

25067

T.C.

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ
ENSTİTÜSÜ

GÜNEŞ LEKE GRUPLARINI KULLANARAK DİFERANSİYEL DÖNMENİN VE MERİDYENEL SİRKÜLASYONUN TAYİNİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

(Astronomi ve Uzay Bilimleri Anabilim Dalı, Uygulamalı Astronomi Programı)

Nurol AL



Danışman.: Doç. Dr. Adnan ÖKTEN

Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

Eylül - 1992

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	
ÖZET	1
SUMMARY	11
GİRİŞ	1
BÖLÜM I	2
I. GÜNEŞTE DÖNME TAYİNİ	2
I.1. Giriş	2
I.2. Güneşin Dönmesinin Spektrel Çizgilerin Doppler Kaymalarından İtibaren Tayini	2
I.3. Güneşin Dönmesinin İzlenebilir Oluşumlardan İtibaren Tayini	4
BÖLÜM II	6
II- GÜNEŞTE DİFERANSİYEL DÖNME VE MERİDYENEL SİRKÜLASYON	6
II.1. Diferansiyel Dönme	6
II.1.1. Giriş	6
II.1.2. Fotosfer Tabakasında Diferansiyel Dönme	7
II.1.2.1. Plazma Dönme Ölçümleri	7
II.1.2.2. Güneş Leke Ölçümlerinden Elde Edilen Dönme Hızları	9
II.1.2.3. Fotosfer Tabakasında Diğer İzlenebilir Oluşumlardan Sonuçlar	12
II.1.3. Fotosfer Tabakasının Üzerinde Dönme	13
II.2. Meridyenel Sirkülasyon	17
BÖLÜM III	20
III. İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ GÖZLEMEVİ'NDE YAPILAN FOTOSFER LEKE GÖZLEMLERİ KULLANILARAK ORTAYA KONULAN GÜNEŞİN DİFERANSİYEL DÖNMESİ VE MERİDYENEL SİRKÜLASYONU	20
III.1. Giriş	20
III.2. Gözlem Materyali ve İndirgenmesi	20
III.2.1. Gözlem Materyali	20
III.2.2. Verilerin Bilgisayara Girilişi	21
III.2.3. Verilerin İndirgenmesi ve Kullanılan Programlar	23
III.3. Sonuçlar	27
EKLER (Bilgisayar Programları)	36
KAYNAKLAR	43

TEŐEKKUR

Bu çalıőmayı hazırlamamda bana bŸyŸk destek olan danışman hocam Sayın Doç.Dr. Adnan OKTEN'e teőekkŸr ediyorum.

Ayrıca bu çalışma sŸresince bana destek olan bŸtŸn BŸlŸm elemanlarına ve aileme de teőekkŸr ediyorum.



ÖZET

İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nde 1976.50-1986.75 yılları arasında tam bir güneş leke çevrimini (21.çevrim) kapsayan güneş leke gözlemleri kullanılarak güneşin diferansiyel dönmesi ve meridyonel sirkülasyonu tayin edilmiştir.

Bu çalışmada öncelikle diferansiyel dönmenin;

a) Helyografal enleme,

b) Çevrimin fazına,

c) Leke grubunun tipine bağlılığı ile meridyonel sirkülasyonun $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşaklarındaki değeri incelenmiştir.

Çevrim uzunluğu 10 faza ayrılarak, araştırma faz faz yapılmaya çalışılmıştır. Daha sonra bütün çevrim gözönüne alınarak genel sonuçlara gidilmiştir.

Bu çalışmanın sonunda güneş yüzeyi üzerindeki açısal hızın alçak enlemlerden yüksek enlemlere doğru monoton bir azalma gösterdiği; diferansiyel dönmenin çevrimin fazına bağlı olarak değiştiği; C tipindeki lekelerin en hızlı, H ve J tipindeki lekelerin ise en yavaş dönen lekeler olduğu görülmüştür. Ayrıca 21. güneş leke çevriminde, kuzey yarım kürenin güney yarım küreden daha hızlı bir dönme gösterdiği (0.08 derece/gün), ve her iki yarım kürede genel olarak güneye doğru bir sürüklenmenin var olduğu tespit edilmiştir.

SUMMARY

The differential rotation and the meridional circulation of the Sun were obtained using the sunspots drawings of the Istanbul University Observatory for the period 1976.50 - 1986.75 (21. sunspot cycle).

The aim of this study was to look for the dependence of the differential rotation on

- a) the heliographical latitudes,
- b) the phase of the cycle,
- c) the type of the sunspot groups.

The meridional circulation in every 5° latitude range between $\pm 35^\circ$ was also investigated.

The cycle length was divided into 10 phases and the every phase is investigated separately. Then, taking into account the whole cycle, the general results were obtained.

At the end of this study we arrive at the following conclusions:

- The angular velocity of the sun decreased from low latitudes to high latitudes,
- The differential rotation depends on the phase of the cycle,
- It seems that sunspots in their early stage of development (essentially C-types) rotate considerably faster than sunspots of H and J-types.

We found that there is a general south-drift in both hemisphere during the cycle.

GİRİŞ

Güneşin dönmesinin tayini, onun enleme ve derinliğe bağılılığı güneş aktivite çevrimi ile olabilecek değişimleri ve aynı zamanda meridyenel sirkülasyonların araştırılması yıldız fiziğine önemli katkılarından dolayı güneş fiziğinin önemli bir kolu haline gelmiştir. Güneş aktivitesi denildiğinde anladığımız, manyetik alanların konvektif bölge içinde diferansiyel dönme ile turbulans hareketlerin etkileşmesi sonucunda periyodik olarak çalışan bir dinamo şeklinde oluştuğudur. Böyle bir durum doğal olarak bizi, konvektif bölgeye sahip olan bütün anakol yıldızlarının güneşe benzer bir manyetik aktivite göstermesi gerektiği sonucuna götürür. Burada güneş, diferansiyel dönmenin nasıl oluştuğunu anlamamızda yardımcı olabilecek yagane anahtar yıldızdır. Bize olan yakınlığı güneş aktivite periyodisitesinin ve şiddetinin daha sıhhatli elde edilmesinin yanında diferansiyel dönmenin helyografal enlem ve fotosferden itibaren derinlikle nasıl değiştiğinin anlaşılmasına da yardım eder.

Literatürde güneşin dönmesini ayrıntılı gözden geçiren birçok makale vardır (Solonsky, 1977 ; Howard, 1978 ; Gilman, 1974 ; Noci, 1978 ; Paternó, 1978 ; Schröter ve Wöhl, 1978; Gilman, 1980 ; Howard, 1984 ; Schröter, 1985). Bunlardan bir kısmı da olayı tarihsel bakış açısından ele almışlardır.

BÖLÜM I

I. GÜNEŞTE DÖNME TAYİNİ

I.1. Giriş

Güneşte dönme tayinine ait iki yöntem vardır. Birincisi güneş yüzeyi üzerindeki her hangi bir yapının görünen hareketine dayanmaktadır (güneş lekeleri, fakülalar, prominensler, v.s.). Bu yapılar çok sık olduğundan ve aylara varan ömürleri olduğundan bu yöntemden iyi sonuçlar elde edilmektedir. Ancak diğer taraftan bu oluşumlar güneşe sabit bir şekilde bağlantılı değildirler. Öz hareket göstermektedirler ki bu öz hareketlerin gerçek dönmeden ayırımı ancak belirli şartlar altında mümkündür. İkincisi dönmeden dolayı oluşan Fraunhofer çizgilerinin Doppler etkilerinin ölçümüne dayanmaktadır. En sıhhatli ölçümler güneş lekelerinden itibaren bulunmaktadır; çünkü bunlar iyi tanımlanabilen ve hatta günler veya haftalar sonra da teşhis edilebilen yapılardır.

Fakula ve flocculilerde her bir noktayı tek tek teşhis etmek mümkün değildir; bu durumda dönme tayini oldukça geniş olan ve bundan dolayı da hassas pozisyon ölçümüne izin vermeyen fakula alanlarının bütününe dayanmaktadır. Ayrıca fakulalar sadece disk kenarında görünürler. Ancak lekelerden daha uzun bir ömür sürelerine sahip olmaları, onları dönme tayininde yine kullanılabilir hale getirmektedir. Filamentlerden itibaren dönme tayini için benzer durumlar geçerlidir. Dönme tayininde kullanılabilen filamentler güneşin bir veya bir kaç dönmesi süresince şeklini pek fazla değiştirmeyenlerdir. Spektroskopik metodun önemi ise leke kuşağı dışında yaklaşık 80° enlemine kadar ölçümlere izin vermesidir.

I.2. Güneşin Dönmesinin Spektrel Çizgilerin Doppler Kaymalarından İtibaren Tayini

Bu bölümde güneşin diferansiyel dönmesinin tayini için en genel kullanılan Fotoelektrik Doppler Dengeleyicisi

(Photoelectrical Doppler Compensator) metodu anlatılacaktır. Bu metod, spektroskopun giriş yarığının güneş diskini tararken bir spektral çizginin doppler kaymasını ölçen çok elverişli ve hassas gözlemsel bir işlemdir. Mt. Wilson ve Stanford' da bu metodu temel alan güneş diskinin tamamını kapsayan hız ölçümleri günlük rutin bir iş olarak yaklaşık 15 yıldan daha uzun bir süredir yapılmaktadır ve bu süre zarfında milyonlarca görüş doğrultusu hız verileri elde edilmiştir. Ayrıca Kitt Peak, Crimea, Locarno ve Capri gibi diğer gözlemevlerinde de bu tür veriler elde edilmektedir. Bu metotta iki çıkış yarığında orta şiddetteki bir Fraunhofer çizgisi için elde edilen şiddet sinyallerinden hızda erişilen hassasiyet yaklaşık 5 ms^{-1} mertebesinde-dir. Bu, prensipte uygun bir hassasiyettir, fakat bu amacı tehlikeye koyan bir çok engeller vardır. Bu aşamada yapılması gereken bu engellerin veya hata kaynaklarının güneş veya aletsel orijinli olup olmadığını ayırt etmektir.

Bilinen güneş etkilerinin arasında açıklanabilen bölgesel hareketler gürültüye, açıklanamayan hareketler ise sistematik hatalara neden olmaktadır. Güneş orijinli gürültü şu olaylardan oluşmaktadır:

- a) Granüler hareketlerden,
- b) Süpergranüler akıntı örneklerinden,
- c) Ossilasyonlardan.

Bu olayların özellikleri, keza dönme verileri üzerine etkilerinin minimuma indirilme metodları Beckers ve Canfield (1975) ve Beckers (1981) tarafından ayrıntılı olarak tartışılmıştır. Fakat bütün çalışmalara rağmen bu gürültüyü sadece bir günlük gözlemede 10 ms^{-1} nin altına indirmek mümkün olamamıştır. En büyük engel, büyüklüğünden ve uzun yaşam süreli olmasından dolayı süpergranüler akıntı örneklerinden gelmektedir. Dönme, meridyenel hareketler ve büyük ölçekteki sirkülasyon örnekleri, bir çok müteakip günün ölçümleri mukayese edildiği zaman güneş diskinin tamamını kapsayan hız verilerinden 10 ms^{-1} lik hassasiyetle çıkartılabilmektedir.

Sistematik hatalar açıklanamayan hareketlerden dolayı ortaya çıkmaktadırlar.

Özellikle şu hareketlerden:

- d) Doğru bir şekilde elemine edilemeyen kenar kayması,
- e) Güneş diski boyunca çizgi asimetrisinin değişiminin ihmali (C-shape),
- f) Sakin ve aktif bölgeler arasındaki çizgi asimetrisinin farklılığının ihmali.

Güneş yüzeyi üzerinde sürekli bir meridyenel akıntının ve aktif bölgelerin iç ve dış kısımlarındaki sistematik hareketlerin mevcudiyetinin tesbiti d,e,f şıklarının hassas olarak tayin edilmesi ile yakından ilişkilidir.

Gürültü ve özellikle sahte sinyaller çok sayıda aletsel etkilerden de ileri gelebilmektedir. Bu etkiler, güneşin dönme ölçümleri ile ilgilenen bir çok gözlemci tarafından son 15 yıl içinde ayrıntılı olarak tartışılmıştır.

I.3. Güneşin Dönmesinin İzlenebilir Oluşumlardan İtibaren Tayini

Sadece kararlı ve uzun ömürlü güneş oluşumları, güneşin açısal hızının tayin edilmesi için kullanılabilirler. Bütün uzun ömürlü oluşumlar manyetik orijinlidir ve bunların boylamsal öz hareket bileşenleri, açısal hızın temsilinde gerekli değildirler. Bu oluşumların belirli bir derinlikte sanki demir atmış durumda bulunduğu inanılır. Keza sık sık manyetik yapı içindeki magnetohidrodinamik kuvvetlerden dolayı iç hareketlere konudurlar. Tüm bunları göz önünde bulundurursak şunu söyleyebiliriz: Güneş yüzeyi üzerindeki oluşumların izlenmesi güneşin dönme hızını tayin etmekte iyi bir metod oluşturur. İzlenebilen güneş oluşumlarının spektroskopik metoda karşı avantajları vardır. Hız alanının iki bileşeni prensip olarak ölçülebilir.

Helyografik kartlar veya güneşin fotoğrafları kullanılarak güneş lekeleri gibi oluşumların izlenmesinden 20 ms^{-1} den daha iyi ($0.14 \text{ }^\circ/\text{g}$) bir iç hassasiyete erişilebilir. 250 mm lik güneş görüntüsü üzerinde 0.7 mm lik bir hassasiyetle bir tek noktanın pozisyonunun belirlendiğini farz edelim (disk merkezi civarında $\approx 5''$). Bu noktanın pozisyon ölçümünün disk geçişi

süresince müteakip 11 gün tekrarlanması ($-75^{\circ} \leq \Delta L \leq +75^{\circ}$) $3.8 \times 10^6 / 8.6 \times 10^4 / 11$ veya 13.5 ms^{-1} verir. Yüzlerce lekenin izlenmesi ile dönme hızı için 4 ms^{-1} veya $0.03^{\circ}/\text{g}$ den dah iyi bir hassasiyet elde edilmiştir (Newton ve Nunn, 1951 ; Ward, 1965, 1966).

Maksimum veya minimum şiddeti kullanarak pozisyon tayini yapıldığında bilgisayar kontrollü izleme ile bir tek pozisyon için $\leq 1''$ den küçük hassasiyetlere varılabilir. Böyle ölçümlerle bir lekenin dört müteakip günlük ölçümlerinden 2 ms^{-1} den küçük bir iç hassasiyete (Koch ve ark. ,1981) veya Ca^+ ince yapı gibi özellikleri için 45 ms^{-1} den daha küçük değerlere (Schröter ve Wöhl, 1976 ; Koch ve ark., 1981) erişilebilir. Prominens gibi güneşin doğu ve batı kenarında görünen izlenebilir özelliklerde her bir tek pozisyon ölçümü $10''$ lik bir hassasiyetle alındığı zaman, bu $\leq 10 \text{ ms}^{-1}$ lik bir doğruluk verir.

izlenebilir oluşumlarda, spektroskopik metoda benzer şekilde arzu edilen hassasiyete ulaşmayı önleyen çok sayıda engeller vardır. Bunlar yine güneş ve aletsel orijinlidir. Bunları şu şekilde sıralayabiliriz:

- a) Manyetik alana sahip örneklerin içindeki değişikliklerden dolayı gerçek öz hareketler,
- b) Yapının evrimi,örneğin parlaklık dağılımındaki değişim,
- c) Güneş leke ve fakülalar için Wilson depresyonu, kromosferik ve koronal özelliklerin ters etkisi,
- d) Atmosferik diferansiyel refraksiyon,
- e) Atmosferik seeing ve teleskop aberasyonundan dolayı görüntünün local bozulmaya uğraması,
- f) Helyografik kartlarda veya güneş fotoğraflarında güneş ekseninin pozisyonundaki (P ve B.) hatalar (P deki $0.1''$ lik bir hata 4 ms^{-1} lik bir hataya götürür ve ayrıca suni meridyenel akıntılar oluşturur),
- g) Kişisel hatalar, özellikle gözlemciler değiştiği zaman ortaya çıkmaktadır.

Bütün bu hata kaynakları, izlenen oluşumun tipine, izleme işlemine, alete ve gözlem metoduna çok yakından bağlıdır.

BÖLÜM II

II. GÜNEŞTE DİFERANSİYEL DÖNME VE MERİDYENEL SİRKÜLASYON

II.1. Diferansiyel Dönme

II.1.1. Giriş

Güneşin diferansiyel bir dönme gösterdiği Carrington (1863) zamanından beri bilinmektedir. Fakat bundan yaklaşık 200 yıl önce Scheiner böyle bir olaya dikkat çekmiştir. Diferansiyel dönmenin anlamı güneşin alçak enlemlerinin yüksek enlemlerinden daha hızlı dönmesidir. Başlangıçta güneş lekeleri kullanılarak yaklaşık $\pm 40^\circ$ enlemine kadar elde edilen bu sonucun (çünkü bu enlemlerin üzerinde bir kaç istisna dışında leke grupları oluşmaz) spektroskopik ölçümlerle $\pm 80^\circ$ enlemlerine kadar geçerli olduğu Howard ve Harvey'in (1970) çalışmalarında teyid edilmiştir.

Güneşin açısal hızının enleme bağılılığı genel olarak

$$\omega(\phi) = A + B \sin^2 \phi + C \sin^4 \phi$$

şeklinde verilmektedir. Burada ϕ enlemi; A, B ve C de ölçümlerden tayin edilen katsayıları göstermektedir. A katsayısı ekvatordaki sideral açısal hızı, B katsayısı diferansiyel dönme gradyentini (veya enlem gradyentini), $\omega(\phi)$ de ϕ enlemindeki sideral açısal hızı ifade etmektedir. ω , A, B ve C'nin birimleri derece/gün olarak verilmiştir. Genel olarak alçak enlemlerdeki oluşumlar için (örneğin güneş lekeleri gibi) son terim ihmal edilir.

Farklı yöntemlerle farklı dönme hızları elde edilmiştir. Güneş lekeleri, doppler kayması ile ölçülen fotosferik plazmadan yaklaşık % 5 daha hızlı dönmektedir. Manyetik alanlar ve filamentler Doppler kaymasında görüldüğünden daha az diferansiyel dönme gösterirler. Koronal deliklerin ise çok uzun ömürlü manyetik örnekler gibi hemen hemen diferansiyel dönme göstermediği görülmüştür. Buna karşın çok kısa ömürlü manyetik

örnekler daha çok güneş plazması gibi diferansiyel dönme gösterirler. Daha ayrıntı için izlenebilir oluşumların ölçümlerini alt gruplara ayırmak mümkündür. Örneğin büyük güneş lekelerinin küçük güneş lekelerinden yaklaşık % 2 ye kadar daha yavaş döndükleri (Ward,1966), kuvvetli ağ yapı bölgelerinin zayıf ağ yapı bölgelerinden daha hızlı döndükleri (Foukal, 1979) görülmüştür. Benzer farklılık fakülalarda da görülmüştür (Belvedere ve ark., 1977). Foukal (1979) güneş lekelerinin, tek tek lekelerin iç ve dış kısımlarındaki Doppler hızları ile mukayese edildiğinde, çevrelerindeki plazmadan daha hızlı döndüklerini göstermiştir.

II.1.2. Fotosfer Tabakasında Diferansiyel Dönme

II.1.2.1. Plazma Dönme Ölçümleri

Livingston (1969) Kitt Peak Gözlemevi' nde 1966-1968 yılları arasında elde edilen Doppler verilerinden, güneşin diferansiyel dönme ölçümlerini ayrıntılı veren ilk kişidir. Bundan bir yıl sonra Howard ve Harvey (1970) 1966 dan 1968 yılı sonuna kadar Mt. Wilson' da elde edilen 350 magnetogram (veya dopplergram) gözlemlerinin sonuçlarını sunarlar. Howard ve ark. (1980) aletlerden kaynaklanabilecek mümkün hataları da analiz ederler ve 1973-1977 dönemi ölçümlerinden A, B, C katsayılarının yeni değerlerini yayınlarlar. Aynı yıl Scherrer ve ark. (1980) 1976-1979 yılları arasında Stanford Gözlemevi' nde yapılan Doppler ölçümlerinin sonuçlarını yayınlar. Bu grup aynı zamanda ışığın saçılmasından ileri gelen hataları da düzelteren ilk kişilerdir. Takip eden dört yıl içinde gerek Mt. Wilson gerekse diğer gözlemevlerinden elde edilen ayrıntılı sonuçlar literatürde yayınlanmıştır. Sonuçlar Tablo I de özetlenmiştir.

TABLO I

Fotosferik plazmanın diferansiyel dönmesi

Referanslar	A	B	C	Dönem
Livingston (1969)	13.74	-	-	1966-68
Howard ve Harvey (1970)	13.76	-1.74	-2.19	1966-68
Snider ve ark. (1979)	13.5	-	-	1977
Howard ve ark. (1980)	13.95	-1.61	-2.63	1973-77
Scherrer ve ark. (1980)	14.44	-1.98	-1.98	1976-79
Perez Garde ve ark. (1981)	14.32	-	-	1978
Duvall (1982)	14.14	-	-	1978-80
LaBonte ve Howard (1982)	14.23	-1.54	-2.80	1967-80
Howard ve ark. (1983)	14.192	-1.70	-2.36	1967-82
Snider (1983)	13.8	-	-	1979-82
Küveler ve Wöhl (1983)	14.15	-	-	1981
	13.90	-	-	1982
Snodgrass ve ark. (1984)	14.112	-1.69	-2.35	1967-82
Snodgrass (1984)	14.049	-1.492	-2.605	1967-84
Koch (1984)	14.20	-	-	1980-81
Pierce ve Lopresto (1984)	14.07	-1.78	-2.68	1979-83

En azından bir kaç yılı içeren gözlemlerin indirgenmesinden A katsayısı için ± 0.008 derece/günlük veya 1.2 m/s lik ortalama karakök hatalara (okh) erişilir. B ve C katsayıları için okh hataları yaklaşık bir mertebe daha büyüktür (0.08 derece/gün).

Güneşin kutuplarına yakın bölgelerin açısız dönme hızları Beckers (1978) ve Cram ve ark. (1983) tarafından incelenmiştir. Beckers kutup ve civarı için $\omega=9.85\pm 0.34$ derece/günlük bir açısız hız bulmuştur. Cram ve ark. 75° enlemi için $\omega=10.28$ bulurken Mt. Wilson ve Stanford Gözlemevleri sırası ile 10.34 ve 10.83 değerlerini vermektedirler.

Snodgrass ve Ulrich (1990) 1967-1987 yıllarını içeren Mt. Wilson magnetogram gözlemlerinden fotosferik açısız hız için A, B, C katsayılarını sırası ile 14.252 ± 0.009 , -1.68 ± 0.06 ,

-2.40±0.10 olarak vermektedirler. Halbuki aynı çalışmada aynı dönemi kapsayan spektroskopik hız ölçümlerinden elde edilen hız değerleri biraz daha düşük çıkmıştır. Değerler şöyledir: A=14.113±0.029, B=1.70±0.02, C=2.347±0.03 .

Açısal hızın fotosferik ve kromosferik tabakalarda yükseklikle nasıl değiştiğini gösteren literatürde bir çok çalışma vardır, ama bunlar birbirleriyle fazla uyumadıkları gibi yüksek hata değerleri de vermektedirler. Livingston (1969a, b) ve Gasanalizade (1980) fotosfer içinde açısal hızda herhangi bir sistematik değişim olmadığını buldular, fakat bir yıl sonra Livingston (1970) kromosferik çizgilerden daha hızlı bir dönme bulunduğunu rapor etmiştir. Aslanov (1963) ve Solonsky (1972) fotosferik çizgilerden açısal hızın optik derinlikle azaldığını çıkarmışlardır. Gene Balthasar'ın (1983) 63 Fraunhofer çizgisinden optik derinlikle açısal hızın azaldığını gösterdiğini, fakat değişimlerin her 1000 km başına 50 m/s olmasından sonuçların hata sınırları içinde önemsiz kaldığını görmekteyiz. Balthasar (1984) 143 çizgi üzerinde tekrar ölçüm yaptığında katı cisim dönmesinden herhangi bir fark bulamamıştır. Pierce ve Lopresto (1984) fotosferik ve kromosferik tabakaları kapsayan farklı şiddette 13 çizgiyi incelemişler ve açısal hızın yükseklikle önemli değişmediğini bulmuşlardır.

Sonuç olarak şunu söyleyebiliriz ki, ω açısal hızın fotosferik ve kromosferik tabakalarda yükseklikle nasıl değiştiği kesin olarak tam anlaşılammıştır.

II.1.2.2. Güneş Leke Ölçümlerinden Elde Edilen Dönme Hızları

Güneşin diferansiyel döndüğünü güneş lekelerinden itibaren istenilen sıhhatte ortaya koyabilmek için son onbeş yıldır büyük gayret sarfedilmektedir. Plazma hız ölçümleri ile mukayese edilebilir bir hassasiyete erişmek için yüzlerce güneş lekesi kullanmak gerekmektedir. Bu uygulamayı yapabilmek için sadece bir kaç gözlemevinin verileri uygundur. 1976 yılına kadar $\omega(\phi)$ 'nin tayini için "Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlar" (1874-1976) temel kaynaktı. Lustig (1983) 1947 yılından beri Kanzelhöhe Gözlemevi'nde yapılan günlük güneş leke çizimlerini $\omega(\phi)$ 'yi tayin etmek için kullanmıştır. Howard ve ark. (1984)

Mt. Wilson Gözlemevi'nde (1921 den beri) beyaz ışıktaki çekilen fotografik plak koleksiyonunu kullanarak güneş lekelerinin koordinatlarından itibaren yeni dönme hızları bulmuşlardır. Ribes ve Mein (1984), Meudon Gözlemevi'nde kaydedilen Ca^+ spektrogramları ve güneş lekelerinden $\omega(\phi)$ 'nin uzun dönemli değişimlerini elde etmek için dijitize tekniğini başlatmışlardır. 1967 yılından itibaren yayınlanan Catania Gözlemevi'nin güneş patrol verileri çeşitli araştırmacılar tarafından dönme problemini çözmek için kullanılmaktadır. Ternullo ve ark.(1981) bu veriyi kullanarak açısız hızın güneş leke grubunun yaşına bağlı olduğunu bulmuşlardır.

Bütün yeni hız ölçümleri temelde Ward'ın (1966) sonuçlarını teyid eder. Ward'a göre güneş lekelerinden çıkarılan dönme hızları kullanılan güneş lekelerinin belirli karakteristiklerine dayanmaktadır.

Literatürde şimdiye kadar aşağıdaki karakteristikler gözönüne alınmıştır:

- i) Yapısı (tek, iki kutuplu, takip eden, önde giden, karmaşık olmak üzere)
- ii) Alanı (lekenin güneş diski üzerinde kapladığı alan)
- iii) Yaşı (kısa-ömürlü, uzun-ömürlü, tekrarlayan)
- iv) Zürich sınıflaması (temel olarak bütün bu karakteristiklerin karışımı)

Tekrarlayan güneş lekelerinin (esasen H ve J tipi lekeler) en düşük dönme hızı gösterdikleri ve gelişimlerinin ilk safhalarında olan güneş lekelerinin ise (ki bunlar B-, C-, D- tipi lekelerdir) daha hızlı döndükleri görülmüştür (Balthasar ve Wöhl, 1980 ; Ternullo ve ark., 1981 ; Balthasar ve ark., 1986). Kambry ve Nishikawa da (1990) Japon Ulusal Astronomi Gözlemevi'nin güneş leke çizimlerini kullanarak H ve J tipindeki güneş lekelerin diğer bütün tiplere göre daha düşük dönme hızı gösterdiklerini tespit etmişlerdir. Tablo II de şu ana kadar güneş lekelerinden elde edilen sonuçlar özetlenmektedir. Değerler iki sınıfa ayrılmıştır: i) tek, uzun ömürlü, tekrarlayan lekeler ii) bütün lekeler. Bu iki sınıf arasındaki ekvatorial dönme hızlarında farklar vardır.

TABLO II

Güneş Lekelerinden İtibaren Diferansiyel Dönme

Referanslar	A	B	Dönem
<i>Tek, uzun ömürlü, ve tekrarlayan güneş lekeleri:</i>			
Newton ve Nunn (1951)	14.368	-2.69	1878-1944
	±0.004	±0.04	
Ward (1966)	14.378	-2.69	1878-1944
	±0.003	±0.08	
Balthasar ve ark. (1982)	14.34	-	1940-1969
	±0.08		
Lustig (1983)	14.38	-2.57	1947-1981
	±0.01	±0.07	
Howard ve ark. (1984)	14.393	-2.95	1921-1982
	±0.010	±0.09	
Lustig ve Dvorak (1984)	14.23	-2.36	1948-1976
	±0.02	±0.24	
Balthasar ve ark. (1986)	14.37	-2.86	1874-1939
	±0.01	±0.12	
<i>Bütün güneş lekeleri:</i>			
Ward (1966)	14.523	-2.69	1905-1954
	±0.006	±0.06	
Godoli ve Mazzucconi (1979)	14.58	-2.84	1944-1954
Balthasar ve Wöhl (1980)	14.525	-2.83	1940-1968
Arevalo ve ark. (1982)	14.626	-2.70	1872-1902
	±0.014	±0.16	
Howard ve ark. (1984)	14.552	-2.84	1921-1982
	±0.004	±0.04	
Balthasar ve ark. (1986)	14.551	-2.87	1874-1976
	±0.006	±0.06	
Hanslmeier ve Lustig (1986)	14.380	-2.22	1976-1986
	±0.015	±0.14	
Balthasar ve Fangmeier (1988)	14.52	-2.84	1948-1976
Kambry ve Nishikawa (1990)	14.44	-2.56	1956-1986
	14.44	-2.22	1976-1986
	±0.02	±0.18	

Balthasar ve ark. (1982) kararlı, tekrarlayan güneş lekelerinin ömürleri süresince dönme hızlarında günlük 0.8 ile 0.3 m/s lik bir yavaşlama gösterdiklerini bulmuşlardır. Bu sonuçlar uzun ömürlü lekelerin daha yavaş döndüğünü destekler mahiyettedir. Leke grubunun yaşıyla açısız hızdaki böyle bir azalma, keza Howard ve ark. (1984)'nın çalışmalarıdan da çıkarılabilir. Şöyle ki; küçük lekelerin istatistik olarak kısa ömürlü, büyük lekelerin uzun ömürlü oldukları düşünülerek bu yapılabilir. Howard ve ark. ekvatorial dönme hızını en küçük lekeler için 14.55, orta büyüklüktekiler için 14.44, ve en büyük leke grupları için ise 14.28 derece/gün olarak bulmuşlardır. Neidig (1980) 1967-1974 yılları arasındaki dönemde, tek kutuplu leke grupları için 14.38 ± 0.02 derece/gün, iki kutuplu gruplar için 14.71 ± 0.05 derece/günlük dönme hızı ölçmüştür. Bu sonuçlar daha önce Kearns (1979) tarafından bulunan sonuçlarla uyumaktadır. Gilman ve Howard (1984), Mt. Wilson plaklarından grubun ön kısmındaki lekelerin (güneşin batısındaki) arka kısmındaki lekelerden yaklaşık 0.1 derece/gün (veya 14 m/s) kadar daha hızlı döndüklerini bulmuşlardır. Grubun ön kısmındaki ve arka kısmındaki lekelerin özellikle evrimlerinin ilk fazlarında birbirlerinden uzaklaştıkları Godoli ve Mazzucconi (1982) tarafından daha önce bildirilmişti. Bazı çalışmalarda dönme hızının çevrimin fazına bağlı olduğu, hızın aktivite minimumu civarında ve maximumu başlangıcında en yüksek değere sahip olduğu tespit edilmiştir (Balthasar ve ark., 1986; Kambry ve Nishikawa, 1990).

II.1.2.3. Fotosfer Tabakasında Diğer İzlenebilir Oluşumlardan Sonuçlar

Duvall (1980) farklı günlerde gözlenen süpergranüler örneklerinden 14.72 ± 0.07 derece/gün gibi gerek fotosferden gerekse genç güneş lekelerinden önemli ölçüde yüksek olan bir dönme hızı bulmuştur. Snodgrass (1983) Mt. Wilson Gözlemevi' nin (1967-1982) günlük magnetogramlarını kullanarak manyetik örneklerin dönme hızını tekrarlanan güneş lekelerin dönme hızlarına çok yakın olduğunu bulmuştur. Snodgrass tarafından çıkarılan ekvatorial hız daha önce yapılan bu tip çalışmalarla (Wilcox ve Howard, 1970 ; Wilcox ve ark., 1970 ; Stenflo, 1977) nispeten

uyuşmaktadır, fakat açısai hızın eğimi önceki araştırmacılarınkinden diktir. Bu durum daha çok bir katı cisim dönmesi gösterir.

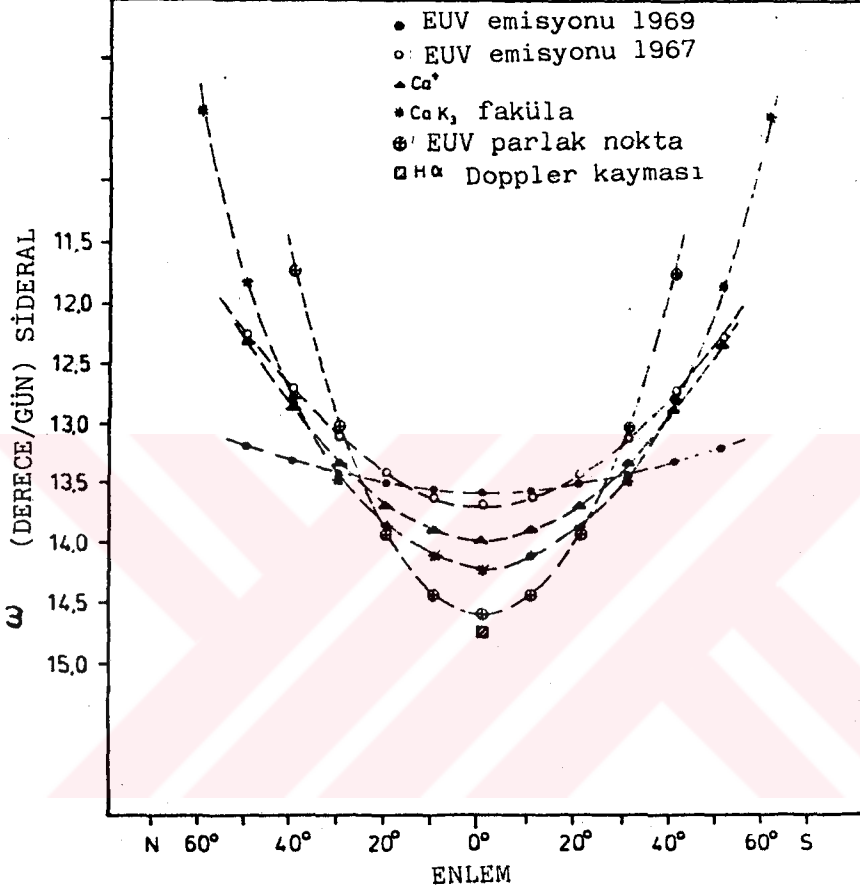
II.1.3. Fotosfer Tabakasının Uzerinde Dönme

Fotosfer tabakasının uzerinde bulunan Kromosfer ve Korona tabakasının dönme ölçümleri uzerine Antonucci (1978) ve Noci'nin (1978) ayrıntılı çalışmaları vardır.

Güneş fakülalarının dönme hızları Newton (1924) tarafından tayin edilmiştir. Newton'un $A=14.54$ ve $B=-2.81$ (derece/gün) değerleri bütün güneş lekeleri gözönüne alınarak elde edilen sonuçlara gayet iyi uymaktadır. Kutup fakülaları Müller (1954) ve Waldmeier (1955) tarafından incelenmiştir. Her ikisinde 65° - 70° enlemleri için 10 derece/günlük açısai hız değerleri bulmuşlardır. Bu değer Beckers (1978), Cram ve ark.'nın (1983) kutba yakın plazma ölçümlerinden biraz daha küçüktür. Fakat önceki verilerin geniş saçılmasından dolayı bu farklar önemli olmayabilir.

Kromosfer ve koronadaki oluşumlar farklı açısai hız değerleri gösterirler. Kısa ömürlü (küçük ölçekli) ve uzun ömürlü (büyük ölçekli) özelliklerin enleme bağıli açısai hızları büyük farklılıklar gösterir. Şekil 1. de kromosferik tabaka için enleme sideral açısai hızın değişimi farklı özellikler için görölmektedir (Antonucci ve ark., 1977). Tablo III' de uzun ve kısa ömürlü kromosferik ve koronal yapılardan elde edilen değerler görölmektedir (Schröter, 1985).

KROMOSFERİK DÖNME EĞRİLERİ



Şekil 1. Kromosferin küçük ölçekli kısa yaşam süreli ve büyük ölçekli uzun yaşam süreli özelliklerinden elde edilen güneşin diferansiyel dönmesinin bir karşılaştırması.

TABLO III

Kromosferik ve Koronal Yapılardan İtibaren Diferansiyel Dönme

Referanslar	A	B	Yapının Tipi
<i>Kısa ömürlü özellikler:</i>			
Milosevic (1950)	14.14	-3.18	Ca ⁺ -K ₉ fakula
Schröter ve Wöhl (1975,1976)	13.93	-2.9	Ca ⁺
	±0.08	±0.73	
Dupree ve Henze (1972,1973)	13.54	-1.5	
Simon ve Noyes (1972)	14.7	-7.1	
	±0.2	±1.1	
Liu ve Kundu (1976)	14.5	-4.19	
	±0.27	±3.0	
<i>Uzun ömürlü özellikler ve Doppler kayması:</i>			
Livingston (1969)	14.90	-	H _α Doppler kayması
Antonucci ve Dodero (1977)	14.33	-0.34	Yesil Korona çisgisi
Antonucci ve ark. (1977)	14.09	-0.37	Uzun ömürlü Ca ⁺ K ₉ bolge
d'Azambuja ² (1948)	14.48	-2.16	H _α filament
Liu ve Kundu (1976)	14.73	-1.05	
	±0.28	±1.6	
Wagner (1975)	14.33	-0.39	
Adams (1976)	14.48	-0.29	
Timothy ve ark. (1975)	14.23	-0.4	
	±0.03	±0.1	

Bu tablodan da açıkça görülmektedir ki, diferansiyel dönme gradyenti izlenen oluşumun tipine, büyüklüğüne ve ömrüne çok yakından bağlıdır. Uzun ömürlü yapıların gradyentlerinin küçük olduğu, çok uzun ömürlü koronal deliklerin hemen hemen katı cisim dönmesi gösterdiği görülür. Henüz A katsayısının yükseklikle nasıl bir değişim gösterdiği açık değildir; bunun bir nedeni de izlenebilir oluşumların hangi yükseklikte oluş-

tuklarının tam bilinmemesidir. Koronal orjinli olan X-ışın emisyonu fotosferik plazma ve güneş lekelerine çok benzer bir dönme gösterir (Golup ve Vaiana, 1978). Parker ve ark. (1982) beyaz ışık koronal özelliklerden (Hawaii'de yapılan K-koronoğraf gözlemlerinden) $1.12-1.5 R_{\odot}$ uzaklıkta koronanın fotosferik plazmadan daha hızlı döndüğünü ortaya çıkarmışlardır.

Antonucci ve çalışma arkadaşları bir çok makalede (Antonucci ve Svalgaard, 1974 ; Antonucci ve Dodero, 1977 ; Antonucci ve ark., 1977 ; Antonucci ve ark., 1979 ; Antonucci ve Dodero, 1979) açılal hızın kromosferik ve koronal yapıların hayat sürelerine bağıllılığını araştırmışlardır. Schröter' e göre bu araştırmalardan üç temel sonuç çıkarılabilir:

(i) Ca^{+} - K_{9} kromosferinin bir günden daha kısa yaşam süreli özellikleri kromosferik plazmanın hızına eşit bir hızla dönmektedir, yani fotosferik tabakadan biraz daha hızlı dönmektedir.

(ii) Uzun yaşam süreli Ca^{+} - K_{9} kromosferik örnekler daha çok yeşil korona gibi dönmektedir.

(iii) Yeşil koronanın kısa ve uzun yaşam süreli örnekleri oldukça farklı $\omega(\phi)$ eğrileri göstererek geniş bir enlem aralığında birlikte bulunmaktadırlar.

Fe XV λ 284 A ve yumuşak x-ışınlarında gözlenen koronal delikler katı cisim dönmesine yakın bir dönme gösterirler (Wagner, 1975 ; Timothy ve ark., 1975). Bununla birlikte Shelke ve Pande (1985) helyumun λ 10830 A çizgisinden koronal deliklerin tam bir diferansiyel dönme gösterdiklerini bulmuşlardır. Literatürde bunlarla uyuşmayan sonuçlar da bulunabilir. 1980 den önce yapılan çalışmalarda, fotosferik zeminin manyetik alan örneklerinin koronal delikler gibi hemen hemen katı cisim gibi döndüğüne inanılırdı (Wilcox ve Howard, 1970 ; Wilcow ve ark., 1970 ; Stenflo, 1977). Snodgrass (1983) Mt. Wilson manyetik verilerini kullanarak fotosferik zemindeki manyetik alan dönme profillerinden elde edilen sonuçların alçak enlemlerdeki tekrarlanan güneş lekelerinden elde edilenlere çok benzer olduğunu ve aynı zamanda bu sonuçların Mt. Wilson'da yüksek enlemlerden elde edilen plazma ölçümlerine benzediğini de ifade etmektedir. d'Azambuja (1948) üst kromosfere ait uzun yaşam süreli yapılar-

dan olan H_{α} filamentlerinin enlemsel bir gradyen gösterdiğini, bunun hemen hemen fotosferden elde edilen leke sonuçları ile özdeş olduğunu vermektedir. Adams ve Tang (1977)'a göre kısa yaşam süreli filamentler uzun yaşam süreli filamentlere nazaran daha düz bir açısız hız eğrisi gösterirler. Schröter (1985) planetler arası manyetik alanın yapısının -ki bu yapı güneş rüzgarı ile direk ilişkilidir- büyük ölçekli ve uzun ömürlü koronal manyetik yapıyla sıkı bir korelasyonu olduğuna inanıldığını belirtmektedir. Gene Schröter kromosferik ve koronal tabakaların diferansiyel dönmesinin nedenini açıklamaktan çok uzak olduğumuzu ve özellikle uzun ve kısa yaşam süreli kromosferik ve koronal özelliklerin neden çok farklı $\omega(\phi)$ eğrileri gösterdiklerini anlamamıza yardımcı olabilecek bir ipucununda bulunmadığını söylemektedir.

II.2. Meridyenel Sirkülasyon

Güneşin fotosfer tabakasındaki diferansiyel dönmenin anlaşılabilmesi için, açısız momentum taşınımının mekaniğinin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bu, güneşin diferansiyel dönmesine neden olduğu gibi onun sürekliliğini de korumaktadır. Meridyenel hareketler açısız momentum taşımaya muktedirdir (Balthasar ve ark., 1986). Bu nedenle meridyenel hareketlerin tespit edilmesi güneş yüzeyi üzerindeki diferansiyel dönmenin açıklanması için önemlidir (Balthasar ve ark., 1986 ; Hanslmeier ve Lustig, 1986). Gilman (1980) fotosfer tabakasındaki ekvatora doğru, daha alt tabakalarda kutuplara doğru meridyenel sirkülasyonun net bir ekvatorial ivmelenmeyi oluşturabileceğini öne sürmüştür. Momentum kollarının uzunluğundaki farklılık ve iki tabaka arasındaki akışkan etkileşiminden dolayı, dış tabakada ekvator doğrultusundaki plazma hareketi altta kutup doğrultusundaki hareketten daha fazla açısız momentum ihtiva eder. Böyle bir meridyenel sirkülasyon ya *anisotropik viskozite* ya da enleme bağlı *konvektif enerji nakli* tarafından sürdürülebilir (Schröter, 1985). Bir kaç ms^{-1} mertebesindeki ekvator doğrultusundaki meridyenel hareketler gözlenen diferansiyel dönmeyi teyid etmek için teorilerde gereklidir.

Fotosfer tabakasındaki meridyenel akıntı uç farklı yöntemle tayin edilebilir:

- i) spektroskopik yöntemle,
- ii) güneş yüzeyi üzerindeki oluşumların (çoğunlukla güneş lekeleri) izlenmesiyle,
- iii) zemin manyetik alanların günlük magnetogramlarının uzun dönemli incelenmesiyle.

Güneş lekelerinin öz hareketinden elde edilen meridyenel hareketler spektroskopik yöntemle elde edilen meridyenel hareketlerle tam bir uyum içinde değildir. Spektroskopik sonuçlar Duvall (1979) ; Howard (1979) ; La Bonte ve Howard (1982); Snodgrass (1984) ; Andersen (1984) ; Cavallini, Ceppatelli ve Righini (1985 a,b, 1986) tarafından tartışılmıştır. Onlar fotosfer tabakasındaki meridyenel hareketlerin genellikle kutup doğrultusunda olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak bu spektroskopik sonuçlar ilk bakışta diferansiyel dönme teorisini desteklememektedir.

Bu durum izleyici olarak güneş lekeleri kullanıldığında biraz daha iyidir. Bununla birlikte güneş lekelerinin izlenmesi ile sadece güneş leke kuşağı (40° ye kadar) içindeki meridyenel hareketler tayin edilebilir. Tuominen 1941 yılında güneş lekelerinin enlemsel hareketlerini inceledikten sonra, lekelerin meridyenel hareketleri, farklı zaman aralıkları için, Arevalo ve ark. (1982), Balthasar ve Wöhl (1980), Becker (1954a, 1954b), Coffey ve ark. (1969), Tuominen (1941, 1952, 1976), Tuominen ve ark.(1982) ve Ward (1964, 1965, 1973) gibi farklı yazarlar tarafından da incelenmiştir. Yazarlar bu çalışmalarında güneş lekelerinin meridyenel hareketlerini uzun zaman aralıkları ve farklı aktivite çevrimleri için araştırmışlardır. Ayrıca güneş aktivitesinin minimumu veya maksimumu civarında güneş lekelerin enlemsel hareketleri de analiz edilmiştir. Bazı çalışmalar tekrarlayan güneş lekelerini de içermektedir. Richardson ve Schwarzschild (1953) 1874-1950 dönemindeki tekrarlayan güneş lekeleri için 22 yıllık bir çevrim bulmuşlardır. Tuominen'in (1955) sonuçları da böyle bir periyod göstermekle beraber daha sonraki yıllarda yapmış olduğu (Tuominen ,1976) yeni bir araştırması bu periyodu teyid etmemektedir. Tuominen

bu çalışmasında daha uzun bir döneme (1874-1965) ait veri seti ile modifiye edilmiş ve geliştirilmiş veri analizi işlemi kullanmıştır. Araştırmaların çoğu Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlar ile yapılmıştır.

Balthasar ve Wöhl (1980) 1940-1968 dönemine ait Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlarını kullanarak meridyenel hareketlerin zamana bağlı değişimini incelemişler ve sonuçların önemli olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca güneş lekelerinin meridyenel hareketlerinin her iki yarım kürede genel olarak güneye doğru bir sürüklenme gösterdiğini tespit etmişler, ancak bu değerlerin gerçek anlamda sıfırdan farklı olmadıklarını da işaret etmişlerdir.

Balthasar, Vazquez ve Wöhl (1986) 1874-1976 dönemine ait Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlarını kullanarak güneş lekelerinin meridyenel hareketlerini incelemişler ve her iki yarım kürede güneye doğru bir sürüklenme eğilimi tespit etmişlerdir. Ancak bu değerler de gerçek anlamda sıfırdan farklı değildir. Güney kutbuna doğru olan genel sürüklenme Mt. Wilson verileri kullanılarak Howard ve ark. (1984) tarafından da tespit edilmiştir. Ancak çekilen fotoğraflarda kuzey doğrultusunun tam doğru işaretlenmediğine dair belirtiler vardır.

Hansmeier ve Lustig (1986) 1947.9-1985 dönemine ait Kanzelhöhe Gözlemevi'nin güneş leke çizimlerini kullanarak, güneş lekelerinin meridyenel hareketlerini araştırmışlardır. Onlar bu çalışmalarında genel olarak güneye doğru bir sürüklenme tespit etmişlerdir. Ayrıca 18., 19. ve 20. leke çevrimlerini tek tek inceleyip her uç çevrimde $3/2$ ve $2/1$ cutoff oranları ($3/2$ cutoff oranı : boylamda $3^\circ/g$ ve enlemde $2^\circ/g$ den büyük hareketler elemine ediliyor) için ekvatora yakın bölgelerde güneye doğru meridyenel hareketler tespit etmişlerdir.

Kambry ve ark. (1991) Japon Ulusal Astronomi Gözlemevi'nin 1954-1986 dönemi için güneş leke çizimlerini kullanarak (-20°)-($+15^\circ$) enlem aralığında ekvatora doğru, her iki yarım kürenin daha yüksek enlemlerinde ise kutuplara doğru bir meridyenel akıntı tespit etmişlerdir. Ayrıca meridyenel hareketlerin güneş çevrimine bağlılığına dair işaretler de bulmuşlardır.

BÖLÜM III

III- İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ GÖZLEMEVİ' NDE YAPILAN FOTOSFER LEKE GÖZLEMLERİ KULLANILARAK ORTAYA KONULAN GÜNEŞİN DİFERANSİYEL DÖNMESİ VE MERİDYENEL SİRKÜLASYONU

III.1. Giriş

Bu çalışmada

i) 21. güneş leke çevrimi için (1976.50-1986.75) bütün leke grupları kullanılarak (A,B) katsayıları,

ii) Her bir faz için lekelerin olduğu bütün enlemler gözönüne alınarak (A,B) katsayıları,

iii) Güneş leke grup tipleri için (A,B,C,D,E,F,G,H,J) ayrı ayrı çevrimsel (A,B) katsayıları,

iv) 21. çevrim için $3/2$ cutoff oranı ve $\mp 35^\circ$ enlemleri gözönüne alınarak,

a) Kuzey + Güney yarımküre

b) Kuzey yarımküre

c) Güney yarımküre

için ortalama enlemsel kayma değerleri,

v) 21. çevrim için $1.5/1$ ve $3/2$ cutoff oranlarını kullanarak $\mp 5^\circ$ lik enlem kuşakları için ortalama enlemsel kayma değerleri bulunmaya çalışılmıştır.

III.2. Gözlem Materyali Ve İndirgenmesi

III.2.1. Gözlem Materyali

Bu çalışmada kullanılan leke gruplarının seçimi iki aşamada yapılmıştır. İlk aşamada 21.çevrime ait olup, 3 veya 3 günden fazla yaşamış, enlemi $\mp 40^\circ$ arasında olan leke grupları Güneş Gözlemlerinin Yıllık Derlemeleri' nden işaretlenerek seçilmiştir. İkinci aşamada ise, seçilen her bir leke grubunun evrimi incelenerek, evriminde kararlılık ve süreklilik gösterenler bu çalışmada kullanılmak üzere alınmıştır. $\mp 75^\circ$ merkezsel boylam aralığı dışında kalan leke grupları değerlendirmeye alınmamışlardır. Bu değerlerin dışındaki leke grupları gerek geometrik kısalmadan gerekse çizimlerden girebilecek hatalardan dolayı indirgeme dışında tutulmuşlardır.

III.2.2. Verilerin Bilgisayara GiriliŖi

İstenilen koŖulları gerekleŖtiren her bir leke grubuna ait veriler günlük leke çizimlerinden alındıktan sonra, PC turu bir bilgisayara QB 4.5 derleyicisine aŖağıdaki formatta girilmiŖtir.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
1	44327	8.15	08	12	W,	10	W,	232	D,	8	1
1	44328	6.10	07	27	W,	24	W,	233	D,	6	1
1	44329	6.55	08	39	W,	36	W,	232	C,	13	2
2	44327	8.15	09	04	E,	06	E,	216	B,	6	1
2	44328	6.10	10	09	W,	06	W,	215	C,	19	1
2	44329	6.55	10	24	W,	21	W,	217	C,	7	2
.
.

Her bir sütundaki verilerin ne ifade ettikleri aŖada belirtilmiŖtir:

I: Leke grubunun numarasını vermekte, ve bu numara grubun evrimi boyunca yazılmaktadır.

II: Leke grubunun gözlendiği günün tarihine karŖılık gelen Modifiye EdilmiŖ Jülyen Tarihini vermektedir. Burada Modifiye EdilmiŖ Jülyen Tarihini kullanmamızın nedeni, iŖlemleri biraz daha basite indirgemektir.

III: Bu sütundaki değerler leke grubunun gözlendiği tarihteki gözlem saatini vermektedirler. XX.YY formatında yazılmıŖ olup, XX^hYY^m anlamındadırlar.

IV: Leke grubunun gözlendiği tarihteki helyografal enlemi.

V: Leke gruplarının gözlendikleri tarihlerde saat 12^h00^m UT de merkezsel boylama olan açısal uzaklıkları.

VI: Bu sütundaki harfler V.sütundaki değerlere ait olup, leke grubunun saat 12^h00^m UT de merkezsel boylama göre doğuda (E) veya batıda (W) olduğunu gösterir.

VII: Bu sütundaki değerler ise, leke grubunun gözlem saati

için merkezzsel boylama olan açısıl uzaklığını vermektedirler (75° den büyük değerler ve o güne ait diğer veriler alınmamıştır).

viii: Bu sütundaki harfler de 7. sütundaki değerlere ait leke grubunun gözlem saati için merkezzsel boylama göre doğuda (E) veya batıda (W) olduğunu gösterirler.

ix: Leke grubunun gözlendiği tarihdeki helyografal boylamı.

x: Bu sütundaki harfler ise güneş lekelerinin Zürich sınıflamasıdır. Ancak Bölümümüz 1980 yılından sonra McIntoch sınıflamasına geçtiğinden, Zürich sınıflamasında bulunan G ve J grupları bu yıldan itibaren kullanılmamıştır.

xi: Gruplardaki toplam leke sayıları.

xii: Bu sütundaki (1) rakkamları sözkonusu grubun evriminin devam ettiğini, (2) rakkamları ise evrimin bittiğini göstermektedir.

Veriler her bir faz için ayrı ayrı dosyalara girilmiştir. Her bir fazın başlangıç ve bitiş tarihleri şöyledir:

	<u>Başlangıç Tarihi</u>	<u>Bitiş Tarihi</u>
1.faz	: 1 Haziran 1976	12 Haziran 1977
2.faz	: 13 Haziran 1977	24 Haziran 1978
3.faz	: 25 Haziran 1978	6 Temmuz 1979
4.faz	: 7 Temmuz 1979	18 Temmuz 1980
5.faz	: 19 Temmuz 1980	31 Temmuz 1981
6.faz	: 1 Ağustos 1981	12 Ağustos 1982
7.faz	: 13 Ağustos 1982	24 Ağustos 1983
8.faz	: 25 Ağustos 1983	6 Eylül 1984
9.faz	: 7 Eylül 1984	18 Eylül 1985
10.faz	: 19 Eylül 1985	30 Eylül 1986

Örneğin 1.faza ait leke grupları olarak, o fazın başlangıç ve bitiş tarihleri dahil olmak üzere bu tarihler arasında doğmuş bütün leke grupları alınmıştır.

III.2.3. Verilerin İndirgenmesi ve Kullanılan Programlar

DLIND.BAS adlı program ile her bir fazdaki leke grupları için sırasıyla aşağıdaki değerler hesaplanmıştır:

i) Ortalama Enlem: Leke grubunun evrimi süresindeki enlem değerlerinin aritmetik ortalamasıdır. Matematik ifadesi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Ortalama Enlem} = \left(\sum_{i=1}^n \phi_i \right) / n \quad (\text{derece})$$

Burada ϕ enlemi, n ise leke grubunun toplam gözlem sayısını göstermektedir.

ii) Ortalama Günlük Sideral Açısal Hız (OGSAH): Bu değer hesabı şu şekilde yapılmıştır. İki ardışık gözlem arasındaki zaman farkı ve leke grubunun bu zaman farkı için güneş diski üzerindeki hareket miktarı bulunduğundan sonra, bu değerler yardımıyla hareket miktarı 24^h üzerinden indirgenmiştir. Her iki ardışık gözlem için bulunan bu indirgenmiş değerler toplanıp, leke grubunun gözlemlendiği gün sayısının bir eksiğine bölünerek o leke grubu için ortalama günlük sideral açısal hız değeri ω (derece/gün) elde edilmiştir.

Leke grubu "n" gün boyunca gözlenmiş ise, ve ardışık gözlemler arasındaki 24^h üzerinden indirgenmiş hareket miktarları'nda X_i ile gösterilirse ($i=1$ den $(n-1)$ e kadar olmak üzere),

$$\text{OGSAH} (\omega) = \left(\sum_{i=1}^{n-1} X_i \right) / (n-1) \quad (\text{derece/gün})$$

iii) Ortalama Günlük Enlemsel Kayma (OGEK): Bu değer, leke grubunun gözlenmiş olduğu ilk ve son tarihlerdeki enlem değerlerinin farkının, bu tarihlere karşılık gelen Modifiye Edilmiş Jülyen Tarihlerinin farkına bölünmesiyle bulunmuştur.

$\phi(N) \rightarrow$ Leke grubunun son gözlemlendiği tarihteki enlem değeri.

$\phi(1)$ → Leke grubunun ilk gözleendiği tarihdeki enlem değeri.

MJDCN) → Leke grubunun son gözleendiği tarihe karşılık gelen Modifiye Edilmiş Jülyen Tarihi.

MJDC1) → Leke grubunun ilk gözleendiği tarihe karşılık gelen Modifiye Edilmiş Jülyen Tarihi.

$$\text{OGEK} = (\phi(N) - \phi(1)) / (\text{MJDCN} - \text{MJDC1}) \quad (\text{derece/gün})$$

iv) Ortalama Günlük Boylamsal Kayma (OGBK): Bu değer ortalama günlük enlemsel kayma miktarının bulunduğu şekilde bulunmuştur. LC1) ve LCN) leke grubunun gözleendiği ilk ve son tarihlerdeki boylam değerleri olmak üzere,

$$\text{OGBK} = (\text{LCN} - \text{LC1}) / (\text{MJDCN} - \text{MJDC1}) \quad (\text{derece/gün})$$

dür.

Tüm bu değerlerin hesaplanmasında kullanılan DLIND. BAS adlı programın çalıştırılması ise şu şekildedir:

Program çalıştırılmaya başlatıldıktan sonra hesaplanacak değerlerin yazdırılacağı dosyanın adı girilir. Ardından verilerin içinden okutulacağı dosyanın adı girilir. Bu dosyadaki veriler okunduktan sonra bir alt programa geçilerek o leke grubuna ait sırasıyla ortalama enlem, ortalama günlük sideral açısal hız değeri, ortalama günlük enlemsel ve boylamsal kayma miktarları hesaplanıp bu değerleri yazdırmak amacıyla açılan dosyaya aktarılır.

Tüm bu işlemlerden sonra, ABKAT.BAS adlı başka bir program ile her bir faz için "En Küçük Kareler Yöntemi" kullanılarak,

$$\omega(\phi) = A + B \sin^2 \phi$$

bağıntısındaki A ve B katsayıları hesaplanmıştır. Bu katsayıların ve katsayılardaki hataların hesapları için aşağıdaki bağıntılar kullanılmıştır:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^N \omega_i - \sum_{i=1}^N \phi_i^2 - \sum_{i=1}^N (\phi_i * \omega_i) * \sum_{i=1}^N \phi_i}{N * \sum_{i=1}^N \phi_i^2 - (\sum_{i=1}^N \phi_i)^2} \quad (1)$$

$$B = \frac{N * \sum_{i=1}^N (\phi_i * \omega_i) - \sum_{i=1}^N \phi_i * \sum_{i=1}^N \omega_i}{N * \sum_{i=1}^N \phi_i^2 - (\sum_{i=1}^N \phi_i)^2} \quad (2)$$

$$\Delta A = [(1/D^2) * \sum_{i=1}^N (\sum_{i=1}^N \phi_i^2 - (\sum_{i=1}^N \phi_i) * \phi_i)^2 * \lambda_i^2]^{1/2} \quad (3)$$

$$\Delta B = [(1/D^2) * \sum_{i=1}^N (N * \phi_i - \sum_{i=1}^N \phi_i)^2 * \lambda_i^2]^{1/2} \quad (4)$$

$$D = N * (\sum_{i=1}^N \phi_i^2) - (\sum_{i=1}^N \phi_i)^2$$

$$\lambda_i = \omega_i - A - B * \phi_i$$

$N \rightarrow$ Leke grupların toplam sayısı,

$\phi_i \rightarrow$ Leke gruplarının enlem değerleri ($i=1$ den N 'ye kadar)

$\omega_i \rightarrow \phi_i$ enlem değerlerine karşılık gelen ortalama günlük sideral açısal hız değerleri olmak üzere.

Programın çalıştırılması ise şu şekildedir:

Öncelikle indirgenmiş dataların içinde bulunduğu dosyanın adı ardından bu dosyadaki leke grupların toplam sayısı bilgisayara girilir. Her bir leke grubunun numarası, ortalama enlemi, ortalama günlük sideral açısal hız değeri, ortalama enlemsel ve boylamsal kayma miktarları dosyadan okunduktan sonra yukarıda verilen bağıntılar yardımıyla A, B katsayıları ve bu

katsayılarıdaki ΔA , ΔB hataları hesaplanır. Hesaplanan bu değerler ABDEG.DAT adlı başka bir dosyaya aktarılır. Son olarak işlemlere devam edilip edilmeyeceği sorulur. Edilmemesi durumunda program sona erer, edilmesi durumunda ise tekrar başa döner.

21.çevrime ait A, B, ΔA , ΔB değerleri CEVAB.BAS adlı başka bir program yardımıyla bulunmuştur. Program çalıştırılmaya başlatıldıktan sonra okutturulacak data dosyalarının sayısı, ardından her bir dosyanın adı ve bu dosyadaki leke gruplarının toplam sayısı bilgisayara girilir. Sonunda (1), (2), (3) ve (4) numaralı bağıntılar yardımıyla hesaplanan bu değerler ekranda görünür.

Ayrıca CEVEN.BAS isimli başka bir program yardımıyla da çevrim için $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki her bir 5° lik enlem kuşağına ait ortalama günlük açısal hız değerleri hesaplanmıştır. Ancak okutturulacak veri dosyalarının sayısı programın kendi içinde girilmiştir. Program çalıştırılmaya başlatıldıktan sonra sadece veri dosyalarının adları ve bu dosyalardaki leke gruplarının toplam sayısı bilgisayara girilir. İşlemlerin sonunda her bir enlem kuşağı için bulunan ortalama günlük sideral açısal hız değerleri, bu değerlerin standart sapmaları, ve her bir kuşaktaki leke gruplarının toplam sayısı ekranda görünür. Ortalama değerlerin standart sapma hesabı için aşağıdaki bağıntı kullanılmıştır.

$$\sigma_M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\omega_i - M)^2}{N \times (N-1)}}$$

$N \rightarrow$ O kuşaktaki leke gruplarının toplam sayısı

$M \rightarrow$ O kuşak için bulunan ortalama günlük açısal hız değeri

$\omega_i \rightarrow$ $i=1$ den N 'ye kadar olmak üzere, kuşaktaki her bir leke grubuna ait ortalama günlük sideral açısal hız değerleri olmak üzere.

GUKUAB.BAS isimli başka bir program ile, yine çevrim için kuzey ve güney yarım kürelerine ait A, B katsayıları ve bu katsayılarıdaki ΔA , ΔB hataları hesaplanmıştır. Ancak program çalıştırılmadan önce hangi yarım küre için bu değerler hesap-

lanacak ise, buna uygun olarak program içinde değişiklik yapılmalıdır. Programın alıştırılması son iki programa benzer şekildedir. Okutturulacak veri dosyalarının sayısı, ardından her bir dosyanın adı ve bu dosyadaki leke gruplarının toplam sayısı bilgisayara girildikten sonra, hesaplanan A, B, ΔA, ΔB değerleri ve o yarım küredeki leke gruplarının toplam sayısı işlemlerin sonunda ekranda görünür.

Diferansiyel dönmenin leke tipine bağlılığını araştırmak üzere öncelikle, FAZTIP.BAS adlı bir program ile her bir leke tipine ait enlem ve o enlem için hesaplanan ortalama günlük sideral açısız hız değerleri ayrı ayrı dosyalara aktarılmıştır. Bu işlem faz faz yapılmıştır. Daha sonra TIPAB.BAS adlı program ile bu değerler kullanılarak, 21. çevrim sonunda her bir leke tipi için A, B katsayıları ve bu katsayılardaki ΔA, ΔB hataları hesaplanmıştır.

Meridyenel Sirkülasyonun tayini için ise MERID.BAS adlı program kullanılmıştır. Program çalıştırılmaya başlatıldıktan sonra öncelikle enlem ve boylamdaki cutoff değerleri girilir. Ortalama enlem, ortalama günlük enlemsel ve boylamsal kayma miktarlarının içinden okutturulacağı veri dosyalarının sayısı girildikten sonra bu dosyaların adları ve her bir dosyadaki leke gruplarının toplam sayısı girilir. İşlemlerin sonunda $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşakları için hesaplanan ortalama günlük enlemsel kayma değerleri, bu değerlerin standart sapmaları ekranda görünür.

III. 3. Sonuçlar

Bu çalışmanın sonucunda 21. güneş leke çevrimi için elde edilen dönme kanunu şöyledir:

$$\omega(\phi) = (14.514 \pm 0.019) - (2.11 \pm 0.19) * \sin^2 \phi$$

Kullanılan leke gruplarının toplam sayısı 1825 dir. A katsayısı için elde edilen değer Hanslmeier ve Lustig'in (1986) Kanzelhöhe Gözlemevi'nin leke çizimlerini, Kambry ve Nishikawa'nın (1990) Japon Ulusal Astronomi Gözlemevi'nin leke çizimleri-

ni kullanarak 21. çevrimde A katsayısı için buldukları değerlerden daha büyüktür (ilkinden 0.13, ikincisinden 0.07 °/g). B katsayısı için bulunan değer ise onların bulmuş oldukları değerlerden küçüktür (0.11 °/g kadar).

Bütün lekeleri gözönüne aldığımızda 21. çevrim için bulunan dönme kanunu ise şöyledir:

$$\omega(\phi) = (14.462 \pm 0.017) - (2.10 \pm 0.15) * \sin^2 \phi$$

9290 leke tipi kullanılarak A katsayısı için bulunan değer Kambry ve Nishikawa'nın A katsayısı için buldukları değerle uyum içindedir.

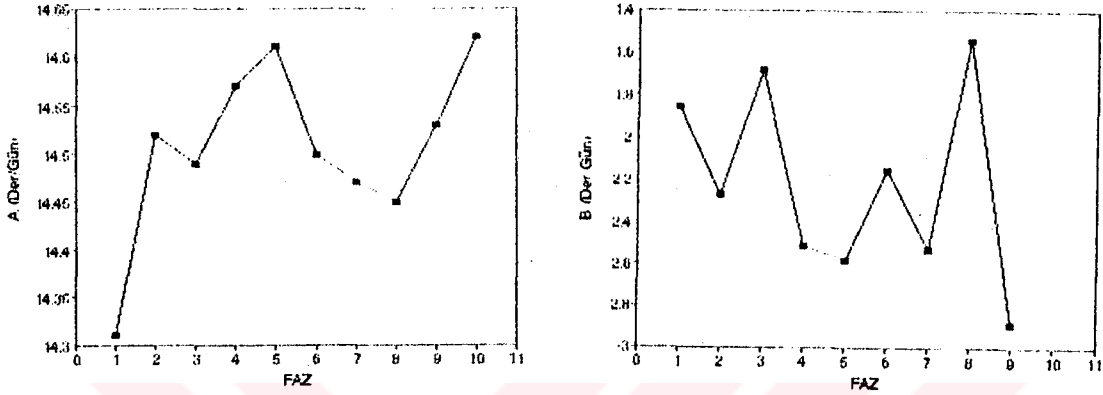
Tablo IV' de, bütün güneş leke gruplarını ve bütün güneş leke tiplerini kullanarak çevrimin her bir fazı için hesaplanan A, B katsayıları hataları ile birlikte verilmiştir.

Tablo IV

Faz	Bütün güneş leke grupları		Bütün güneş leke tipleri	
	AC °/g)	BC °/g)	AC °/g)	BC °/g)
1	14.312±0.099	-1.85±0.58	14.350±0.117	-2.34±0.83
2	14.517±0.113	-2.27±0.70	14.467±0.083	-2.03±0.48
3	14.491±0.059	-1.68±0.47	14.454±0.046	-1.92±0.30
4	14.572±0.049	-2.51±0.44	14.462±0.045	-2.18±0.36
5	14.606±0.047	-2.58±0.50	14.540±0.042	-2.41±0.42
6	14.497±0.038	-2.15±0.48	14.481±0.042	-2.22±0.57
7	14.468±0.049	-2.53±0.51	14.426±0.054	-2.48±0.82
8	14.448±0.059	-1.54±1.20	14.370±0.080	-1.18±1.60
9	14.532±0.077	-2.89±1.17	14.479±0.116	-3.09±2.06
10	14.615±0.125	3.17±1.70	14.421±0.131	0.79±3.53

Tablo IV. Bütün güneş leke gruplarının ve güneş leke tiplerinin kullanılmasıyla çevrimin her bir fazı için elde edilen A, B katsayıları.

Tablo IV de görüldüğü gibi gerek bütün leke grupları gerekse bütün leke tipleri kullanıldığında her iki katsayı çevrimin her bir fazı için az da olsa değişim göstermektedir. B katsayısının son fazda pozitif bir değer almasının nedeni, bu fazda bulunan bütün leke gruplarının $\pm 10^\circ$ enlemleri arasında olmasındandır.



Şekil 2a,b. A, B katsayılarının faza bağlı değişimi.

Tablo V'de ise bütün leke gruplarının ve bütün leke tiplerinin kullanılmasıyla her iki yarım küre için ayrı ayrı elde edilen A, B katsayıları hataları ile birlikte verilmiştir.

Tablo V

		A	B
Bütün leke grupları:	Kuzey	14.553 ± 0.028	-2.35 ± 0.30
	Güney	14.474 ± 0.027	-1.87 ± 0.25
Bütün leke tipleri:	Kuzey	14.483 ± 0.024	-2.25 ± 0.21
	Güney	14.444 ± 0.025	-1.99 ± 0.22

Tablo V. Bütün leke gruplarının ve leke tiplerinin kullanılmasıyla kuzey ve güney yarım küreleri için elde edilen A, B katsayıları.

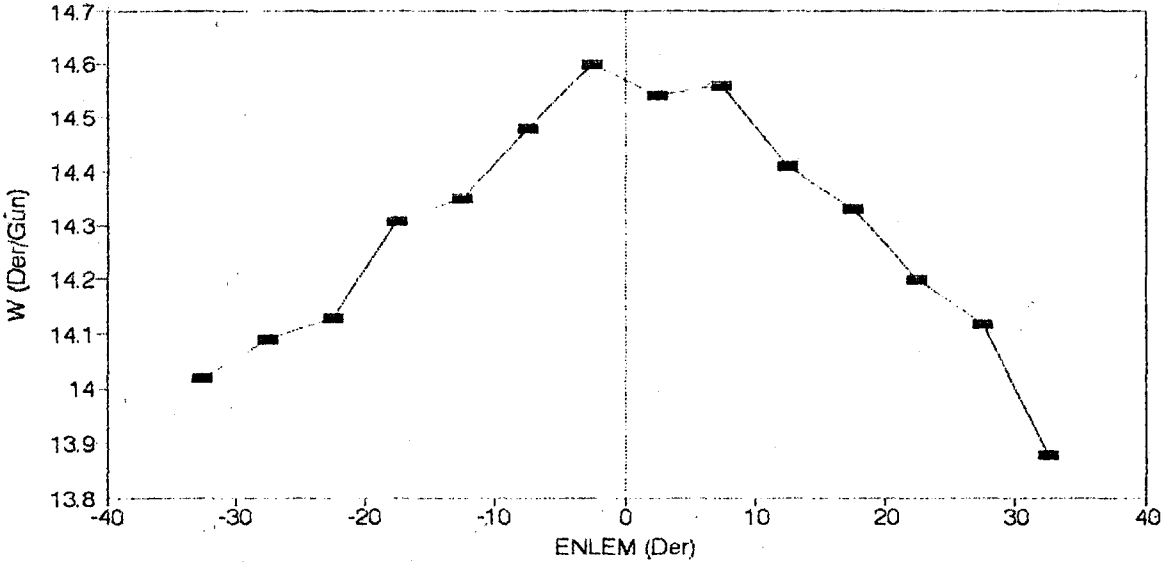
Tablodan da görüldüğü gibi, gerek bütün leke grupları gerekse bütün leke tipleri kullanıldığında bulunan, sonuç 21. güneş leke çevriminde kuzey yarım kürenin güney yarım küreden daha hızlı bir dönmeye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun nedeni, bu çevrimde güney yarım kürenin İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'ndeki güneş leke çizimlerine göre kuzey yarım küreden daha aktif olmasına bağlanabilir (A. Ökten, 1989).

Tablo VI' da, 21. güneş leke çevrimi için $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşakları için hesaplanan ortalama günlük sidereal açısal hız değerleri ω ($^\circ/g$) hataları (Ortalama Değerin Standart Sapması) ile birlikte verilmiştir.

Tablo VI

Kuşak	Bütün leke grupları		Bütün leke tipleri	
	ω ($^\circ/g$)	N	ω ($^\circ/g$)	M
(+35) - (+30)	13.88 \pm 0.13	23	13.83 \pm 0.10	109
(+30) - (+25)	14.12 \pm 0.07	61	14.09 \pm 0.07	289
(+25) - (+20)	14.20 \pm 0.04	116	14.14 \pm 0.05	536
(+20) - (+15)	14.33 \pm 0.03	217	14.25 \pm 0.03	1153
(+15) - (+10)	14.41 \pm 0.03	243	14.34 \pm 0.03	1246
(+10) - (+5)	14.56 \pm 0.04	158	14.49 \pm 0.04	753
(+5) - (0)	14.54 \pm 0.05	69	14.46 \pm 0.05	383
(0) - (-5)	14.60 \pm 0.07	46	14.49 \pm 0.07	193
(-5) - (-10)	14.48 \pm 0.04	165	14.43 \pm 0.04	794
(-10) - (-15)	14.35 \pm 0.03	237	14.35 \pm 0.03	1238
(-15) - (-20)	14.31 \pm 0.04	193	14.27 \pm 0.04	987
(-20) - (-25)	14.13 \pm 0.04	143	14.11 \pm 0.04	766
(-25) - (-30)	14.09 \pm 0.05	89	14.11 \pm 0.05	549
(-30) - (-35)	14.02 \pm 0.12	43	13.89 \pm 0.09	186

Tablo VI. $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşakları için ω değerleri; N sözkonusu kuşaktaki leke gruplarının, M de leke tipininin toplam sayısıdır.



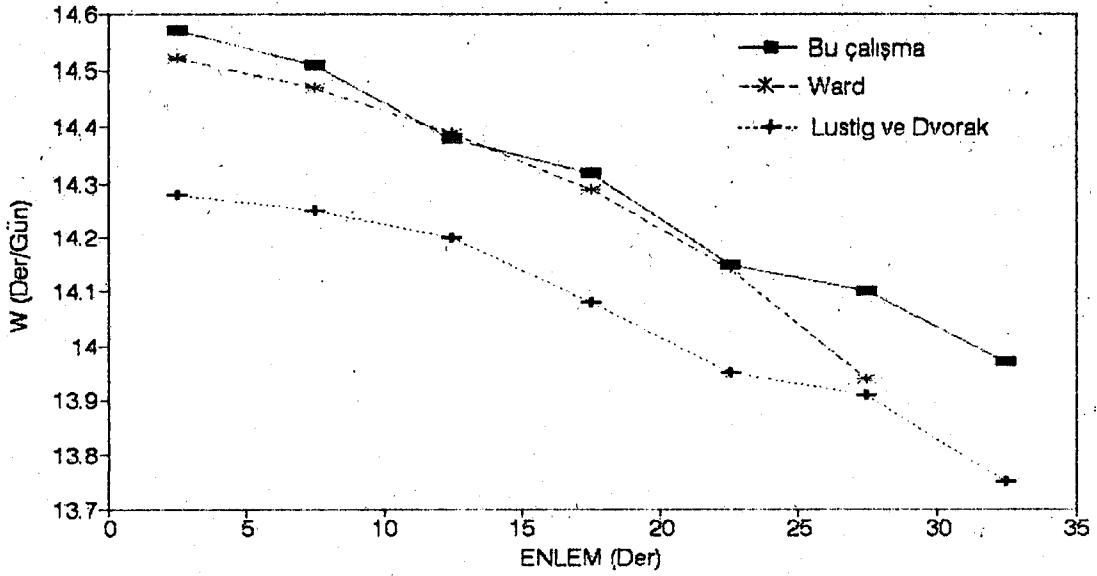
Şekil 3. Kuzey ve güney yarım küreleri için her 5°'lik enlem kuşaklarına ait açısal hız değerleri.

Tablo VII' de ise, her iki yarım küre gözönüne alınarak 0° - 35° enlemleri arasındaki 5°'lik enlem kuşakları için hesaplanan sidereal açısal hız değerleri (ω °/g) hataları ile birlikte verilmiştir. Aynı tabloda, karşılaştırma için Ward'ın (1966) 1905-1954 dönemine ait Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlarını, Lustig ve Dvorak'ın (1981) 1970-1979 dönemine ait Kanzelhöhe Gözlemevi'nin leke çizimlerini kullanarak 0° - 35° enlemleri arasındaki 5°'lik enlem kuşakları için buldukları açısal hız değerleri verilmiştir.

Tablo VII

Kuşak	Bütün leke grupları	Bütün leke tipleri	Ward (1966)	Lustig ve Dvorak (1981)
	ω	ω	ω	ω
(0) - (5)	14.57±0.04	14.49±0.04	14.52±0.03	14.28
(5) - (10)	14.51±0.03	14.45±0.03	14.47±0.02	14.25
(10) - (15)	14.38±0.02	14.34±0.02	14.39±0.02	14.20
(15) - (20)	14.32±0.03	14.24±0.02	14.29±0.02	14.08
(20) - (25)	14.15±0.03	14.12±0.03	14.14±0.02	13.95
(25) - (30)	14.10±0.04	14.07±0.04	13.94±0.04	13.91
(30) - (35)	13.97±0.09	13.90±0.07		13.75

Tablo VII. Her iki yarım küre gözönüne alınarak 0° - 35° enlemleri arasındaki 5°'lik enlem kuşakları için ω değerleri.



Şekil 4. Her iki yarım küre gözönüne alınarak 5° lik enlem kuşaklarına ait hız değerleri.

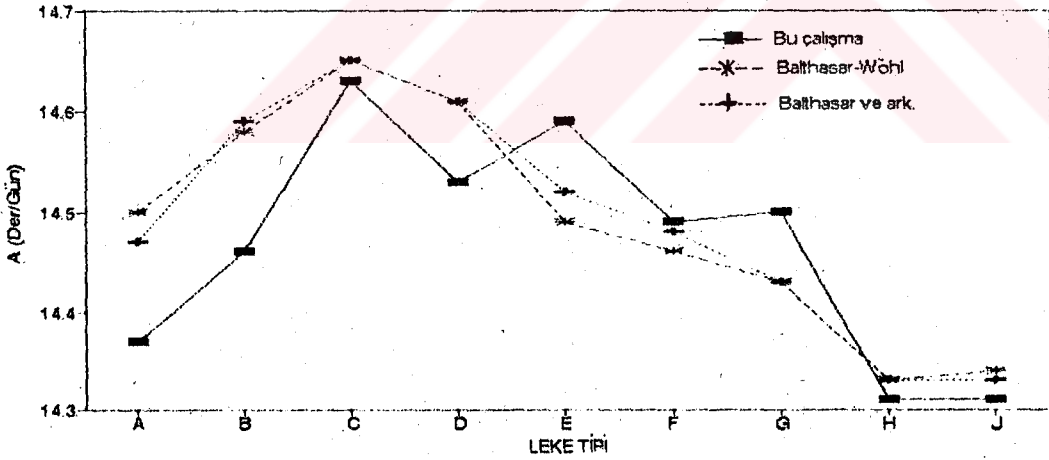
Her bir leke tipi için hesaplanan A, B katsayıları hataları ile birlikte Tablo VIII' de verilmiştir. Yine bu tabloda karşılaştırma yapmak amacıyla H. Balthasar ve H. Wöhl' un (1980) 1940-1968 dönemine ait Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlarını, H. Balthasar, M. Vazquez ve H. Wöhl' un (1986) 1874-1976 dönemine ait Greenwich Fotoheliyografik Sonuçlarını kullanarak her bir leke tipi için buldukları A, B katsayıları hataları ile birlikte verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi her 3 çalışmada da C tipindeki lekeler en hızlı, H ve J tipindeki lekeler ise en yavaş dönen lekelerdir.

Tablo VIII

		<i>Bu çalışma</i>	<i>H. Balthasar ve H. Wöhl (1980)</i>	<i>H. Balthasar, M. Vazquez, H. Wöhl (1986)</i>
Tipler				
A	A	14.37 ± 0.07	14.50 ± 0.04	14.47 ± 0.04
	B	-1.42 ± 0.58	-2.6 ± 0.4	-2.41 ± 0.33
B	A	14.46 ± 0.08	14.58 ± 0.05	14.59 ± 0.04
	B	-1.90 ± 0.61	-2.6 ± 0.4	-2.83 ± 0.38
C	A	14.63 ± 0.05	14.65 ± 0.03	14.65 ± 0.03
	B	-1.97 ± 0.46	-3.0 ± 0.2	-3.03 ± 0.21

D	A	14.53 ± 0.04	14.61 ± 0.03	14.61 ± 0.02
	B	-2.08 ± 0.34	-3.1 ± 0.3	-3.11 ± 0.20
E	A	14.59 ± 0.06	14.49 ± 0.02	14.52 ± 0.02
	B	-2.70 ± 0.50	-3.1 ± 0.2	-3.12 ± 0.21
F	A	14.49 ± 0.07	14.46 ± 0.05	14.48 ± 0.05
	B	-1.93 ± 0.58	-3.9 ± 0.4	-3.99 ± 0.41
G	A	14.50 ± 0.14	14.43 ± 0.04	14.43 ± 0.04
	B	-1.18 ± 0.86	-2.2 ± 0.4	-2.24 ± 0.34
H	A	14.31 ± 0.03	14.33 ± 0.02	14.33 ± 0.02
	B	-2.23 ± 0.34	-2.9 ± 0.2	-2.87 ± 0.13
J	A	14.31 ± 0.06	14.34 ± 0.01	14.33 ± 0.01
	B	-2.34 ± 0.36	-2.9 ± 0.1	-2.85 ± 0.09

Tablo VIII. Her bir leke tipi için bu çalışmada bulunan A, B katsayıları Balthasar-Wöhl, Balthasar ve ark.'nin sonuçları ile birlikte verilmiştir.



Şekil 5. A katsayısının leke tipine bağlı olarak değişimi.

Kuzey, güney yarım küreleri ve güneşin bütünü için $3/2$ cutoff oranını kullanarak meridyenel sirkülasyon için bulunan ortalama değerler ise şöyledir:

	Kuzey	Güney	Güneşin Bütünü
Bütün leke grupları	-0.050±0.010	-0.030±0.011	-0.040±0.007
Bütün leke tipleri	-0.042±0.010	-0.021±0.010	-0.031±0.007

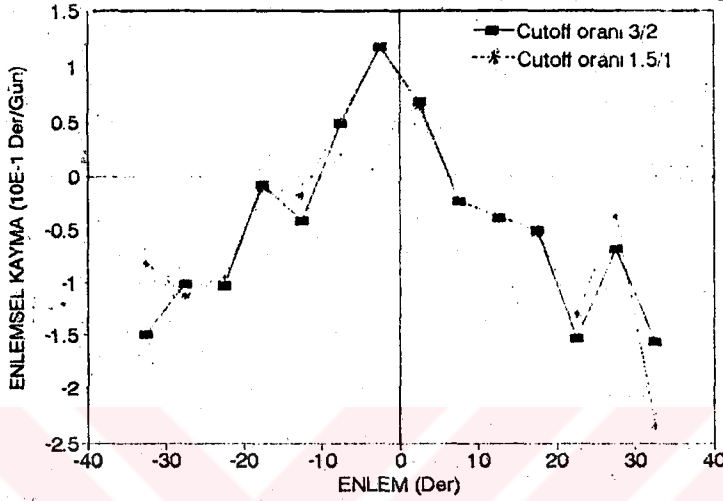
Elde edilen sonuçlar gerçek anlamda sıfırdan farklı olmasa da, her iki yarım kürede genel olarak güneye doğru bir sürüklenme görülmektedir. Tablo IX' da $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşakları için $3/2$ cutoff oranı kullanılarak hesaplanan ortalama enlemsel kayma miktarları hataları ile birlikte verilmiştir.

Tablo IX

Kuşak	Bütün leke grupları		Bütün leke tipleri	
	Enlemsel kayma ($^\circ/g$)		Enlemsel kayma ($^\circ/g$)	
(+35) - (+30)	-0.156 ± 0.074	-0.199 ± 0.073		
(+30) - (+25)	-0.068 ± 0.037	-0.123 ± 0.047		
(+25) - (+20)	-0.153 ± 0.033	-0.131 ± 0.035		
(+20) - (+15)	-0.050 ± 0.021	-0.090 ± 0.023		
(+15) - (+10)	-0.039 ± 0.020	-0.006 ± 0.023		
(+10) - (+5)	-0.023 ± 0.025	0.007 ± 0.028		
(+5) - (0)	0.068 ± 0.030	0.111 ± 0.033		
(0) - (-5)	0.117 ± 0.037	-0.013 ± 0.054		
(-5) - (-10)	0.049 ± 0.021	0.005 ± 0.030		
(-10) - (-15)	-0.042 ± 0.020	0.015 ± 0.024		
(-15) - (-20)	-0.007 ± 0.024	-0.025 ± 0.027		
(-20) - (-25)	-0.103 ± 0.028	-0.061 ± 0.032		
(-25) - (-30)	-0.101 ± 0.030	-0.074 ± 0.035		
(-30) - (-35)	-0.149 ± 0.057	-0.025 ± 0.056		

Tablo IX. $3/2$ cutoff oranı kullanılarak $\pm 35^\circ$ enlemleri arasındaki 5° lik enlem kuşakları için ortalama günlük enlemsel kayma miktarları.

Bu Tablo bize alçak enlemlerde kuzeye doğru bir sürüklenme varken, her iki yarım kürenin yüksek enlemlerinde güneye doğru bir sürüklenme olduğunu göstermektedir. Tablodaki pozitif değerler sürüklenmenin kuzeye, negatif değerler ise güneye doğru olduğunu gösterir.



Şekil 6. 3/2 ve 1.5/1 cutoff oranları için 5° lik enlem kuşaklarına ait enlemsel kayma miktarları (derece/gün).

Elde edilen sonuçları tekrar derlersek, sırasıyla şunları söyleyebiliriz:

a) Güneş yüzeyi üzerindeki açısal hız alçak enlemlerden yüksek enlemlere doğru monoton bir azalma göstermektedir,

b) Diferansiyel dönme çevrimin fazına bağlı olarak değişmektedir,

c) 21. güneş leke çevriminde kuzey yarım küre güney yarım küreden daha hızlı dönmektedir (0.08 °/g),

d) C tipindeki güneş lekeleri, H ve J tipindeki lekelerden daha hızlı dönmektedir,

e) 21. güneş leke çevriminde her iki yarım kürede genel olarak güneye doğru bir sürüklenmenin var olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca İstanbul Üniversitesi Gözlemevi' nde yapılan güneş leke çizimlerinin bu tür çalışmalarda kullanılacak uygun bir kaynak olduğunu da söyleyebiliriz.

EKLER

```

CLS
REM
REM ***** DLIND.BAS *****
REM
REM Bu Program her bir grubun {ortalama enlemini,acisal hiz
REM degerini,ortalama enlemsel-boylamsal kayma miktarini}
REM hesaplar
REM
1 INPUT "{...} DEGERLERINI YAZDIRACAGINIZ DOSYANIN ADINI GIRINIZ"
OPEN "O", #2, "B:" + A$
V = 0
40 INPUT " DATAYI OKUTACAGINIZ DOSYANIN ADINI GIRINIZ "; B$
OPEN "I", #1, "A:" + B$
DIM GN(15), MJD(15), S(15), B(15), DLF(15), WE1$(15), DL(15)
DIM WE2$(15), L(15), T$(15), TLS(15), K(15), Z(15)
20 N = 0
10 N = N + 1
INPUT #1, GN(N), MJD(N), S(N), B(N), DLF(N), WE1$(N), DL(N),
WE2$(N), L(N), T$(N), TLS(N), K(N)
IF GN(N) = 0 THEN GOTO 30
IF K(N) = 1 GOTO 10 ELSE GOSUB 100
PRINT #2, USING "#####.##"; GN(1); ORTB; DR; OEK; OBK
V = V + 1
GOTO 20
30 CLOSE #1
INPUT " BASKA DOSYADAN DAHA DATA OKUTACAKMISINIZ (E/H) "; F$
IF F$ = "E" THEN GOTO 40 ELSE CLOSE #2
END
100
B = 0: DR = 0
FOR U = 1 TO (N - 1)
G = MJD(U + 1) - MJD(U)
FOR I = U TO (U + 1)
Z(I) = INT(S(I)) + (((S(I) - INT(S(I))) * 100) / 60)
NEXT I
Z1 = Z(U + 1) - Z(U)
Z2 = G * 24 + Z1
IF WE2$(U) = WE2$(U + 1) THEN X = DL(U + 1) - DL(U)
ELSE X = DL(U + 1) + DL(U)
X = (24 * ABS(X)) / Z2
DR = DR + X
B = B + B(U)
NEXT U
B = B + B(N)
ORTB = B / N
DR = DR / (N - 1): DR = DR + 360 / 365
OEK = (B(N) - B(1)) / (MJD(N) - MJD(1))
OBK = (L(N) - L(1)) / (MJD(N) - MJD(1))
RETURN

```

```

CLS
REM ***** ABKAT.BAS *****
REM
REM Bu program cevrimin her bir fazi icin  $W=A+B*(\sin(Q))^2$  denkle-
REM mindeki A,B katsayisini hesaplar.Bu denklemdaki A katsayisi ek-
REM vatordaki acisal hiz ,B katsayisi diferansiyel rotasyon grad-
REM yanti , ve W de Q enlemindeki hizdir.
REM ABDEG.DAT >A,B katsayilarinin yazildigi dosyadir
REM
OPEN "O", #2, "B:ABDEG.DAT"
DIM NO(400), B(400), W(400), DEK(400), OBK(400), X(400), R(400)
PRINT #2, " A "; " B "; " DA "; " DB "; " TLGS "
PRINT #2, "
1 INPUT " DATAYI HANGI DOSYADAN OKUTACAKSINIZ "; A$
INPUT " KAC DATA OKUTACAKSINIZ "; A
OPEN "I", #1, "B:" + A$
FOR I = 1 TO A
INPUT #1, NO(I), B(I), W(I), DEK(I), OBK(I)
NEXT I
CLOSE #1
GOSUB 100
AA = A * TOP3 - (TOP1 ^ 2)
AK = (TOP3 * TOP2 - TOP1 * TOP4) / AA
BK = (A * TOP4 - TOP1 * TOP2) / AA
GOSUB 200
DELTA A = SQR(TOP5 / (AA ^ 2))
DELTA B = SQR(TOP6 / (AA ^ 2))
PRINT #2, USING "#####.##"; AK; BK; DELTA A; DELTA B; TOP7
INPUT " ISLEMLERE DEVAM EDECEKMISINIZ (E/H) "; C$
IF C$ = "E" THEN GOTO 1 ELSE CLOSE #2
END
100 PI = 3.1415: TOP1 = 0: TOP2 = 0: TOP3 = 0: TOP4 = 0: TOP7 = 0
FOR I = 1 TO A
X1 = B(I) * (PI / 180)
X(I) = (SIN(X1)) ^ 2
TOP1 = TOP1 + X(I)
TOP2 = TOP2 + W(I)
TOP3 = TOP3 + (X(I) ^ 2)
TOP4 = TOP4 + (X(I) * W(I)): TOP7 = TOP7 + 1
NEXT I
RETURN
200 PI = 3.1415: TOP5 = 0: TOP6 = 0
FOR I = 1 TO A
X1 = B(I) * (PI / 180)
X(I) = (SIN(X1)) ^ 2
R(I) = W(I) - (AK + BK * X(I))
TOP5 = TOP5 + ((TOP3 - TOP1 * X(I)) ^ 2) * (R(I) ^ 2)
TOP6 = TOP6 + ((A * X(I) - TOP1) ^ 2) * (R(I) ^ 2)
NEXT I
RETURN

```

```

CLS
REM ***** CEVAB.BAS *****
REM Bu program cevrim sonu icin , butun leke gruplarina ait ortalama
REM gunluk acisal hiz degerlerini kullanarak,  $W=A+B*\sin(Q)^2$  denkle-
REM mindeki A ve B katsayilarini hesaplar.
REM A>Ekvatordaki acisal hiz ; B>Diferansiyel rotasyon gradyanti
REM Q>Enlem ; W>Q enlemindeki acisal hiz (derece/gun)
PI = 3.1415
TOP1 = 0: TOP2 = 0: TOP3 = 0: TOP4 = 0: TOP5 = 0: TOP6 = 0: TOP7 = 0
DIM GN(400), ORTB(400), DR(400), DEK(400), OBK(400)
INPUT "KAC DATA DOSYASI OKUTTURACAKSINIZ "; B
DIM A$(B), A(B)
FOR I = 1 TO B
INPUT "DATA DOSYASININ ISMINI VE DATA SAYISINI GIRINIZ"; A$(I), A(I)
OPEN "I", #1, "B:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, GN(M), ORTB(M), DR(M), DEK(M), OBK(M)
GOSUB 100
NEXT M
CLOSE #1
NEXT I
AA = TOP7 * TOP3 - TOP1 ^ 2
AK = (TOP3 * TOP2 - TOP1 * TOP4) / AA
BK = (TOP7 * TOP4 - TOP1 * TOP2) / AA
FOR I = 1 TO B
OPEN "I", #1, "B:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, GN(M), ORTB(M), DR(M), DEK(M), OBK(M)
GOSUB 200
NEXT M
CLOSE #1
NEXT I
DELTA A = SQR(TOP5 / (AA ^ 2))
DELTA B = SQR(TOP6 / (AA ^ 2))
PRINT "21. cevrim icin:"
PRINT "A katsayisi:";
PRINT USING "###.##"; AK
PRINT "B katsayisi:";
PRINT USING "###.##"; BK
PRINT "A katsayisindaki hata:";
PRINT USING "###.##"; DELTA A
PRINT "B katsayisindaki hata:";
PRINT USING "###.##"; DELTA B
PRINT "Kullanilan toplam leke grubu sayisi:"; : PRINT TOP7
END
100 X1 = ORTB(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2
TOP1 = TOP1 + X2
TOP2 = TOP2 + DR(M)
TOP3 = TOP3 + (X2 ^ 2)
TOP4 = TOP4 + (X2 * DR(M))
TOP7 = TOP7 + 1
RETURN
200 X1 = ORTB(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2
R = DR(M) - (AK + BK * X2)
TOP5 = TOP5 + ((TOP3 - TOP1 * X2) ^ 2) * (R ^ 2)
TOP6 = TOP6 + ((TOP7 * X2 - TOP1) ^ 2) * (R ^ 2)
RETURN

```

```

CLS
REM          ***** CEVEN.BAS *****
REM
REM Bu program cevrim sonunda her bir 5 derecelik enlem kusagi icin
REM (-35 den +35 e kadar ) ortalama acisal hiz degeri hesaplayip o
REM o kusaktaki toplam leke sayisini ,standart sapmayi verir.
DIM GN(400), ORTB(400), DR(400), DEK(400), OBK(400)
DIM E1(14), E2(14), R(14), J(14), M(14), A$(14), A(14)
FOR S = 1 TO 14
  E1(S) = S - (36 - (S - 1) * 4)
  E2(S) = S - (31 - (S - 1) * 4)
  R(S) = 0: J(S) = 0: NEXT S
FOR M = 1 TO 10
  INPUT "DATA DOSYASININ ISMINI VE DATA SAYISINI GIRINIZ "; A$(M), A(M)
  OPEN "I", #1, "A:" + A$(M)
  FOR I = 1 TO A(M)
    INPUT #1, GN(I), ORTB(I), DR(I), DEK(I), OBK(I)
  NEXT I
  CLOSE #1
  FOR I = 1 TO A(M)
    FOR S = 1 TO 14
      IF (ORTB(I) > E1(S) AND ORTB(I) <= E2(S)) THEN
        J(S) = J(S) + 1: R(S) = R(S) + DR(I): GOTO 50
      END IF
    NEXT S
50 NEXT I
  NEXT M
  PRINT "21.cevrim sonunda : "
  PRINT "          w "; " TLGS "; " SSAP "
  PRINT "
  FOR S = 1 TO 14
    IF J(S) = 0 THEN
      PRINT "(";
      PRINT USING "###"; E1(S);
      PRINT ") - (";
      PRINT USING "###"; E2(S);
      PRINT ") : Bu kusaginizda leke grubu yoktur"
      GOTO 90
    END IF
    M(S) = R(S) / J(S)
  DELTA = 0
  FOR M = 1 TO 10
    OPEN "I", #1, "A:" + A$(M)
    FOR I = 1 TO A(M)
      INPUT #1, GN(I), ORTB(I), DR(I), DEK(I), OBK(I)
      IF (ORTB(I) > E1(S) AND ORTB(I) <= E2(S)) THEN
        W = DR(I) - M(S)
        DELTA = DELTA + W ^ 2
      END IF: NEXT I: CLOSE #1: NEXT M
  STASAP = SQR(DELTA / (J(S) * (J(S) - 1)))
  PRINT "(";
  PRINT USING "###"; E1(S);
  PRINT ") - (";
  PRINT USING "###"; E2(S);
  PRINT ") : ";
  PRINT USING "####.##"; M(S); J(S); STASAP
90 NEXT S
END

```

```

CLS
REM ***** GUKUAB.BAS *****
REM
REM Bu program cevrim sonu icin , butun leke gruplarına ait ortalama
REM gunluk acisal hiz degerlerini kullanarak ,  $W=A+B*\sin(Q)^2$  denkle
REM mindeki A ve B katsayilarini guney yada kuzey yarimkure icin he
REM saplar.Ancak programda ona gore degisikliginizi yapmanız gerek.
REM A>Ekvatordaki acisal hiz ; B>Diferansiyel rotasyon gradyanti
REM Q>Enlem ; W>Q enlemindeki acisal hiz (derece/gun)
INPUT "HANGI YARIMKURE ICIN A,B KATSAYILARINI BULACAKSINIZ"; Y#
PI = 3.1415
TOP1 = 0: TOP2 = 0: TOP3 = 0: TOP4 = 0: TOP5 = 0: TOP6 = 0: TOP7 = 0
DIM GN(400), ORTB(400), DR(400), DEK(400), OBK(400)
INPUT "KAC DATA DOSYASI OKUTTURACAKSINIZ "; B
DIM A$(B), A(B)
FOR I = 1 TO B
INPUT "DATA DOSYASININ ISMINI VE DATA SAYISINI GIRINIZ"; A$(I), A(I)
OPEN "I", #1, "A:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, GN(M), ORTB(M), DR(M), DEK(M), OBK(M)
REM Guney veya kuzey yarimkureye gore asagidaki ifadeyi degistiriniz
REM <0 guney yarimkure,>0 kuzey yarimkure icindir.
IF ORTB(M) > 0 THEN GOSUB 100
NEXT M: CLOSE #1: NEXT I
AA = TOP7 * TOP3 - TOP1 ^ 2
AK = (TOP3 * TOP2 - TOP1 * TOP4) / AA
BK = (TOP7 * TOP4 - TOP1 * TOP2) / AA
FOR I = 1 TO B
OPEN "I", #1, "A:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, GN(M), ORTB(M), DR(M), DEK(M), OBK(M)
REM Yukarida yapilan degisiklik asagidada yapilmalidir
IF ORTB(M) > 0 THEN GOSUB 200
NEXT M: CLOSE #1: NEXT I
DELTA A = SQR(TOP5 / (AA ^ 2))
DELTA B = SQR(TOP6 / (AA ^ 2))
PRINT "21.cevrim sonunda "; Y#; " yarimkuresi icin:"
PRINT "A katsayisi:";
PRINT USING "###.###"; AK
PRINT "B katsayisi:";
PRINT USING "###.##"; BK
PRINT "A katsayisindaki hata:";
PRINT USING "###.###"; DELTA A
PRINT "B katsayisindaki hata:";
PRINT USING "###.##"; DELTA B
PRINT "Toplam leke grubu sayisi:"; : PRINT TOP7
END
100 X1 = ORTB(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2: TOP1 = TOP1 + X2
TOP2 = TOP2 + DR(M): TOP3 = TOP3 + (X2 ^ 2)
TOP4 = TOP4 + (X2 * DR(M)): TOP7 = TOP7 + 1
RETURN
200 X1 = ORTB(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2
R = DR(M) - (AK + BK * X2)
TOP5 = TOP5 + ((TOP3 - TOP1 * X2) ^ 2) * (R ^ 2)
TOP6 = TOP6 + ((TOP7 * X2 - TOP1) ^ 2) * (R ^ 2)
RETURN

```

```

CLS
REM ***** TIPAB.BAS *****
REM
REM Bu program her bir leke tipine ait a,b katsayisinin ve
REM bu katsayilardaki hatalarin hesabi icin kullanilir.
REM
PI = 3.1415
INPUT "HANGI LEKETIPI ICIN a,b KATSAYILARINI HESAPLAYACAKSINIZ"; B$
INPUT "BU LEKETIPI ICIN KAC DOSYA OKUTTURACAKSINIZ"; B
DIM B(400), W(400), A$(B), A(B)
TOP1 = 0: TOP2 = 0: TOP3 = 0: TOP4 = 0: TOP5 = 0: TOP6 = 0: TOP7 = 0
FOR I = 1 TO B
INPUT "DOSYAISMINI VE VERI SAYISINI GIRINIZ"; A$(I), A(I)
TOP7 = TOP7 + A(I)
OPEN "I", #1, "B:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, B(M), W(M)
GOSUB 100
NEXT M
CLOSE #1
NEXT I
AA = TOP7 * TOP3 - (TOP1 ^ 2)
AK = (TOP3 * TOP2 - TOP1 * TOP4) / AA
BK = (TOP7 * TOP4 - TOP1 * TOP2) / AA
FOR I = 1 TO B
OPEN "I", #1, "B:" + A$(I)
FOR M = 1 TO A(I)
INPUT #1, B(M), W(M)
GOSUB 200
NEXT M
CLOSE #1
NEXT I
DELTA A = SQR(TOP5 / (AA ^ 2))
DELTA B = SQR(TOP6 / (AA ^ 2))
CLS
PRINT B$; " tipindeki lekeler icin : "
PRINT "A katsayisi="; : PRINT USING "#####.##"; AK
PRINT "B katsayisi="; : PRINT USING "#####.##"; BK
PRINT "A katasayisindaki hata="; : PRINT USING "#####.##"; DELTA A
PRINT "B katsayisindaki hata ="; : PRINT USING "#####.##"; DELTA B
PRINT "Kullanilan toplam veri sayisi:"; TOP7
END
100 X1 = B(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2
TOP1 = TOP1 + X2
TOP2 = TOP2 + W(M)
TOP3 = TOP3 + (X2 ^ 2)
TOP4 = TOP4 + (X2 * W(M))
RETURN
200 X1 = B(M) * (PI / 180)
X2 = (SIN(X1)) ^ 2
R = W(M) - (AK + BK * X2)
TOP5 = TOP5 + ((TOP3 - TOP1 * X2) ^ 2) * (R ^ 2)
TOP6 = TOP6 + ((TOP7 * X2 - TOP1) ^ 2) * (R ^ 2)
RETURN

```

```

CLS
REM ***** MERID.BAS *****
REM
REM Bu program meridyonel sirkulasyon tayini icin kullanilmaktadir.
REM Sonucta (35)-(-35) enlemleri arasindaki her bir bes derecelik
REM enlem kusagi icin ortalama gunluk enlemsel kaymalar verilecektir.
DIM GN(400), ORTB(400), W(400), DEK(400), OBK(400)
DIM A$(20), A(20), R(14), J(14), OK(14), E1(14), E2(14)
INPUT "Enlemde ve boylamdaki cutoff degerlerini giriniz"; X, Y
INPUT "Kac dosya okutturacaksınız"; N
FOR S = 1 TO 14
E1(S) = S - (36 - (S - 1) * 4)
E2(S) = S - (31 - (S - 1) * 4): R(S) = 0: J(S) = 0: NEXT S
FOR M = 1 TO N
INPUT "Dosya ismini ve data sayisini giriniz"; A$(M), A(M)
OPEN "I", #1, "A:" + A$(M)
FOR I = 1 TO A(M)
INPUT #1, GN(I), ORTB(I), W(I), DEK(I), OBK(I)
IF (ABS(DEK(I)) < X AND ABS(OBK(I)) < Y) THEN GOSUB 100
NEXT I: CLOSE #1: NEXT M: CLS
PRINT "21. cevrim icin meridyonel sirkulasyon:"
PRINT "
PRINT " DEK "; " TLGS "; " SSAP "
FOR S = 1 TO 14
IF J(S) = 0 THEN
PRINT "(";
PRINT USING "###"; E1(S);
PRINT ") - (";
PRINT USING "###"; E2(S);
PRINT ") : Bu kusakda leke grubu yoktur"
GOTO 90
END IF
OK(S) = R(S) / J(S): DELTA = 0
FOR M = 1 TO N
OPEN "I", #1, "A:" + A$(M)
FOR I = 1 TO A(M)
INPUT #1, GN(I), ORTB(I), W(I), DEK(I), OBK(I)
IF (ABS(DEK(I)) > X AND ABS(OBK(I)) > Y) THEN GOTO 20
IF (ORTB(I) > E1(S) AND ORTB(I) <= E2(S)) THEN
FARK = DEK(I) - OK(S): DELTA = DELTA + FARK ^ 2
END IF
20 NEXT I
CLOSE #1
NEXT M
STASAP = SQR(DELTA / (J(S) * (J(S) - 1)))
PRINT "(";
PRINT USING "###"; E1(S);
PRINT ") - (";
PRINT USING "###"; E2(S);
PRINT ") : ";
PRINT USING "####.###"; OK(S); J(S); STASAP
90 NEXT S: END
100
FOR S = 1 TO 14
IF (ORTB(I) > E1(S) AND ORTB(I) <= E2(S)) THEN
J(S) = J(S) + 1: R(S) = R(S) + DEK(I): GOTO 50
END IF: NEXT S
50 RETURN

```


Kaynaklar

- Adams, W.M.: 1976, *Solar Phys.* 47, 601
- Adams, W.M. and Tang, F.: 1977, *Solar Phys.* 55, 499
- Andersen, B.N.: 1984, *Solar Phys.* 94, 49
- Antonucci, E.: 1978, *Proc. Workshop on Solar Rotation*, Publ. Catania No. 162, p.204
- Antonucci, E. and Dodero, M.A.: 1977, *Solar Phys.* 53, 179
- Antonucci, E. and Dodero, M.A.: 1979, *Solar Phys.* 62, 107
- Antonucci, E. and Svalgaard, L.: 1974, *Solar Phys.* 34, 3
- Antonucci, E., Azzarelli, L., Casalini, O., and Cerri, S.: 1977, *Solar Phys.* 53, 519
- Antonucci, E., Azzarelli, L., Casalini, O., Cerri, S., and Denoth, F.: 1979, *Solar Phys.* 61, 9
- Arevalo, M.J., Gomez, R., Vazquez, M., Balthasar, H., and Wohl, H.: 1982, *Astron. Astrophys.* 111, 266
- Aslanov, I.A.: 1963, *Astron. Zh.* 40, 1036
- Balthasar, H.: 1983, *Solar Phys.* 84, 371
- Balthasar, H.: 1984, *Solar Phys.* 93, 219
- Balthasar, H. and Fangmeier, E.: 1988, *Astron. Astrophys.* 203, 381
- Balthasar, H. and Wohl, H.: 1980, *Astron. Astrophys.* 92, 111
- Balthasar, H., Schussler, M., and Wohl, H.: 1982, *Solar Phys.* 76, 21
- Balthasar, H., Vazquez, M., and Wohl, H.: 1986, *Astron. Astrophys.* 155, 87
- Becker, U.: 1954a, *Z. Astrophys.* 34, 129
- Becker, U.: 1954b, *Z. Astrophys.* 34, 229
- Beckers, J.M.: 1978, *Proc. Workshop Solar Rotation*, Publ. Catania No.162, p.166
- Beckers, J.M.: 1981, *The Sun as a Star*, NASA-SP 450, 11
- Beckers, J.M. and Canfield, R.C.: 1975, *CNRS Colloq.* 25, 200
- Beckers, J.M. and Nelson, G.D.: 1978, *Solar Phys.* 58, 243
- Belvedere, G. and Paterno, L.: 1977, *Solar Phys.* 54, 289

- Cavallini, F., Ceppatelli, G., and Righini, A.: 1985a, *Astron. Astrophys.* 143, 116
- Cavallini, F., Ceppatelli, G., and Righini, A.: 1985b, *Astron. Astrophys.* 150, 256
- Cavallini, F., Ceppatelli, G., and Righini, A.: 1986, *Astron. Astrophys.* 163, 219
- Coffey, H. E., Gilman, P. A.: 1969, *Solar Phys.* 9, 423
- Cram, L. E., Durney, B. R., and Guenther, D. B.: 1983, *Astrophys. J.* 267, 442
- d'Azambuja, M. and d'Azambuja, L.: 1948, *Ann. Obser. Paris* 6, 1
- Dupree, A. K. and Henze, W.: 1972, *Solar Phys.* 27, 271
- Duvall, T. L., Jr.: 1979, *Solar Phys.* 63, 3
- Duvall, T. L.: 1980, *Solar Phys.* 66, 213
- Duvall, T. L.: 1982, *Solar Phys.* 76, 137
- Foukal, P.: 1979, *Astrophys. J.* 234, 716
- Gasanalizade, A. G.: 1980, *Izvest. Pulkovo Obs.* 197, 145
- Gilman, P. A.: 1974, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 12, 47
- Gilman, P. A.: 1980, *Highlights of Astronomy* 5, 91
- Gilman, P. A. and Howard, R.: 1984, *Solar Phys.* 93, 171
- Godoli, G. and Mazzucconi, F.: 1979, *Solar Phys.* 64, 247
- Godoli, G. and Mazzucconi, F.: 1982, *Astron. Astrophys.* 116, 288
- Golub, L. and Vaiana, G. S.: 1978, *Astrophys. J.* 219, L55
- Hanslmeier, A. and Lustig, G.: 1986, *Astron. Astrophys.* 154, 227
- Howard, R.: 1978, *Rev. Geophys. Space Phys.* 16, 721
- Howard, R.: 1979, *Astrophys. J.* 228, L45
- Howard, R.: 1984, *Ann. Rev. Astron. Astrophys.* 22, 131
- Howard, R., Boyden, J. E., and La Bonte, B. J.: 1980, *Solar Phys.* 66, 167
- Howard, R. and Harvey, J. W.: 1970, *Solar Phys.* 12, 23
- Howard, R., Adkins, J. E., Boyden, J. E., Gragg, T. A., Gregory, T. Y., La Bonte, B. J., Padilla, S. P., and Webster, L.: 1983, *Solar Phys.* 83, 321
- Howard, R., Gilman, P. A., and Gilman, P. I.: 1984, *Astrophys. J.* 283, 373
- Kambry, M. A. and Nishikawa, J.: 1990, *Solar Phys.* 126, 89

- Kambry, M. A., Nishikawa, J., Sakurai, T., Ichimoto, K. and Hiei, E.:
1991, *Solar Phys.* 132, 49
- Kearns, M.: 1979, *Solar Phys.* 62, 393
- Koch, A.: 1984, *Solar Phys.* 93, 53
- Koch, A., Wöhl, H. and Schröter, E. H.: 1981, *Solar Phys.* 71, 395
- Küveler, G. and Wohl, H.: 1983, *Astron. Astrophys.* 123, 29
- La Bonte, B. J. and Howard, R.: 1982, *Solar Phys.* 80, 361
- Liu, S. J. and Kundu, M. R.: 1976, *Solar Phys.* 46, 15
- Livingston, W. C.: 1969a, *Solar Phys.* 7, 144
- Livingston, W. C.: 1969b, *Solar Phys.* 9, 448
- Livingston, W. C.: 1970, Contr. KPNO No. 531
- Lustig, G.: 1983, *Astron. Astrophys.* 125, 355
- Lustig, G. and Dvorak, R.: 1981, *Mitteilungen der Astronomischen Gesellschaft Nr. 52*, 110
- Lustig, G. and Dvorak, R.: 1984, *Astron. Astrophys.* 141, 105
- Milosevic, K. M.: 1950, *Czech. Acad. Sci.* 201, 666
- Müller, R.: 1954, *Z. Astrophys.* 35, 61
- Neidig, D. F.: 1980, *Solar Phys.* 66, 205
- Newton, H. W.: 1924, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* 84, 431
- Newton, H. W. and Nunn, M. L.: 1951, *Monthly Notices Roy. Astron. Soc.* 111, 413
- Noci, G.: 1978, *Proc. Workshop on Solar Rotation*, Publ. Catania No. 162, p. 55
- Ribes, E. and Mein, P.: 1985, *Nature*, Vol. 318, No. 6042, 170
- Richardson, R. S. and Schwarzschild, M.: 1953, *Accad. Naz. Linc., Fond. Ales. Volta, Atti Conv.* 11, 228
- Okten, A.: 1989, University Of Istanbul Faculty Of Science, The Journal Of Astronomy And Physics No 54, 91
- Parker, G. D., Hansen, R. T., and Hansen, S. F.: 1982, *Solar Phys.* 80, 185
- Paterno, L.: 1978, *Proc. Workshop on Solar Rotation*, Publ. Catania No. 162, p. 11
- Perez Garde, M., Vazquez, M., Schwan, H., and Wohl, H.: 1981, *Astron. Astrophys.* 93, 67
- Pierce, A. K. and Lopresto, J. C.: 1984, *Solar Phys.* 93, 155

- Scherrer, P. H., Wilcox, J. M., and Svalgaard, L.: 1980, *Astrophys. J.* 241, 811
- Schröter, E. H.: 1985, *Solar Phys.* 100, 141
- Schröter, E. H. and Wöhl, H.: 1975, *Solar Phys.* 42, 3
- Schröter, E. H. and Wöhl, H.: 1976, *Solar Phys.* 49, 19
- Schröter, E. H. and Wöhl, H.: 1978, *Proc. Workshop on Solar Rotation*, Publ. Catania No. 162, p. 35
- Shelke, R. N. and Pande, M. C.: 1985, *Solar Phys.* 95, 193
- Simon, G. W. and Noyes, R. W.: 1972, *Solar Phys.* 22, 450
- Snider, J. L., Howald, A. M., Kearns, M. D., Thomas, S. W., and Tinker, P. A.: 1979, *Solar Phys.* 61, 3
- Snodgrass, H. B.: 1983, *Astrophys. J.* 270, 288
- Snodgrass, H. B. and Ulrich, R. K.: 1990, *Astrophys. J.* 351, 309
- Snodgrass, H. B., Howard, R., and Webster, L.: 1984, *Solar Phys.* 90, 199
- Snodgrass, H. M.: 1984, *Solar Phys.* 94, 13
- Solonsky, Y. A.: 1972, *Solar Phys.* 23, 3
- Solonsky, Y. A.: 1977, *Trudy Astron. Obs. Leningrad* 33, 112
- Stenflo, J. O.: 1977, *Astron. Astrophys.* 61, 797
- Ternullo, M., Zappala, R. A., and Zuccarello, F.: 1981, *Solar Phys.* 74, 111
- Timothy, A. F., Krieger, A. S., and Vaiana, G. S.: 1975, *Solar Phys.* 42, 135
- Tuominen, J.: 1941, *Z. Astrophys.* 21, 96
- Tuominen, J.: 1952, *Z. Astrophys.* 30, 261
- Tuominen, J.: 1955, *Z. Astrophys.* 37, 145
- Tuominen, J.: 1976, *Solar Phys.* 47, 541
- Tuominen, J., Kyröläinen, J.: 1982, *Solar Phys.* 79, 161
- Wagner, W. J.: 1975, *Astrophys. J.* 198, L141
- Waldmeier, M.: 1955, *Z. Astrophys.* 38, 37
- Ward, F.: 1964, *J. Pure Appl. Geophys.* 58, 157
- Ward, F.: 1965, *Astrophys. J.* 141, 534
- Ward, F.: 1966, *Astrophys. J.* 145, 416
- Ward, F.: 1973, *Solar Phys.* 30, 227
- Wilcox, J. M. and Howard, R.: 1970, *Solar Phys.* 13, 251
- Wilcox, J. M., Schatten, K. H., Tannenbaum, A. S., and Howard, R.: 1970, *Solar Phys.* 14, 255