

1.1. Purpose of LabWork-3 In this Lab Work, you will learn about the magnetopause motion in response to varying solar wind pressure and Bz component in the magnetosheath region using spacecraft observations.

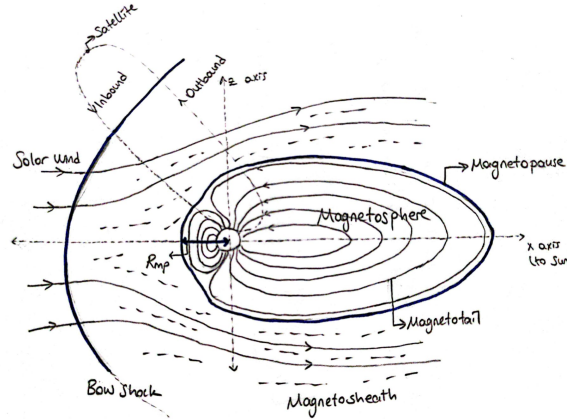
1.2. Event Interval : 2009/07/04 15:20:00.000 - 2009/07/05 01:05:59.968 – Inbound

Magnetopause : 2009/07/04 23:40:04.768

Dünya'nın oluşturduğu toplam basınç ile güneş rüzgarlarının taşıdığı basıncının birbirine eşit olduğu teorik sınır tabakaya manyetopoz denir. Bu sınır tabaka şoka uğramış güneş rüzgarlarının etkisinin hakim olduğu manyetikörtü ortamı ile Dünya'nın manyetik alan etkilerinin hakim olduğu manyetosfer ortamını birbirinden ayırır ve güneş rüzgarları önünde bir engeldir. Manyetofere girmeye çalışan güneş rüzgarlarının büyük kısmı bu ince sınır tabakaya çarparak yansır.

Manyetopoz zamanını bulmak için gözlemlenen data için $P_{dyn} = P_{mag}$ eşitliği kullanıldı. İlk bakışta uydunun manyetopozdan geçtiği bariz olan belirli kısa bir zaman aralığı için MatLab yardımıyla dinamik ve manyetik basınçları 2 anlamlı hane için karşılaştırıldı. Bu yaklaşımla manyetopoz zamanı 23:40 (hh:mm) olarak bulundu.

Dünya'nın manyetik alan büyüklüğü her yerde aynı ve sabit kabul edilirse manyetopoz uzaklığı sadece şoka uğramış güneş rüzgarının o noktadaki etkisine bağlıdır. Güneş rüzgarının manyetik ve gaz basıncı ihmal edildiğinde şu sonuç çıkartılabilir : Şoka uğramış güneş rüzgarının dinamik basıncı arttıkça manyetopoz Dünya'ya yaklaşır, dinamik basıncı azaldıkta manyetopoz Dünya'dan uzaklaşır.



1.3. Calculation of magnetopause distance and :

At Magnetopause $\rightarrow P_{SW} = P_{Earth}$. $P_{mag,SW}$, $P_{gas,SW}$, $P_{dyn,Earth}$ and $P_{gas,Earth}$ are negligible.

$P_{dyn,SW} = \rho \times (V_{SW} \cos \psi)^2$; where $n_e = n_p = n$ and also $m_p \gg m_e$; $\rho = nm_p$, $m_p = 1.67 \times 10^{-27}$ kg, ψ is angle between velocity vector of SW and normal direction of Magnetopause with unit of deg (assume as 180°), n is proton density with unit of #/cc.

$P_{mag,Earth} = B^2 / (2\mu_0)$; where $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7}$ Henry/m or kgm/coul² also noting that 1 Tesla = 1 kg/coul.sec. $B = \frac{M}{r^3} \sqrt{1 + 3\cos^2 \theta}$; $M = B_0 R_e^3$; assuming at equator, θ is co-latitude ($\theta = 90^\circ$); $B_0 = 0.3$ Gauss or $B_0 = 0.4 \times 10^{-4}$ Tesla. Set r as R_{mp} .

$$\text{Rewriting pressure balance} \rightarrow 2nm_p V_{SW}^2 = \frac{B_0^2 R_e^6}{2\mu_0 R_{mp}^6}; \quad R_{mp} = \sqrt[6]{\frac{B_0^2}{\mu_0 n m_p V_{SW}^2}} R_e$$

2. Time Series Plots

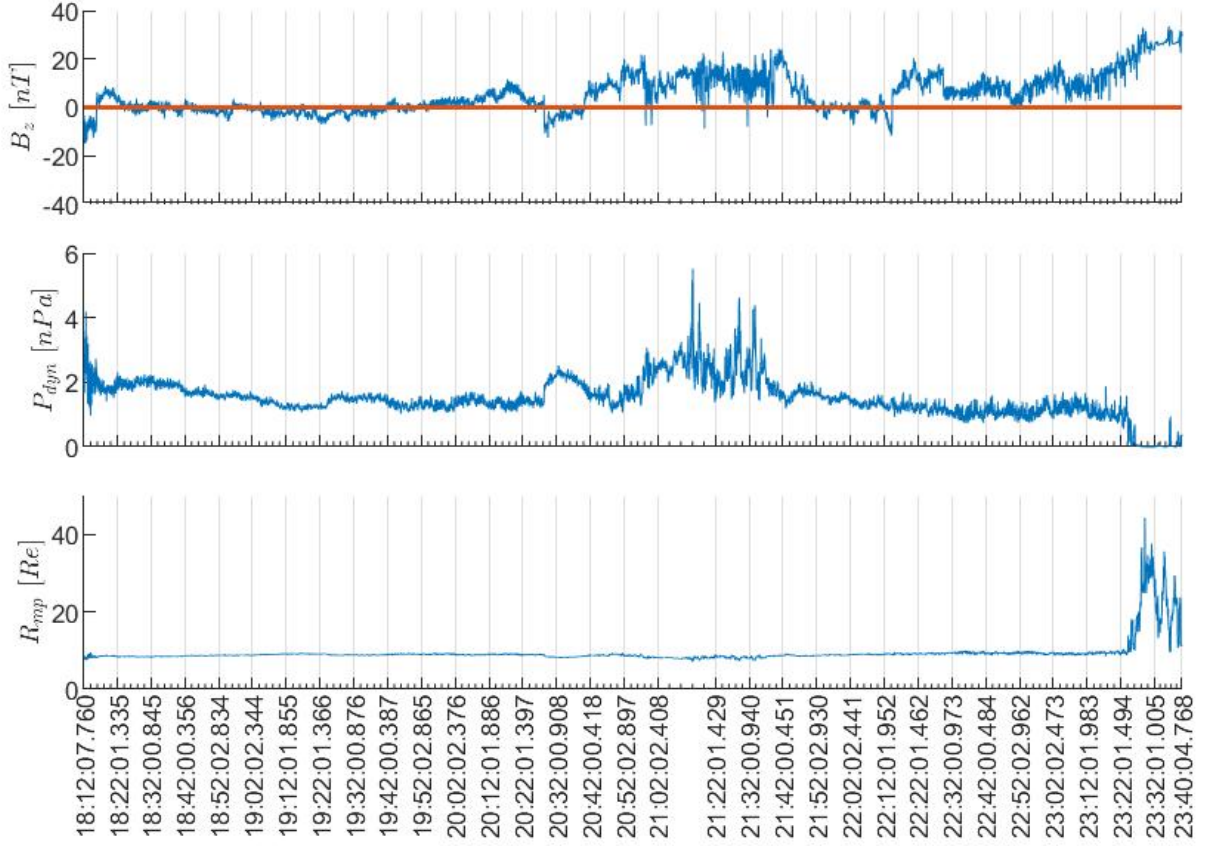
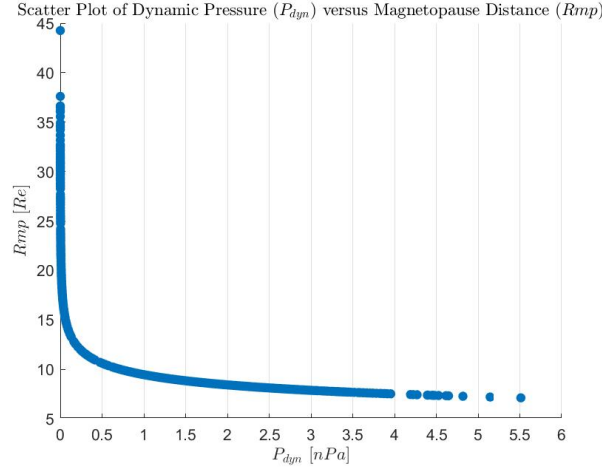


Figure 1: Time Series Plot

Grafik incelendiğinde en küçük R_{mp} değeri, B_z 'den bağımsız olarak, P_{dyn} değerinin en yüksek olduğu; maksimum R_{mp} değeri ise P_{dyn} 'in en düşük olduğu noktada görülmüştür. Grafiğin sağ kısmında B_z değeri pozitif yönde çalkantılı biçimde sürekli artarken R_{mp} değeri aynı aralıkta artan azalan bir tavır sergilemektedir.

Sonuç olarak sadece bu grafiğe bakılarak R_{mp} ve P_{dyn} ters bağıntılıdır denilebilirken, net bir bağıntı bulunamamakla birlikte, genel olarak güneye doğru olan B_z değerleri için R_{mp} , kuzeye doğru olan B_z değerlerinde hesaplanan R_{mp} değerlerinden daha düşüktür denilebilir. Sadece bu grafiğe bakılarak manyetopoz hareketinde şoka uğramış güneş rüzgarlarının dinamik basınç değerlerinin B_z değerlerinden daha dominant olduğu söylenebilir.

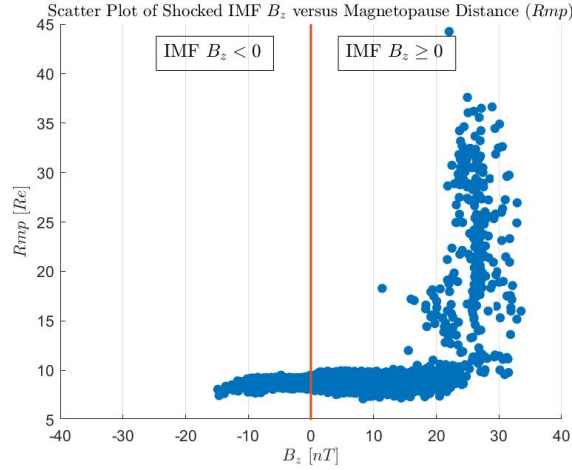
3. Scatter Plot of P_{dyn} versus R_{mp}



Yukarıdaki saçılma grafiğine bakıldığında seçilen olay için R_{mp} değerlerinin artan P_{dyn} değerleri için belirgin bir eğri ile azaldığı görülmektedir. Yani manyetopozun artan dinamik basınç ile Dünya'ya yaklaştığı söylenebilir. Daha net bir çıkarım yapmak için bulunan değerler için bir eğri uydurulabilir. MatLab yardımıyla aşağıdaki bağıntı bulunmuştur.

$$R_{mp}(R_e) = 9.459(P_{dyn}(nPa))^{-0.1667} - 2.042 \times 10^{-13}$$

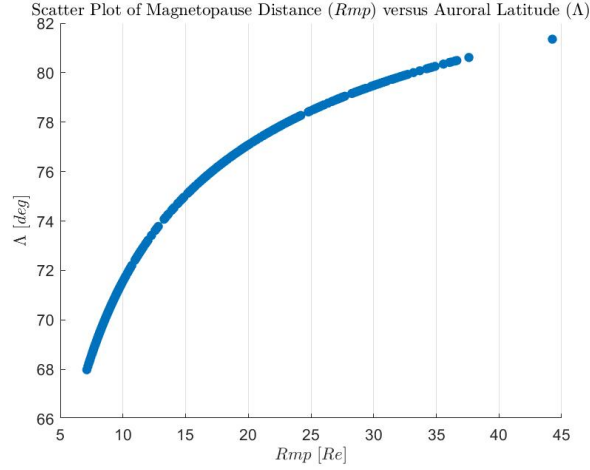
4. Scatter Plot of IMF B_z versus R_{mp}



Seçilen event için R_{mp} ile şoka uğramış IMF B_z deperleri arasında göze çarpan bir bağıntı bulunmamaktadır. Yine de negatif IMF B_z değerleri için R_{mp} daha düşük bir standart sapma ile nispeten daha düşük değerler alırken grafiğin sağ tarafı çalkantılıdır ve maksimum değeri R_{mp} bu kısımda görülür.

Yukarıdaki 2 saçılma grafiği incelendiğinde manyetopoz uzaklığının değişiminde P_{dyn} değerleri IMF B_z yön ve büyüklüğünden daha etkilidir denilebilir.

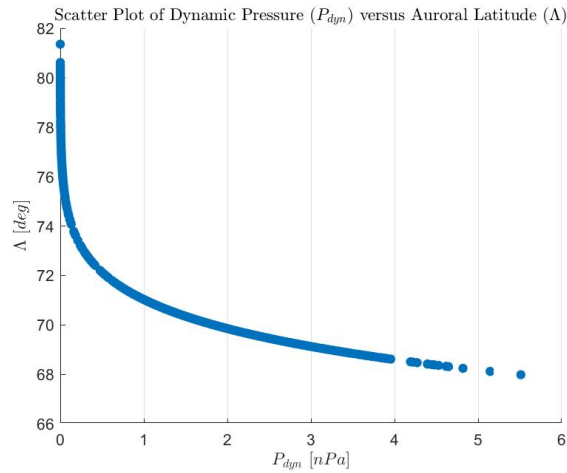
5. Scatter plot of R_{mp} versus Auroral Latitude (Λ)



Subsolar noktada ekvatorial manyetik alan çizgisinin R_{mp} 'ye eşit olduğu kabulüyle hazırlanan yukarıdaki grafiğe bakılarak R_{mp} ile λ 'nın doğru orantılı olduğu çıkarılabilir. Yani manyetopoz Dünya'ya yaklaştıkça auroralar daha düşük enlemlerde de görülebilirken R_{mp} arttıkça auroralar kutuplara daha yakın noktalarda gözlemlenebilir.

$$\cos \lambda = \frac{1}{\sqrt{R_{mp}}}$$

6. Scatter plot of P_{dyn} versus Auroral Latitude (Λ)



Dinamik basınç arttıkça auroral enlem azalmaktadır bu iki değer yani ters orantılıdır denilebilir. Yani dinamik basınç arttıkça auroralar daha düşük enlemlerde de görülmektedir. P_{dyn} ile λ arasında bulunan değerler için belirli bir bağıntı yazılabilir.

$$\lambda(^{\circ}) = -18.18(P_{dyn}(nPa))^{0.09032} + 89.2$$

7. Statistical Tables

Statistical Table of Shocked SW, Pdyn, Rmp and Λ					
	Mean	Median	Max.	Min.	Standard Deviation
$B_z \geq (nT)$	8.147444	7.386010	32.903900	0.004703	6.070574
$B_z < 0 (nT)$	-2.430307	-1.885115	-0.000422	-14.870900	2.205149
$P_{dyn} (nPa)$	1.542073	1.460549	5.512251	0.000095	0.535556
$R_{mp} (Re)$	9.071468	8.880132	44.260423	7.116786	1.974682
$\Lambda (deg)$	70.455138	70.392460	81.355021	67.984930	1.042590

8. Learning Outcomes

Summary:

Labwork 2’de de kullanılan gözlem dataları bu kez manyetikörtü ortamındaki yani şoka uğramış güneş rüzgarlarının dinamik basıncını, manyetopoz ile Dünya arasındaki uzaklığı ve auroral enlemi hesaplamak için kullanıldı. Manyetopoz uzaklığı ile manyetikörtüdeki parçacıklarının manyetik alan z bileşeninin büyüklüğü ve yönü ve dinamik basıncı arasındaki ilişki incelendi. Auroral enlem ile manyetopoz uzaklığı ve dinamik basınç arasındaki ilişki incelendi. İncelenen değerler için istatistiksel analiz yapıldı.

Learning Outcomes:

Manyetopoz Güneş’ten gelen yüksek enerjili zararlı parçacıkların Dünya atmosferine doğrudan girmesini engelleyerek canlılar için korunaklı bir ortamın sınır tabakasını oluşturur. Bu sınır tabaka Dünya’ya yaklaştıkça can ve maddi kayıp riski artar. Örneğin genelde manyetopozla Dünya arasındaki güvenli bölgede seyreden GPS vb. uyduları Güneş rüzgarlarına maruz kalıp bozulabilir.

Manyetopoz uzaklığını basınç dengesi belirler. Güneş’ten gelen parçacıklar ne kadar yüksek enerjiliyse manyetopoz o kadar Dünya manyetik alan etkisinin daha yüksek olduğu noktalara yaklaşır. Atmosfere giren güneş parçacıkları manyetopozun Dünya’ya uzaklığına bağlı olarak belirli enlemlerde auroraları oluşturur. Dinamik basınç büyüklüğü doğrudan manyetopoz uzaklığını etkilediğinden manyetikörtüdeki dinamik basınç arttıkça auroralar daha düşük enlemlerde görülmeye başlanır. Güneş rüzgarları Güneş’in manyetik alanını da beraberinde taşıdığından güneye doğru gelen manyetik alan z bileşeninin büyüklüğü arttıkça Dünya manyetik alanıyla etkileşime girme ve açık manyetosfer oluşturma ihtimali artar. Bu da substormların ve düşük enlemlerde aurora görülme ihtimalini artırır.