

# **TÜBİTAK**

## **ARAŞTIRMA PROJESİ**

### **GELİŞME RAPORU**

*(Bilimsel Rapor)*

**PROJE NO** : 113F070  
**RAPOR NO** : 2. Gelişme Raporu  
**RAPOR DÖNEMİ** : 01/09/2014 - 01/03/2015  
**PROJE YÜRÜTÜCÜSÜ** : Emre Işık

#### **BİLİMSEL RAPORDA OLMASI GEREKEN BİLGİLER**

1. Dönem içinde projeye ilgili bilimsel ve teknik gelişmeler proje planı ile karşılaştırılarak verilmeli, elde edilen veriler ile varılan ara sonuçlar, varsa materyal, yöntem ve kapsam değişiklikleri belirtilmeli ve tartışılmalıdır.
2. Dönem içindeki idari gelişmeler (yardımcı araştırmacı ve personel değişikliği, ek süre, yürütücünün kurum değişikliği ve varsa diğer destekleyen kuruluşlarla sürdürülen işbirliği, vb. konularındaki bilgiler) verilmelidir.
3. Proje çalışmaları kabul edilen çalışma takvimine uygun yürümüyorsa gerekçeleri açıklanmalıdır.
4. Bir sonraki dönem içinde yapılması planlanan çalışmalar (öneri formundan farklı bir durum oluşmuş ise) belirtilmelidir.
5. Destekleyen diğer kuruluşlarla ilgili sorunlar var ise ayrıntıları ve çözüm önerileri sunulmalıdır.
6. Dönem içinde proje kapsamında yapılan yayımların ve toplantılarda sunulan bildirilerin birer kopyası eklenmeli ve yapılan yayımlarda TÜBİTAK desteği belirtilmiş olmalıdır.

**(Her madde için gerektiği kadar alan ve ek sayfa kullanabilirsiniz)**

**1. Dönem İçinde Projeye İlgili Bilimsel ve Teknik Gelişmeler**

Aşağıda, geçen dönem tamamlanmamış olanlar ile bu dönem yürürlükte olan iş paketleri (İP) ile ilgili bilimsel ve teknik gelişmeler özetlenmiştir.

**[İP 2] – Doğrusal davranış öngörüsü ile doğrusal olmayan dinamik karşılaştırılması**

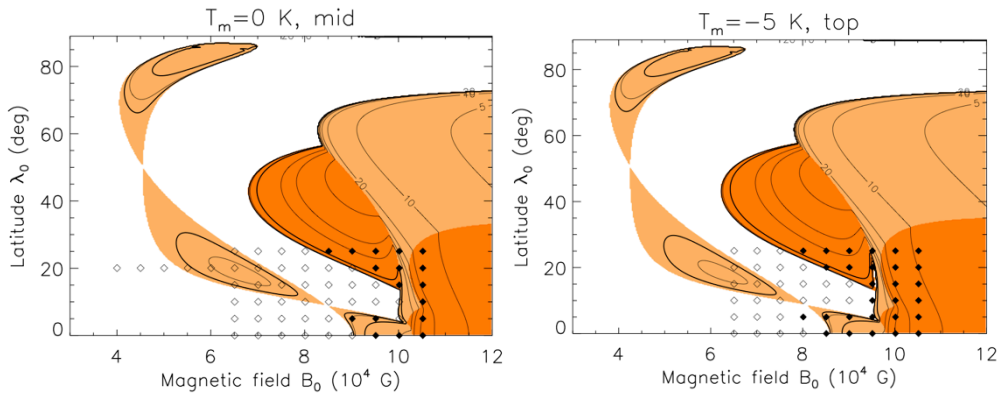
Güneş'te çevrimler arası genlik dalgalanmaları, Jiang vd.'nin (2013) yarı empirik modelinde konveksiyon bölgesinin tabanındaki toroidal manyetik akı ile korelasyon göstermektedir. Toroidal akıdaki farklılıklar, konvektif enerji akısını etkileyerek konveksiyon bölgesinin tabanındaki fırlatma katmanında farklı genliklerde radyal sıcaklık tedirginliklerine neden olmalıdır (Rempel 2003). Sıcaklıkta, dolayısıyla özgül entropide oluşan radyal tedirginlik, manyetik akı tüplerinin kararsızlık yaşayacağı eşik akı yoğunluğu değerlerini her bir derinlikte değiştirecektir. Rempel'in (2003) yarı analitik modelinin öngördüğü yerel soğumanın ortamdaki manyetik akı tüplerini kararlılaştıracağı, İP 2 çalışmamızda doğrulanmıştır. Yapılan analitik ve sayısal incelemeler, farklı etkinlik çevrimlerinde akı tüplerinin hangi başlangıç koşulları (derinlik ve akı yoğunluğu) ile kararsızlık yaşayacağı konusunda iki olası durumun önemli olduğuna işaret etmiştir:

- Akı tüplerinin kararsızlığa uğradıkları derinlik, çevrimden çevrime değişmiyor ise, manyetik kaldırma kararsızlığı için eşik akı yoğunluğu, çevrim genliği ile orantılı olarak artacaktır. Çünkü belirli bir derinlikte, güçlü çevrimlerde oluşan ortalama toroidal alan da güçlü olmakta (bkz. İP 3), bu da katmanlaşmayı daha kararlı kılmaktadır.
- Akı tüplerinin güçlenirken kazanabileceği ortalama akı yoğunluğu çevrim genliğinden bağımsız ise, her bir çevrimde oluşan akı tüplerinin ortalama başlangıç derinliği, ortamdaki ortalama toroidal akı yoğunluğunun bir fonksiyonu olacaktır. Çünkü çevrim genliği ile orantılı olarak soğuma tedirginliği arttıkça katmanlaşma daha kararlı olmaktadır. Bu ilişki, başlangıç derinliği  $r_0$ , ortamdaki toroidal akı yoğunluğu  $B$ , eşbölüşüm akı yoğunluğu  $B_{eq}$  olmak üzere,

$$\frac{r_0}{R_\odot} = C \left( \frac{B}{B_{eq}} \right)^p$$

biçiminde parametrikleştirilebilir. Her ne kadar proje önerisi sırasında planlanmamışsa da, buradaki  $C$  ve  $p$  sabitlerinin belirlenmesi için çalışmalar yürütülmektedir.

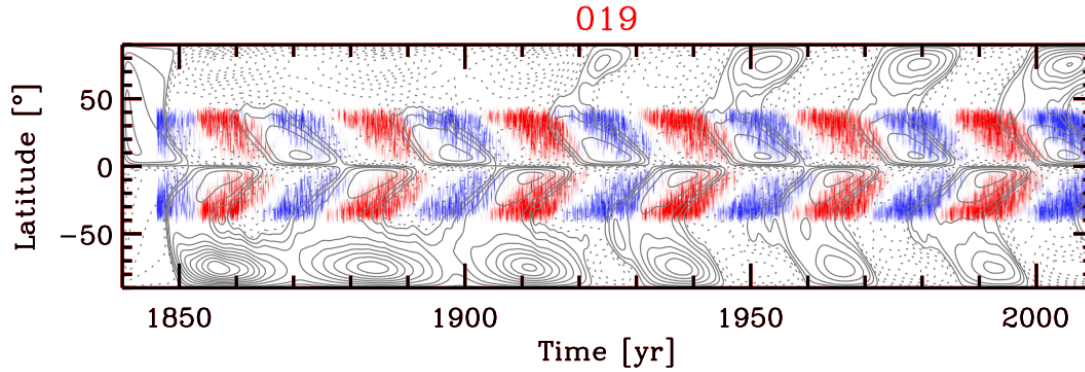
Isısal tedirginliğin yokluğunda ve varlığında akı tüplerinin doğrusal olmayan dinamik benzetimleri, başlangıç akı yoğunluğu ve enleme bağlı olarak 5 yıl (yarım etkinlik çevrimi) üst zaman sınırı alınarak gerçekleştirilmiştir. Projeden alınmış iş istasyonunda aynı anda çok sayıda işlemci çekirdeğinde paralel yapılan sayısal benzetimlerin sonuçları, karşılaştırma için akı tüplerinin doğrusal kararlılık haritaları üzerine noktalanmıştır. Bu karşılaştırmalara iki örnek, Şekil 1'de verilmiştir. Buradaki karşılaştırma, yukarıda (b) maddesinde yapılan varsayıma dayalı olarak söz konusudur. Buna göre soldaki zayıf bir çevrimde konvektif fırlatma bölgesinin ortasını, sağdaki güçlü bir çevrimde konveksiyon bölgesinin sınırını göstermektedir. Burada eğiklik açıları arasında belirgin farklar ortaya çıkmamaktadır. Bu iş paketi üzerinde çalışmalar sürmektedir.



**Şekil 1.** Konvektif fırlatma katmanındaki manyetik akı tüpleri için analitik (renkli bölgeler) ve sayısal (eşkenar dörtgenler) kararsızlık haritaları. Her iki grafikte de içi boş dörtgenler 5 yıl içinde kararlı, içi dolu dörtgenler 5 yıl içinde kararsızlığa uğrayan tüpleri göstermektedir. Solda fırlatma katmanının orta derinliğindeki başvuru modeli, sağda ise -5 K genlikli bir sıcaklık tedirginliğinin varlığında, fırlatma katmanının tepe derinliğinde (konveksiyon bölgesinin başladığı yerde) hesaplanan iki durumun birbirine benzediği görülmektedir.

### [İP 3] – Doğrusal olmayan BL dinamosu

Birinci raporda sözü edilen sorunun nedeni anlaşılmıştır: Stokastik Babcock-Leighton (B-L) dinamo modelimizde tabanda üretilen toroidal akının enlemsel dağılımına dayanılarak, *aynı anda* yüzeyde poloidal akı ortaya çıkarılmaktadır. Yüzeydeki poloidal akı katkısı, çalkantılı pompalama ve meridyen akışlarıyla derinlere taşınarak diferansiyel dönme ile enlemsel düzlemlere doğru bükülür ve kendisini üreten ile karşıt kutupluluğa sahip toroidal alanı oluşturur. Güneş'in tam disk gözlemlerinden alınan akı kalibrasyonu ile birlikte Jiang vd. (2013) çalışmasında belirlenen akış fonksiyonları kullanınca, yüzeydeki kaynak alanın aynı andaki derin toroidal alandan beslenmesi, yürürlükteki etkinlik çevrimini üreten toroidal akının hızla tükenmesine neden olmaktadır. Bu durum, derindeki toroidal alan üretimi ile yüzeyse poloidal alan üretimi arasına bir "gecikme" eklemeyi akla getirmiştir. Böyle bir gecikme, gözlenen leke alanlarının enlem, zaman ve poloidal akılarını kullanan Jiang vd. (2013) modelinde kendiliğinden ortaya çıkmaktadır. Çünkü o modelde yüzeyde empirik kaynaklar kullanılmaktadır – tabandan yukarı akı çıkışı süreci zaten ele alınmamıştır. Bu nedenle yüzeydeki poloidal alan ile tabandaki toroidal alan arasındaki yarım dönemlik evre farkını belirleyen iki etken, diferansiyel dönme ve empirik kaynak fonksiyonudur. Bu nedenlerle, kapalı devre stokastik dinamo modelimiz kapsamında poloidal alanın kaynak terimine 3 yıllık bir zaman gecikmesi eklenmiştir. Bu gecikme miktarı, toroidal alan içinde yoğunlaşarak oluştuğu varsayılan akı tüplerinde manyetik kaldırma kararsızlığının büyüme ve yükselme zaman ölçeğinin tipik değerleri ile de uyumludur (Işık ve Holzwarth 2009). Toroidal-poloidal zaman gecikmesinin B-L akı taşınım dinamo modeline etkileri, Jouve vd. (2010) tarafından incelenmiştir. Böyle bir gecikme ile çalıştırılan bir dinamo benzetimi, Şekil 2'de bir enlem-zaman çizgesinde verilmiştir. Bu iş paketi tamamlanmıştır; ancak İP 5, 6, 7 bu pakete dayandığı için, bu paket gerektiğinde tekrar "açılarak" yeniden gözden geçirilmektedir.



**Şekil 2.** Doğrusal olmayan, stokastik BL dinamo modelinde kaynak poloidal alanlar (mavi pozitif, kırmızı negatif) ve tabandaki toroidal alan (konturlar; sürekli pozitif, kesikli negatif) için enlem-zaman çizgesi. Benzetimde Jiang vd.'nin (2013) gözlemlerle yüksek korelasyonlar veren iç akış alanları kullanılmıştır.

### [İP 4] – Manyetik akı tüplerinin yüzey altındaki dinamiği: Eğiklik açısındaki saçılmanın olası kaynağı

Bu iş paketinin içeriğinin kısmen değiştirildiği, birinci gelişme raporunda bildirilmiştir. İş paketinin başlığı da içeriğine uygun olarak yukarıdaki gibi değiştirilmiştir. Birinci raporu izleyen dönemde yapılan çalışmalarda, manyetik akı tüplerinin yüzeyin altında, konveksiyon bölgesinin ortası ile yüzey altı bölge arasında farklı derinliklerden başlatılarak 3 boyutlu Lagrange çerçevesinde dinamik sayısal benzetimler yapılmıştır. Örnek bir benzetimin son karesi Şekil 3'te iki farklı açıdan gösterilmiştir. Benzetimlerde akı tüplerinin başlangıç koşullarına göre birbirinden ayrı iki eğiklik açısı aralığında, gözlemlerle uygun biçimde, eğiklik açısında *geniş* bir saçılma göstererek yüzeye çıktıkları belirlenmiştir. Akı tüplerinin başlangıç koşulları, aşağıdaki gibi iki ayrı şekilde seçilmiştir:

1. Dışarıyla entropi ve sıcaklık dengesine ulaşmış bir akı tüpünün içi ile dışı arasındaki yoğunluk karşıtlığı, adyabatik katmanlaşma, ideal gaz ve yerel termodinamik denge varsayımları altında, özısılar oranı ve plazma betası cinsinden

$$\frac{\rho_i - \rho_e}{\rho_e} = 1 - \left(1 + \frac{1}{\beta}\right)^{1/\gamma} \simeq -\frac{1}{\gamma\beta}$$

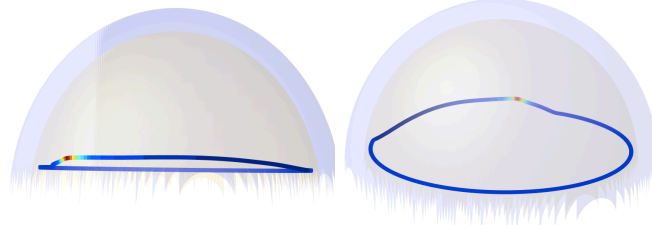
biçiminde yazılabilir. Yoğunluk karşıtlığından dolayı tüp, kaldırma kuvvetinin etkisi altında yukarıya doğru ivmelenir – kararsızdır.

2. Bulunduğu katmanda mekanik denge durumuna ulaşmış bir akı tüpünün manyetik eğrilik kuvveti, tüpün bağıl açısal momentumu ile dengelenir. Yani,  $v_A$  Alfvén hızı,  $\Omega_i$  ve  $\Omega_e$  iç ve dış açısal hızlar olmak üzere,

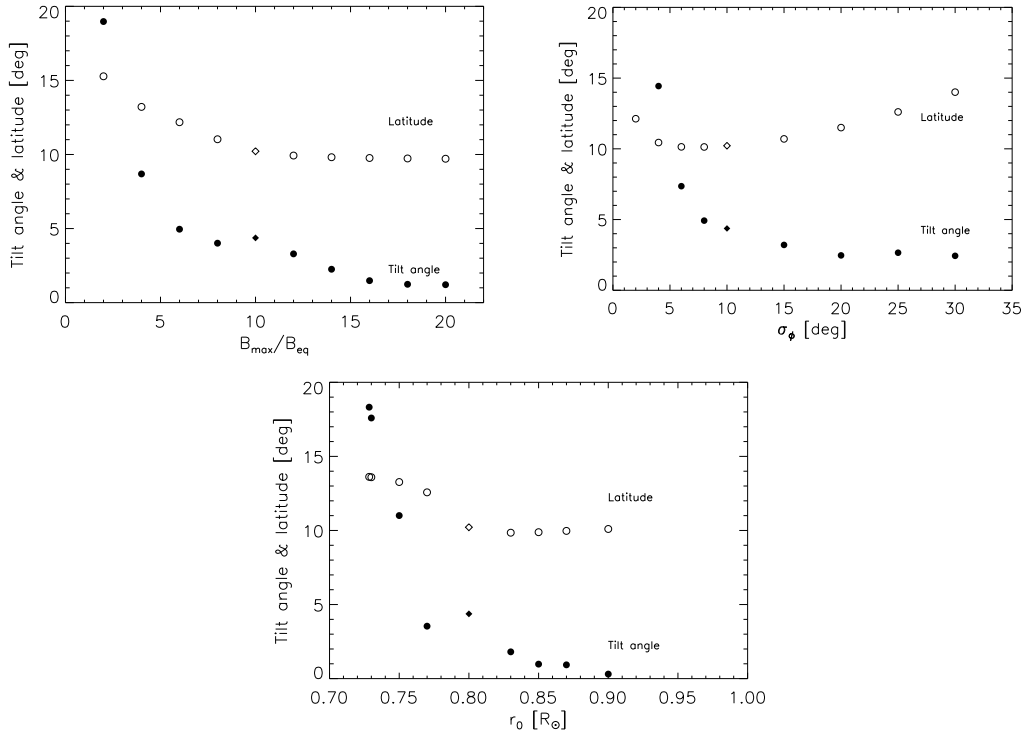
$$r^2 \sin^2 \theta (\Omega_i^2 - \Omega_e^2) = v_A^2$$

eşitliği sağlanır.

Her iki durumda da başlangıçta boylamsal doğrultuda yerleşmiş, eşbölüşüm üstü (super-equipartition) bir manyetik alan tedirginliği oluşturulmuştur. Entropi dengesi ile başlatılan benzetimlerde negatif eğiklik açıları, mekanik denge ile başlatılanlarda pozitif eğiklik açıları ile yüzeye çıkış gerçekleşmiştir. Parametre çalışmasında manyetik alan tedirginliğinin genliği, boylamsal uzanımı, ve başlangıç derinliği ayrı ayrı değiştirilerek benzetimler yapılmıştır. 10° enlemde entropi dengesi ile yapılan parametre çalışmasının sonuçları Şekil 4'te verilmiştir. Grafiklerde eğiklik açılarının mutlak değeri ve yüzeye çıkış enlemi verilmiştir.



**Şekil 3.** Konveksiyon bölgesinin ortasından ( $0.80R_{\odot}$ ), 10° enlemde, çevresiyle entropi dengesinde başlatılan kararsız bir toroidal akı tüpünün yüzeye çıktığındaki durumu. İçteki yarıküre başlangıç derinliğini, dıştaki yarıküre yüzeyi göstermektedir. Akı tüpünün kesit alanı, mavi renkten kırmızıya doğru artmaktadır. Kırmızı bölge yüzeyi kesen (Güneş lekelerini oluşturan) kısımdır. Burada Güneş'in dönmesi, kutuptan bakıldığında saat yönünün tersinedir. Yüzeye çıkan ilmeğin ayak uçları arasındaki eğiklik açısı bu örnekte negatiftir.



**Şekil 4.** 10° enlemde, entropi dengesinde başlatılan bir akı tüpü için, sol üstten saat yönünde, manyetik alan tedirginliğinin, bu tedirginliğin boylamsal uzanımının, başlangıç derinliğinin fonksiyonu olarak eğiklik açısının ve enlemin değişimi. Eşkenar dörtgenler, üç parametre çalışmasında da aynı başlangıç koşullarına sahip olan başvuru benzetimini temsil etmektedir.

#### [İP 5] – Dinamonun uzun dönemdeki davranışı

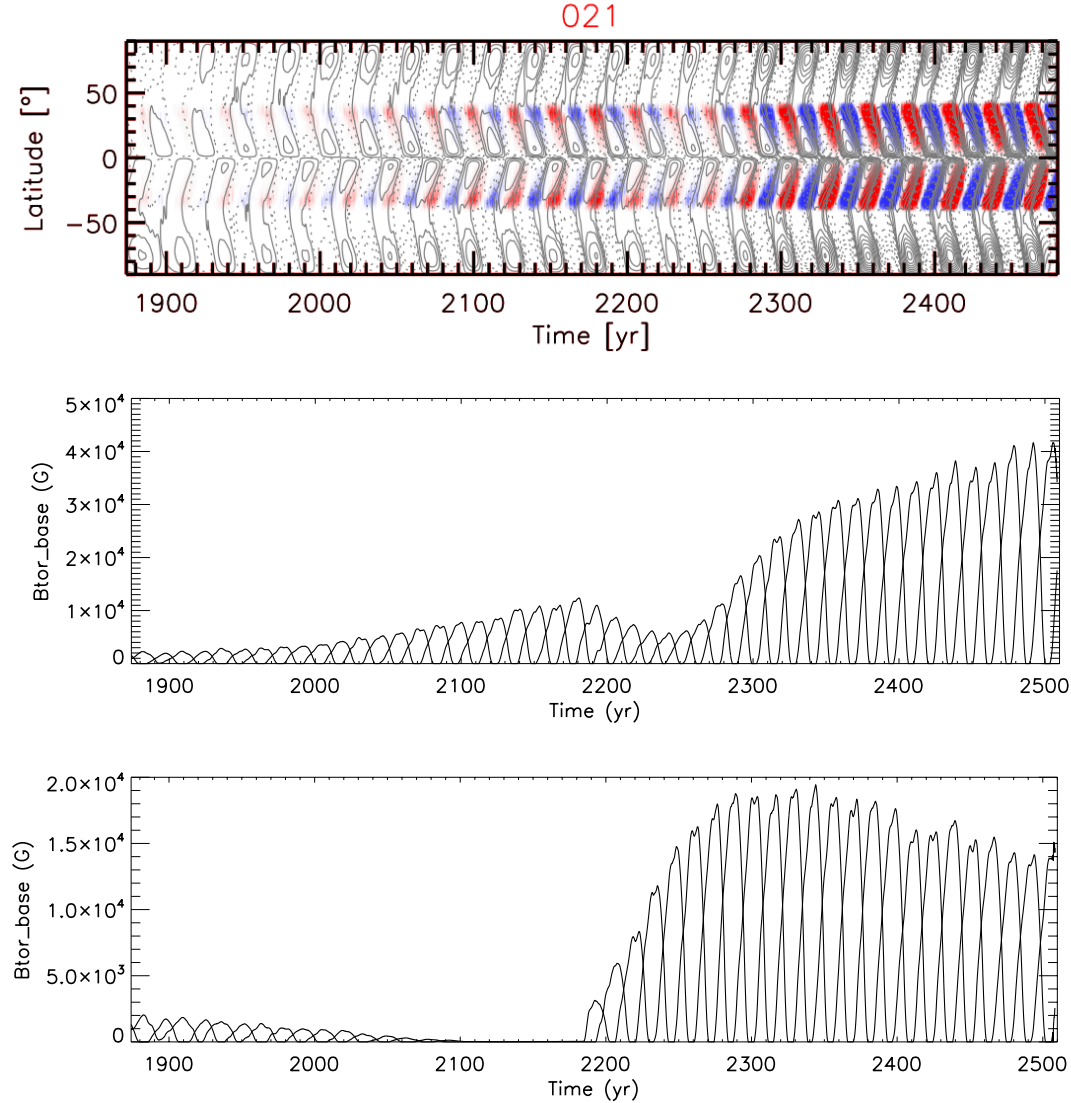
Bu iş paketinde, stokastik B-L dinamo modelimizin yüzyıllar/binyıllar ölçeğindeki davranışına bakılmaktadır. Amaç, uzun dönemli genlik dalgalanmalarının ve Maunder minimumu benzeri büyük minimumların modelde hangi durumlarda ortaya çıktığını saptamak, büyük minimumlara girişin ve onlardan çıkışın nasıl gerçekleşiyor olabileceğini fiziksel olarak açıklamaktır.

Bu bağlamda, başlangıçta İP 3'de yapılması planlanan, içe doğru akışlarla kaynakların kısıtlandığı bir doyum mekanizması, İP 5 altında yapılmıştır. Güneş fotosferinde ve yüzeyin hemen altında etkin bölgelerin olduğu kuşaklara doğru akışların (kısaca "içe doğru akışlar") varlığı Gizon ve Rempel (2003) tarafından doğrulanmıştır. Böylesi akışlar, yüzeyde ortaya çıkan çift kutuplu manyetik bölgelerin eğiklik

açılarını kısıtlayabilirler (Jiang vd. 2010). Burada ilk kez bir kapalı B-L akı taşınım dinamo modelinde içe doğru akışları bir doyum düzeneği olarak kullandık. Bu, özünde doğrusal olmayan bir süreçtir, çünkü kaynakların kısıtlanması, kaynakların oluşum sıklığı ile orantılıdır. Çalışmamızda, içe doğru akışların genliği, konveksiyon bölgesinin tabanındaki toroidal akının bir fonksiyonu olarak varsayılmıştır. Bu durumun parametrikleştirmesini yapmak üzere, her bir çift kutuplu manyetik bölgenin, tabandaki toroidal akının belirlediği bir olasılık yoğunluğu ile yüzeyde ortaya çıktığını göz önüne almaktayız. Her bir çift kutuplu bölgenin dipol momentinin, global dipol momente katkısını belirleyen, ilgili bölgenin karşıt kutupları arasındaki  $|\Delta\theta|$  enlem farkıdır. Etkinlik çevriminin genliği ile orantılı değişen içe doğru akışların, bu enlem farkı üzerinde yapacağı kısıcı (quenching) etkiyi parametrikleştirmek için, enlem farkını konveksiyon bölgesinin tabanındaki  $\Phi_b$  toroidal akısının bir fonksiyonu haline getirdik:

$$|\Delta\theta| = \Delta\beta(A) \sin \alpha(\theta) \left[ 1 + \left( \frac{\Phi_b(r_b, \theta)}{\Phi_s} \right)^2 \right]^{-1}$$

Burada  $\Delta\beta$  kutuplar arası güneş merkezli açı, çift kutuplu bölgenin  $A$  alanının fonksiyonu,  $\alpha$  dipol moment vektörünün yerel enlem çizgisi ile yaptığı eğiklik açısıdır. Eğiklik açısının enlem bağımlılığı, kararsız akı tüplerinin konveksiyon bölgesi boyunca yükseliş benzetimlerinden elde edilmiştir.  $\Phi_s$  yarıya kısılma eşik akısıdır ve bu modelde serbest parametredir.  $\Phi_s = 2.5 \cdot 10^{23}$  Mx ve  $2.0 \cdot 10^{23}$  Mx için iki örnek durum Şekil 4'te gösterilmiştir. İki durumun karşılaştırmasından, eşik akıya karşı hassas bir bağımlılık olduğu anlaşılmaktadır. İkinci durumda Güneş'in 17. Yüzyıl'da yaptığı Maunder Minimumu'na benzer bir suskunluk evresi göze çarpmaktadır. Burada sunulanların ilk sonuçlar olduğu, yaklaşım ve sonuçlarımızın İP 5 süresince geliştirileceği göz önünde tutulmalıdır.



**Şekil 5.** Stokastik kaynaklı doğrusal olmayan B-L dinamo modelinin 600 yıllık davranışı. *Üstte:*  $\Phi_s = 2.5 \cdot 10^{23}$  Mx için manyetik kelebek diyagramı ve toroidal alan konturları. *Ortada:* Aynı benzetimde her bir çevrimin toroidal alan şiddetinin zamanla değişimi. *Altta:*  $\Phi_s = 2.0 \cdot 10^{23}$  Mx için çevrimsel toroidal alan şiddeti. Yıllar keyfi olarak verilmiştir. Her iki benzetimde de doğrusal olmayan doyum mekanizması dışında tüm parametreler Şekil 2'de verilen modelle aynıdır.

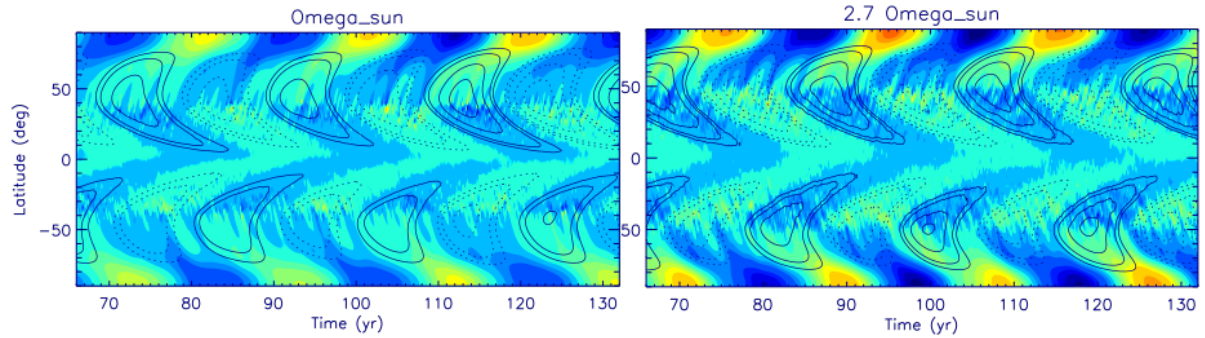


## [İP 6] – Yıldız manyetik çevrimleri

Güneş ile aynı tayf türünde, ondan daha hızlı dönen anakol yıldızların manyetik etkinliğini araştırmak, Güneş'in uzak geçmişini anlamamız için ve aynı zamanda gezegenli yıldızların yakınındaki Yer benzeri gezegenlerin yaşanabilirliğinin araştırılması açısından da önemlidir. Bu iş paketi, 2. raporun öncesindeki **iki ayda**, önerilen plana uygun biçimde yürürlüğe girmiştir. Tezini bu konuda yazacak olan yüksek lisans bursiyeri Can Sağıroğlu, İP 3'te standart durum olarak alınan Güneş dinamo modelinde bazı ayar parametrelerini değiştirerek Güneş'ten daha hızlı dönen yıldızları temsil etmek amacıyla benzetimler yapmaya başlamıştır.

İlk benzetimlerde, diferansiyel dönmenin dönme hızı ile sabit kaldığı varsayılmaktadır. Bursiyer, yapacağı parametre çalışması için kabuk betiklerini düzenlemiş, iş istasyonuna bağlanarak geniş bir parametre uzayında paralel benzetimler yürütmeye başlamıştır. Şimdilik Güneş'in 2.7 katı hızlı dönen bir yıldızda, yürütücünün önceki çalışmalarından sağladığı akı tüpü benzetimleri tablosu kullanılmaktadır. İlerleyen dönemde bursiyer, akı tüpü benzetimlerini farklı dönme hızları için yaparak yeni tablolar ve onlara bağlı olarak yıldız dinamo modelleri elde edecektir. Bu durumda, dönme dönemi – çevrim dönemi (ve dönme dönemi – etkinlik miktarı) arasındaki gözlenen ilişkilerin (İP 7), yüzeye çıkan akı tüplerinin eğiklik açıları tüm enlemlerde sistematik olarak daha büyük olacağı için doğal olarak sağlanması beklenmektedir. Bursiyerin yaptığı ilk benzetimlerde, toroidal alan ile poloidal kaynaklar arasındaki evre farkı azaltılarak gözlenen dönme dönemi – çevrim dönemi ilişkisinden beklenen eğilim sağlanmış görünmektedir. Ancak bu durum, yıldızlar için çok az bilinen bir parametrenin değiştirilmesine dayandığı için kuşku ile karşılanabilir.

Yürütücünün yayınlanmamış bir ön çalışmasından alınmış olan Şekil 6, aynı dinamo parametreleri ile çalıştırılan, yalnızca akı tüplerinin yüzeye çıkış enlem ve eğiklik açılarının farklı olduğu, Güneş ve ondan 2.7 kat hızlı dönen yıldız için enlem-zaman çizgelerini göstermektedir. Dönme hızı artınca yüzeyde beliren manyetik alanların radyal (yüzeye dik) bileşeni daha güçlü olmakta, çünkü çift kutuplu manyetik bölgelerin eğiklik açıları ve kutupları arasındaki enlem farkı daha büyük olmaktadır. Bu da hem Güneş'tekinden daha güçlü kutup alanlarına, hem de çevrim döneminin biraz kısalmasına yol açmaktadır. İP 3 ve İP 5'de yapılan daha gerçekçi Güneş dinamosu baz alınarak önümüzdeki aylarda yapılacak Şekil 6'daki gibi ve daha ayrıntılı çözümler, yıldız gözlemleri ile karşılaştırılabilir ve iyileştirilebilir modeller elde edilmesini sağlayacaktır.



**Şekil 6.** Güneş benzeri (solda) ve Güneş'ten 2.7 kat daha hızlı dönen bir yıldızın yüzeyindeki radyal manyetik alanlar (renkler; dışarı ve içeri) ve konveksiyon bölgesinin tabanındaki toroidal manyetik alanlar (konturlar; doğuya ve batıya) için enlem-zaman çizgeleri. Bu modellerde yüzey kaynakları, derindeki toroidal alana bağlı olarak, *aynı anda* ortaya çıkarılmıştır.

## Kaynaklar

- Gizon, L., Rempel, M, 2008, *Observation and Modeling of the Solar-Cycle Variation of the Meridional Flow*, Solar Phys., 251, 241
- Işık, E.** ve Holzwarth, V.R., 2009, *Flow instabilities of magnetic flux tubes. IV. Flux storage in the solar overshoot region*, Astron. & Astrophys., 508, 979
- Jiang, J., **Işık, E.**, Cameron, R.H., Schmitt, D., Schüssler, M., 2010, *The Effect of Activity-related Meridional Flow Modulation on the Strength of the Solar Polar Magnetic Field*, Astrophys. J., 717, 597
- Jiang, J., Cameron, R.H., Schmitt, D., **Işık, E.**, 2013, *Modeling solar cycles 15 to 21 using a flux transport dynamo*, Astron. & Astrophys., 553, A128
- Jouve, L., Proctor, M.R.E., Lesur, G., 2010, *Buoyancy-induced time delays in Babcock-Leighton flux transport dynamo models*, Astron. & Astrophys., 519, A68
- Rempel, M., 2003, *Thermal properties of magnetic flux tubes II. Storage of flux in the solar overshoot region*, Astron. & Astrophys., 397, 1097

## 2. Dönem İçinde İdari Gelişmeler

## 3. Proje Çalışma Takvimine Uygun Yürümüyorsa Gerekçeleri

## 4. Bir Sonraki Dönemde Yapılması Planlanan Çalışmalar

İP 6'dan anlamlı ve güvenilir sonuçlar çıkması halinde, Göttingen Astrofizik Enstitüsü'nde (Almanya) Mayıs 2015'te yapılacak olan "Stellar and Planetary Dynamos" başlıklı uluslararası çalışmaya yürütücünün bir sözlü bildirisi ve/veya belki yüksek lisans bursiyerinin bir poster sunumu ile başvuru düşünülmektedir. -- <http://dynamos2015.sciencesconf.org> Bu etkinlik sırasında kalış süresi uzatılarak, yürütücünün işbirliği içinde olduğu Max Planck Institute for Solar System Research ile proje sonuçları konusunda tartışmalar ve çalışmalar da yapılması planlanmaktadır.

Projenin ara sonuçlarının sunulması planlanan bir diğer etkinlik, Ağustos 2015'te IAU General Assembly kapsamında düzenlenen, "Brightness Variations of the Sun and Sun-like Stars" başlıklı "focus meeting"dir. -- <http://www.iau.org/science/events/1140/>

2016'da İstanbul'da düzenlenecek olan 41. COSPAR Scientific Assembly için uluslararası bir bilimsel düzenleme kurulu olarak, yürütücünün önderliğinde, iki günlük, "Solar and stellar dynamos and magnetic flux emergence" başlıklı bir oturum önerilmiştir. Yürütücü, 2016'da Brezilya'da yapılması önerilen, proje konusunu da kapsayan bir IAU Sempozyumu'nda SOC üyesidir.

## 5. Destekleyen Diğer Kuruluşlarla İlgili Sorunlar Varsa Ayrıntıları ve Çözüm Önerileri

## 6. Dönem İçinde Proje Kapsamında Yapılan veya hazırlanan Yayınlar ve Toplantılarda Sunulan Bildiriler

İlk raporda sıralanan yayınların tümü, halen hazırlanma aşamasındadır.

Sıra	Çıktı türü	Yazarlar	Başlık	Yayın yeri	Durumu*
1	SCI makalesi	E. Işık	Effects of entropy variations in the lower convection zone on sunspot group tilt angles	ApJ ya da A&A	Hazırlık aşamasında (İP 2)
2	SCI makalesi	E. Işık, R.H. Cameron, M. Schüssler	A nonlinear stochastic flux transport dynamo model for the Sun	ApJ ya da A&A	Hazırlık aşamasında (İP 3)
3	SCI makalesi	E. Işık, R.H. Cameron, M. Schüssler	Emergence of magnetic flux tubes from the midst of the solar convection zone	ApJ ya da A&A	Hazırlık aşamasında (İP 4)

\* Hakem değerlendirmesinde, Yayınlanmaya kabul edildi, Yayınlandı

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI SOYADI	İMZASI	TARİH
Emre Işık		01.03.2015