

Amatör Teleskop Yapımı-6

Teleskobun Diğer Parçalarının Yapımı



Fotoğraf 1:
10 inç bir teleskobun
kontrplak parçaları.

Teleskobun optik yüzeyleri dışında gözmerceklerini ve bunların odak düzlemine yaklaşık uzaklaşmasını sağlayan odaklayıcıyı satın alacağımızı kabul ederek, bu aşamada aşağıdaki parça gruplarını bir araya getirmemiz gerekecek:

Ayna kutusu

Ayna kutusu üzerinde teleskobun yükseklik (altitude) ekseninde hareket etmesini sağlayan yükseklik çemberlerini, birincil aynayı ve optik hizalama sistemi ile ayna hücrelerini barındıran, en ağır ve en büyük parçadır. Boyutlandırılması sırasında dikkat edilmesi gereken ilk şey, ışık yolunu kapatmaması için olabildiğince ufak yapılmasıdır. Ayna kutusu büyüdükçe teleskop ağırlaşacak, taşınması güçleşecek, daha da önemlisi göz merceğinin yerden yüksekliği artacaktır. Ayna kutusu, salıncak kutusu üzerinde ufak bir kuvvet ile hareket edebilmeli ama kuvvet uygulanması bırakıldığında çok kısa bir sürede hareketsiz kalmalıdır.

Salıncak kutusu

Ayna kutusunun üzerinde hareket edeceği ve teleskobun başucu (azimuth) ekseninde 360 derece serbestçe hareket edebileceği parçadır. Salıncak kutusu (rocker box) teleskobun diğer bileşenlerine göre daha az sayıda parçadan oluşur. Yüksekliğinin olabildiğince az olması, hafif olması ve yükseklik çemberlerinin düzgün hareketi için hazırlanmış uygun bir yataklama sistemine sahip olması önemlidir. Ayrıca Dobson türündeki teleskoplarda zaman zaman sorunlu olabilen, başucu ekseninde düzgün ve yumuşak hareket edebilme özelliğine de sahip olmalıdır. Ufak bir kuvvetle eylemsizliğini yenerek hareketine başlayabilmeli, fakat hafif rüzgâr etkisi ya da dengesizlik nedeniyle kendiliğinden hareket etmeyecek kadar da sürtünmeye sahip olmalıdır. Başucu ekseninde yumuşak bir hareket sağlamak için fotoğrafta görülen büte rulman sistemi ya da Teflon üzerinde kayan laminat malzeme seçilebilir. Yükseklik eksenindeki hareketin de sağlanabilmesi için yükseklik çemberlerinin salıncak kutusuna temas ettiği noktalarda Teflon yüzeyler bulunur.

İkincil kafes

Teleskobun optik yüzeylerinden diğeri olan ikincil ayna, ikincil ayna tutucu, odaklayıcı, örümcek, bulucu dürbünler ve göz merceği ikincil kafes üzerinde bulunur. İkincil kafes esnemeyecek kadar katı ve olabildiğince hafif olmalıdır. Çünkü teleskobu yükseklik çemberleri etrafında döndürecek momentin büyüklüğü ikincil kafesin ağırlığı ile orantılıdır. Her 1 kg'lık ikincil kafes ağırlık artışı dengelemek için, ayna kutusunda ortalama olarak aynanın odak oranındaki f değeri (odak oranı) ile çarpılarak elde edilen karşı ağırlığın bulunması gerekir. Örneğin 3 kg ağırlığındaki bir ikincil kafesin kulla-

nıldığı f/6 teleskobun ayna kutusu, 18 kg ağırlığının olmalıdır. Aksi halde teleskobun dengesi sağlanamaz, teleskop ikincil kafes yönünde eğilmeye çalışır ve dengelemek için karşı tarafa safra konulması gerekebilir. Bu da teleskopun toplam ağırlığını artırır. İkincil kafes üzerine monte edilen odaklayıcı ve bulucu için, kafesin birbirlerine paralel şekilde duran iki halkasını birleştiren iki adet dörtgen parça bulunur. Dışarıdan gelen çığ ışığı engellemek için kafesin kenarları PVC türü bir malzeme ile kaplanabilir. Toplam ağırlığı olabildiğince azaltmak için tüm parçalar 15 yerine 6 mm kontrplak kullanılarak üretilmiştir. Ağırlığı daha da azaltmak için kullanılan bir diğer yöntem de örümceği ve odaklayıcıyı tek bir halka üzerine monte etmektir. Bu şekilde ağırlığın bir kısmından kurtulmak ve teleskobun taşınabilirliğini artırmak mümkündür.

Üçgen çatki elemanları

İkincil kafes ile ayna kutusunu birbirlerine katı bir şekilde bağlayan elemanlardır. Sayıları 6 ya da 8 adet olan bu çubuklar “truss” olarak adlandırılır. Uçları ikişer ikişer aynı noktada birleştirilen çubuklar yandan bakıldığında üçgen alanlar oluşturur. Çubuklardan bir bölümü çekme diğer bölümü de basma yönündeki kuvvetleri karşıladığından, eğilme ile şekil değiştirmeye karşı büyük direnç gösterirler. Ayrıca tek parça boru şeklinde bir tüp kullanılarak yapılan tasarımlara göre, bu sistem taşınabilirliği artırmak açısından da çok büyük avantaj sağlar. Çubukları birbirine bağlayan mekanizmalar açıldığında teleskop çok ufak bir hacim işgal edecek şekilde parçalarına ayrılabilir. Farklı tasarımlarla oluşturulabilen üçgen çatki elemanlarında boru çapları, odak uzaklığının 80 değerine bölünmesi ile bulunur. Örneğin 8” f/6 bir teleskop için kullanılması önerilen üçgen çatki elemanlarının çapları $D=\{(6 \times 203)/80\}=15$ mm kadar olmalıdır. Piyasadan bu değere yakın çapta, et kalınlığı 1 mm civarında alüminyum borular satın alınarak bu amaçla kullanılabilir. Kapalı tüpe göre avantajlarını saydığımız üçgen çatki yönteminin sakıncalarından ve bunları azaltıcı çeşitli çözümlerden de söz etmeliyiz. Akla gelebilecek sakıncalardan ilki, gözlem yapılacak bölgedeki çığ ışık (straw light) kaynaklarından (örn. aydınlatma ışıkları) gelen ışığın birincil ve ikincil aynalara düşmesidir. Aynı şekilde çevredeki tozlar da kapalı tüpe kıyasla üçgen çatkılı teleskopta aynayı daha kolay kirletebilir. Kefen (shroud) olarak adlandırılan ve ışık geçirmeyen siyah renkli kumaştan dikilen bir örtü, üçgen çatki profillerini örterek her iki soru-

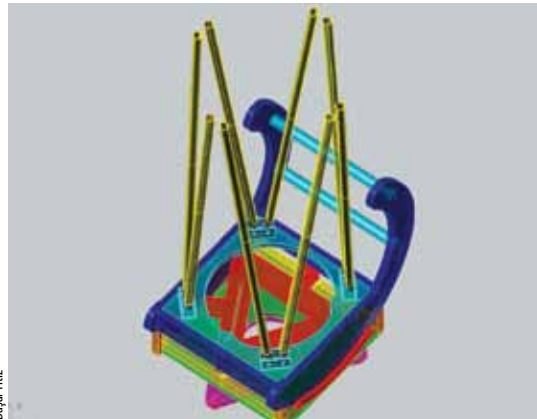
nu da çözebilir. Taşıma sırasında teleskop parçalarına ayrılır ve montaj sonrasında hem üçgen çatki elemanları hem de bu örtü yerlerine yerleştirilir.

Diğer parçalar

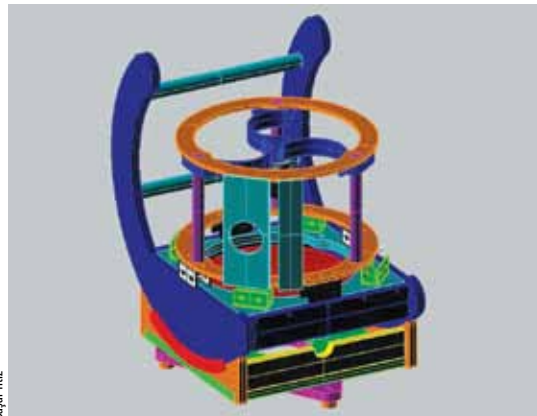
Yukarıdaki grupları oluşturan parçalardan başka su jeti, torna/freze ve benzeri araçlarla üretilcek ikincil ayna tutucu, örümcek kompleksi, çeşitli bağlantı elemanları, lazer ile kesilebilecek teflon yüzeyler gibi az sayıda parçanın da üretilmesi gerekecektir. Kalan parçaların tamamı ise satın alınabilecek parçalardır. İkincil ayna, odaklayıcı, göz mercekleri, bulucu dürbünler vb.

Tasarım dosyaları

Ayna kutusu, salıncak kutusu ve ikincil kafesi oluşturan parçaların tamamına yakını, suya dayanıklı (marin sınıfı) kontrplaktan, CNC router ya da biraz daha zor olmakla birlikte basit elektrikli aletler yardımıyla (şerit testere, dekopaj, el freze-si, vb) kesilebilir. Kesim sırasında elde edilmesi gereken hassasiyete ulaşmak için profesyonel yardım almak (eğer benzeri işleri daha önce yapmadıysanız) gerekebilir.



Fotoğraf 2:
Üçgen çatki çubukları.
Ayna kutusu ile ikincil
kafes arasında bağlantı
sağlayan 8 adet çubuk
eleman.



Fotoğraf 3:
Bilgisayar destekli tasarım
programında çizilen
parçaların bir kısmı.

Tüm parçalar CNC’de ya da ölçü ve biçimle-ri kullanarak doğrudan kesilecek plakalar üzerine çizilerek kesilebilir. CNC freze kesiminde kullanılabilecek dosyayı <http://getir.net/682> sayfasından indirebilirsiniz. CNC kesim hizmetini satın alabileceğiniz yerlerin okuyabileceği bu dosyayı,, üzerinde değişiklik yaparak da kullanabilirsiniz.

Teleskobun kritik parçaları

Hizalama sistemi, ayna hücresi, ikincil ayna tutucu ve örümcek, kundağın diğer parçalarına göre tasarımı ve üretimi biraz daha karmaşık, dikkat gerektiren parçalardır. Aslında parçalar arasında çok büyük farklar olmamasına karşın, teleskobun işlevselliğini etkileme bakımından bu saydıklarımızın önemi biraz daha fazladır.

Ayna hücresinden başlayacak olursak, aynayı yapmak için kullandığımız cam diski düz bir yüzey üzerine koyduğumuzda, ayna bu yüzeye en fazla 3 noktada temas edecektir. Bunun nedeni gerek aynanın gerekse düz yüzeyin, optik ölçeklerde düz olmamasıdır. Bu temas noktaları, rastlantısal olarak bizim isteğimiz dışında dağılacığından, aynayı optik ölçekte isteğimizin dışında bir şekilde deforme edecektir.

Bunu engellemek için, aynayı eşit alanlara ayıran temas noktalarından destekleyerek “yüzdürmeliyiz”. Tıpkı belirli bir esnekliği olan cisimleri taşıırken yaptığımız gibi. Destek noktaları 3, 9, 18 ya da 27 adet olabilir. Bunların merkezden uzaklıkları, ayna yarıçapının belirli katsayılar ile çarpılması ile bulunabilir. Örneğin 3 noktalı ayna hücresinde bu noktalar merkezden yarıçapın % 40,1’i kadar uzaktır. Dokuz noktalı ayna hücresi tasarımında ise, destek noktalarının 6 tanesi merkezden yarıçapın % 78’i, diğer üçü ise % 33’ü kadar uzaktır. Aynayı taşıyan üçgen elemanların hizalanması ise yarıçapın % 50’sinden geçen sanal bir çemberin üzerinde bulunan ayar vidaları ile yapılmaktadır. Tüm bu çabaların nedeni, aynayı en az deforme olacak şekilde destekleyebilmektir. Ayrıca ayna hücre içine sıkıştırılmadan durmalıdır. İdeal koşullarda, yan taraflardan aynaya dokunacak destek elemanları ve aynanın hücre içinden çıkarak baş aşağıya düşmesine engel olacak tırnaklar aynaya dokunmamalıdır. Bunların tümü de optik ölçekte görüntüde çeşitli bozulmalara neden olur. Ayna hücresi ve kutusu, aynanın hava alarak dış ortam sıcaklığına olabildiğince çabuk ulaşmasını sağlarken onu toz ve çığ başta olmak üzere dış etkilere de koruyabilecek şekilde tasarlanmalıdır.

Optik hizalama sistemi, 3 adet vidanın sıkılıp gevşetilmesi prensibi ile aynanın merkezinden çıkan sanal bir ışının optik eksenle çakıştırılmasını sağlayacak yön değişikliklerini yapmaya olanak sağlar. Optik hizalama yapılmaksızın, ayna toplayabileceği ışığın ancak çok ufak bir kısmını göz merceğine ulaştırabilir. Bu yüzden Newton türü teleskopların birincil aynalarının hassas şekilde hizalanması gerekir ve bu hizalama için tasarladığımız sistem de buna kolayca olanak vermelidir.

İkincil aynayı, optik merkezin tam ortasında boşlukta asılı tutan parçaya örümcek (spider) adı verilir. Örümcek, farklı malzemeler kullanılarak farklı biçimlerde yapılabilir. Tel örümcekler, ince çelik bir telin ikincil ayna tutucuyu merkezde tutacak şekilde gerilmesiyle yapılır. Eğrisel ya da üç kollu örümcekler ince metal levhaların kesilerek çember şeklinde bükülmesiyle yapılır. Titreşimleri çabuk sönümlenme ve optik hizalamayı koruyabilme özellikleri dışında, olabildiğince küçük merkezi örtme miktarına yol açmaları da tasarımlarında önemli bir kriterdir. Örümcek kolları 2 mm kalınlığında paslanmaz çelikten lazer ile kesildikten sonra silindir tezgâhında gereken yarıçapta bükülerek şekillendirilir.

İkincil ayna tutucu, çoğunlukla Delrin türü bir plastikten ya da alüminyum malzemeden torna tezgâhında üretilir. Çapının, ikincil aynanın elipsinin küçük odağına eşit ya da ondan biraz ufak olmasına dikkat edilmelidir. Bu parçaya örümcek kolları monte edileceğinden, montaj için gereken vida delikleri düzgün şekilde hizalanarak açılmalıdır. İkincil aynanın yapıştırılacağı parça bu parçaya monte edileceğinden boyutlandırılması da kritiktir.

Başucu ve yükseklik eksenlerinde yataklama

Dobson türü alt-azimut bir teleskopta her iki eksenin de yumuşak hareket sağlayacak şekilde yataklanması gerekir. Başucu ekseninde salıncak kutusunun altına halka şeklinde bir laminat parça kesilerek, bu yüzeyin ayak üzerine konulacak teflon yüzeylere sürtünmesi sağlanabilir. Ya da fotoğrafta görüldüğü gibi büte rulman türünde bir yataklama elemanı da kullanılabilir. Bu rulman ile başucu eksenini son derece kolay hareket edebilir.

Teleskop Montaj

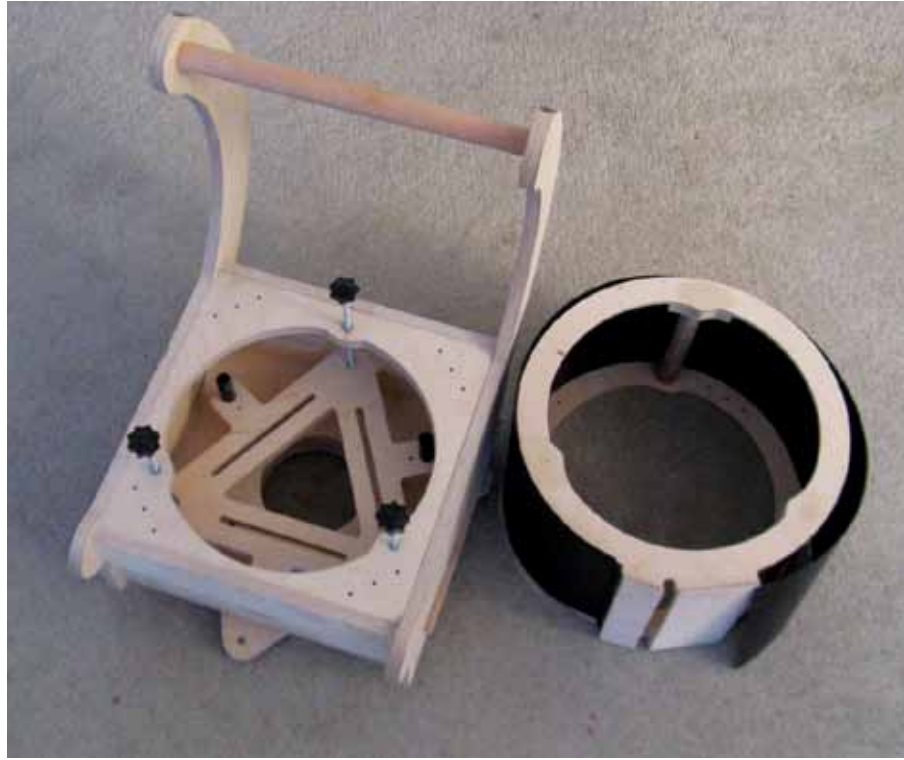
Bu işe kontrplak parçaların zımpara ile temizlenmesi ve sonrasında ağaç vidaları ile birleşti-

rilmesi ile başlayabiliriz. İlk birleştirmemiz gereken parça ayna hücresidir. Aynanın hücre üzerinde merkezlendiğinden, düşmesini engelleyecek takozların aynayı sıkıştırmadığından ve hizalama vidalarını yerlerine (aralarına konulan yaylarla sonuna kadar sıkarak) doğru şekilde taktığımızdan emin olmalıyız. Hizalama sırasında bu yayları serbest bırakacak kelekleri elle biraz gevşetiriz. Daha sonra ayna kutusunu da yaparak, hücreyi bu parçanın içine hizalama vidalarıyla bağlarız. Yükseklik çemberlerinin ve bunların dairesel yüzeyleri üzerindeki laminat parçaların yapıştırılmasıyla montaj büyük ölçüde tamamlanır.

Sonraki aşamada salıncak kutusunu monte edebiliriz. Yan duvarları vidalamadan önce, yükseklik çemberlerinin dış kenarlarının, salıncak kutusu yatakları içerisinde çok fazla sürtünme ya da çok fazla boşluk olmaksızın hareket edip edemediğini kontrol etmeliyiz. Teflon parçaları yerine vidalar-ken, vida deliklerini havşa matkabı ile açmalıyız ki vidanın baş tarafı yükseklik yaparak laminat yüzeye dokunmasın. Salıncak kutusunun alındaki üçgen ayak parçasını altındaki büte rulmanına vidalayıp, lastik takozdan ayakları da vidaladıktan sonra bu kısım neredeyse tamamlanmış olacaktır. Son olarak yükseklik çemberlerinin kenarlarındaki sınırlandırıcı parçaları vidalayıp bu kompleler ile ilgili montaj işlerini tamamlarız.

Ayna kutusu ve salıncak kutusu montajlarını takiben, ikincil kafesin montajına başlayabiliriz. Üst ve alt halkaları birleştiren diğmeleri yerlerine vidaladıktan sonra, odaklayıcı ve bulucu tahtalarını yerlerine yerleştirip odaklayıcıyı ve bulucu gövdesini bunlara vidalamamız gerekiyor. Örümcek kollarını orta parçaya vidaladıktan sonra bu kompleyi de üst halkaya birleştirmemiz gerekiyor. Örümcek kollarını üst kafesin iç kenarındaki yerlerine vidaladıktan sonra alt halkanın alt dairesel yüzeyine üçgen çatki çubuklarını karşılayacak olan bağlantı parçalarını vidalayıp daha sonra da üst ve alt halkaların oluşturduğu silindirin yan yüzeyin örtecek olan PVC kaplamayı yerine yapıştırabiliriz. Bu işlemler sonrasında ikincil aynayı 45 derece kesilmiş yüzeye silikon kullanarak yapıştırabiliriz. 24 saat kurumasını bekledikten sonra ikincil aynayı da yerine takabilir ve odaklayıcıya göre konumunun ve yönünün doğru olup olmadığını kontrol edebiliriz.

Ayna kutusu ile ikincil kafes arasındaki üçgen çatki borularının boylarını aynamızın odak uzaklığına göre kabaca da olsa tahmin ettikten sonra, bu uzaklığa makul bir emniyet payını da ekleyerek boruları bu iş için yapılmış bir boru kesici kullana-



Fotoğraf 4:
Parçaların montaj sonrasındaki
görünüşleri.

rak eşit boyda kesebiliriz. Boruların uçlarına sıkı geçme ile ekleyeceğimiz küresel bağlantı parçalarını yerlerine yapıştırmadan önce, boruların gereken boylarda olup olmadığını kontrol etmeliyiz. Bunun için, optik hizalamasını yaptıktan sonra teleskobu yeterince uzaktaki (> 5 km) bir hedefe yönlendirerek odaklayıcının orta noktasına yakın bir bölgede, tüm göz merceğlerimizle netlik sağlayabildiğimizden emin olmalıyız. Daha sonra boruların uçlarındaki plastik parçaları yapıştırıp montajı tamamlayabiliriz. Kendi yaptığımız bu 10"lik teleskobu zaman içinde çeşitli ilave özelliklerle geliştirebiliriz. Örneğin yükseklik ve başucu eksenlerine ekleyeceğimiz sayısal ayar çemberleri devresi ile yönlendirilmiş gökcismini bir ekranda görebilir ya da bir Poncet platformu üzerine yerleştirerek gökcisimlerini takip edebilmesini sağlayabiliriz.