

Güneş fotosferinin araştırılmasında bazı görüntü işlemleri

Nurettin Şenyar
Ondokuz Mayıs Üniversitesi
Bilgisayar Mühendisliği Bölümü
Kurupelit, Samsun
nurettins@omu.edu.tr

Özet: Bu çalışmada Azerbaycan Bilimler Akademisinin Şamahı Astrofizik Gözlemeviden temin edilen güneşin fotosfer katmanına ait üç serilik* görüntülerdeki granülasyon yolcuklarının çıkarımını sağlamak için ÖGYÇ algoritması geliştirilmiştir. Bu algoritmanın çıktısının frekans düzlemi incelemesi, atmosferik türbülansın karakteriyle ilgili değerli bilgiler içerdiğini göstermiştir. Bu bilginin nesnel bir ölçüte dönüştürülmesi için TOPÇ algoritması geliştirilmiştir. TOPÇ'nin ardışık karelerde ürettiği değerlerin yorumlanmasıyla özışler başvuru kare seçici (TOBKS) gerçekleştirilmiştir. Bu algoritmalarla elde edilen ilkin sonuçlar oldukça hoşnut edicidir.

1. Giriş

Görünür ışıktaki görünebilen en derin katman olan fotosferdeki oluşumlardan granüllerin [1] zamanla birleşerek oluşturduğu süper-granülasyonlar [2], yaygın olan düşünceye göre zaman içerisinde lekelerin oluşmasına neden olurlar. Lekelerin sayısı, dünya üzerindeki iklim üzerinde ciddi bir etkiye sahiptir. En tipik örneği 1645-1715 yılları arasında gerçekleşen leke sayısının minimum düzeyde olduğu ve İngiltere'deki Thames nehrinin donmasıyla sonuçlanan küçük bir buzul çağına yaşandığı Maunder Minimum olayıdır [3],[4]. Bu olayın tam olarak nasıl gerçekleştiği ve ne zaman tekrarlanacağı tam olarak çözümlenebilmiş değildir [5].

En kötü durumda insan sağlığına ve yaşamına zarar verebilen, hem yer hem de uzay modern iletişim sistemleri için de önemli bir bozucu etken olabilen, Dünya üzerindeki iklimin ve magnetosferinin yapısını şekillendiren güneşten kaynaklı manyetik etkinliklere neden olan oluşumların sürekli olarak izlenmesi, incelenmesi ve karakterize edilmesi, sistem tasarımı ya da etkili uyarı ve tahmin sistemlerinin geliştirilmesi için hayati öneme sahiptir [2]. Maliyet, teknik imkânsızlıklar vs. den ötürü uzay ve balon yolu gözlemler sınırlı zaman aralığında, sayıda ve çözünürlükte yapılabilmektedir. Daha düşük maliyetli çözüm sunan yerüstü gözlemevlerinden gözlemler ise atmosferde meydana gelen türbülans (burgaç) hareketliliğiyle başı derttedir. Elimizdeki seri görüntülerin çekildiği gözlemevi bölgenin türbülans olaylarının en az etkili olduğu yerinde kurulmuş olmasına karşın, ardışık görüntülerde ve hatta görüntünün farklı bölgelerinde türbülans etkisi görüntüyü çok derinden ve farklı derecede etkilemekte ve yorumlamayı oldukça güçleştirmektedir. Atmosfer etkisi, geçirgenlik farklılığından ve optik davranışından kaynaklı olmak üzere ikiye ayrılır. Geçirgenlik farklılığı görüntünün parlaklık dağılımını bozuyorken, atmosferin optik davranışı konumsal ve ölçeksel bozukluklar gibi çok daha derin bir etkiye sahiptir.

2. bölümde güneş yüzeyindeki oluşumlardan granülasyonların özışler olarak izlenmesini sağlamak için geliştirilen ÖGYÇ algoritması, bu algoritmanın çıktılarından yararlanan ve atmosferin (ya da türbülansın) optik davranışını karakterize etmek için kullanılacak TOPÇ algoritması ve onun elde edilen görüntüler serisinden başvuru karesinin seçilmesinde kullanılacak uyarlaması olan TOBKS algoritması, 3. bölümde elde edilen sonuçlar ve 4. bölümde elde edilen sonuçlar için düşünceler ve yapılacaklar verilecektir.

2. Yöntem

2.1 ÖGYÇ algoritması

Yeryüzeyinden çekilen, atmosferik türbülans yüzünden buğulanmış güneş granülasyonuna ait görüntülerdeki granülasyonlar arası yolcukların ortaya çıkarılmasını ve görsel olarak iyileştirilmesini özışler biçime getirmek için Şekil 1.a'da verilen algoritma geliştirilmiştir. Granülasyon oluşumunu içeren giriş görüntüsü dar bantlı ve düşük merkez frekanslı bant geçiren süzgeçten (BGS) geçirilmesiyle elde edilen granül yolcukları çok işlevli gama (ÇİG, [6]) ile belirginleştirildikten sonra, yolcukları içeren dilim alınır. Bu dilim çeşitli aşamalardan (kontrast yayma, eşik uygulama vs) geçirildikten sonra ikil (binary) granül yolcuk görüntüsü elde edilir.

2.2 TOPÇ algoritması

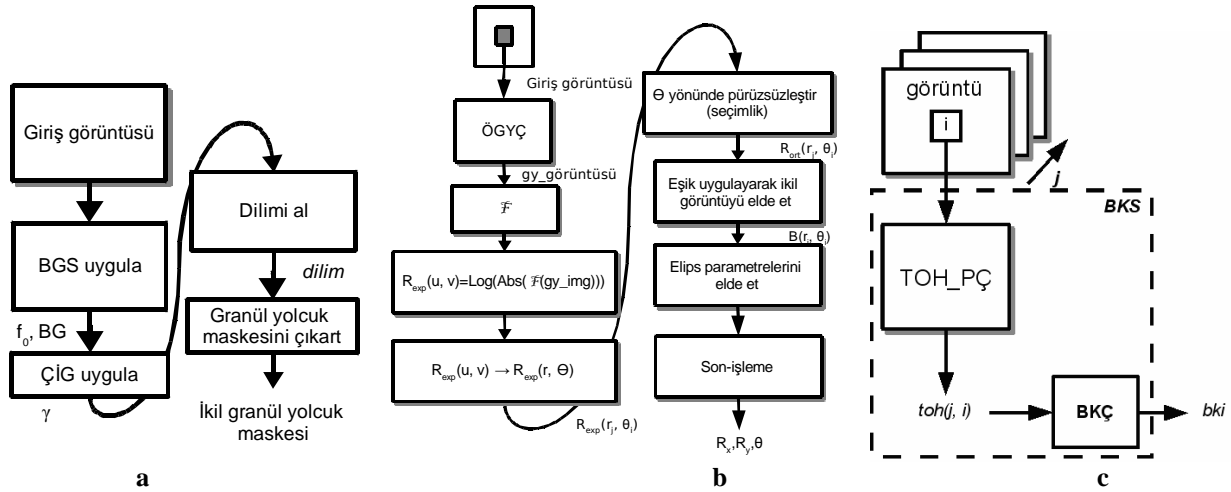
ÖGYÇ algoritmasıyla elde edilen yolcukların burulma biçimiyle görsel paralellik göstermesi, nesnel değerlendirici geliştirmemizi güdüledi. Defocus farkı bilinen iki görüntüden frekans düzlemi temelinde astigmatizma parametrelerinin çıkarıldığı [7] makalesinden esinlenilerek, tek görüntü üzerinden granül yolcuklarının frekans düzlemi incelemesi temelinde burulma parametre çıkarımcısı (TOPÇ: Türbülans Optik Parametre Çıkarımcı) geliştirildi. Şekil 1.b'de verilen algoritmaya görüntüde yoğun gürültünün olması durumunda kullanılmak üzere, elips biçimli dağılımın hâkim olmasından dolayı frekans düzlemini açısız yönde pürüzsüzleştirici seçeneği eklenmiştir. Eşik uygulanarak elde edilen dağınık (serpik) veriye uydurulan elips [8] parametreleri son işlemenin (tek tip elips

* Görüntüler danışman hocam Prof. Dr. Çingiz Efendiyev tarafından, Bilimler Akademisinin Şamahı Astrofizik Gözlemevinde çalışan Dr. Mehmet Kerimbeyov beyden temin edilmiştir.

gösteriliminin sağlanması gibi ardından türbülans optik davranışını karakterize eden parametreler (elips yarıçapları veya yarıçaplar oranı ve dönme açısı) algoritma çıktısı olarak üretilir.

2.3 TO-BKS algoritması

Serideki her bir görüntünün alt-alanlarına ait TO-parametrelerinin ($toh(j, i)$) incelenmesi temelinde kurulan başvuru kare seçici algoritması Şekil 1.c’de verilmiştir.

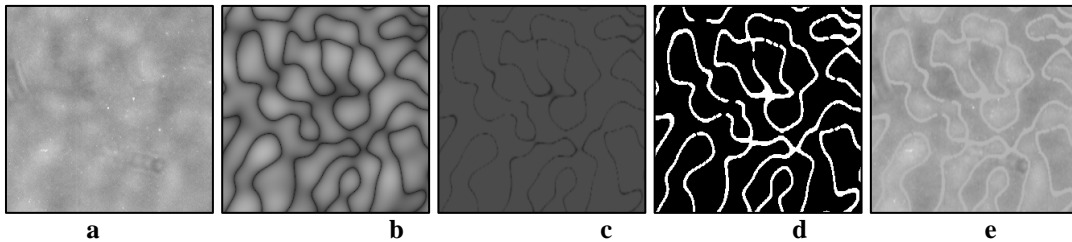


Şekil 1. ÖGYÇ, TOPÇ ve TOBKS algoritmaları

3. Deneysel / gözlemsel sonuçlar

3.1 ÖGYÇ sonuçları

Algoritma parametreleri $f_0 = \%2$, $BG = \%2$, $\gamma = 0.25$ ve $dilim = [0, 75]$ seçilerek elde edilen görüntüler Şekil 2’de verilmiştir. 55310018.bmp (1326x1024, 8 bit) test görüntüsünün orta bölümünden 512x512’lik alan Şekil 2.a’da verilmiştir. BGS+ÇİG sonucu (b), dilimleme sonucu (c), ikil granül yolcu maskesi (d) ve maskenin görüntü üzerine bindirilmesiyle elde edilen görüntü ise (e)’de verilmiştir.



Şekil 2. ÖGYÇ sonuçları

3.2 TOPÇ ve TOBKS sonuçları

Algoritmanın test edilmesinde kullanılan test ardışıklığı Şekil 3.a-c’de verilmiştir. Bu resimlerin veri tabanımızdaki isimleri 55310018.bmp, 55310019.bmp ve 55310020.bmp’dir (1326x1024, 8 bit). Görüntülerin sol – alt köşesine (512x512) ait görüntüler Şekil 3.d-f, ÖGYÇ sonuçları g-i, TOAP ile elde edilen frekans düzlemi ve uydurulan elipsin çizimi j-l ve kullanılan elips notasyonu Şekil 3.m’de verilmiştir.

TOBKS gerçekleştirilmesinde BKÇ (başvuru kare çıkarımcı) ise yarıçaplar oranına (RI) ve dönme açısına (TI) bağlı olarak hesaplanan görüntü nitelik indisiyle (GNI) değerlendirilmektedir,

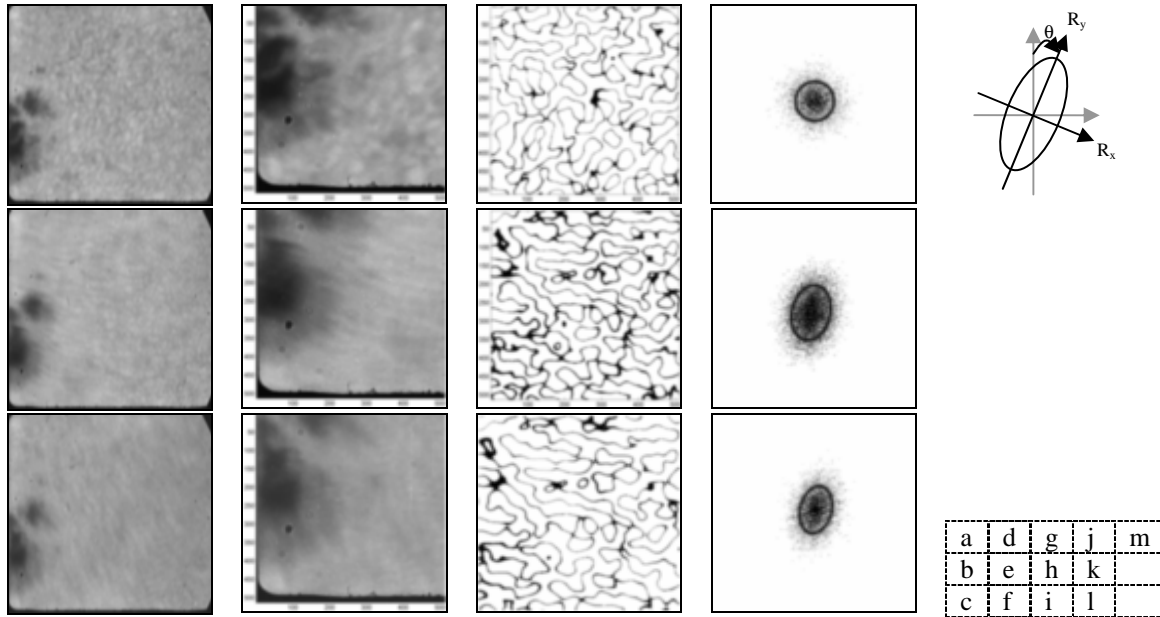
$$GNI(\%) = \frac{RI + TI}{2} \cdot 100, \quad RI = 1.0 - \frac{|R_x - R_y|}{(R_x + R_y)}, \quad TI = 1.0 - \frac{|\theta - 45^\circ|}{45^\circ} \quad (1)$$

Burada R_x ve R_y elips yarıçapları, θ elipsin dönme açısıdır (derece). Elipsin daire şeklini alması $RI=1.0$ yani en yüksek nitelikte bir görüntü olduğunu gösterir. Açının 45° olması görüntüdeki yolcuğun homojen dağılımı olduğunu gösterir, böylelikle açı indisi $TI = 1.0$ olur.

Şekil 3.a-c’deki görüntüler için üretilen veriler Şekil 4’deki tabloda verilmiştir. Bu tabloda ki her bir hücrede 3 satır 3 sütun yer almaktadır. Sütunlar farklı görüntülere denk geliyorken, ilk satır GNI , sonraki satır yarıçaplar oranına ve en son satır da dönme açısına denk gelmektedir. Dönme açısı kısmında tire ‘-’ işaretlemesi geçersiz açı girdisi anlamındadır. Geçerli açı ölçütü ise yarıçap oranının belirlenen bir eşik değerinin (örneğin 1.25:1.00) üzerinde yer almasıdır. GNI verileri aday başvuru karesinin (1) eşitliğiyle hesaplanan oylarını temsil etmektedir. Bu oylardan hangi karenin başvuru karesi olacağını belirlemek için türbülansın doğrusal olmama ve sayımsallık doğasından ötürü Ortanca Değer (OD, Median Value [9]) yaklaşımı kullanıldı. Şekil 3.a-c’de verilen serideki her bir görüntüye ait OD sonuçları [0.9653 0.5205 0.7218]’dir. Buna göre en fazla oyu toplayan ilk görüntüdür. Böylelikle başvuru karesi 55310018.bmp olur.

4. Tartışma

Bu çalışmada geliştirdiğimiz ÖGYÇ algoritması temelinde başvuru karesinin seçilebileceği gösterilmiştir (TOBKS). Granüllerin konumsal- ve zamansal-karakterinin çıkarılması, türbülansın konumsal- ve zamansal-karakterinin çıkarılması gibi daha farklı çalışmaların da önünü açmıştır. ÖGYÇ algoritmasındaki BGS parametreleri ve dilim aralığı sezgisel olarak belirlenmektedir. Fakat görüntü ve frekans düzleminin dikkatli incelenmesiyle bu parametrelerin değerlerinin belirlenmesinde özişlerlik kazandırılabilceğini düşünüyoruz. Diğer taraftan incelemelerimiz ve deneylerimiz sırasında θ açısı değerinin $0-90^\circ$ arasında değer aldığı gözlemlenmiştir fakat matematiksel olarak dikkatle yorumlanmasıyla açısı sınırlarıyla ilgili teorik sınırların belirlenmesi, TOBKS'deki görüntü alt-alanlarının örtüşen olmasının sonuçlar üzerindeki etkisinin incelenmesi ve *GNI* için (1) eşitliğinde verilen modelin geliştirilmesi gerekecek.



Şekil 3. TO-AP sonuçları

	Sol			Orta			Sağ		
Üst	%98	%48	%58	%97	%43	%77	%97	%98	%73
	1.085	1.535	1.332	1.116	1.641	1.258	1.127	1.063	1.300
	-	7.45°	76.83°	-	5.01°	60.24°	-	-	62.95°
Orta	%98	%51	%67	%97	%40	%62	%97	%98	%81
	1.108	1.712	1.436	1.128	1.711	1.546	1.120	1.074	1.278
	-	12.94°	66.33°	-	2.63°	69.55°	-	-	56.31°
Alt	%98	%62	%94	%96	%48	%95	%95	%95	%95
	1.072	1.288	1.247	1.174	1.488	1.202	1.244	1.226	1.240
	-	16.20°	-	-	6.89°	-	-	-	-

Şekil 4. TO – BKS sonuçları: Şekil 3.a-c'deki görüntüler için *GNI*, yarıçap oranı ve dönme açısı değerleri tablosu

Kaynaklar

- [1] Schrijver C.J. ve Zwaan C., "Solar and Stellar Magnetic Activity", Cambridge University Press, 2004
- [2] Arnold Hanslmeier, "The Sun and Space Weather", Kluwer Academic Publishers, 2004
- [3] Bhatnagar A., Kiran Jain ve Tripathy S.C., "Variation of solar irradiance and mode frequencies during Maunder minimum", Astrophysics and Space Science, 281(4), s.761-764, Aralık-2002
- [4] Moore R. ve Rabin D., "Sunspots", Annual Review of Astronomy and Astrophysics, 23(1), s.239-266,1985
- [5] Clilverd M. A., Clarke E., Rishbeth H., Clark T. D. G. ve Ulich T., "Solar cycle: Solar activity levels in 2100", Astronomy and Geophysics, 44, s.20-25, Ekim-2003
- [6] Çingiz Efendiyev, "Güneş olaylarının öğrenilmesi için kullanılan metotlar hakkında", ISBN 5-8066-1665-7, Elm-Basinevi, Bakü, 2005, (Monografi) Azerbaycan Milli Bilim akademisinin Basın şurasının 16.04.2004 No3 kararı ile basılmıştır.*Rumyansev A.A. ve Kerimbekovla M.B. birlikte (Ruşça)
- [7] Norio Baba, Kazuhiro Terayama, Toshihiro Yoshimizu, Norihiko Ichise ve Nobuo Tanaka, "An auto-tuning method for focusing and astigmatism correction in HAADF-STEM, based on the image contrast transfer function", Japanese Society of Electron Microscopy, 50(3), s.163-176, Şubat-2001
- [8] Fitzgibbon A.W., Pilu M. ve Fisher R.B., "Direct least-squares fitting of ellipses", IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 21(5), s.476-480, Mayıs-1999
- [9] Gonzalo R. Arce, "Nonlinear Signal Processing", John Wiley & Sons, 2005