi için maksimum rotasyon hızının Hubble tipe bağlılığı tespit edilmiştir: Maksimum rotasyon hızlarının ortalama değeri Sa'dan Sc'ye azalır. Seçilen örnekte ortalama rotasyon hızı değerleri Sa'lar için 251 kms^{-1} , Sb'ler için 239 kms^{-1} ve Sc'ler için 180 kms^{-1} dir. (Bkz. Şekil 3)

Her bir Hubble tip için, maksimum rotasyon hızları ile mutlak mavi parlaklıklar arasında bir ilişki bulunmaktadır. Tablo 2'den de görülebileceği gibi maksimum

Table 2

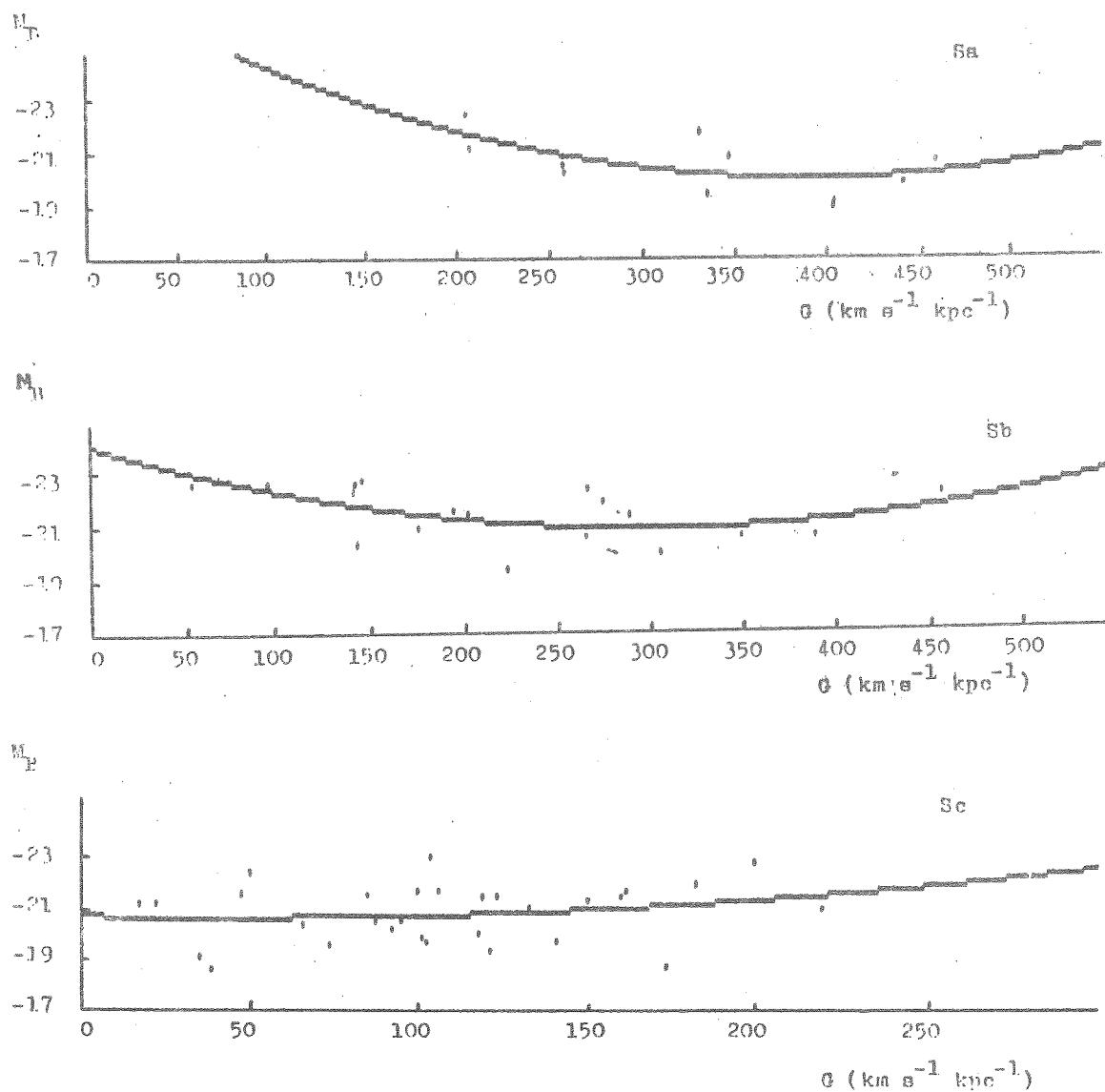
		1	2	3	4
1100	3523	Sa pec	19.19	110	141
	2844	Sa(r)	19.62	171	
	4845	Sa	20.22	203	
	4698	Sa	20.55	252	253
	2775	Sa(r)	20.79	303	
	3098	SaI	21.04	260	
	4378	Sa(n)	21.12	327	205
	1357	Sa(n)	21.13	267	
	1594	Sa ⁺ / Sa ⁻	22.81	365	365
	4448	Sb(r) I-II	19.54	197	197
	3067	Sb(n) III	20.52	148	189
	1915	Sb(n) II	20.76	229	
	1329	Sb	21.15	184	234
	7217	Sb(r) II-III	21.66	204	
	1417	Sb(n) I.3	22.57	332	
	7606	Sb(r) I	22.69	273	277
	3223	Sb(n) I-II	22.69	274	
	7083	Sb(n) I-II	22.81	228	
	1035	Sc:III	19.67	133	133
	2742	Sc(rs)II	20.54	173	175
	1682	Sc(n) II.4	20.74	176	
	2715	Sc(n) II	21.21	156	
	1087	Sc(n) III.3	21.43	136	173
	1672	Sc(n) I-II	21.49	187	
	4321	Sc(n) I	21.91	213	
	753	Sc(rs)I	22.67	223	222
	2998	Sc(rs)I	22.84	220	

1- Hubble tipleri

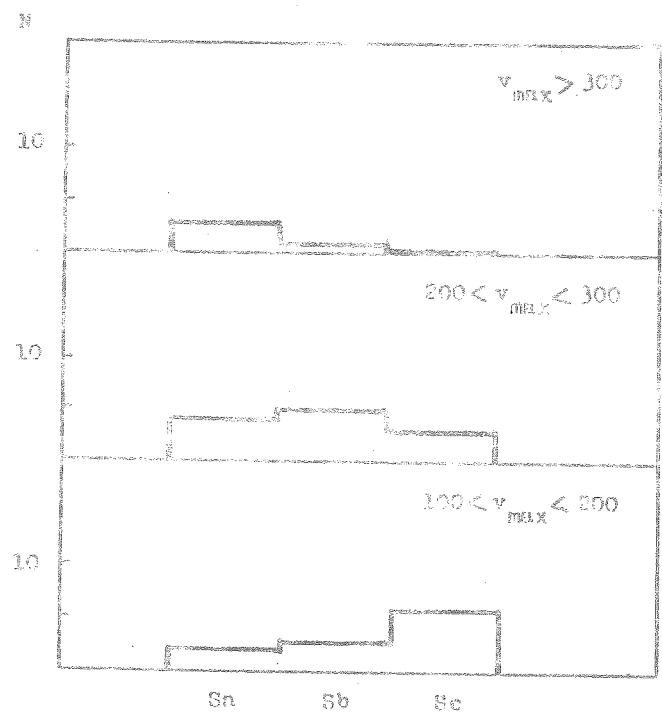
2- Mutlak mavi parlaklıklar

3- Maksimum rotasyon hızları (km s^{-1})

4- Her bir parlaklık grubu için maksimum rotasyon hızlarının ortalama değeri



Şekil 2 a,b,c - Sırasıyla Sa, Sb ve Sc galaksileri için mutlak mavi parlaklıklarla merkezî hız gradyenteri arasındaki ilişki.



Şekil 3 - 3 uygun aralık için maksimum rotasyon hızı v_{\max} 'la-
rın, Hubble tipin bir fonksiyonu olarak dağılımı.

num rotasyon hızı değerleri, artan mavi parlaklıklarla artar. Maksimum rotasyon hızı değerleri Sa'larda $M_B = -19.19$ için 110 kms^{-1} ve $M_B = -22.81$ için 365 kms^{-1} ; Sb'lerde $M_B = -19.54$ için 197 kms^{-1} ve $M_B = -22.81$ için 228 kms^{-1} , ve Sc'lerde $M_B = -19.67$ için 133 kms^{-1} ve $M_B = -22.84$ için 220 kms^{-1} dir.

Sonuç olarak;

-Merkezi hız gradyenti (G) erken tiplerden geç tiplerde doğru azalmakta, veya başka bir deyişle Hubble tip-le ilişkili olduğundan, bu sonucun, merkezi kütle yoğunlaşmasının kolların şeklini belirlediği iddiasını desteklediği,

-Parlak Sa ve Sb galaksilerinin merkezi hız gradyentleri sonük Sa ve Sb galaksilerinkinden daha düşükken, Sc galaksilerinin merkezi hız gradyentlerinin parlaklık arttıkça arttığı,

-Maksimum rotasyon hızlarının ortalama değerinin, Sa'dan Sc'ye, Brosche'nin verdiği sonuca uygun olarak azaldığı ve

-Maksimum rotasyon hızının artan mavi parlaklıkle arttığı görülmüştür.

KAYNAKLAR

Baiesi-Pillastrini, G.C.: 1987, Astron. Astrophys. 172, 375

Burnstein, D., Rubin, V.C.: 1985, Ap.J. 297, 423

Roberts, W.W., Roberts, M.S., Shu, F.H.: 1975, Ap.J. 196, 381

Rubin, V.C., Burnstein, D., Ford, W.K., Thonnard, N.: 1985, Ap.J. 289, 81

Sandage, A., and Tammann, G.A.: 1981, A Revised Shapley-Ames Catalog of Bright Galaxies (Washington D.C.: Carnegie Institution of Washington) (RSA)

