

İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ GÖZLEMEVİ'NDEKİ RASAT DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Hikmet ÇAKMAK

*İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü 34119 Üniversite,
Beyazıt-İSTANBUL
hcakmak@istanbul.edu.tr*

Özet: İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nde 1951 yılından günümüze kadar düzenli fotosfer ve kromosfer gözlemleri yapılmaktadır. Fotosfer gözlemleri 25cm çaplı iz düşüm diski üzerinde gözlenen Güneş lekeleri ve plaj alanlarının çizimi olarak kromosfer gözlemleri ise H α filtresine bağlı CCD kamera kullanılarak yapılmaktadır. 2009 yılına kadar gözlemler Astronomik Almanak (Astronomical Almanac) ve Stonyhurst diskleri yardımıyla değerlendirilmekteydi. Bu yıldan sonra geliştirilmiş bilgisayar yazılımı ile oluşturulan Rasat Değerlendirme Sistemi (RDS) ile Güneş gözlemleri bilgisayar ortamında değerlendirilmeye başlanmıştır. RDS Fotosfer, Kromosfer ve Veri Analizi olarak üç ayrı bölümden meydana gelmektedir. Bu çalışmada yalnızca RDS-Fotosfer bölümü anlatılacaktır. Güneş fotosfer gözleminin önceki klasik değerlendirme adımları ve bilgisayar ortamındaki değerlendirme aşamaları belirtilerek sistemin getirdiği yenilikler ve kolaylıklar ifade edilecektir.

1. Giriş

Gözlemevi Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü içerisinde İstanbul Üniversitesi'nin Beyazıt kampüsü bahçesinde yer almaktadır. 1933 Üniversite Reformu ile başlatılan yükseköğretimin yeniden yapılandırılması çerçevesinde İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi bünyesinde bir Astronomi Enstitüsü kurulmuştur. Prof. Dr. E. F. Freundlich Almanya'dan davet edilip enstitü müdürü olarak görevlendirilmiştir. Gözlemevi Freundlich'in istekleri doğrultusunda planlanmış ve mimarisi İstanbul Güzel Sanatlar Akademisi mensubu Mimar Prof. Dr. Arif Hikmet Holtay tarafından yapılmıştır. Binanın temeli 1935 Aralığı'nda Yüksek Mühendis Ekrem Hakkı Ayverdi tarafından atılmış ve altı ay içerisinde tamamlanarak Ülkemiz'in ilk modern astronomi gözlemevi olarak 1936 yazında hizmete açılmıştır.

Gözlemevi'nin dürbün sistemi iki kolon üzerine oturmuş bir ekvatoryal sistemdir ve en önemli gözlem aleti 30cm açıklıklı ve 150cm odak uzaklıklı astrograftır. Dört mercekli bu dürbün sistemiyle 24x24cm ebadında geniş alan gökyüzü görüntüleri alınabilmektedir. 11 Aralık 1935 tarihinde Alman Carl-Zeiss Jena firmasına ısmarlanmış, 25 Eylül 1936 tarihinde İtalya-Trieste üzerinden gemiyle İstanbul'a getirilmiş ve gözlemevi kubbesine yerleştirilmiştir. Ayrıca 13cm açıklıklı ve 200cm odak uzaklığına sahip bir fotosfer dürbünü ve 12cm açıklıklı ve 232cm odak uzaklığına sahip bir kromosfer dürbünü astrograf gövdesine bağlı olarak kullanılmaktadır (Şekil 1).

1951 yılından itibaren 25cm çaplı izdüşüm diski üzerindeki leke ve plaj alanlarının çizimi olarak fotosfer (ışıküre) gözlemleri ve Lyot H α filtresine bağlı klasik 35mm fotoğraf makinesi vasıtası ile kromosfer (renkküre) gözlemleri yapılmaya başlanmıştır. 2008 yılına kadar klasik fotoğrafçılık teknikleri (fotoğraf çekimi ve banyosu) kullanılmış ve bu yıldan sonra sayısal fotoğrafçılık tekniğine (CCD görüntüleme) geçilmiştir. Bu amaçla SBIG marka yüksek çözünürlüklü bir CCD kamera dar bant geçirenlikli bir H α filtresi arkasına monte edilerek kullanılmaya başlanmıştır.



Şekil 1. İstanbul Üniversitesi Gözlemevi'nde kullanılan aletler.

Fotosfer gözlemleri Güneş'in fotosfer tabakasında gözlenen Güneş lekeleri ve plaj alanlarının çizimleri olarak yapılmaktadır. Bu amaçla fotosfer dürbününün odak düzlemine yerleştirilmiş tabla üzerine konulan gözlem kâğıdına Güneş'in 25cm çaplı izdüşüm diski aksettirilerek mevcut lekeler ve parlak plaj alanları çizilmektedir. Kromosfer gözlemlerinde ise kromosfer tabakasındaki Güneş parlamaları ve madde çıkışları gibi olaylar gözlenmekte ve fotoğrafları çekilmektedir.

Yapılan gözlemler yapılabilecek bilimsel çalışmalara veri olması amacıyla arşivlenip bilgisayar ortamında saklanmaktadır. Her yıl sonunda o yıla ait fotosfer gözlemlerindeki leke grupları analiz edilerek grupların takibi yapılarak her grubun gelişimi dikkate alınıp grup numaraları düzenlenir. Elde edilen istatistiksel bilgiler İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Astronomi ve Fizik Dergisi'nde yayınlanmaktadır.

2. Rasat Değerlendirme Sistemi (RDS)

Gözlemevi'ndeki gözlemler fotosfer çizimlerine ve kromosfer fotoğraflarına bağlıdır. Bu nedenle Rasat Değerlendirme Sistemi (RDS) buna bağlı olarak fotosfer çizimlerindeki leke gruplarının koordinatlarının elde edilmesi, kromosfer fotoğraflarının kalibre edilerek saklanması ve bu iki gözlemden elde edilen verilerin veritabanına kaydedilmesi olarak arşivlenmesine dayanmaktadır. Buradan görüleceği üzere RDS fotosfer gözlemi, kromosfer gözlemi ve veri analizi olarak birbirinden bağımsız üç bölümden oluşmaktadır (Şekil 2).

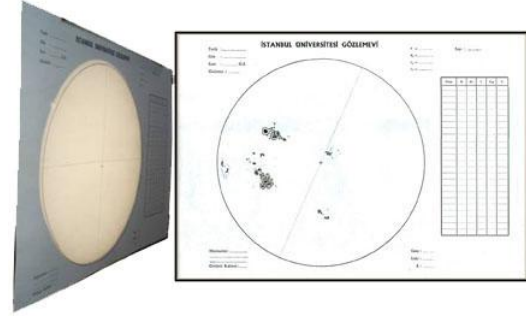


Şekil 2. Rasat Değerlendirme Sistemi.

Bu bildiride yalnızca RDS-Fotosfer kısmı izah edilecektir. Manuel olarak yapılan klasik değerlendirme aşamaları anlatılarak bilgisayar destekli değerlendirmenin arka zemininde çalışan yazılımın çalışma prensipleri belirtilecektir.

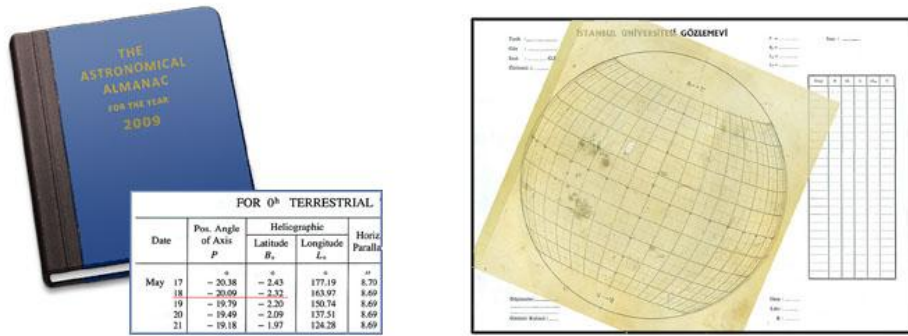
3. Klasik Fotosfer Gözlemi Değerlendirmesi

Fotosfer gözleminde ilk adım rasat kâğıdına Güneş lekelerinin ve plaj (parlak bölgeler) alanlarının manuel çizimidir. Fotosfer dürbünün odak düzlemine yerleştirilmiş tabla üzerine rasat kâğıdı, 25cm çaplı izdüşüm diskine Güneş görüntüsü çakışacak şekilde yerleştirilir (Şekil 3). Dünya'nın kuzey-güney doğrultusunu gösteren dikey retikül çizgisi temel alınarak izdüşüm diskinin kuzey ve güney noktaları işaretlenir. Küçük dikdörtgen bir beyaz kâğıt izdüşüm diski üzerinde ileri geri hareket ettirilerek Güneş lekelerinin daha net görülebilmesi sağlanır. Ardından görülebilen lekeler aslına uygun olarak elle ile rasat kâğıdına çizilir. Bütün lekelerin çizimi tamamlandıktan sonra plaj alanlarının çizilmesi leke çizimlerinin yapıldığı şekilde gerçekleştirilir ve işlem tamamlanır.



Şekil 3. Fotosfer gözlem kâğıdı.

İkinci adım gözlem tarihi ve saatine göre Güneş parametrelerinin (P , B_o ve L_o) hesabı ve uygun Stonyhurst diskinin (şebeke) gözlem kâğıdı üzerine yerleştirilmesidir. Bu amaçla mevcut yıl için kullanılacak Astronomik Almanak'tan, gözlem ay ve gününe ait Güneş parametreleri alınarak, gözlem saatine ait parametreler doğrusal orantı ile elde edilir. Bu hesaba uygun olarak elde edilen P durum açısına göre rasat diskinin üzerine Güneş'in dönme eksenini çizilir. Ardından B_o değerine göre uygun şebeke seçilip çizilen bu dönme eksenini üzerine kuzey güney doğrultusu çakışacak şekilde yerleştirilir (Şekil 4).

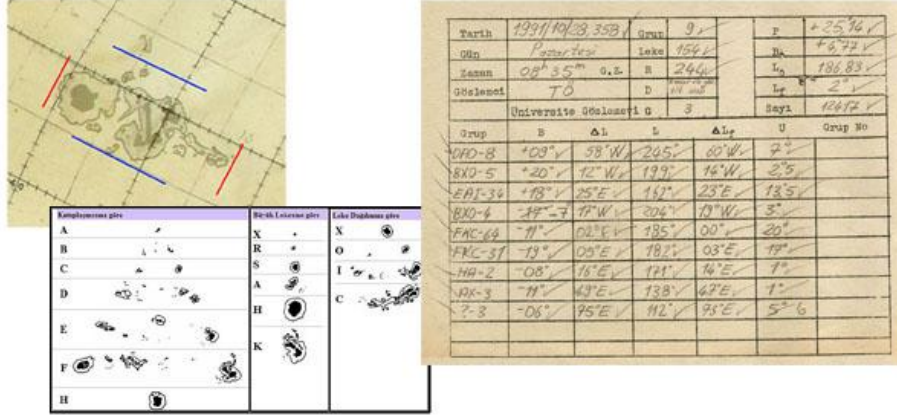


Şekil 4. Astronomik Almanak'ın kullanımı ve Stonyhurst diskinin rasat kâğıdına konumlandırılması.

Üçüncü adım Güneş lekelerinin helyografik koordinatlarını şebeke yardımıyla elde edip rasat değerlendirme formuna kaydetmektir. Bir Güneş lekesinin kapladığı alanın boylam ve enlem kuşağının aritmetik ortası o leke grubunun ortalama enlemi ve boylamı olarak yazılır. Leke grubunun boylamsal genişliği grubun uzanımı olarak ölçülür. Her leke grubu geliştirilmiş Zürih sınıflamasına göre isimlendirilir ve leke sayısı grup ismine bitişik olarak kayıt edilir. (Şekil 5). Bu işlem mevcut bütün leke grupları için yapılarak değerlendirme formuna tek tek yazılır. Ayrıca bu forma gözlem tarihi, saati, gözlemci ve Güneş parametreleri bilahare yazılarak değerlendirme işlemi bitirilmiş olunur.

4. RDS-Fotosfer Sistemi

Klasik rasat değerlendirme adımlarında görüldüğü üzere bir fotosfer gözleminin değerlendirilmesi için Stonyhurst diskinin bilgisayar ortamında çizilmesi ve P , B_o ve L_o Güneş parametrelerinin hesaplanması gereklidir. Tarayıcı yardımıyla rasat kâğıdı bilgisayar ortamına aktarıldıktan sonra bu görüntü üzerine şebekenin çizilmesi gereklidir.



Şekil 5. Güneş lekelerinin helyografik koordinatlarının Stonyhurst diski yardımıyla elde edilmesi ve Geliştirilmiş Zürih Sınıflandırması'na göre isimlendirilip rasat değerlendirme formuna kaydedilmesi. Leke grubunun enlem kuşağı mavi çizgilerle, boylam kuşağı da kırmızı çizgilerle gösterilmiştir. Bu sınırların aritmetik ortası leke grubunun enlemi ve boylamıdır.

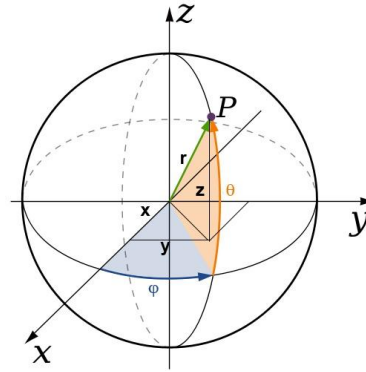
4.1. Stonyhurst disklerinin çizilme algoritması

3 boyutlu uzaydaki bir noktanın küresel koordinatları kartezyen sistemde r kürenin yarıçapı olmak üzere Şekil 6'da gösterildiği üzere enlem (θ) ve boylam (ϕ) açısına bağlı olarak;

$$X = r \cos \theta \sin \phi$$

$$Y = r \cos \theta \cos \phi$$

$$Z = r \sin \theta$$



Şekil 6. 3-Boyutlu uzaydaki bir noktanın küresel koordinatları.

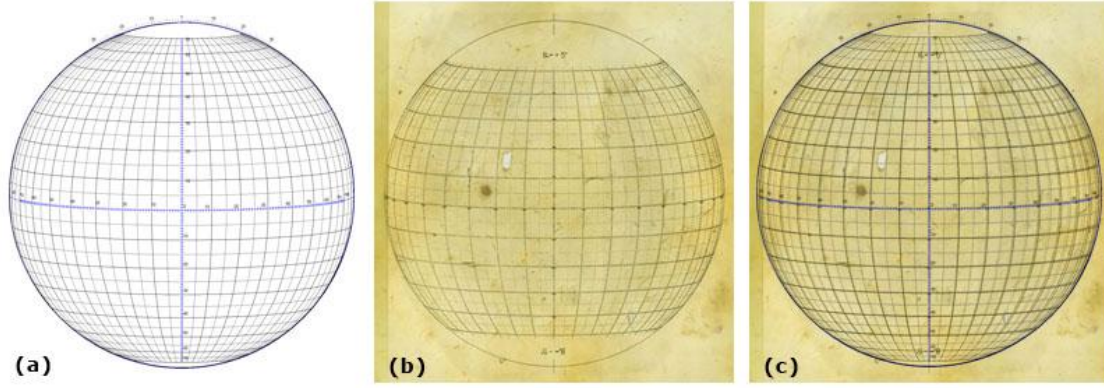
eşitlikleri verilmektedir. Stonyhurst diski için enlem açısı θ -90 ile +90 derece arasında boylam açısı ϕ ise 0 ile 180 derece arasında değer alacaktır. Bilgisayar ekranında bu koordinatların Güneş'in P ve B_o açısına göre izdüşümü için ise 3-boyutlu koordinatların 2-boyutlu koordinat sistemine dönüştürülmesi gereklidir. Bunun için X_D ve Y_D izdüşüm koordinatı olmak üzere;

$$X_D = (Z \sin B_o - Y \sin P) \sin P + X \cos P$$

$$Y_D = (Z \sin B_o - Y \sin P) \cos P - X \sin P$$

eşitlikleri ile hesaplamalar yapılır.

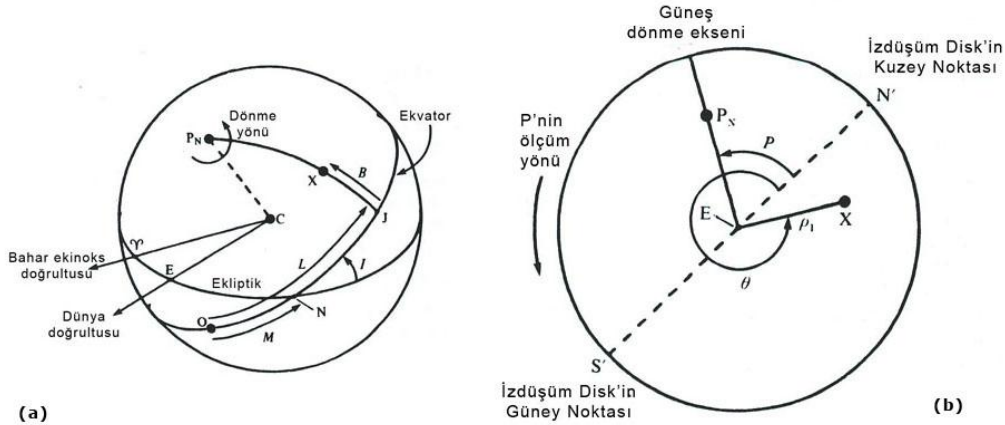
Bu işlemler uyarınca örnek olarak 5 numaralı Stonyhurst diski $P = 0$ konumu için hesaplanmış ve yapılan işlem sonucunu Şekil 7'de gösterilmiştir.



Şekil 7. (a) Bilgisayar ortamında çizilen 5 numaralı Stonyhurst disk. (b) Gözlemevi'nde kullanılan 5 numaralı plastik Stonyhurst disk (c) İki diskin çakıştırılmış hali. Çakırtmada birebir uyum görülmektedir.

4.2. Güneş parametrelerinin hesaplanma algoritması

Güneş yüzeyindeki bir noktanın helyografik koordinatlarını tanımlamak için Şekil 8a'da gösterilen küresel tanımlamalar kullanılır. İşlemlerde bakış doğrultusu ile Güneş merkezini birleştiren doğru temel alınır. Bu doğrunun ekliptik ile kesişim noktası ve Güneş ekvatorunun ekliptik üzerindeki çıkış düğümü leke koordinatlarının hesabında dikkate alınır. Güneş ekvatorunun ekliptik ile yaptığı açının da hesaba katılması gereklidir. Diğer taraftan lekelerin boylam hesabında bir başlangıç boylamının belirlenmesi lazımdır. Bunun için 1 Ocak 1854



Şekil 8. (a) Güneş yüzeyindeki bir noktanın helyografik koordinatlarının tanımlanması. (b) Güneş izdüşüm diskinin kuzey-güney doğrultusuna göre Güneş dönme ekseninin konumlandırılması.

yılı öğle vaktinde Güneş ekvatorunun ekliptik üzerindeki çıkış düğümü başlangıç boylamı olarak kabul edilmiştir. Bu tanımlamalar uyarınca başlangıç boylamı L_0 ve Güneş ekvatorunun bakış doğrultusu ile yaptığı açı B_0 ;

$$L_0 = \tan^{-1} \left\{ \frac{\sin(\Omega - \lambda_{\odot}) \cos I}{-\cos(\Omega - \lambda_{\odot})} \right\} + M \quad B_0 = \sin^{-1} \{ \sin(\Omega - \lambda_{\odot}) \sin I \}$$

eşitlikleri ile hesaplanır (Duffet-Smith, 1988). Burada Ω Güneş ekvatorunun ekliptik üzerindeki çıkış düğümü ile bahar ekinoks noktası arasındaki açıdır, λ_{\odot} Güneş'in ekliptik boylamı, I Güneş ekvatoru ile ekliptik düzlemi arasındaki açı ve M Güneş ekvatorunun ekliptik üzerindeki çıkış düğümü ile başlangıç boylamı arasındaki açıdır.

Güneş dönme eksenin izdüşüm diskinin kuzey-güney doğrultusu ile yaptığı açığı gösteren P durum açısı Şekil 8b'de gösterilen tanımlamalar uyarınca $P = \theta_1 + \theta_2$ olmak üzere;

$$\theta_1 = \tan^{-1} \{-\cos \lambda_{\odot} \tan \varepsilon\}$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} \{-\cos(\Omega - \lambda_{\odot}) \tan I\}$$

bağıntıları ile hesaplanır (Duffet-Smith, 1988). Burada ε Dünya dönme ekseninin ekliptik düzlemi ile yaptığı açıdır. Yapılan tanımlamaları kontrol amacı ile Şekil 9'da gösterildiği üzere örnek bir tarih için yapılan hesaplar kırmızı rakamlarla gösterilmiştir. Aynı tarihe ait değerler Almanak'ta altı çizgili olarak belirtilmiş olup görüldüğü üzere hesaplamalar birebir tutmaktadır.

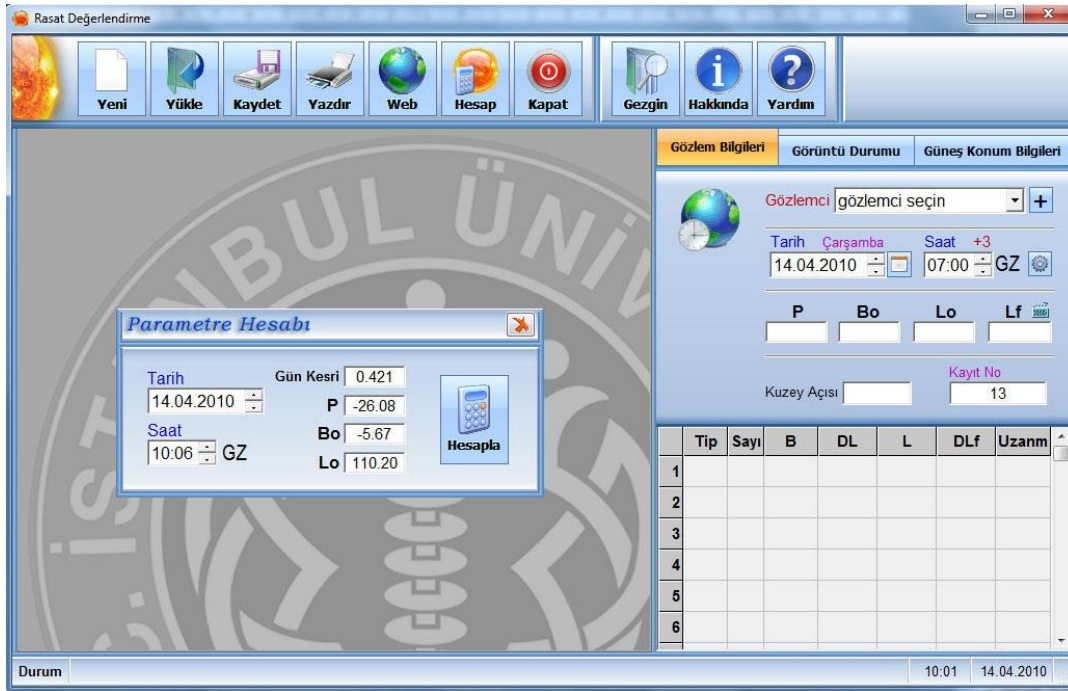
2009		FOR 0 ^h TERRESTRIAL		
Date	Pos. Angle of Axis P	Heliographic		Horiz Paralla
		Latitude B_{\odot}	Longitude L_{\odot}	
May 17	-20.38	-2.43	177.19	8.70
18	-20.09	-2.32	163.97	8.69
19	-19.79	-2.20	150.74	8.69
20	-19.49	-2.09	137.51	8.69
21	-19.18	-1.97	124.28	8.69

18 -20.09 -2.32 163.97
19 -19.79 -2.20 150.74

Şekil 9. Astronomik Almanak'taki değerler ile hesaplanan parametrelerin karşılaştırılması. Kırmızı renkli değerler hesapla bulunan değerlerdir.

5. RDS-Fotosfer ile Rasat Değerlendirme

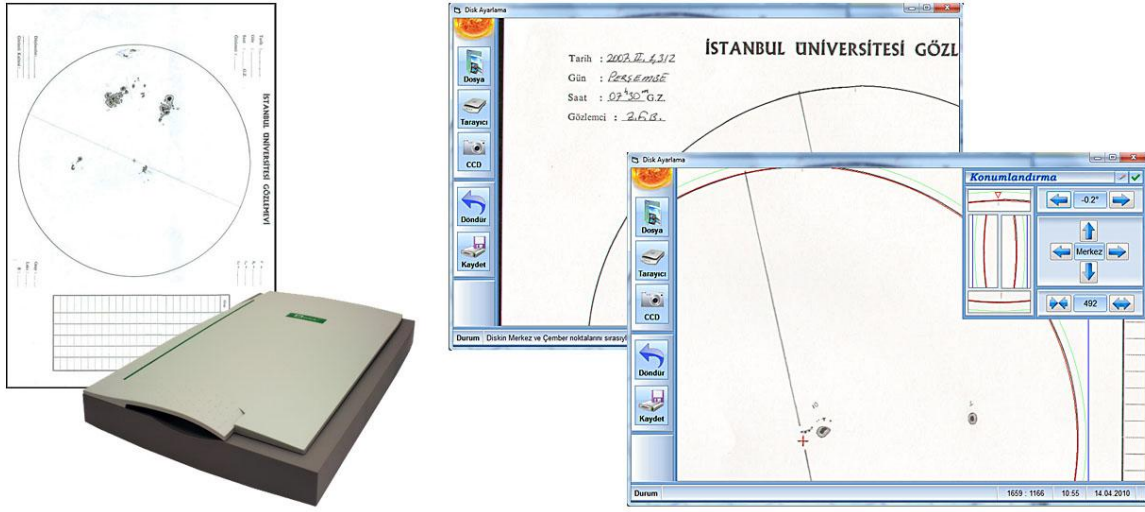
Güneş lekeleri ve plaj alanları çizilmiş rasat kâğıdına ilk olarak Güneş'in dönme eksenini çizilecektir. RDS programında araç çubuğundaki **Hesap** simgesi tıklanarak **Parametre Hesap** penceresi açılır. Ardından tarih ve genel zaman olarak saat ayarlanıp **Hesapla** simgesi tıklanarak Güneş parametreleri hesaplatılır (Şekil 10). Güneş'in durum açısına göre rasat kâğıdındaki diskin kuzey-güney doğrultusu temel alınarak Güneş'in dönme eksenini izdüşüm diski üzerine çizilir. Rasat kâğıdı uygun şekilde tarayıcıya yerleştirilerek RDS ekranından **Yeni>Tarayıcı** simgeleri sırasıyla tıklanarak gözlem kâğıdının bilgisayara aktarma işlemi başlatılır. Tarayıcı arayüzü ile taranacak disk alanı belirlenip tarama işlemi bittiğinde görüntü



Şekil 10. RDS arayüzü ve Güneş parametrelerini hesaplama penceresi.

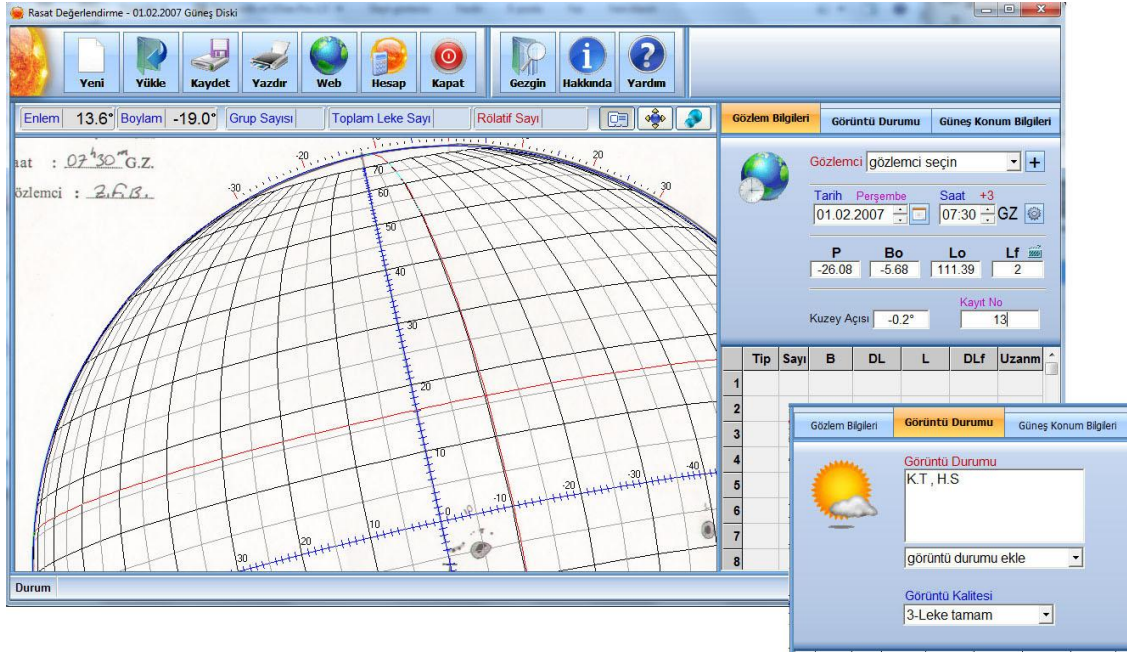
Disk Ayarlama penceresine aktarılır. Bu noktada disk yüzeyine yerleştirilecek şebekenin merkez noktası ve yarıçap noktası belirlenmelidir (Şekil 11). Bu işlemler **Konumlandırma**

penceresindeki tuşlarla ayarlandıktan sonra **Tamam** [✓] simgesine basılarak aktarılan gözlem diski değerlendirme sayfasına aktarılır.



Şekil 11. Fotosfer gözlem kâğıdının taranıp şebekenin disk üzerine yerleştirilmesi.

Değerlendirme ekranında gözlem tarihi ve saati doğru şekilde ayarlanarak **Ayarla** [⚙️] simgesine basılıp şebekenin disk üzerine doğru şekilde yerleşmesi sağlanır. Sonra gözlemci ismi listeden seçilir ve **Görüntü Durumu** sekmesinden görüntü kalitesi ile görüntü bilgisi gözlem durumuna uygun olarak seçilip leke ölçümü aşamasına geçilir (Şekil 12).

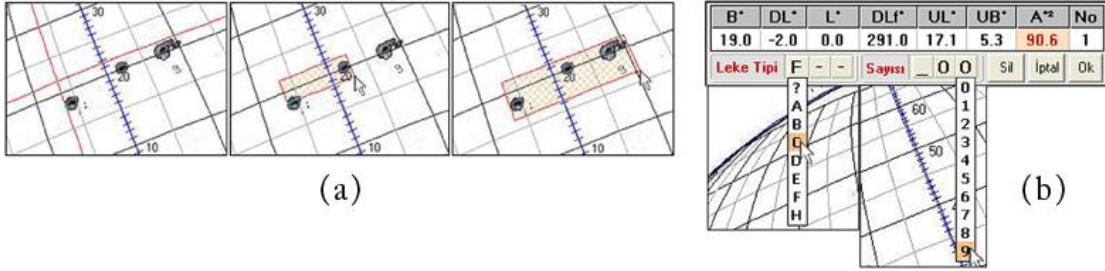


Şekil 12. Rasat değerlendirme ekranı.

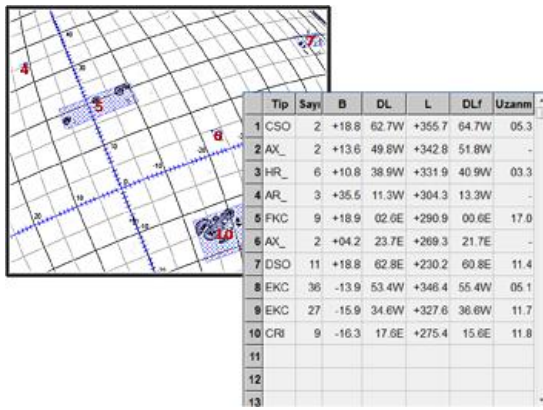
Leke ölçümüne **Büyük Resim Modu** [🌐] seçilerek girilir. Ölçümü yapılacak leke grubunun sol-üst köşesinden başlayıp sağ-alt köşesine uzanan bir dikdörtgen alan şebeke üzerindeki küresel kılavuz ile ayarlanır (Şekil 13a). Dikdörtgen alan kenarlarındaki tutmaçlar yardımıyla ince ayarlamalar yapıldıktan sonra disk penceresinin üst kısmında beliren **Grup Bilgi**

Penceresi ile leke tipi ve leke sayıları girilir (Şekil13b) ve **Ok** tuşuna basılarak leke ölçümü tamamlanır.

Benzer adımlar geri kalan tüm leke grupları için yapılarak grup ölçümü tamamlanmış olunur



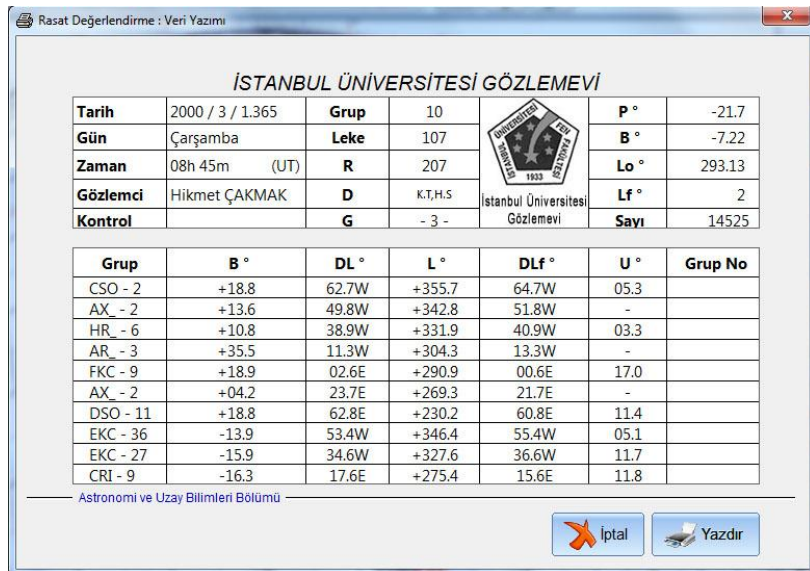
Şekil 13. (a) Leke grubu işaretleme. (b) Leke grubu tipini ve leke sayısı ayarlama.



Şekil 14. Tamamlanmış tüm leke ölçümleri.

(Şekil 14). Ardından RDS araç çubuğundan **Kaydet** simgesine basılarak gözleme ait bilgiler, leke grubu bilgileri ve gözlem resmi bilgisayara kaydedilir. Gözleme ait bilgiler ayrıca bu kayıt esnasında sistemde oluşturulmuş **Güneş Veritabanı**'na da kayıt edilir.

Yapılan gözlemin arşiv çıktısı için ise RDS araç çubuğundaki **Yazdır** simgesine basılır ve çıkan **Veri Yazım** penceresindeki bilgiler tekrar kontrol edilip doğrulandıktan sonra **Yazdır** tuşuna basılarak döküm alınır (Şekil 15).



Şekil 15. RDS'de arşiv için veri yazım penceresi.

Teşekkür: Bu çalışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından 6021 numaralı proje ile desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Duffet-Smith, Peter, 1988, Practical Astronomy with your Calculator, Third Edition, Cambridge University Press
- <http://www.vbforums.com/>
- <http://www.planetsourcecode.com/>