

**PALANDÖKEN DAĞI VE ÇEVRESİNİN
ATMOSFERİK GÖRÜŞ KALİTESİNİN
BELİRLENMESİ**

Hanifi DEMİRCİ

Y.Lisans Tezi

Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

2010

Her hakkı saklıdır

ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Y.LİSANS TEZİ

**PALANDÖKEN DAĞI VE ÇEVRESİNİN
ATMOSFERİK GÖRÜŞ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ**

Hanifi DEMİRCİ

FİZİK ANABİLİM DALI

ERZURUM

2010

Her hakkı saklıdır

Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK danışmanlığında, Hanifi DEMİRCİ tarafından hazırlanan bu çalışma, 20.09/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından, Fizik Anabilim Dalı'nda Y. Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan: ...Prof. Dr. Önder... ŞİMŞEK..... İmza



Üye: ...Yrd. Doç. Dr. Cahit... YEŞİLYAPRAK... İmza:



Üye: ...Doç. Dr. Ali... GÜROZ..... İmza:



Yukarıdaki sonucu onaylarım

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

ÖZET

Y.Lisans Tez

PALANDÖKEN DAĞI VE ÇEVRESİNİN ATMOSFERİK GÖRÜŞ KALİTESİNİN BELİRLENMESİ

Hanifi DEMİRCİ

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Fizik Anabilim Dalı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

Astronomik gözlem amaçlı teleskopların kurulacakları gözlemevi yerleşkelerinin seçiminde belirleyici temel unsur, atmosferik görüş gözlemleridir.

Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nce yürütülen Bilimsel Araştırma Projesi (2008/109) kapsamında gerçekleşen bu çalışmada; atmosferik görüş kalitesini belirlemek için DIMM (Differential Image Motion Monitor) adı verilen gözlem yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışmanın amacı, Palandöken Dağının ve çevresinin astronomik gözlemlere uygunluğunun incelenmesidir.

Yapılan gözlemler sonucunda Palandöken Dağı için ortalama görüş değeri olarak 1,06" bulunmuştur. Yapılan gözlemlerde 0,45" gibi uluslararası birçok gözlemevi yerleşkesinde gözlemlenen en küçük görüş değerinden daha iyi olarak en küçük görüş değeri ölçülmüştür.

2010, 29 sayfa

Anahtar Kelimeler: Atmosferik görüş, DIMM, Atmosfer, Gözlemsel yöntem

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF ATMOSPHERICAL SEEING QUALITY OF PALANDÖKEN MOUNTAIN AND ITS ENVIRONMENT

Hanifi DEMİRCİ

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Physics

Supervisor: Asist. Prof. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK

In the selecting of observatory site on which telescopes is established on purpose of astronomical observation, the fundamental defining factor is the results of seeing observations.

In this study performed in the context of scientific research project (2008/109) which is run by Atatürk University Department of Physics, DIMM (*Differential Image Motion Monitor*) called observation system was been employed in order to determine seeing parameters. The goal of this study is to search whether Palandöken Mountain and its environment is appropriate for astronomical observations-

Median seeing value obtained from results of observations was found as 1,06" for Palandöken Mountain. In the observations, minimum seeing value of 0,45" which is less than the values obtained for many international observatory places was measured.

2010, 29 pages

Keywords: Atmospherical seeing, DIMM, Atmosphere, Observational technique

TEŞEKKÜR

Çalıőmalarım boyunca yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Cahit YEŞİLYAPRAK'a, DIMM konusundaki değerli bilgilerini benimle paylaőan TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi'nde Uzman Arőtırmacı Sayın Dr. Tuncay ÖZİŞİK ve Sayın Doç. Dr Tansel AK'a, gözlem çalışmaları boyunca yardımını esirgemeyen ve gözlemsek donanım desteği sağlayan Ahi Evran Üniversitesi Fizik Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr Sacit ÖZDEMİR'e, tez çalıőmasının desteklendiği Bilimsel Araştırma Projesi'nin (2008/109) yürütücüsü Sayın Prof. Dr Yusuf ŞAHİN'e, gözlem ortamını sağlayan TRT Bölge Müdürlüęü Palandöken Dağı Ejder Verici İstasyonu çalıőanlarına, çalıőmalarımda bana yardımcı olan Sayın Arő. Gör. Süleyman TEKMEN'e, yardımlarından dolayı arkadaşlarım Tuba AKKUŞ; Ali BALTAKESMEZ ve Oęuzhan ÖZAKIN'a, ayrıca maddi manevi destekleriyle beni yalnız bırakmayan aileme teőekkürü bir borç bilirim.

Hanifi DEMİRÇİ
Haziran 2010

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	viii
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Atmosferik Geçirgenlik.....	1
1.2. Atmosferik Çalkantı (Türbülans)	2
1.2.1. Dış ortamın çalkantısı.....	3
1.2.2. Yerel çalkantı	4
1.2.3. Aletsel çalkantı	4
1.3. Gözlemevi Yer Seçimi	4
2.KURAMSAL TEMELLER.....	9
2.1. DIMM Temel Prensipte	9
2.2. Sınırlamalar ve Ölçüm Duyarlılığı.....	11
3. MATERYAL ve METOT	13
3.1. Materyal	13
3.1.1.DIMM Bileşenler	13
3.2. Metot	17
3.2.1. DIMM gözlem verilerinin indirgenmesi	18
4.ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	20
4.1. Astronomik Görüş İstatistiği.....	20
5. SONUÇ	26
KAYNAKLAR	28
ÖZGEÇMİŞ	30

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

$^{\circ}\text{C}$	Santigrat
CO_2	Karbondioksit
d	Hartmann maskesinin delikleri arasındaki mesafe
D	Hartmann maskesinin delik çapı
H_2O	Su
I_{mak}	Bir yıldız görüntüsünün maksimum piksel şiddeti
I_{top}	Bir yıldız görüntüsünün toplam şiddeti
K	Zernike eğimi (sabit)
N	Gözlem sayısı
O_2	Oksijen
O_3	Ozon
P	Basınç
θ	Atmosferik görüş
r_0	Fried parametresi
T	Sıcaklık
St	Strehl oranı
V	Hız
Δt	Zaman aralığı
Δx	Piksel ölçeği
λ	Dalgaboyu
λ_{ccd}	CCD yongasının maksimum duyarlı olduğu dalga boyu
σ_m^2	Görüntü hareketi varyansı

Kısaltmalar

BAP	Bilimsel Araştırma Projesi
CCD	Charge Coupled Device
DIMM	Differential Image Motion Monitor
EM	Elektromanyetik
TUG	TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi
UBAÜ	Uzay Bilimleri Araştırma Ünitesi
YT	Yerel Zaman

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Atmosferin geçmesine izin verdiği EM tayf bölgeleri	1
Şekil 2.1. Zenit Uzaklığı	10
Şekil 3.1 DIMM Bileşenleri.....	13
Şekil 3.2. Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan Hartmann maskesi.....	14
Şekil 3.3 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan teleskop	15
Şekil 3.4 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan video CCD kamera.....	15
Şekil 3.5 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan TV kartı.....	16
Şekil 3.3. Palandöken DIMM gözlem yazılımının görünümü.....	17
Şekil 3.7. Bilgisayar diskine kaydedilen örnek görüntü	19
Şekil 3.8. Verilerin kaydedildiği notepad sayfasının örnek görüntüsü.....	19
Şekil 4.1. Yapılan DIMM gözlemlerinde görüşün sıklık dağılımı	20
Şekil 4.2. 18 Ağustos 2009 gecesi görüş değerlerinin zamanla değişimi.....	22
Şekil 4.3. 24 Mart 2010 gecesi görüş değerlerinin zamanla değişimi	22
Şekil 4.4. Örnek gecelerden birinde görüş ve nem değerlerinin eş zamanlı olarak zamanla değişimi	23
Şekil 4.5. Örnek gecelerden birinde görüş ve rüzgar hızı değerlerinin eş zamanlı olarak zamanla değişimi	23

ÇİZELGELER DİZİNİ

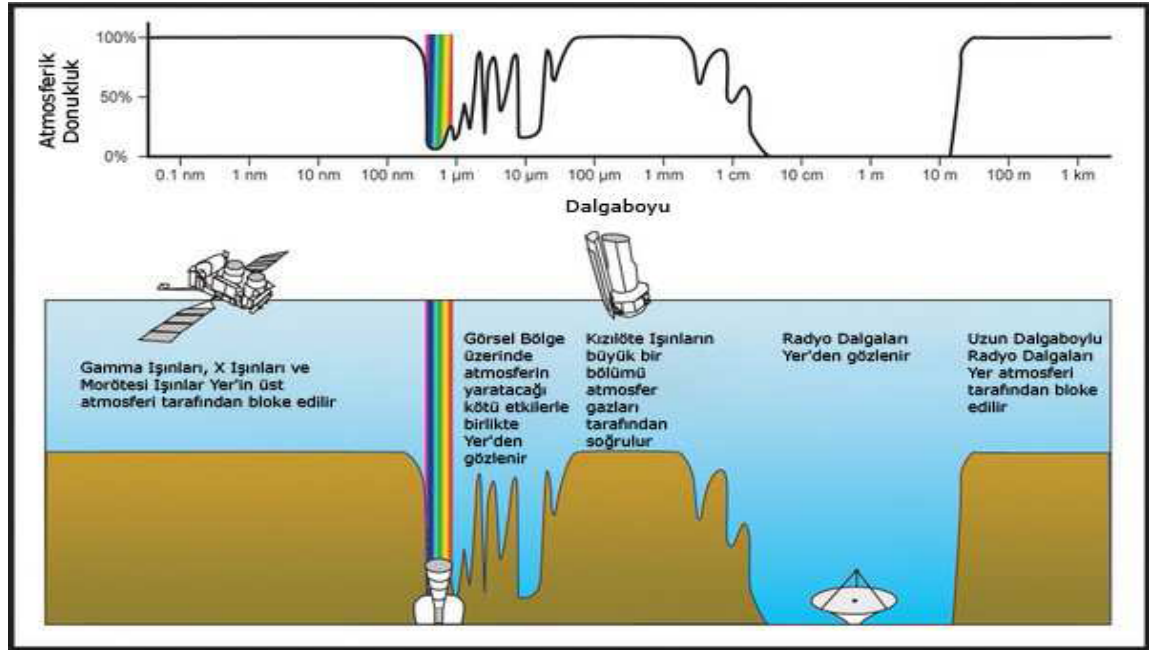
Çizelge 4.1. Palandöken dağında yapılan DIMM gözlemlerinin gecelik ortalama görüş değerleri	21
Çizelge 4.2 Dünya’da ki bazı gözlemevlerinin endüşük ve ortanca görüş değerleri.....	24

1. GİRİŞ

Astronomide gözlemleri etkileyen en önemli etki yer atmosferidir. Atmosfer sadece dar bir dalgaboyu aralığındaki ışınımın yeryüzüne ulaşmasına izin verdiği gibi, yer yüzeyine ulaşan ışınımın dalga cephesini de bozar. Bunun sonucu olarak görüntü kalitesi olumsuz etkilenir. Aşağıda gözlemi etkileyen ana atmosferik parametreler açıklanmıştır.

1.1. Atmosferik Geçirgenlik

Elektromanyetik (EM) tayf, en kısa dalgaboylarından (gama ışınları) en uzun dalgaboylarına (radyo ışınımı) kadar uzanır. Atmosfer soğurma, saçılma veya yansıtma yollarıyla EM tayfın çok geniş bir bölgesindeki ışınımın yeryüzüne ulaşmasını engeller. Atmosferin geçmesine izin verdiği EM tayfın bölgeleri Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Atmosferin geçmesine izin verdiği EM tayf bölgeleri

Atmosfer, en geniş radyo dalgaboylarında geçirgendir. Yaklaşık 5 cm ile 10 m arasındaki tüm radyo dalgaları atmosferden rahatlıkla geçebilir. Ancak daha uzun ve daha kısa radyo dalgaboyları engellenir. Kırmızı ötesi dalgaboyları H₂O, CO₂ ve O₂ molekülleri tarafından soğurulur. Mor ötesi ışınımın soğurulmasından ise O₃ (ozon) molekülleri sorumludur. Görünür ışık atmosferden biraz bozulsa da geçer ve yeryüzünden çıplak gözle algılanabilir. Kırmızı ötesi tayfın büyük bir kısmı atmosferdeki gazlar tarafından soğurulmasına rağmen uygun koşullarda yaklaşık 1 μ m ile 10 μ m arasında kalan dalgaboylarında yeryüzünden kısmen gözlemlenebilir.

Atmosferin bu davranışından dolayı yeryüzüne kurulan teleskoplar için gözlem yapılabilecek dar bir EM tayf bölgesi (görsel bölgede ~400-700 nm, kırmızı ötesinde ~1–10 μ m ve radyo bölgesinde ~5–1000 cm) kalmaktadır. Yeryüzeyine kurulan optik teleskoplarla görünür bölgede gözlem yapılabilir. Kırmızı ötesine duyarlı teleskoplar içinse nemin en az olduğu yüksek yerler tercih edilir. Çünkü kırmızı ötesi ışınımın önemli bir kısmı su buharı tarafından soğurulmaktadır (Akdoğan 2006).

1.2. Atmosferik Çalkantı (Türbülans)

Atmosfer, gök cisimlerinden bize ulaşan ışınlar için sürekli var olan bir düzensizlik kaynağıdır. Atmosfer, rüzgarlardan, yerel hava akımlarından, kendi tabakaları arasındaki sıcaklık farklarından dolayı yerel kararsızlıklar gösterir. Atom ve moleküllerden oluşan havanın, düzensiz ve değişken hareketlerine çalkantı (türbülans) adı verilir. Çalkantı, ısısal (termal) ve konvektif akımlardan, rüzgar hızı, sıcaklık ve basınç değişimlerinden kaynaklanır.

Hava tabakaları arasındaki sıcaklık farkları, havanın kırıcılığında ve dolayısı ile kırılma indisinde değişimlere yol açar.

Atmosferin farklı tabakalarındaki sıcaklıklar farklı olduğundan, kaynaktan gelen ışık sürekli değişen kırılma indislerine maruz kalır. Çalkantının görüntüyü nasıl etkilediğini basit şekilde anlamak için, bir ateşin veya sıcak bir günde asfalt kaplı bir yolun üzerinden ileriye doğru bakmak yeterlidir. İlerideki görüntülerin salınıp dalgalandığını,

bazı yer şekillerinin birbirine yaklaşıp uzaklaştığı görülür. Bu örnekte anlatılan olay, aslında atmosferin tümünde vardır ve bir oda veya gözlem kubbesi gibi küçük ortamlarda bile gözlenebilir. Teleskoplarla çok yüksek ayırma güçlerinde gözlem yaptığımızdan; havadaki çok küçük ölçekli çalkantılar bile teleskop odağındaki görüntüleri etkiler. Bu, yeryüzünden yapılan gözlemleri sınırlayan, etkileyen ve gözlem kalitesini düşüren en önemli etkendir. Işının yolu üzerindeki böyle atmosferik etkiler ışın doğrultusunda hızlı ve düzensiz küçük sapmalara neden olur. Sonuç, konumsal olarak hızlı hareket eden görüntüdür. Buna görüntü hareketi denir. Alıcıya ulaşan dalga cephesi bundan dolayı bir düzlemden ziyade daha çok düzensiz bir yüzey olur. Alıcı yüzeyine gelen her bir ışın ortalama doğrultu civarında sabit bir salınım yapar. Normale göre ışınların sapma miktarı atmosferik çalkantı derecesi olarak göz önüne alınabilir. Atmosferik çalkantı görüntünün hareketine veya bozulmasına neden olur. Hava sıcaklığının etkisi çok önemlidir: 1°C ısıtılan 15 cm kalınlığındaki bir hava tabakası görüntüyü görüş doğrultusundan 1/4 kadar kaydırabilir. Bu durumda cismin gözlemlenen yeri, sürekli olarak bir salınım yapar ve görüntü tamamen bulanıklaşır.

Çeşitli çalkantı türleri vardır. Genelde 3 grup altında toplanırlar. Bunlar, dış ortam çalkantısı, lokal çalkantı ve aletsel çalkantıdır.

1.2.1. Dış Ortamın Çalkantısı:

Dış ortam çalkantısı görüntü kalitesini direk kontrol eden bir grup faktörün (nem, rüzgar hızı, yükseklik gibi) fonksiyonudur. İklimsel ve coğrafik şartların bilinmesi verilen bir yer için teleskobik görüntü kalitesinin tahmin edilmesini sağlar. Aşağıdaki şartlar altında görüntü kalitesi kesinlikle kötüdür: 24 saat içinde büyük sıcaklık değişimleri, kuvvetli rüzgarlar, sıcaklıktaki sürekli veya ani değişiklikler, gece boyunca sıcaklığın düşmesi, gözlem yerinin çukur veya eğimli yüzeylere yapılması gibi. Diğer taraftan sıcaklığın özellikle gece boyunca çok kararlı ve nemin düşük olduğu yerlerde iyi görüntü bekleyebiliriz.

Dış ortam çalkantısı, Ay diskinin kenarının teleskobun odağına yerleştirilmesiyle ve görüntünün hava akımlarının olduğu tabakaya erişinceye kadar yavaş yavaş tekrar odaklanmasıyla gözlenebilir. Tekrar odaklama, okülerin odak düzleminden olan uzaklığının artırılmasıyla yapılır.

1.2.2. Yerel Çalkantı:

Teleskobun yakın çevresinde ortaya çıkan çalkantıdır. Güneşin gündüz yer yüzeyini ısıtmasından kaynaklanır. Isı gece boyunca her ne kadar azalsa da kendini gözlemlerde hissettirir. Güneş gözlemleri için bu etki çok daha fazladır.

Yerel çalkantılar elimine edilmesi gereken etkenlerdir. Aksi takdirde olumsuz rol oynarlar. Gündüz olduğu gibi gece de teleskobun ısınmamasının sağlanması gerekir. Fakat bu önlenmesi çok zor bir iştir. Aletin üzerinin örtülmesi yanlış bir iştir. Orta enlem kuşaklarında yazın teleskop tüpü 45°C kadar ısınır. Gözlemden birkaç saat önce kubbe açılmalı ve dış ortamın sıcaklığı ile iç ortamın sıcaklığı dengelenmelidir.

1.2.3. Aletsel Çalkantı

Aletsel çalkantı gerçekte yerel çalkantıya bağlıdır. Şayet teleskop, çevresindeki hava ile termal denge halinde ise ciddi bir aletsel çalkantı oluşmaz. Gözlemden önce teleskop tüpünün ortamın sıcaklığına gelmesi sağlanmalıdır. Bu kubbe ortamının birkaç saatlik havalandırılmasıyla sağlanabilir.

1.3. Gözlemevi Yer Seçimi

Gözlemsel aletler, analiz teknikleri ve yöntemler her geçen gün gelişirken; atmosferik koşullar hala bir gözlem veya gözlemevi için çok önemlidir. Bu nedenle, Dünya'da profesyonel amaçlı gözlemevi yerleşkelerinde atmosferik görüş (atmospheric seeing) gözlemleri yapılarak; yerleşkelerin astronomik açıdan gözleme uygun olup olmadıkları belirlenmekte, ayrıca mevcut gözlemevleri de benzer gözlemlerle sürekli takip

edilmektedir. Bir gözlemevi yerleşkesinin seçiminde öncelikle muhtemel aday gözlemevi yerleşkelerinin astronomik açıdan gözleme uygun atmosferik koşullarının (açık gün/gece sayısı, nem, rüzgar hızı ve yönü, gece–gündüz sıcaklık farkı gibi) incelenmesi gerekir. Ayrıca, yerleşke seçiminde altyapısal koşullar da (yol, elektrik, su, iletişim, teknik ekip ve ekipman desteği gibi) çok önemlidir. Atmosferik ve altyapısal koşullar uygun veya yeterli ise, aday yerleşke için atmosferik görüş değeri belirlenmesi çalışmalarına başlanır.

Bir gökcisminden gelen ışık, yer atmosferini geçerken bozulmalara (görüntü hareketliliği, kısa süreli parlaklık değişimleri, görüntü bükülmeleri, bulanıklaşma gibi) uğrar. Bu bozulmalara, atmosfer ışığının ilerlediği yol boyunca kırınım indisindeki değişimler neden olmaktadır. Atmosfer boyunca kırınım indisinin değişiminde, atmosferik çalkantıya (türbülans) neden olan hava akımları, yani ısıl salınımlar büyük rol oynarlar. Kırılma indisi değişimlerinin gözlenen en önemli sonuçları, kısa süreli parlaklık değişimleri ve görüntü hareketidir. Kısa süreli parlaklık değişimleri, gözlemlenen gök cisminin ışık şiddetinde, sürekli ve hızlı salınımlar meydana gelmesidir; ancak bu etki büyük çaplı teleskoplar için önemli değildir. Büyük çaplı teleskoplarda atmosferik görüşün en etkili ve hatta tek bileşeni görüntü hareketidir. Görüntü hareketi sayesinde gözlemlenen gökcisminin görüntü merkezi, atmosferik çalkantılar nedeniyle yaklaşık saniyede yüz kez değişir (Ak vd 2006). Bu nedenle uzun poz süresi kullanılarak alınan bir gökcismi görüntüsü, alıcı üzerinde birden fazla gökcismi görüntülerinin bir bileşimi şeklinde görünür. Başka bir deyişle, görüşün atmosferik açıdan etkisi, teleskopların ayırma gücünü sınırlamasıdır. Bir teleskobun ayırma gücü

$$\theta = 1.22 \left(\frac{\lambda}{D} \right) \quad (1.1)$$

ile verilmektedir. Burada θ ayırma gücü, λ dalgaboyu D ise teleskobun çapıdır.

Öyle ki; teleskop çapı ne kadar büyük olursa olsun, gözlem yapılabilecek ayırma gücü ancak atmosferik koşulların izin verdiği ayırma gücü kadar olacaktır. Optik teleskopların özel yerlere, deniz seviyesinden yükseklere hatta Dünya çevresindeki yörüngelere yerleştirilmesinin asıl sebebi, atmosferin bu olumsuz etkilerinden mümkün olduğunca uzaklaşmaktır. Gözlemevi yerleşkeleri üzerindeki atmosfer tabakası incelidikçe, genel olarak atmosferik görüş değerlerinde iyileşme beklenir. Buna göre; atmosferik görüş, atmosferik koşulların gözlem yapılmasına izin verdiği ayırma gücü olarak da tanımlanabilir. Yani görüş, bir astronomik gözlem esnasında atmosferik koşulların, gökyüzünde birbirine yakın iki nokta kaynağın birbirinden ayrı olarak gözlemlenebilmesine ne kadar izin verdiğinin bir ölçüsüdür. Birimi yaysaniyesi ("')'dir. Genellikle, görüş değerinin 1 veya 1'in altında değerler olması, bir yerleşke için iyi olarak kabul edilir. Dünyanın bilinen bütün iyi gözlemevleri, ısı değişim ve çalkantı katmanının üzerinde, baskın deniz rüzgarlarının etkisinin azaldığı yüksek dağ tepelerinde kurulmuştur. Hawaii'deki Maune Kea gözlemevi (4200 m) 0,48 yay saniyesi gibi çok düşük ortanca görüş değerine sahiptir (Merrill ve Forbes 1987). US'deki Mount Grahamda 0,66" (Merrill ve Forbes 1987), Meksika'daki San Pedro Martir gözlemevinde 0,60" (Michel *et al.* 2003), Özbekistan'daki Maydanek Dağı'ndaki gözlemevinde (2600 m) 0,69" (Ilyasov 2002) ortanca görüş değerleri ölçülmüştür. TUG (TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi)'de bu değer 1" civarındadır (Aslan vd 2002).

Atmosferik görüşü tanımlamak amacıyla "Fried parametresi" (r_0) olarak bir nicelik tanımlanmıştır ve küçük bir teleskopla ölçülen görüntü hareketinden hesaplanabilmektedir (Tokovinin 2002). Fried Parametresi, belli bir andaki atmosferik görüş değerini sağlayacak ayırma gücüne sahip bir teleskobun çapıdır. Bir teleskobun ayırma gücünü belirleyen, çapı ve atmosferik görüş değeridir. Teleskobun çapı büyüdükçe ayırma gücü artmasına rağmen atmosferik görüş değerinin izin verdiğinden daha iyi ayırma gücüne sahip olamaz. Bu nedenle Fried parametresi, bir gözlemevi yerleşkesindeki atmosferik koşulların en iyi olduğu andaki ayırma gücüne sahip teleskobun çapını verir. Bu sayede, görüntü hareketi ölçümlerinden görüş değerleri belirlenebilir.

Yıllarca alıcı olarak insan gözü veya fotoğraf plağı (Harlan and Walker 1965) daha sonra ise fotoelektrik fotometreler kullanılarak, görüntü hareketi ölçümleri yapılmış ve birçok gözlemevi yerleşkesi bu ölçümler göz önüne alınarak belirlenmiştir. Ancak, bir teleskobun odağındaki görüntü hareketinin doğrudan ölçümlerine, teleskop takip hataları ve rüzgardan kaynaklanan sallantılar da eklenmekte ve bu sahte hareketler ile atmosferik etkiler karışmaktadır. Eğer aynı takip düzeneği üzerine iki teleskop yerleştirilir ve bunların aynı yıldız için oluşturdukları görelî (relatif) görüntü hareketi yeterince hızlı takip edilebilirse; görüntü hareketi ölçümleri teleskop ve rüzgar kaynaklı sarsıntılar ve hareketlerden etkilenmez ve kısa zaman ölçekli görüş değerleri rahatlıkla ölçülebilir. İlk kez Stock ve Keller (1960) tarafından ortaya atılan görelî görüntü hareketi ölçümü fikri, gerekli kuramın ve bu tür ölçüme uygun alıcıların gelişmemiş olması sebebiyle yaklaşık otuz yıl etkin bir şekilde uygulanamamıştır. Görelî görüntü hareketi ölçümleri yapabilen ilk gözlem aleti Sarazin ve Roddier (1990) tarafından geliştirildi ve bu sisteme “Differential Image Motion Monitor” (DIMM) adı verildi. İlerleyen yıllarda, çoğu gözlemevi DIMM sahibi oldu ve bu sistemle yapılan ölçümler gerek gözlemevi yer seçimi çalışmalarının gerekse mevcut gözlemevlerinin atmosferik görüş kalitesinin takibi amaçlı çalışmaların temel kaynağı oldu.

Türkiye’de ilk gözlemevi yer seçimi çalışmalarına 1930 ve 1970’li yıllarda, Ege Üniversitesi gözlemevinin kurucusu Prof. Dr. Abdullah Kızılırmak ve İstanbul Üniversitesi Astronomi Kürsüsü’nden Prof. Dr. Nüzhet Gökdoğan Hocalarımız çevrelerindeki gökbilimciler ile birlikte, kısıtlı olanaklarla, kurmayı düşündükleri gözlemevi için yer belirleme çalışmalarını sürdürmüşler ancak bu uğraşlar sonuçsuz kalmıştır (Tunca 2005).

1978 yılında TÜBİTAK bünyesinde görevi bulunan Çukurova Üniversitesi’nden Prof. Dr. Hakkı Öğelman ile konu TÜBİTAK içerisinde gündeme gelmiştir. TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubu (TBAG), Türkiye’deki gökbilimcilere bir toplantı çağrısı yaparak bir araya gelmeleri sağlanmıştır.

Bu toplantı sonrasında 1979 yılı Haziran ayında TÜBİTAK bünyesinde kurulan Uzay Bilimleri Araştırma Ünitesi (UBAÜ) yer seçimi çalışmalarına başlamıştır. Bu çalışmalarda Meteorolojik verilere bakılarak gözlemevi yerleşkesi için 4 tepe belirlenmiş ve bu tepelerde meteorolojik ve atmosferik görüş gözlemleri yapılmıştır. Gözlem yapılan tepeler:

Muğla, Yılanlı Dağ, Kurdu Tepe (1610 m)

İzmir, Boz Dağ, Kırklar Tepesi (2150 m)

Antalya, Beydağları, Bakırlitepe (2550 m)

Adıyaman, Nemrut Dağı (2100 m)

Değerlendirilen bu tepeler arasından en iyi yerleşkenin 2550 m yükseklikteki Bakırlitepe olduğu görülmüştür (Tunca 2005). (Meteorolojik ve atmosferik görüş gözlemleri genelde Güney - Batı Anadolu bölgesinde yapılmış Doğu Anadolu bölgesindeki 3175 m yükseklikteki Palandöken Dağı bu özellikler bakımından incelenmemiştir.)

Atmosferik koşullar ve altyapısal unsurlar olarak uygun görülen Palandöken Dağı'nda büyük bir teleskopa sahip uluslararası bir gözlemevi kurulması amacıyla ilk kez 2008 yılında Atatürk Üniversitesi Fizik Bölümü tarafından yürütülen Bilimsel Araştırma Projeleri (2007/33, 2008/109) kapsamında, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Bölümü'nden temin edilen gözlemsel donanım (gözlemsel donanım, görüntüleme dedektörü, Hartmann maskesi gibi) desteğiyle 2009 Ağustos - Eylül aylarında DIMM yöntemi kullanılarak atmosferik görüş çalışmalarına başlanmıştır.

Bu çalışmada, Palandöken Dağı ve çevresinin DIMM gözlemleri yapılarak atmosferik görüş değerlerinin hesaplanması ve atmosferik koşullar olarak uygun görünen (Akkuş, 2010), bu yerleşkenin atmosferik görüş kalitesi olarak da bir gözlemevi yerleşkesine uygun olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER

2.1. DIMM Temel Prensi

DIMM (*Differential Image Motion Monitor*) esas olarak bir teleskobun açıklığına yerleştirilmiş Hartmann maskesinin iki dairesel deliği arasındaki dalga cephesinin eğim farkını ölçer (Sarazin and Roddier 1990; Tokovinin 2002). DIMM Prensiinde yıldızdan gelen ışık bir Hartmann maskesinin iki deliğinden geçerek teleskoba girer. Ancak deliklerden birinde bulunan optik kama bu delikten geçen yıldız ışığını optik eksenden bir miktar saptırır. Bu işlem odak düzleminde aynı yıldızın iki ayrı görüntüsünün oluşmasını sağlar. Böylece takip sistemi ve teleskop sallantılarından kaynaklanan görüntü hareketleri her iki görüntüyü aynı şekilde etkilerken, atmosferik çalkantıdan kaynaklanan etkiler yıldız görüntülerinin göreceli hareketine sebep olur (Bally vd 1996). İki yıldız görüntüsü arasındaki mesafenin değişimine diferansiyel görüntü hareketi denir ve bu mesafenin ölçümünden Fried parametresi hesaplanabilir (Sarazin and Roddier 1990).

Diferansiyel görüntü hareketinin varyansı σ_m^2 , dalga boyu λ Hartmann maskesinin delik çapı D ve Fried parametresi arasındaki ilişki Ricord ve Borgnino (1982) tarafından aşağıdaki eşitlikte verilmiştir

$$r_0 = 2,384 \times 10^6 K^{3/5} \lambda^{6/5} D^{-1/5} (\sigma_m^2)^{-3/5} \quad (2.1)$$

Burada, diferansiyel görüntü hareketinin birimi yay saniyesi, diğer parametrelerin birimi ise tercihe göre bir uzunluk birimidir. Diferansiyel görüntü hareketi; Hartmann maskesinin deliklerini birleştiren doğrultuya paralel yönde (boyuna) ve buna dik yönde (dikine) ayrı ayrı ölçülebilir.

Yukarıdaki (2.1) denkleminde K ile gösterilen Zernike eğimi, boyuna görüntü hareketi için;

$$K_L=0,364(1-0,798S^{-1/3}+0,018S^{-7/3}) \quad (2.2)$$

ve dik görüntü hareketi içinde;

$$K_L=0,364(1-0,532S^{-1/3}-0,024S^{-7/3}) \quad (2.3)$$

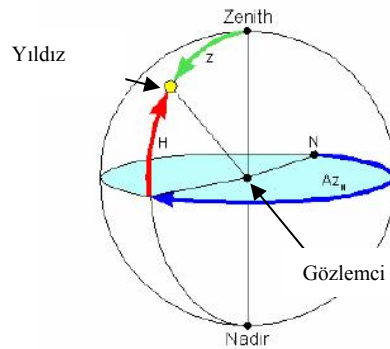
ifadesi ile verilir (Tokovinin 2002). Burada $S=\frac{d}{D}$ Hartman maskesinin deliklerinin merkezleri arasındaki d mesafesinin, delik çapı D ye oranıdır (Sarazin and Roddier 1990). Fried parametresi (2.1) bağıntısından hesaplandıktan sonra, görüş değeri

$$\theta_z = 0,98 \frac{\lambda}{r_p} \quad (2.4)$$

eşitliği ile hesaplanır. Bu işlemin sonucu radyan birimindedir ve yay saniyesine çevrilmesi gerekir. Burada 'z' indisi, görüş değerinin zenit uzaklığına bağlı olduğunu göstermektedir. Belli bir yerleşkede veya Dünya'nın farklı yerlerinde yapılan görüş gözlemleri sonuçlarının karşılaştırma yapılabilmesi için zenit düzeltmesi yapılır.

$$\theta = \theta_z (\sin z)^{-3/5} \quad (2.5)$$

Burada z gözlenen yıldızın zenit uzaklığını göstermektedir. Zenit uzaklığı gözlemcinin tam tepesindeki noktadan yıldızın açısal uzaklığıdır ve aşağıdaki Şekil 2.1'de z ile gösterilmiştir.



Şekil 2.1. Zenit Uzaklığı

2.2. Sınırlamalar ve Ölçüm Duyarlılığı

Her ölçüm cihazı gibi DIMM'in de duyarlılık sınırları ve bunlara dayalı hataları bulunmaktadır.

Öncelikle DIMM için kullanılacak teleskobun çapının 20 cm'den küçük olmaması önerilir (Sarazin ve Roddier 1990). Aslında teleskop çapı ile ilgili sınırlama, aşağıda bahsedilecek olan $S=d/D$ oranı ile ilgili sınırlamadan kaynaklanmaktadır.

DIMM, Hartmann maskesini üzerindeki delik çapından (D) daha küçük ve delik merkezleri arasındaki mesafeden (d) daha büyük atmosferik çalkantı ölçeklerine duyarlı değildir. Görüş üzerinde etkili olabilecek çalkantı hücrelerinin boyutları bir kaç cm'den onlarca metreye kadar olabilmektedir. Boyutu 10-20 metre arasında değişen sonlu bir dış çalkantı ölçeğinin varlığı bugün bilinmektedir (Martin vd. 2001; Linfield vd. 2001). Ancak asıl görüş etkileri daha küçük ölçekli atmosferik çalkantılardan kaynaklanır. Sarazin ve Roddier'e (1990) göre $S=d/D > 2,5$ olmalıdır. Fakat bunun altındaki oranlarda çalışan DIMM'lerde vardır. Doğrusu Hartman maskesinin delik çapı mümkün olduğunca küçük, delikler arasındaki mesafenin mümkün olduğunca büyük olmasına dikkat edilmelidir.

Atmosferik çalkantıdan kaynaklanan görüntü hareketinin frekansı ortalama 100 Hz civarındadır. Yani görüntünün yeri saniyede 100 kez değiştiğinden görüntü hareketinin 'dondurulması' için poz süresinin 10 ms'nin altında olması gerekir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki uzun poz süreleri ile yapılan gözlemlerde elde edilen görüş değerleri, gerçek görüş değerinin daha altında sonuç vermektedir. Örneğin 20 ms ile yapılan gözlemlerde görüş 0,81" bulunurken, poz süresi 0 ms'ye ekstrapole edildiğinde görüş değeri 1,09" çıkmaktadır (Giovanelli vd. 2001). Aslında uygun poz süresinin hesaplanması mümkündür; eğer görüşü etkileyen atmosferik tabakadaki rüzgar hızı V ile gösterilirse, poz süresi $\ll d/V$ olmalıdır (Sarazin ve Roddier 1990). Örneğin $d=20$ cm ve $V=20$ m/s ise poz süresi 10 ms nin altında seçilmelidir. Poz süresinden kaynaklanan hataları önlemek için maske delikleri uygun bir şekilde ayarlanır ve daha duyarlı bir alıcı kullanılarak poz süresi 1-5 ms mertebesinde tutulur (Ak ve Özişik 2006). Bu durumda poz süresinden kaynaklanan hatalar ihmal edilebilir düzeyde olur.

Sistemin duyarlılığını etkileyen bir diğer unsur bir görüş değerinin hesaplanması için toplanan görüntü sayısıdır. Sarazin ve Roddier (1990) görüntü hareketi varyansındaki ölçümün istatistik hatasını

$$\frac{\delta\theta}{\theta} \approx \frac{2}{5} \sqrt{\frac{2}{N-1}} \quad (2.6)$$

ile vermektedir (Giovanelli vd. 2001). Burada N bir değer hesaplanması için toplanan görüntü sayısıdır.

Bu tür çalışmalarda görüntüleme CCD'leri ile genelde N=50-100 arasında görüntü toplanır ki bu durumda görüş ölçüm hatası yaklaşık % 10 dur. Daha kısa sürede daha çok görüntü alabilecek bir alıcının kullanılması ile duyarlılığın artırılması mümkündür. N=200 görüntü alınması halinde ölçüm hatası % 6 mertebesinde olacaktır (Ak ve Özışık 2006). Bu nedenle, daha nitelikli görüş çalışmaları için, tek bir görüş değerinin hesaplamasında kullanılan görüntü sayısının artırılması gerekir.

DIMM'ile yapılan görüş ölçümlerinin hataları sadece istatistiksel hatalardan ibaret değildir. Yıldız görüntüleri arasındaki mesafenin ölçümünde kullanılan yazılımın, yıldız kesitinin merkezini bulmaktaki sonuçlarda da bir miktar hata vardır. Ancak gerek bilgisayarda üretilen yıldız görüntülerini bozarak yapılan denemelerde, gerekse laboratuarlarda lazer ışınları ile üretilen suni yıldız görüntülerinde yapılan denemelerde görülmüştür ki, yıldız kesitlerinin bulunmasında kullanılan algoritmalar son derece başarılı olmaktadır. Denemeler, en çok bozulmaya uğratılmış ve netliği bozulmuş yıldız görüntülerinden yapılan görüş hesaplarında bile hata mertebelerinin %2'yi geçmediğini göstermektedir (Ak ve Özışık 2006). Dolayısıyla tüm hata kaynakları göz önüne alındığında, 20-30 cm' lik bir teleskopla bir DIMM'den bulunan atmosferik görüş değerlerindeki toplam hata mertebesinin % 10-12'yi geçmemesi beklenir.

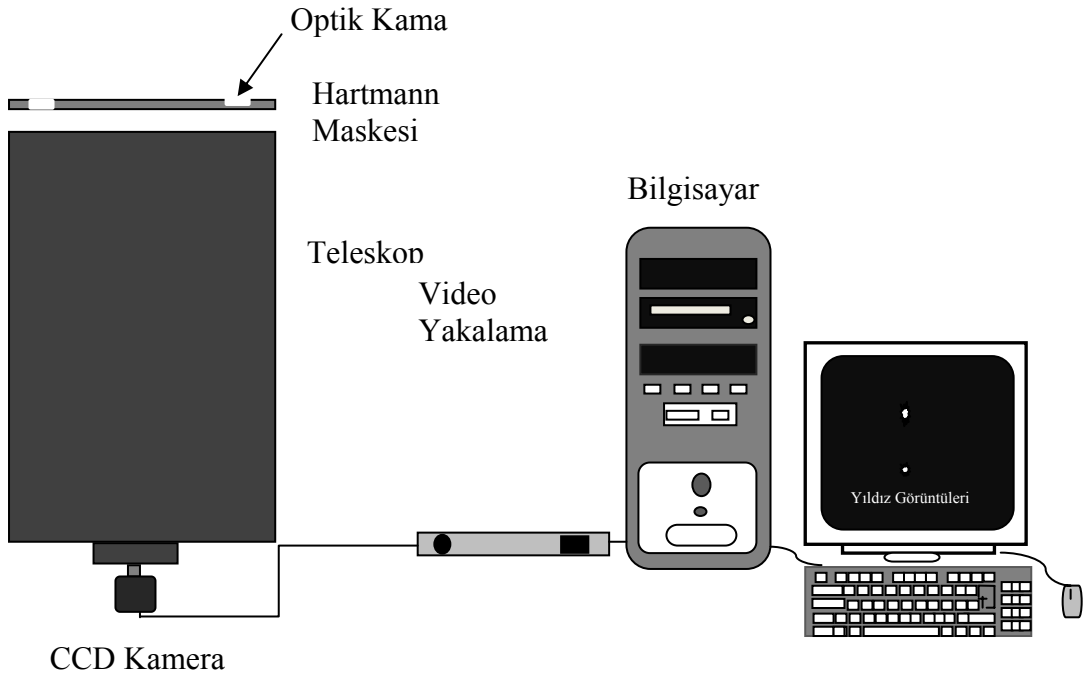
3. MATERYAL ve METOD

3.1. Meteryal

Gece koşullarında görüş gözlemleri yapılması için tasarlanan DIMM, bir yıldızın ikiz görüntüsünün titreşimlerini ölçerek görüş değerinin belirlenmesini sağlar.

3.1.1. DIMM bileşenleri

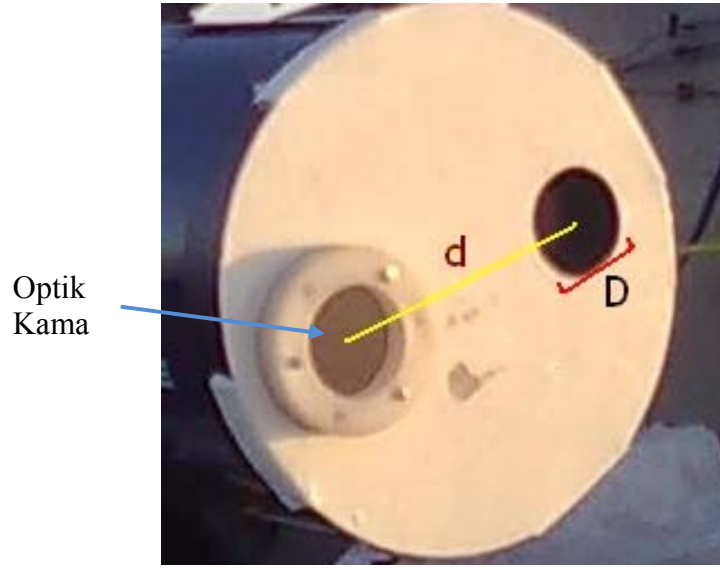
DIMM'in prensip şeması ve donanım elemanları, Şekil 3.1'de verilmiş ve aşağıda tanımlanmıştır.



Şekil 3.1 DIMM Bileşenleri

Hartmann maskesi: Teleskop açıklığının önüne yerleştirilen ve üzerinde aynı çapta karşılıklı dairesel iki delik bulunan bir düzlemden ibarettir. Yukarıda bahsedilen poz süresi ve teleskop açıklığı ile ilgili maske delik çapı ve delikler arası mesafenin getirdiği

sınırlamalar göz önüne alınarak delik çapı $D=48$ mm ve delikler arası mesafe $d=135$ mm olan Şekil 3.2’de görülen Hartmann maskesi kullanılmıştır. Bu durumda $S=d/D$ oranı $>2,8$ vermektedir ki literatürdeki benzerleri ile karşılaştırıldığında ve sınırlamalar ($S>2,5$) göz önüne alındığında bunun yeterli bir değer olduğu görülmüştür.



Şekil 3.2. Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan Hartmann maskesi

Teleskop: DIMM gözlemlerinde optik kalitesi yüksek, kolay taşınabilen, Schmidt-Cassegrain tipi, 20 cm ve üzerinde açıklıkta olanlar tercih edilir. Palandöken Dağı ve çevresi için yapılan DIMM gözlemlerinde, Ahi Evran Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Fizik Bölümü’nden temin edilen 20 cm çaplı $f/10$ odak oranlı Meade 8" 1x200 marka teleskop kullanılmıştır. Kullanılan teleskop aşağıda şekil 3.3’de gösterilmiştir.



Şekil 3.3 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan teleskop

Optik kama: Şekil 3.2’de gösterildiği Hartmann maskesi üzerindeki deliklerden birine yerleştirilen Optik kama, konulduğu deliğin odak düzleminde oluşturduğu yıldız görüntüsünün, diğer delik tarafından oluşturulan görüntüden farklı yere kaymasını sağlar.

Video CCD kamera: Odak düzleminde oluşan yıldız görüntüsünün yüksek zamansal çözünürlükle video sinyali olarak elde edilmesini sağlayan alıcıdır. Palandöken DIMM için Astrovid Stellocam EX III adlı astronomik video CCD kamera kullanılmıştır. Ayarlanabilen poz süresi, görüş etkilerinin altında kalan sürelerde (<10 ms) 25 kare/sn (PAL) video hızında kayıt yapılmasını sağlar.



Şekil 3.4 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan video CCD kamera

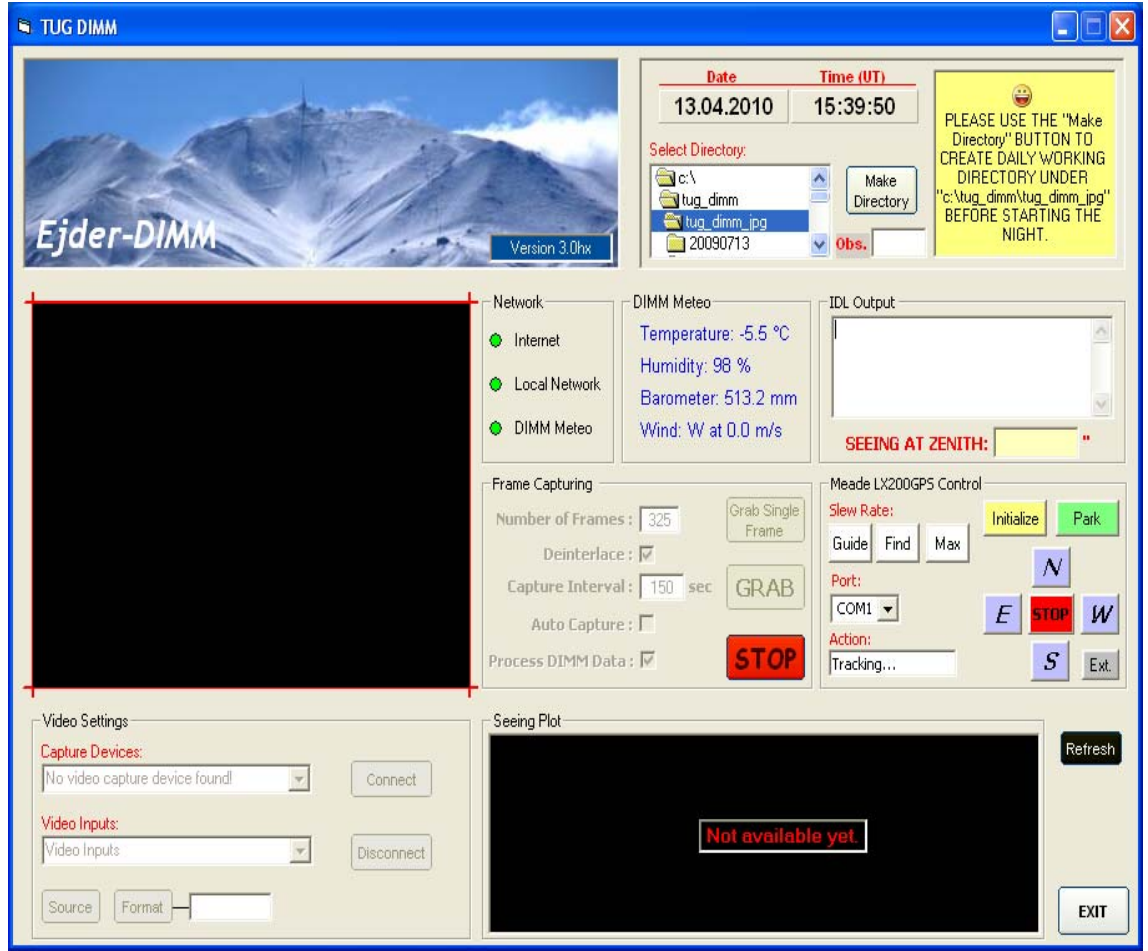
Bilgisayar: Video CCD sinyalinden görüntü alınmasında, gözlemlerin indirgenmesinde, sonuçların kaydedilmesinde ve teleskop kontrolü için bir masaüstü bilgisayar kullanılmıştır.

Video yakalama kartı: Video CCD'den gelen video sinyalini sayısal video şekline dönüştürerek, DIMM yazılımı tarafından bilgisayarda kaydedilmesini sağlar. Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan AVerMedia TV kartı Şekil 3.5'te görülmektedir.



Şekil 3.5 Palandöken DIMM gözlemlerinde kullanılan TV kartı

DIMM gözlem yazılımı: TUG-DIMM için Visual basic ve VideoCapx programları kullanılarak hazırlanan yazılım, gerekli değişiklikler yapılarak Palandöken DIMM gözlemlerinde de kullanılmıştır. Bu yazılım, teleskop kontrolünden, görüntü alınmasından ve veri indirgeme yazılımının çalışmasından sorumludur. Yazılım arayüzünün bir görüntüsü Şekil 3.6 da verilmiştir.



Şekil 3.6. Palandöken DIMM gözlem yazılımının görünümü

Veri indirgeme yazılımı: TUG’da DIMM için IDL de hazırlanan bu yazılım Şekil 3.3 ile etkileşimli çalışarak görüntülerden yıldızların bulunmasını, merkez konumlarının belirlenmesini, boyuna ve dikine görüntü hareketlerinin varyanslarının hesaplanmasını ve sonuçta Fried parametresi ile görüş değerinin elde edilmesini sağlar.

3.2. Metod

DIMM gözlemleri Palandöken Dağı Ejder Tepesi’nde (3175 m) bulunan TRT verici binasında yapılmıştır.

Görüş gözlemleri için seçilen yıldız kutup yıldızıdır. Bu yıldızın seçilmesinin nedeni takibinin kolay olması ve zenit uzaklığının sabit olarak alınabilmesidir. Bu da gözlenen

görüş değerlerine uygulanan zenit düzeltmesin kolayca yapılabilmesini sağlar. DIMM gözlem aşamaları aşağıda maddeler halinde sıralanabilir.

- Akşam güneş batımından sonra teleskop gözlem noktasına kurularak, teleskobun gözlemlenen yıldızı takip etmesi için teleskop kumanda paneli üzerinden kutup ayarı yapılır.
- Gözlem bilgisayarı ve gerekli programlar çalıştırılır.
- Hartmann maskesi teleskop açıklığına takılarak odak ayarı yapılır.
- Teleskop kutup yıldızına yönlendirilir.
- Yıldız görüntüleri teleskop odağının merkezine alınarak, görüntü ekranında birbirlerine dik olacak şekilde ayarlanır.
- DIMM gözlem programı yardımıyla 5-10 dakika aralıklarla 10-15 saniye süre ile yıldız görüntüleri alınır. Böylece atmosferik çalkantı hareketleri kaydedilerek yaklaşık her 325 kare görüntü üzerinden bir görüş değeri elde edilir.
- Gözlem bitiminde gözlemci dışarı çıkarak teleskobu park konumuna alır ve yıldırım ve statik elektrik tehlikelerine karşı teleskoba ve CCD alıcıya giden kablo bağlantıları sökülerek içeri alınır.

3.2.1. DIMM gözlem verilerinin indirgenmesi

Öncelikle kontrol yazılımı video yakalama yazılımı ile haberleşerek bir video dizgesi yakalanmasını ve bunun diske kaydedilmesini sağlar. Böylece Şekil 3.7’de gösterilen örnek görüntüden 325 görüntü alınmış olur. Her bir görüntü setine ait sayısal video kayıtları 8-Bit’lik FITS formatına çevrilerek bu görüntülere düz alan (Flat Field) düzeltmesi uygulanır. Daha sonra görüntüler üzerinde diferansiyel hareket ölçümlerini yapabilmek amacıyla, kontrol yazılımı veri indirgeme yazılımı ile haberleşerek, veri indirgeme işleminin başlamasını sağlar. Böylece video dizgesi oluşturulan 325 görüntü veri indirgeme yazılımı tarafından her resimdeki yıldız görüntülerinin, ve bunların arasındaki mesafeler hesaplanır. Buradan itibaren de profillerin tepe noktaları arasındaki mesafelerin ortalama mesafeden farkları alınarak varyans hesaplanır. Daha önce Bölüm 2’de verilen bağıntılar yardımıyla görüşün bir ölçüsü olan Fried parametresi bulunarak,

sözkonusu gözlem setine ait görüş değeri hesaplanır. Hesaplanan bu değerler Şekil 3.8'de görüldüğü gibi bir notepad sayfasına ayrı ayrı kaydedilir.



Şekil 3.7. Bilgisayar diskine kaydedilen örnek görüntü

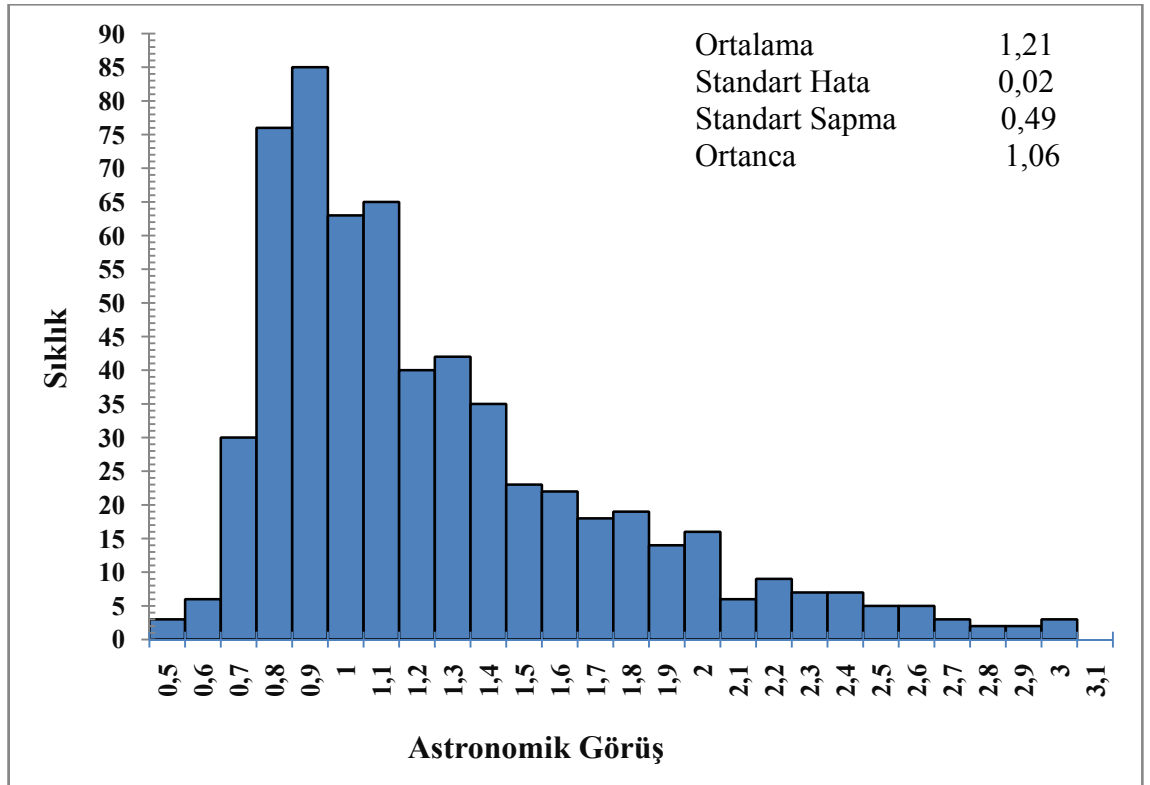
UT	hh. hhhh					LONG. RO	ZENITH CORR.	
						(cm)	(arcsec)	
23.2755	23	16.53	16	31	23:16:31	02:16:31	4.14	1.721
23.3635	23	21.81	21	48	23:21:48	02:21:48	6.19	1.203
23.4364	23	26.184	26	11	23:26:11	02:26:11	3.6	2.079
23.5092	23	30.552	30	33	23:30:33	02:30:33	4.34	1.681
23.5825	23	34.95	34	56	23:34:56	02:34:56	1.42	4.206
23.6556	23	39.336	39	20	23:39:20	02:39:20	3.41	1.888
23.8008	23	48.048	48	2	23:48:02	02:48:02	5.3	1.36
23.8739	23	52.434	52	26	23:52:26	02:52:26	6.05	1.14
23.9471	23	56.826	56	49	23:56:49	02:56:49	5.05	1.424
0.0204	0	1.224	1	13	00:01:13	03:01:13	4.46	1.686
0.1364	0	8.184	8	11	00:08:11	03:08:11	7.3	0.95
0.2093	0	12.558	12	33	00:12:33	03:12:33	7.33	1.355
0.2825	0	16.95	16	57	00:16:57	03:16:57	6.19	1.157
0.3558	0	21.348	21	20	00:21:20	03:21:20	6.58	1.16
0.4289	0	25.734	25	44	00:25:44	03:25:44	5.81	1.854
0.5022	0	30.132	30	7	00:30:07	03:30:07	6.72	1.049
0.5753	0	34.518	34	31	00:34:31	03:34:31	5.81	1.185
0.8478	0	50.868	50	52	00:50:52	03:50:52	6.43	1.1
0.9207	0	55.242	55	14	00:55:14	03:55:14	8.62	0.8
0.9939	0	59.634	59	38	00:59:38	03:59:38	7.73	0.847
1.0669	1	4.014	4	0	01:04:00	04:04:00	8	0.899
1.14	1	8.4	8	23	01:08:23	04:08:23	8.4	0.804
1.2131	1	12.786	12	47	01:12:47	04:12:47	6.75	0.954
1.2864	1	17.184	17	11	01:17:11	04:17:11	7.37	1.01
1.3596	1	21.576	21	34	01:21:34	04:21:34	6.1	1.156
1.5744	1	34.464	34	27	01:34:27	04:34:27	7.46	1.026
1.6465	1	38.79	38	47	01:38:47	04:38:47	5.37	1.333
1.7197	1	43.182	43	10	01:43:10	04:43:10	4.15	1.737
1.7928	1	47.568	47	34	01:47:34	04:47:34	5.14	1.445
1.8658	1	51.948	51	56	01:51:56	04:51:56	7.22	1.065
1.9389	1	56.334	56	20	01:56:20	04:56:20	3.98	1.71
2.0839	2	5.034	5	2	02:05:02	05:05:02	7.49	1.037
2.1569	2	9.414	9	24	02:09:24	05:09:24	5.49	1.296
2.2301	2	13.806	13	48	02:13:48	05:13:48	6.91	0.954

Şekil 3.8. Verilerin kaydedildiği notepad sayfasının örnek görüntüsü

4. ARAŞTIRMA BULGULAR ve TARTIŞMA

4.1. Astronomik Görüş İstatistiği

Palandöken Dağı'nda, Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Fizik Bölümü'nden temin edilen Meade 8" LX200 teleskop ile yapılan ilk gözlemlerde elde edilen gecelik ortalama astronomik görüş değerleri, Çizelge 4.1'de verilmiştir. Elde edilen astronomik görüşün sıklık (frekans) dağılımı ise, Şekil 4.1'de görülmektedir. Tüm gözlemler için elde edilen ortanca görüş değeri, 1,07 " dir. Gözlemlenen en küçük görüş değeri 0,45" ve en büyük görüş değeri 2,95" tür. Hemen belirtmek gerekir ki, bu çalışmada verilen atmosferik görüş değerlerinin tümüne zenit düzeltmesi uygulanmıştır.



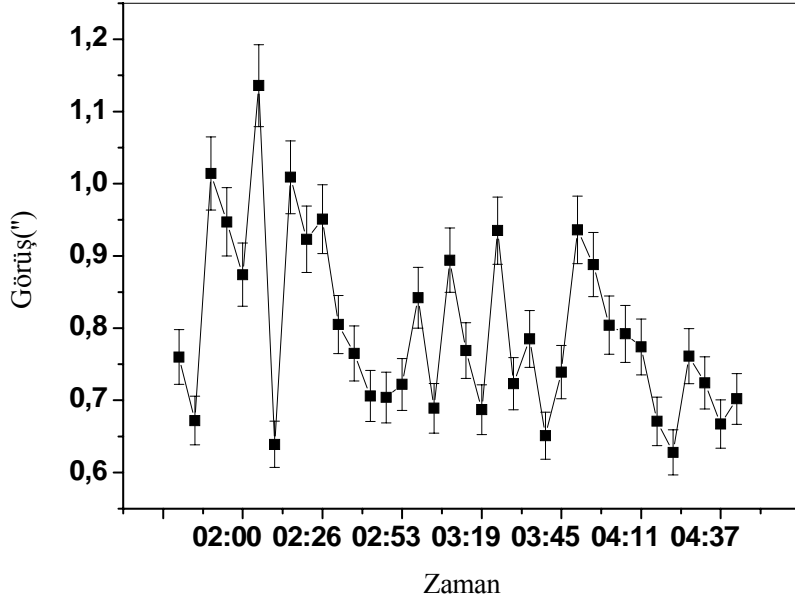
Şekil 4.1. Yapılan DIMM gözlemlerinde görüşün sıklık dağılımı

Çizelge 4.1. Palandöken dağı'nda yapılan DIMM gözlemlerinin gecelik ortalama ve ortanca görüş değerleri

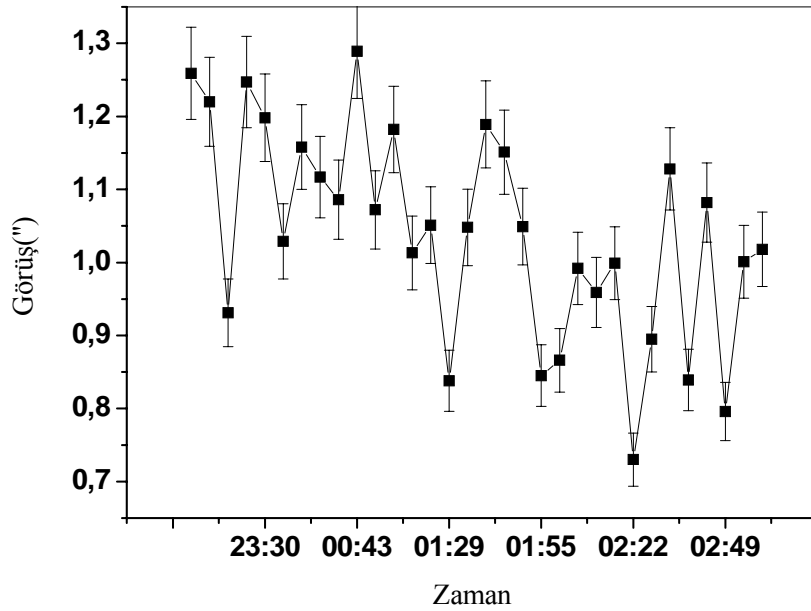
Tarih	Δt (Saat)	N	$\theta_{ort} \pm \sigma$ (")	θ_{ortc} (")	Ort. Rüzgar Hızı (m/s)	Ort. Nem (%)	θ_{min} (")	Min. D. Nem	Min. D. Rüzgar Hızı
18.08.2009	4	36	0,79±0,02	0,77	0	34	0,63	35	0
19.08.2009	7,4	72	1,66±0,06	1,61	4	76	0,84	81	5
21.08.2009	3,5	34	1,18±0,09	1,08	3	39	0,56	49	2
23.08.2009	7,3	55	0,80±0,02	0,79	1	33	0,45	2	4
24.08.2009	8	65	1,92±0,06	1,96	3	28	1,06	11	3
31.08.2009	3,1	32	1,25±0,06	1,16	2	62	0,80	61	2
02.09.2009	6,5	67	1,01±0,03	1,00	1	56	0,54	53	0
03.09.2009	6,4	62	0,99±0,04	0,86	0	29	0,66	27	0
04.09.2009	7,5	69	1,30±0,05	1,26	2	33	0,77	25	2
05.09.2009	8	81	0,98±0,03	0,94	1	28	0,48	33	0
06.09.2009	5	33	1,10±0,05	1,07	2	48	0,69	26	0
24.03.2010	5	43	1,00±0,02	1,01	2	93	0,73	93	0

*Çizelge de yapılan gecelik gözlemleri süreleri (Δt), Gözlem sayıları (N), ortalama görüş değerleri (σ_{ort}), gecelik endüşük görüş değerleri (σ_{min}), gözlem yapılan saatlerde ortalama nem değerleri ve ortalama rüzgar hızı değerleri, gözlem yapılan gecede gözlemlenen en küçük görüş değeri esnasındaki rüzgar hızı ve nem değerleri gösterilmiştir.

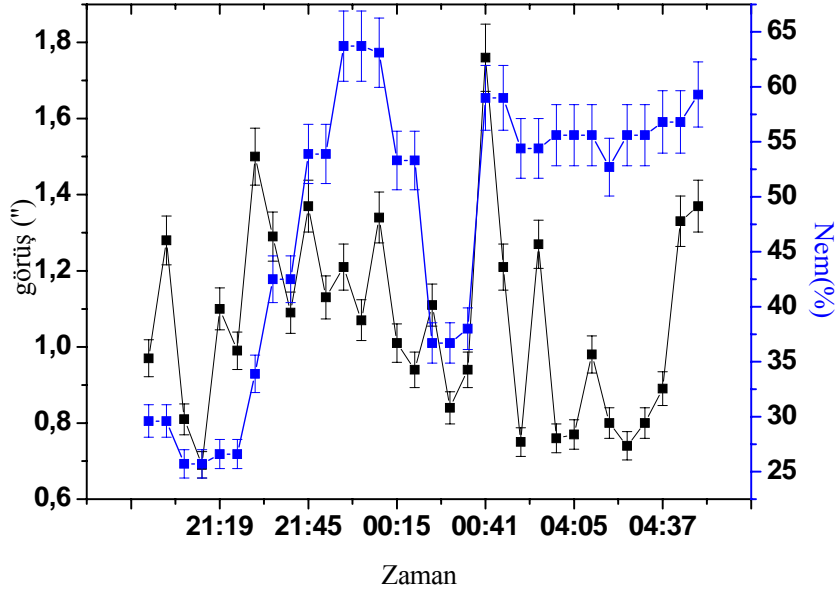
Gözlem yapılan örnek gecelerde atmosferik görüşün gece boyunca zamanla değişimi Şekil 4.2' ve 4.3' de görülmektedir. Örnek geceler de, atmosferik görüş ile birlikte sırası ile nem değerleri ve rüzgar hızı değerlerinin zamana bağlı değişimleri eş zamanlı olarak Şekil 4.4 ve Şekil 4.5' te görülmektedir.



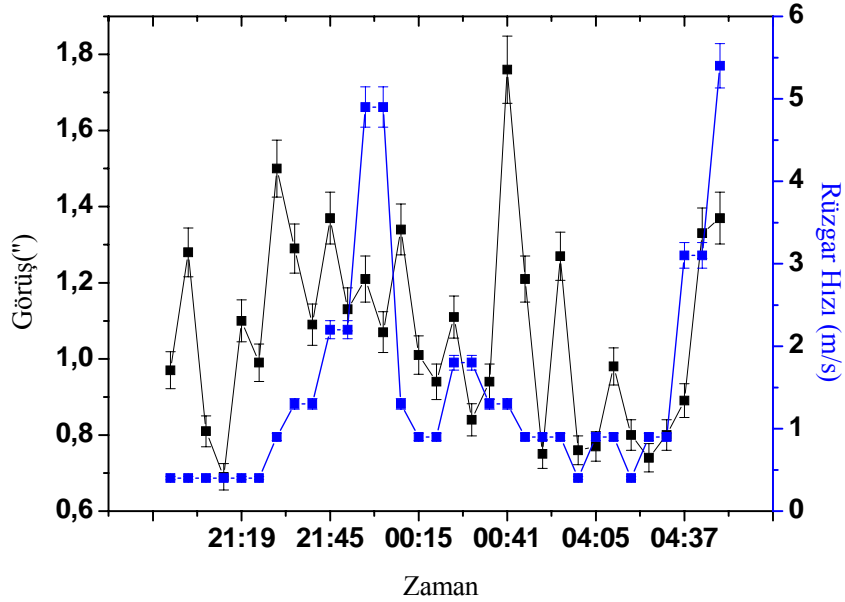
Şekil 4.2. 18 Ağustos 2009 gecesi görüş değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 4.3. 24 Mart 2010 gecesi görüş değerlerinin zamanla değişimi



Şekil 4.4. Örnek gecelerden birinde görüş ve nem değerlerinin eş zamanlı olarak zamanla değişimi



Şekil 4.5. Örnek gecelerden birinde görüş ve rüzgar hızı değerlerinin eş zamanlı olarak zamanla değişimi

Dünyadaki bazı büyük gözlemevleri ve Palandöken Dağı'nın endüŖük görüş değerleri (σ_{\min}), ortanca görüş değerleri (σ_{ortc}), ve yükseklikleri (m) Çizelge 4.2'de gösterilmiŖtir.

Çizelge 4.2 Dünya’da ki bazı gözlemevlerinin endüşük ve ortanca görüş değerleri

Yerleşke	Yükseklik (m)	σ_{\min} (")	$\sigma_{\text{ortc.}}$ (")	Referans
La Silla, Chile	2330	0,72	0,87	Murtugh ve Sarazin (1993)
La Palma, Spain	2400	0,52	0,69	Wilson vd. (1999)
Maidanak, Uzbekistan	2580	0,55	0,69	İlyasov (2002)
San Pedro Martir, Mexico	2800	0,48	0,60	Michel vd. (2004)
Mauna Kea, Hawaii	4200	0,40	0,48	Merril ve Forbes (1987)
TUG	2500	0,60	1	Aslan vd. (2004)
Palandöken	3175	0,45	1,06	

Gözlemlerin çoğu, ulaşım şartları, gözlem aletlerinin sürekli mevcut olmaması ve gözlemci yetersizliği dolayısıyla yaz aylarında yapılmıştır. Görüş değerlerinin nispeten daha iyi olması beklenen kış aylarında, gözlem yapılamamasına rağmen elde edilen gecelik görüş değerlerinin ortanca değerleri genelde 1,5 yay saniyesinin altında olduğu Çizelge 4.1’de görülmektedir. Ayrıca gözlem yapılan 12 geceden sadece bir gece de en düşük değer olarak olarak 1 yaysaniyesinin altında görüş değeri ölçülemezken diğer geceler de astronomik açıdan iyi olarak kabul edilen 1 yaysaniyesinin altında değerler ölçülmüştür. Gözlem yapılan gecelerde gözlemlenen en iyi görüş değeri 0,45 yaysaniyesi iken bu değer Türkiye’nin en büyük teleskobunun bulunduğu gözlemevi TUG’ da (2550 m) 0,60 yay saniyesi (Aslan vd 2004) olarak ölçülmüştür.

Görüş ölçümleri alınan gecelerde öyle geceler olmuştur ki görüş değeri 1,5 yay saniyesinin üzerine hiç çıkmamıştır. Hatta Şekil 4.2’de verilen 18 Ağustos 2009 tarihli gecede gözlemlenen görüş değerleri genelde astronomik gözlem açısından çok iyi olarak bilinen 1 yaysaniyesinin altında olarak gözlemlenmiştir.

Ayrıca gözlemlenen görüş değerlerinin %43,4’ü 1 ve bir yaysaniyesinin altında ölçülmüş ve gözlemler boyunca, 0,9 yaysaniyesi gibi atmosferik görüş kalitesi bakımından iyi kabul edilen bir değer en sık rastlanılan değer olarak gözlemlenmiştir.

Nem ve rüzgar hızının arttığı durumlarda görüş değerlerinde de artış olması beklenen bir durumdur. Görüş değerleri gecelik ortalamalarına bakıldığında genelde rüzgar hızı ortalamasının yüksek olduğu gecelerde görüş değerlerinin de kötüleştiği Çizelge 4.1’de görülmektedir. Rüzgar hızının 3 m/s’nin üzerinde olduğu 24.08.2009 ve 19.08.2009 tarihli gecelerde görüş değerlerinin ortalamasının en yüksek değerlere ulaştığı Çizelge 4.1 den görülür. Rüzgar hızının 11 m/s’den küçük değerlerde olması astronomik gözlem için uygun olmasına rağmen Palandöken DIMM gözlemlerinde rüzgar hızı 6 m/s’den büyük olduğu durumlarda gözlem yapılamamıştır. Bunun sebebi gözlem teleskobunun devrilme olasılığıdır. Nem ve rüzgar hızı değerlerinin arttığı durumlarda görüş değerlerinin de artması beklenen bir durum olmasına rağmen tablo 4..1’de bu tam olarak görülememektedir Fakat Görüş/Nem ve Görüş/Rüzgar hızının eş zamanlı olarak zamanla değişiminin gösterildiği Şekil 4.4 ve Şekil 4.5’te rüzgar hızı ve nem değerlerindeki ani artışlarda, görüş değerlerinde de bir artış olduğu görülmektedir.

DIMM gözlemleri genelde zeminden yükseğe kurulmuş platformlar üzerinde yapılır. Bunun sebebi zeminden yükseğe çıktıkça yerel çalkantının hızla düşmesidir (Ak vd 2006). Palandöken DIMM gözlemleri zeminden yeterli yükseklikte yapılamamıştır. Yapılan görüş gözlemleri, bazı altyapısal yetersizlik nedeniyle, Palandöken Dağı Ejder Tepesi’nde bulunan TRT verici binasının terasında yapıldığından, binadan kaynaklanan yerel atmosferik çalkantının görüş değerleri üzerindeki etkisi de dikkate alınmalıdır. Bu olumsuz etki de göz önüne alındığında Palandöken Dağı’nın atmosferik görüş kalitesinin daha iyi değerler olabileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada Palandöken Dağı'nın atmosferik görüş kalitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Palandöken Dağı'nda DIMM gözlemleri yapılmış ve elde edilen görüş değerlerin astronomik amaçlı gözlemler için uygun olup olmadığı belirlenmiştir.

Yapılan atmosferik görüş gözlemlerinde en sık rastlanın değerin 0,9 yaysaniyesi gibi iyi bir görüş değerinin olması ve görüş değerlerinin %43,4'ünün 1 ve bir yaysaniyesinin altında değerler olması Palandöken Dağı ve çevresinin atmosferik görüş kalitesinin bir gözlemevi yerleşkesi için uygun olduğunu göstermektedir. Ayrıca gözlemlenen en iyi görüş değerinin 0,45 yaysaniyesi gibi atmosferik görüş kalitesi açısından çok iyi sayılan bir görüş değerinin elde edilmesi, astronomik gözlemler için çok iyi koşulların sağlandığının kanıtıdır. En sık rastlanan görüş değerinin 0,9 yaysaniyesi olduğu durum da, r_0 parametresinin yaklaşık olarak 9-10 metre arasında bir değer olmaktadır. Buda Palandöken Dağı'na 9-10 metre çaplı bir teleskobun kurulması için ideal bir gözlemevi yerleşkesi olduğunu göstermektedir.

Gözlemlenen görüş değerleri diğer ulusal ve uluslararası gözlemevleri ile karşılaştırma yapıla bilmesi için yeterli olmasa da gözlemlenen en iyi görüş değeri açısından karşılaştırma yapıldığında Palandöken DIMM gözlemlerinde ölçülen en küçük görüş değerinin, çok iyi atmosferik koşullara sahip Hawaii'de ki Mauna Kea gözlemevi dışındaki diğer gözlemevlerinden daha iyi görüş değerinin ölçüldüğü Çizelge 4.2'de görülmektedir. Ölçülen en küçük görüş değeri ölçüldüğü esnadaki nem değeri %2 gibi çok düşük bir değer olmasına rağmen rüzgar hızının 4 m/s gibi DIMM gözlemlerini önemli ölçüde olumsuz olarak etkilemiştir. Bu atmosferik koşulların daha iyi olduğu zamanlarda daha iyi atmosferik görüş değerler elde edilebileceğinin bir göstergesidir.

Elde edilen bu sonuçlardan Palandöken Dağı ve çevresinin atmosferik görüş kalitesi bakımından Dünya'daki birçok iyi gözlemevi yerleşkesi ile kıyaslanabilecek kadar iyi bir gözlemevi yerleşkesi olduğu görülmektedir. Astronomik görüş kalitesi bakımından

uygun görünen Palandöken Dağı ve çevresine, uluslararası düzeyde çalışmaların yürütülebileceği büyük bir teleskopa sahip uluslararası bir gözlemevi kurulması için uzun süreli görüş gözlemleri yapılmasının gerekliliği ortaya çıkmıştır.

KAYNAKLAR

- Ak, T., Özışık, T., Yelkenci, K., Girgin, C. B., Baştürk, Ö., 2007. TÜBİTAK ulusal gözlemevi'nin robotik görüş düzeneği TUG-DIMM: Son durum ve ilk gözlemler, XV. Ulusal Astronomi Kongresi, İstanbul.
- Akdoğan, Ç.A., 2006. Atmosferik geçirgenliğin gece görüş sistemlerine etkisinin incelenmesi, Y.Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Akkuş, T., 2010. Palandöken Dağı ve Çevresinin Atmosferik Özelliklerinin İncelenmesi, Y.Lisana Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Aslan, Z., Parmaksızoğlu, M., Keskin, V., Selam, O.S., Yeşilyaprak, C., Şahin, T., Khamitov, İ., Özışık, T., 2004. TUG Gözlem koşulları istatistiği, XIV Ulusal Astronomi Kongresi, Kayseri.
- Bally, J., Thail, D., Billawala, Y., Potter, D., Loewenstein, R.F., Mrozek, F., Llyad, J.P., 1996. A Hartmann Differential Image Motion Monitor (H-DIMM) for atmospheric turbulence characterization, *PASP*, (13) 22.
- Ricort, G., Borgnino, J., Aime, C., 1982, *Solar Physics*, 75, s.377-394.
- Giovanelli, R., Darling, J., Sarazin, M., Yu, J., Harvey, P., Hemderson, C., and Ark., 2001. The optical/infrared astronomical quality of high Atacama Sites. I. Preliminary result of optical seeing, *PASP*, (113), 789-802.
- Harlan, E.A., Walker, M.F., 1965. *PASP*, 77, 246
- Ilyasov, S., 2002., *Astronomical Site Evaluation in the Visible and Radio Range*, In *ASP Conf. Ser.*, 266, 376.
- Linfield, R.P., Colavita, M.M., Lane, B.F., 2001. *Apj*, 554, 505.
- Martin, F., Conan, R., Tokovinin, A., ve Ark., 1999. *A&A Suppl. Ser.*, (144), 39-44.
- Merrill, K. M., Forbes, F., 1987. *Rev. Mex. AA*, 39, 291 Michel, R., Echevarria, J., Costero, R., Harris, O., 2003. The seeing at San Pedro Martir Observatory as measured using the DIMM method, *Rev. Mex. AA. (serie de Conferencias)*, (19), 37.
- Michel, R., Echevarria, J., Costero, R., Harris, O., Magallo'n, J., Escalante, K., 2003. *Rev. Mex. AA*, 39, 291.

Sarazin, M., Roddier, F., 1990. ESO Differential Image Motion Monitor, *A&A*, 227, 294-300.

Stock, J., Keller, G., 1960. Astronomical Seeing, in stars and stellar system, Vol.1 Telescopes, Chicago Univ., Chicago press, 138.

Tokovinin, A., 2002. From Differential Image Motion to Seeing, *PASP*, 99, 1156-1166.

Tunca, Z., 2005. TÜBİTAK Ulusal Gözlemevi, *Journal of İstanbul Kultur University*, 2005/3 pp., 57-67.

<http://www.istanbul.edu.tr/fen/astronomy/egitim/agay/ders/ders.htm>

<http://www.uzaymer.cukurova.edu.tr/opttel5.HTM>, 2006.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Erzurum ili Aziziye ilçesinde dünyaya geldi. İlk ve orta öğrenimini Aziziye ilçesinde ve lise öğrenimini de Erzurum merkezde tamamladı. 2003 yılında Atatürk Üniversitesi Fizik Bölümünü kazandı ve aynı bölümden 2007 yılında mezun oldu. 2007 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Fakültesi Fizik Bölümü'nde yüksek lisansa başladı.