

TYS102 ÖLÇME BİLGİSİ

Yrd. Doç. Dr. N. Yasemin EMEKLİ

***Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü***

Antalya, 2017

8. BÖLÜM

NİVELMAN ALETLERİ

Yüksekliklerin ölçülmesinde yatay gözleme doğrusu sağlayan basit araçlar çıplak göz ile gözlem gerektirdiğinden gözleyicinin çabuk yorulması, gözleme uzaklığının az olması ve hata miktarının fazla olması gibi sakıncalara sahiptir.

Bu sakıncaları ortadan kaldırmak amacıyla kabarcıklı düzeç üzerine bir dürbün yerleştirilmesi ve kabarcıklı düzeci tesviye etmek amacıyla tesviye vidalarının eklenmesiyle yatay gözleme yapabilen *dürbünlü düzeçler (nivelman aletleri veya nivolar)* geliştirilmiştir.

Bu aletler, borulu bir düzeç yardımı ile dürbünü yatay konuma getirerek yatay gözleme doğrusu verirler.

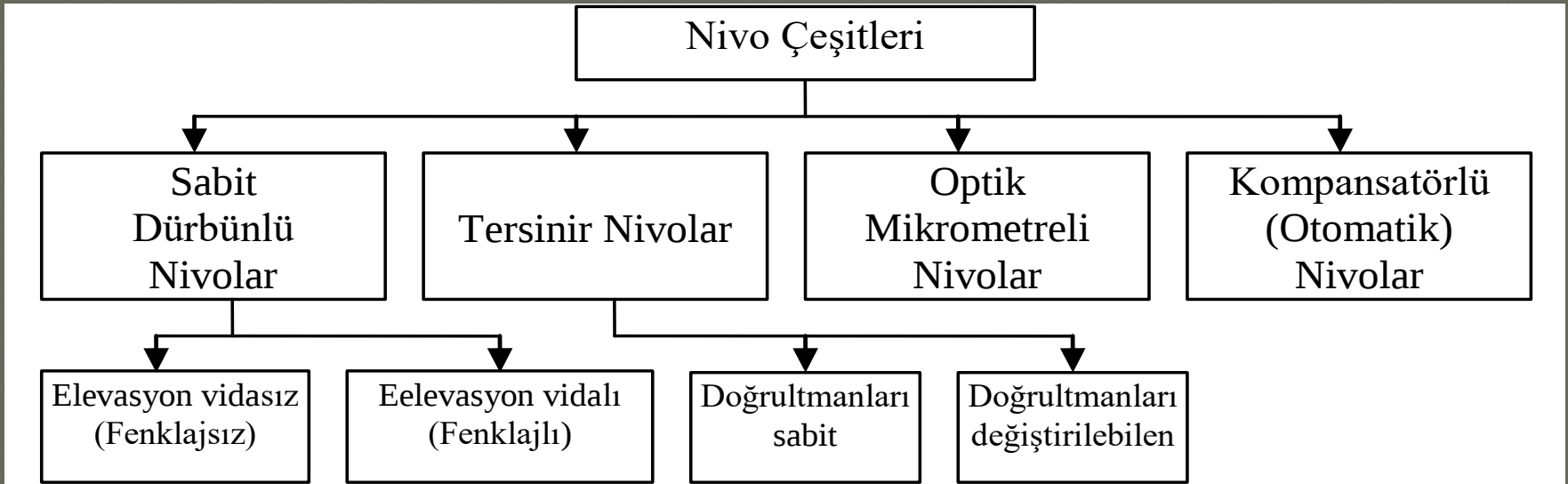
Bu nedenle nivelman aletleriyle yüksekliklerin ölçülmesinde geometrik yöntem ilkeleri kullanılır.

8.1. NİVELMAN ALETLERİ VE TİPLERİ

Geliştirilmiş pek çok tip nivelman aleti bulunmaktadır.

Bu aletlerin tiplere ayrılmasında kullanılan en önemli kriter; dürbün ile kabarcıklı düzecin birbirlerine bağlanma durumları ve bunların hareket ettirilebilme kapasiteleridir.

Günümüzde genel olarak kullanılan nivo çeşitleri, özelliklerine göre Şekil 8.1'de verilmiştir.



Şekil. 8.1. Nivo çeşitleri

8.1.1. Sabit Dürbünlü Nivolar

Nivelman aletlerinin **en eski ve en basit** olan tipi sabit dürbünlü olanlarıdır.

Bu tip nivelman aletlerinde **dürbün eksenini etrafında döndürülemez.**

Sabit dürbünlü nivelman aletleri:

- elevasyon vidasız (fenklajsız)
- elevasyon vidalı (fenklajlı)

nivolar olmak üzere **iki farklı** tipte yapılırlar.

Sabit dürbünlü elevasyon vidasız nivolarda dürbün ile borulu kabarcıklı düzeç birbirine sabit olarak bağlanmış ve beraberce aletin ayak takımı üzerine oturtulmuşlardır.

Ayak takımı ise üç tesviye (düzleme) vidası yardımıyla aletin sehpası üzerine yerleştirilir.

Sabit dürbünlü elevasyon vidalı nivelman aletlerinde ise dürbün ile borulu kabarcıklı düzeç birbirine sabit olarak bağlanmış olmakla birlikte her ikisi beraberce bir elevasyon vidası yardımıyla küçük ölçüde olmak üzere aşağı yukarı hareket ettirilebilir.

Sabit dürbünlü nivolar genellikle ters görüntü verirler.

8.1.2. Tersinir Nivolar

Bu tür nivolarda borusal düzeç çift yüzlüdür ve dürbün ve ona bağlı düzeç dürbün eksenini çevresinde 200° dönebilmektedir.

Borulu düzeç dürbünün solunda ve sağında iken yapılan iki ayrı okumanın ortalaması alınarak daha doğru sonuç almak olanaklıdır.

Düzeç kabarcığının en üst noktalarını birleştiren doğrultuya bu tip nivolarda **düzeç doğrultmanları** adı verilmiştir.

Düzeci çift yüzlü tersinir nivoların düzeç doğrultmanları sabit ve değiştirilebilen tipleri bulunmaktadır.

Tersinir nivolar da ters görüntü verirler.

8.1.3. Optik Mikrometreli Nivolar

Optik mikrometreli nivolar **duyarlı nivelman işlerinde kullanılır.**

Bu tip nivoların yüksek duyarlılıkları, dürbün büyütme oranlarının ve düzeç duyarlılıklarının fazla olmasından kaynaklanır.

Yapı yönünden fenklajlı nivolarla benzerler.

Ancak, dürbünün önüne yerleştirilmiş yatay bir eksen çevresinde belirli ölçüde döndürülebilen yüzeyleri birbirine paralel düz bir cama sahip olmalarıyla fenklajlı nivolardan ayrılırlar.

Düz cam optik eksene dik durduğunda, miradan gelen ışınlar cama dik olacaklarından kırılmadan dürbüne girerler.

Cam yatay bir eksen çevresinde bir miktar döndürüldüğünde ise gelen ışınlar cama dik olmayacaklarından, kırılarak objektife gelirler.

Düz camın yatay eksen çevresinde döndürülmesi mekanik bir düzen yardımıyla sağlanır.

Bir tamburanın döndürülmesiyle ileri geri hareket ettirilebilen bir kol, camı öne veya arkaya döndürür.

Camın dönme miktarı, ışınları miranın bir bölümü kadar kaydırarak şekilde ayarlanmıştır.

Tamburanın üzerinde, camın bir bölümlük döndürülmesine eşit bir kısmı 100 bölüme ayrıldığından mira bölümünün yüzde biri tamburanın üzerindeki bölümden doğrudan doğruya okunabilir.

Diğer bir deyişle mira birer santimetrelik bölümlere ayrılmış ise 0.1 mm doğrudan doğruya okunabilmekte ve 0.01 mm kestirilebilmektedir.

8.1.4. Kompansatörlü (Otomatik) Nivolar

Kompansatörlü nivoları diğerlerinden ayıran en önemli özellik, dürbün içine yerleştirilmiş olan kompansatör yardımıyla optik eksenin sürekli ve otomatik olarak yatay durumda bulundurulmasıdır.

Kompansatör, dürbün içindeki ikisi sabit durumda ve biri yüksek dayanımlı tellerle dürbünün eksenini doğrultusunda salınabilen üç prizmadan oluşmaktadır.

Bu tip nivolarda optik eksen sürekli ve otomatik olarak yatay durumda bulundurulabildiğinden **borusal düzeç yoktur**.

Aletin kaba tesviyesi küresel düzeç ve tesviye vidaları yardımıyla yapılır.

İnce tesviye ise kompansatör düzeni sayesinde otomatik olarak sağlanır.

Bu tip nivolarda *kompanseatör*, dürbün optik eksenini ± 20 santigrata kadar hatalı olarak yataylandığında, dürbüne gelen ışınları yatay konuma çevirebilmektedir.

Kompansatörlü nivolar genellikle yüksek doğruluk veya işin çabuk yapılmasının istendiği durumlarda kullanılır.

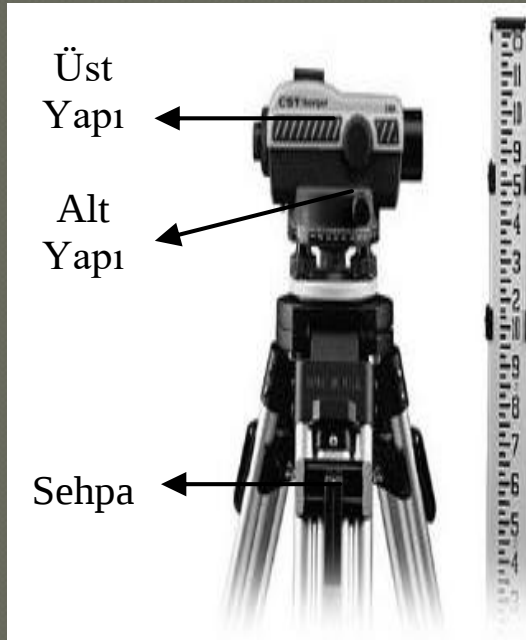
Bu nivolar düz görüntü verirler.

8.2. NİVELMAN ALETİNİN KISIMLARI

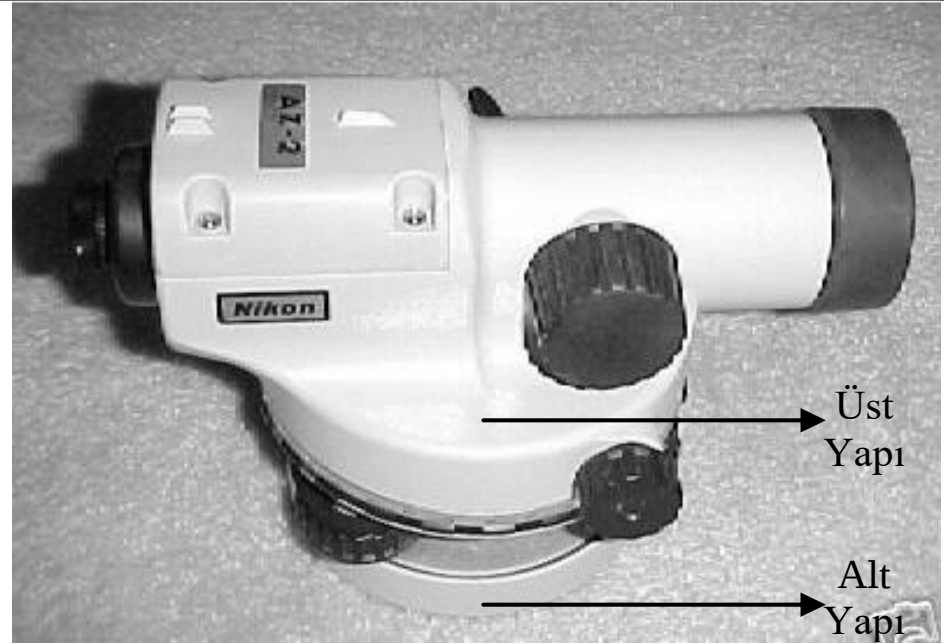
Bir nivelman aleti;

- üst yapı,
- alt yapı
- sehpa

olmak üzere başlıca üç kısımdan meydana gelmiştir (Şekil 8.2).



a) Genel görünüş



b) Üst yapı ve alt yapı

Şekil 8.2. Nivelman aletinin kısımları

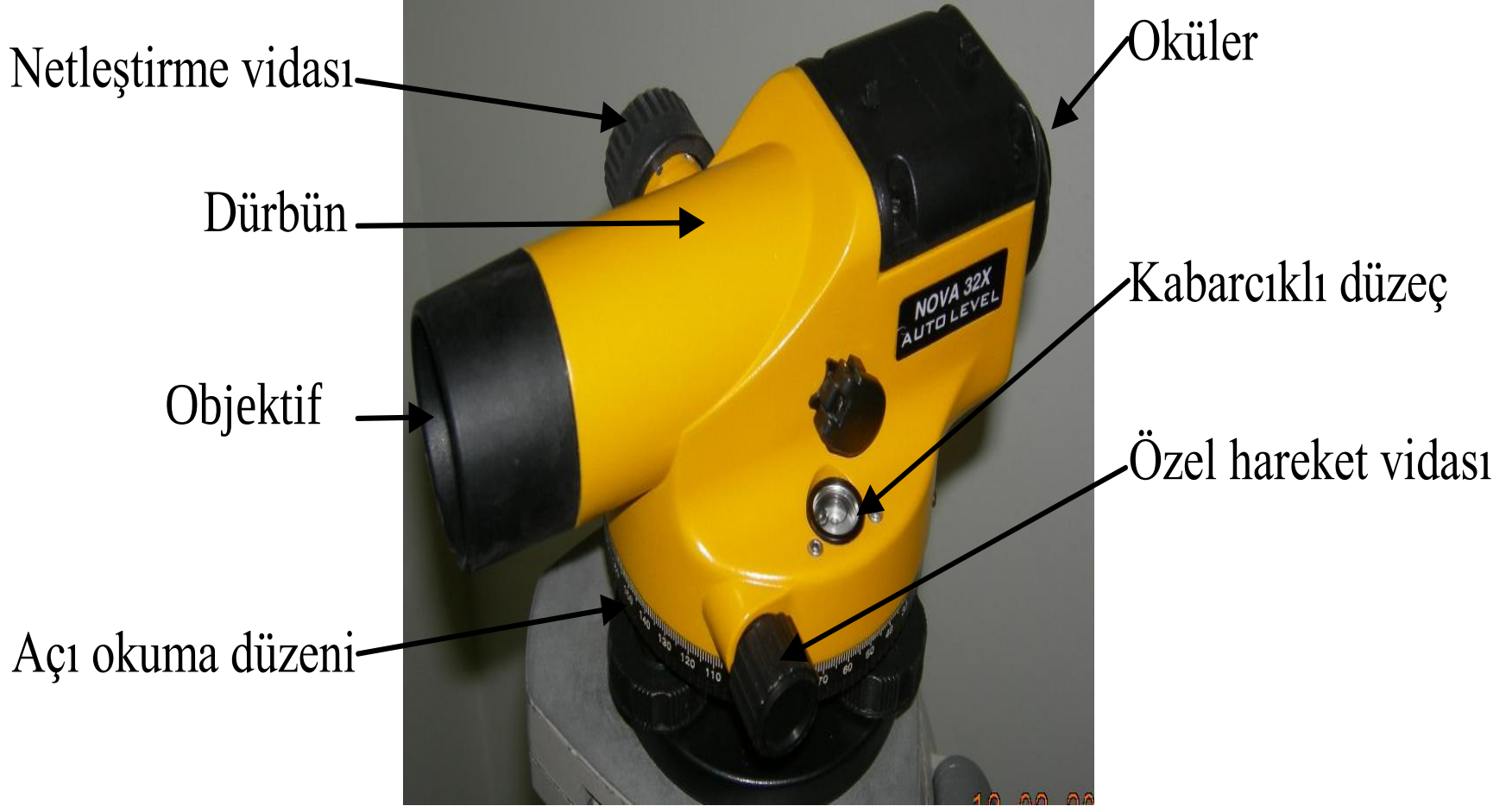
8.2.1. Üst Yapı

Üst yapı kendisine dik olan bir konik mil ile alt yapıya bağlanmıştır.

Bu mil ile yatağın ortak eksenini aletin asal (düşey) eksenini oluşturur.

Üst yapı genellikle;

- dürbün,
 - kabarcıklı düzeç,
 - genel hareket vidası,
 - özel hareket vidası,
 - görüntü netleştirme vidası,
 - elevasyon vidası (elevasyon vidalı nivolarda),
 - açı okuma düzeni (bazı aletlerde)
- gibi kısımlardan oluşur.



Şekil 8.3. Bir nivelman aletinin üst yapı ve kısımları

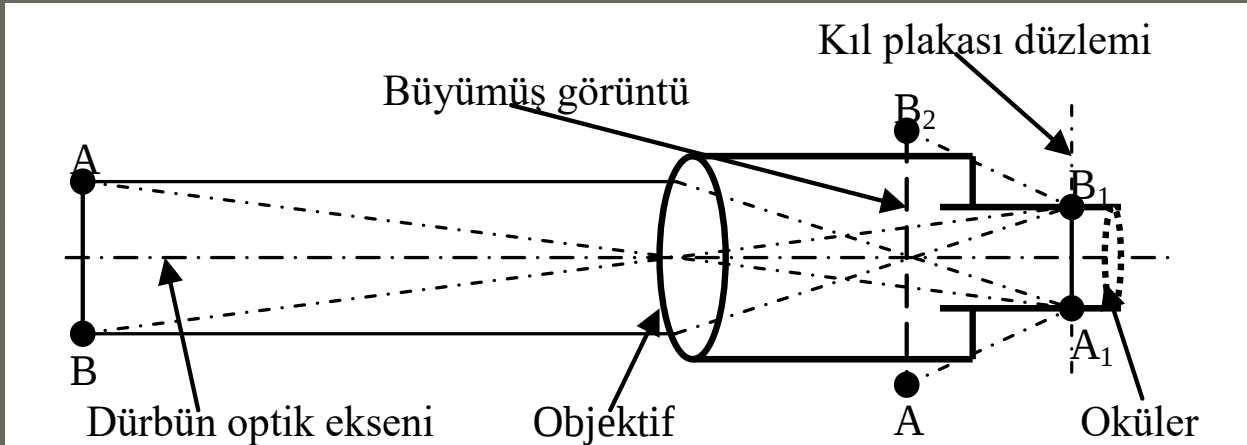
a) Dürbün:

Dürbünleri genel olarak **eski tip ve yeni tip dürbünler** olarak ikiye ayırmak mümkündür.

Ters görüntü veren eski tip dürbünler (Kepler dürbünü) esas olarak iki adet dış bükümlü mercekten oluşurlar.

Bunlardan **odak uzaklığı büyük olan yada cisme dönük olanına objektif**, **odak uzaklığı küçük olan ya da dürbünün gözle bakılan tarafındakine ise oküler** denir (Şekil 8.4).

Oküler merceği, bir büyüteç görevi görerek objektifin meydana getirdiği ters ve gerçek görüntüyü daha büyük olarak gösterir.

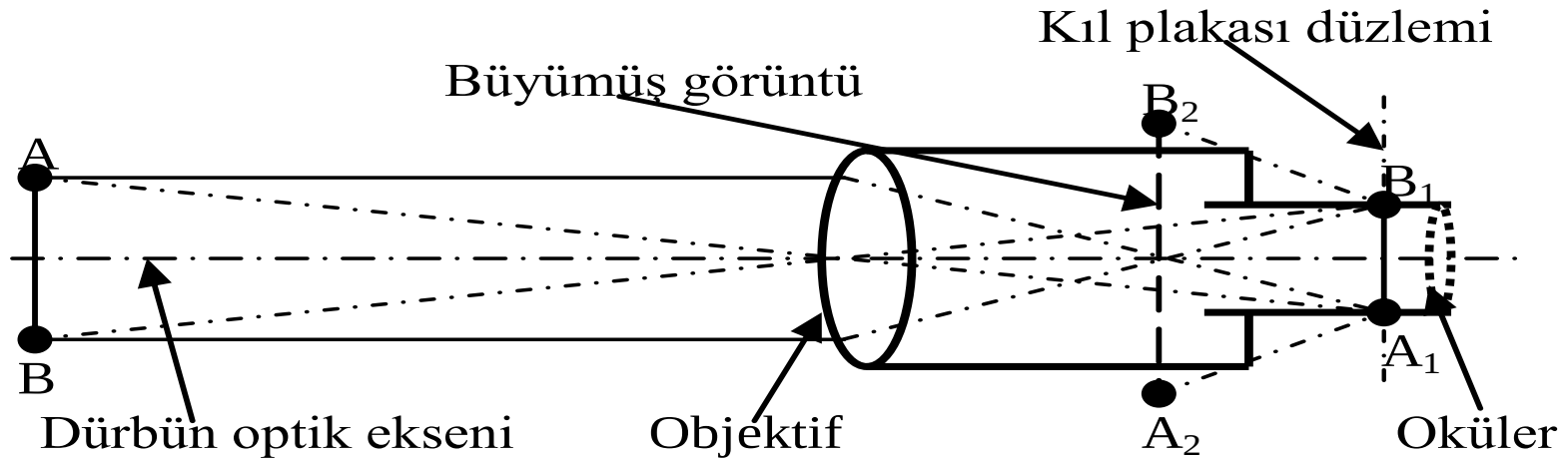


Şekil 8.4. Basit astronomik dürbünde ışın yolları ve görüntü

Eski tip dürbünlerde objektif ve oküler mercekleri birbiri içinde hareket ettirilebilen iki boru içine yerleştirilmiş olup, boruların merkezleri merceklerin eksenini üzerinde bulunmaktadır.

Dürbün üzerinde bulunan bir dişli vida yardımı ile bu iki borudan biri diğerine göre hareket ettirilebilmektedir.

Objektif borusuna yerleştirilmiş olan objektif merceği, uzakta bulunan AB cisminin ters ve gerçek görüntüsünü (A_1B_1) meydana getirir.



Şekil 8.4. Basit astronomik dürbünde ışın yolları ve görüntü

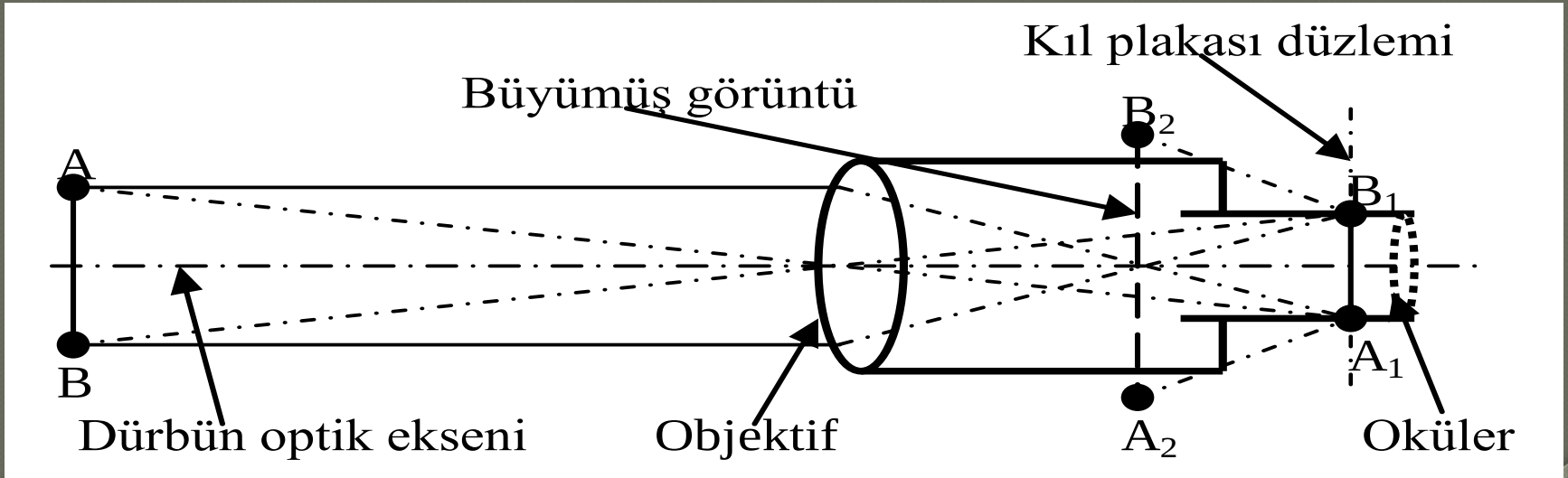
Bu görüntü odak uzaklığı küçük olan oküler merceği tarafından bir büyüteç gibi büyütülerek gözleyiciye ters olarak A_2B_2 halinde görünür.

Net görüntü elde edebilmek için görüntünün okülerin odak mesafesi içine düşmesi gereklidir.

Cismin objektife olan mesafesine göre görüntünün objektife olan uzaklığı değişmektedir.

Görüntünün odak uzaklığı içine düşmesi için oküler merceğinin objektife doğru ileri geri hareket ettirilmesi gerekir.

Uzak mesafelerdeki cisimler için oküler borusu objektife doğru, yakın cisimler için ise ters yöne doğru hareket ettirilir.

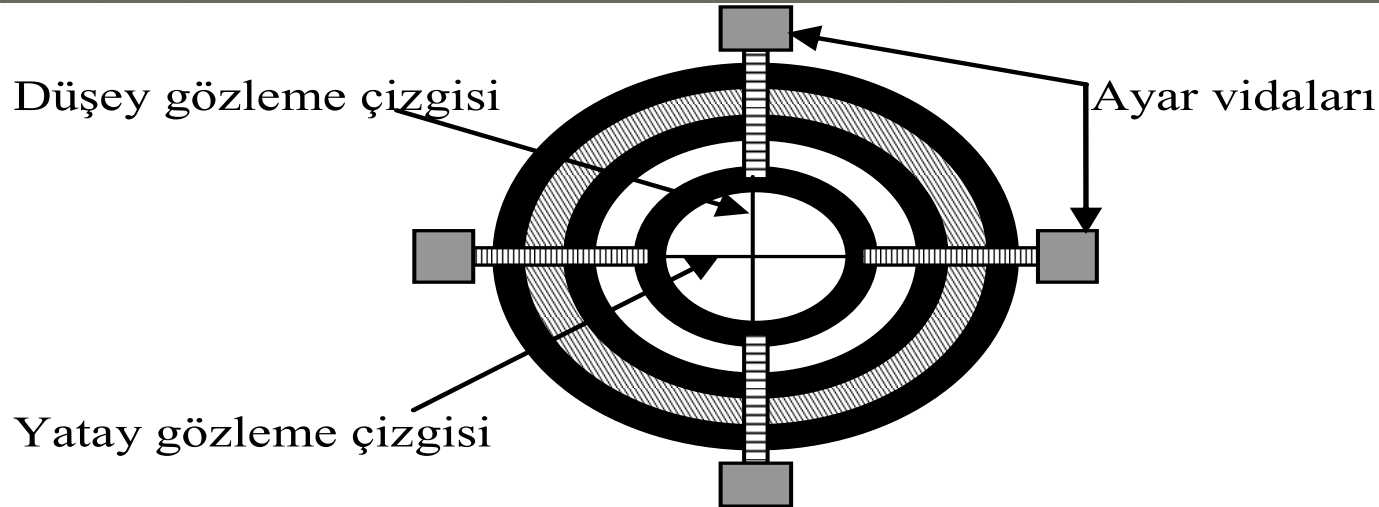


Oküler tarafında borunun içine, boru eksenine dik biçimde bir cam levha yerleştirilerek dürbünün *kıl plakası* oluşturulmuştur (Şekil 8.5).

Bu *kıl plakasının üzerine* yatay ve düşey konumda birbirini dik kesen iki çizgi (*kıl*) bulunur.

Bu çizgilere *gözleme çizgileri* denilmektedir.

Yeni tip nivolarda yatay kılın üstünde ve altında simetrik iki kıl daha bulunur.



Şekil 8.5. Kıl plakası ve ayar vidaları

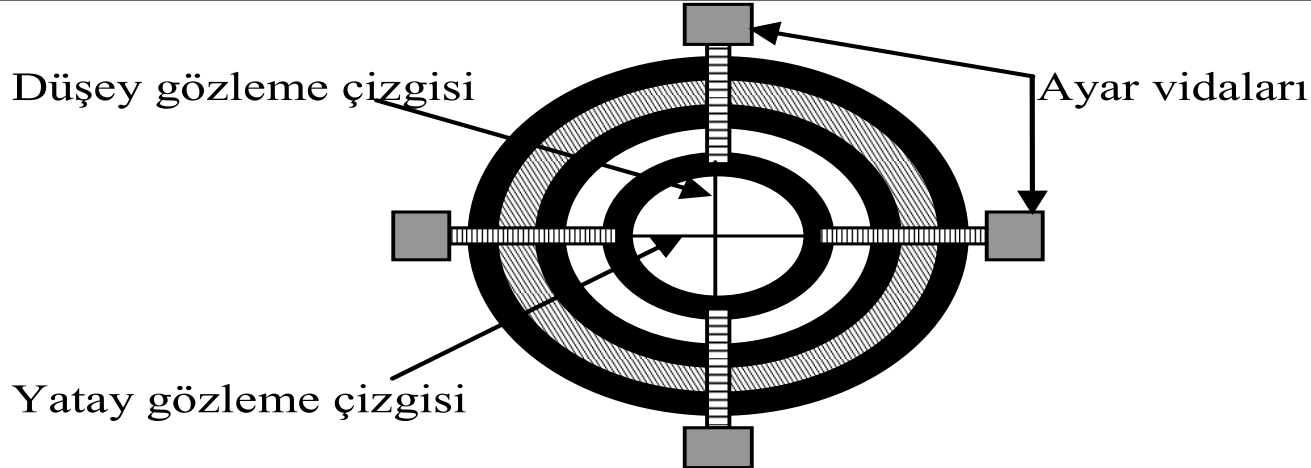
Yatay ve düşey çizgilerden oluşan kıl plakası kesik koni şeklindeki bir parça üzerinde bulunur.

Bu kesik koni dört ayar vidası ile sabitlenmiş olup, dürbünün eksenine dik olarak hareket ettirilebilmektedir.

Kıl plakasındaki yatay ve düşey kılların kesim noktası ile objektifin optik merkezinden geçen doğru dürbünün *optik eksenini* veya *gözleme doğrusunu* oluşturur.

Bu doğrunun uzatılmasıyla bakılan cismin herhangi bir noktasına ulaşılır.

Dürbünlerde kıl plakasının oluşturduğu düzlem ile objektif tarafından meydana getirilen görüntünün bulunduğu düzlem üst üste gelmelidir.



Şekil 8.5. Kıl plakası ve ayar vidaları

Yeni tip dürbünler boyu değişmeyen tek bir boru halindedir.

Bunlarda objektif ile kıl plakası ve oküler arasındaki uzaklıklar sabittir.

Gözlenen cismin uzaklığına göre görüntüyü kıl plakası üzerine düşürmek için dürbünün içine bir içbükey (ıraksak) mercek yerleştirilmiştir.

Netleştirme merceği olarak da adlandırılan bu mercek özel bir hareket düzeni ile ileri geri hareket ettirilir.

Daha sonra geliştirilen nivolarda ise dürbün içine bir *dönüştürme merceği* eklenerek görüntünün düz oluşması sağlanmıştır.

Okuma yaparken üstten bakılarak dürbünün miraya kabaca yönltilmesini sağlamak amacıyla dürbünler üzerinde gez ve arpacık, gözleme oyucu (çizgisi) ya da küçük bir gözleme borusu gibi düzenekler bulunur.

b) Kabarcıklı düzeç:

Nivelman aletlerinde, **dürbüne sabit olarak bağlanmış borsal kabarcıklı düzeçler** kullanılır.

Düzeç dürbüne bağlanırken, düzeç ekseninin dürbün optik eksenine paralel olması ve aletin düşey veya asal eksenine dik olması koşulu sağlanmalıdır.

Düzeçler, güneşten ve diğer dış etkilere korunmak amacıyla genellikle dürbünün alt kısmına yerleştirilirler.

Eski tip nivelman aletlerinde sadece borsal düzeç bulunmaktadır.

Mira okumaları yapılırken bu düzeçlerin kabarcıklarının ortada bulunup bulunmadıklarını her zaman denetlemek gerekir.

Bu zaman alıcı ve yorucu olduğundan daha sonra geliştirilen nivelman aletlerinde hem borulu hem de küresel kabarcıklı düzeçler bulunmaktadır.

Bunlardan küresel kabarcıklı düzeç aletin düşey ekseninin dik duruma getirilmesinde (kaba tesviye), borulu kabarcıklı düzeç ise sadece mira okumalarından önce aletin ince tesviyesi için kullanılır.

Elevasyon vidalı nivelman aletlerinde küresel düzece mutlaka gereksinim duyulur.

Alet önce küresel düzece göre tesviye edilir.

Mira okumalarından öncede elevasyon vidası yardımıyla borulu düzecin kabarcığı ortaya getirilir.

Bazı nivelman aletlerinde özel prizmatik bir sistem yardımıyla düzeç kabarcığının iki ucu görüntü halinde yansıtılmakta, bazı nivelman aletlerinde ise düzecin kabarcık durumu doğrudan doğruya dürbünün görüş alanı içinde mira görüntüsünün yanında görünmektedir.

Kompanstörlü nivolarda ise borsal kabarcıklı düzeç bulunmaz.

c) Genel ve özel hareket vidaları:

Üst yapının kısmı alt yapı üzerinde ve düşey eksen etrafında 360° döndürülebildiği nivolarda bu dönme hareketini durduran diğer bir deyişle dürbün ile kabarcıklı düzeci sabitlemek için kullanılan vidaya *genel hareket vidası* denir.

Dürbünün bir noktaya, örneğin düşey kılın mira orta çizgisine getirilmesini sağlamak için ise dürbünün asal eksen etrafında çok az dönmesini sağlayan *özel hareket vidası* kullanılır.

Genel ve özel hareket vidaları genellikle bitişik ve birbirine dik biçimde konumlandırılır.

Yeni tip bazı nivolarda genel hareket vidası bulunmaz.

Bazı nivolarda ise genel ve özel hareket vidalarının ikisi de bulunmayabilir.

d) Netleştirme vidası:

Nivelman işlemleri sırasında yüksekliği saptanacak noktadaki **miranın görüntüsünün net biçimde** elde edilmesini sağlayan vidadır.

Çoęu zaman dürbün üzerinde bulunur.

e) Elevasyon vidası:

Bazı nivolarda üst yapıda ayrıca bir elevasyon vidası bulunur.

Bu vida yardımıyla dürbün ve kabarcıklı düzecin bir ucu çok küçük ölçülerde beraberce yükseltilerek veya alçaltılarak düzeç kabarcığının duyarlı bir biçimde ortalanması sağlanır.

f) Açı okuma düzeni:

Nivelman aletleri ile yalnızca yatay gözleme yapılabildiğinden okunan açı değeri yatay açı değeridir.

Bazı nivolarda doğrudan okunabilen yatay açı okuma düzeni bulunmasına karşın; bazı nivolarda yatay açı okuma düzeni, yatay bölümlü dairedaki (lamb) yatay açı değerinin okunmasını sağlayan basit bir dürbün ve verniyerli okuma düzeninden oluşur.

Dürbünün asal eksen etrafında saat yelkovanı yönünde döndürülmesi ile yatay açı değeri büyür.

Açı okuma düzeni olan nivolarda yatay açı dairesi grad veya derece açı ölçü birimi ile bölümlendirilmiştir.

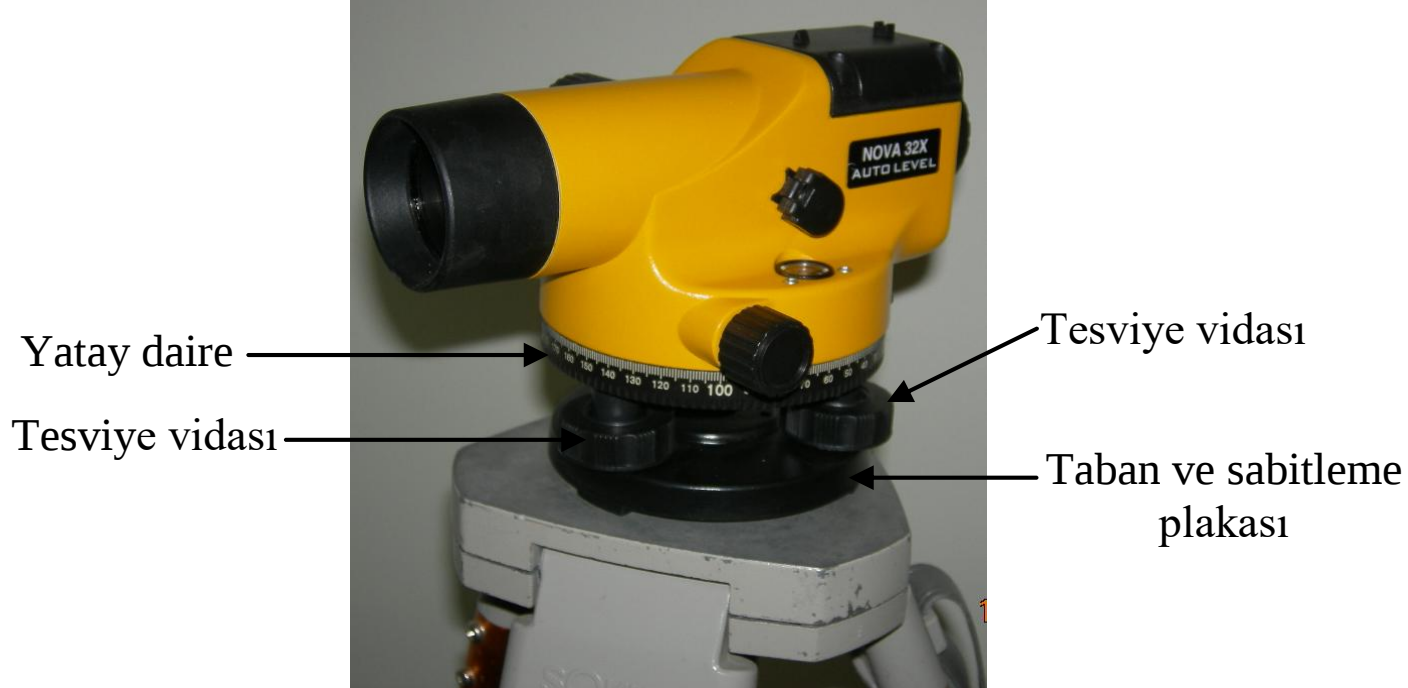
8.2.2. Alt Yapı

Alt yapıya *ayak takımı* da denir.

Alt yapı genellikle;

- tesviye üç ayağı vidaları,
- yatay daire
- taban ve sabitleme plakası

kısımlarından oluşur.



Şekil 8.6. Bir nivelman aletinin alt yapı ve kısımları

a) Tesviye vidaları:

Ayak takımının esas işlevi nivelman aletlerinde bulunan kabarcıklı düzecin ekseninin yatay duruma getirilmesidir.

Kabarcıklı düzeç ekseninin yatay duruma getirilmesi işlemine *nivelman aletlerinin tesviyesi* denir.

Bu tesviye genellikle üç adet tesviye (düzleme) vidası yardımıyla sağlanır.

Tesviye vidaları nivelman aletlerinin alt yapısındaki ayak kolları üzerinde bulunan yivli yataklara yerleştirilmişlerdir.

Tesviye vidalarının sivri uçları ise aletin sehpa başlığı üzerinde bulunan ayaklara oturtulmuştur.

Yeni tip aletlerde alt yapıda bulunan tesviye vidalarının uçlarına yaylı bir plaka geçirilerek alet sehpa üzerine ayrı bir bağlama plakası ile oturtulmuştur.

Böylece aletin sehpaye bağlanmasındaki sıkılığın tesviye işlemine olan zararlı etkisi önlenmiştir.

Bazı nivolarda tesviye vidaları iki adettir.

Daha sonra geliştirilen küresel başlıklı sehparların kullanıldığı bazı nivolarda ise tesviye vidaları tümüyle kaldırılmıştır.

Bu tür aletlerde üst yapı bağlama vidası yardımıyla küresel düzeç kabarcığı ortada (kaba tesviye) olacak biçimde sehpaye bağlanır.

b) Yatay daire:

Dürbünün asal eksen etrafındaki hareketini sağlar ve bu hareketin miktarını belirler.

Yatay daire biri diğeri üzerinde dönen **iki kurstan** ibarettir.

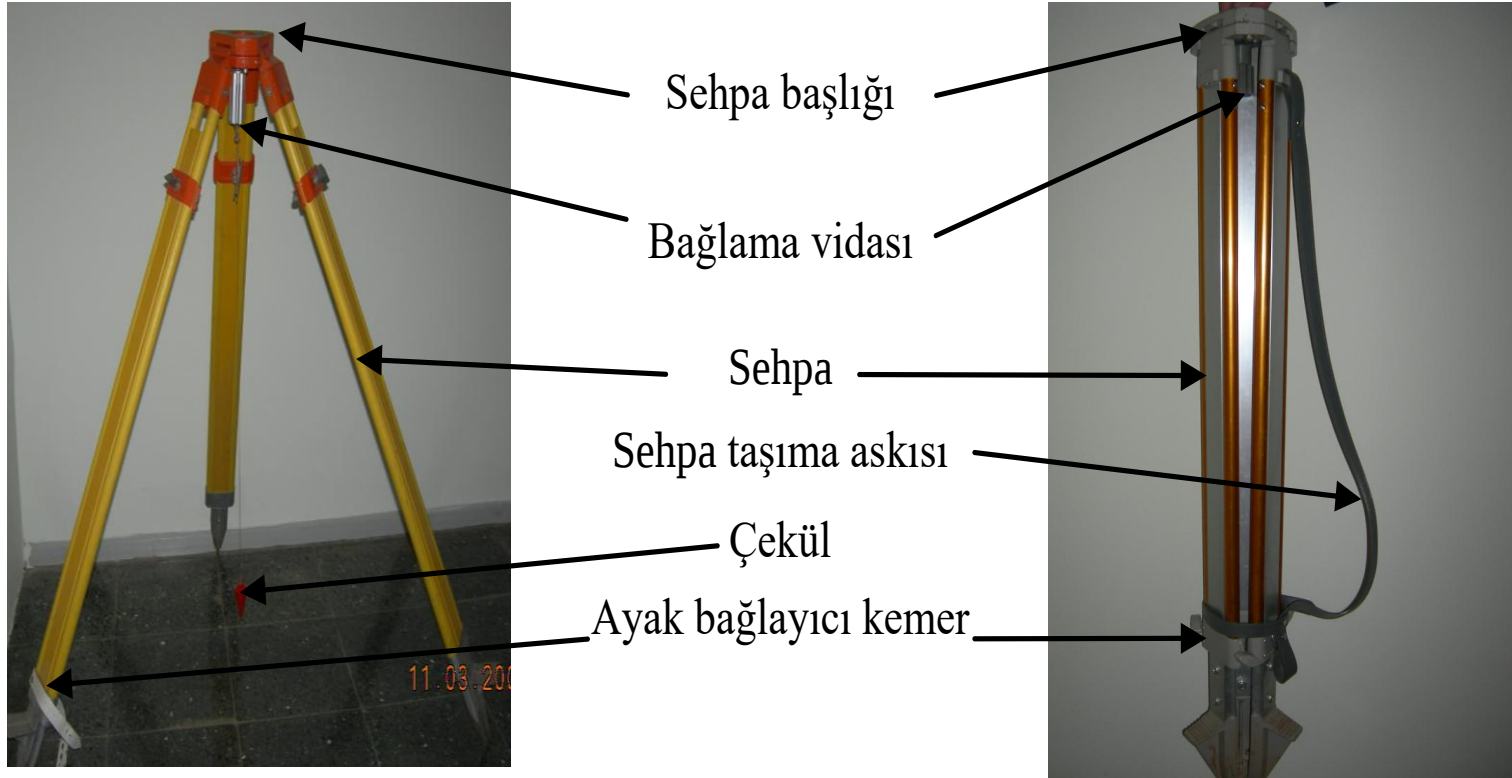
Bu kurslardan biri yatay açı değerlerini gösteren **bölümlü daire (lemb)** diğeri ise okuma düzeneğini taşıyan **gösterge dairesi (alhizat)** adını alır.

c) Taban ve sabitleme plakası:

Bu plakalar nivelman aletin, kurulacağı üç ayaklı sehpanın üzerine yerleştirilmesini sağlar.

8.2.3. Sehpa

Nivelman aletlerinin kullanılması sırasında alt ve üst yapının beraberce üzerine konulduğu ahşap veya metalden yapılmış **üç ayaklı bir kısımdır** (Şekil 8.7).



Şekil 8.7. Sehpalar

Sehpanın üst kısmında alt yapıdaki tesviye vidalarının oturtulduğu genellikle metalden yapılmış bir **sehpa başlığı** bulunur.

Sehpa başlığına bağlanan üç adet ayak vardır.

Sehpa ayakların uçlarına, aşınmalarını önlemek ve toprağa kolaylıkla saplanmalarını sağlamak amacıyla metalden yapılmış koruyucular takılmıştır.

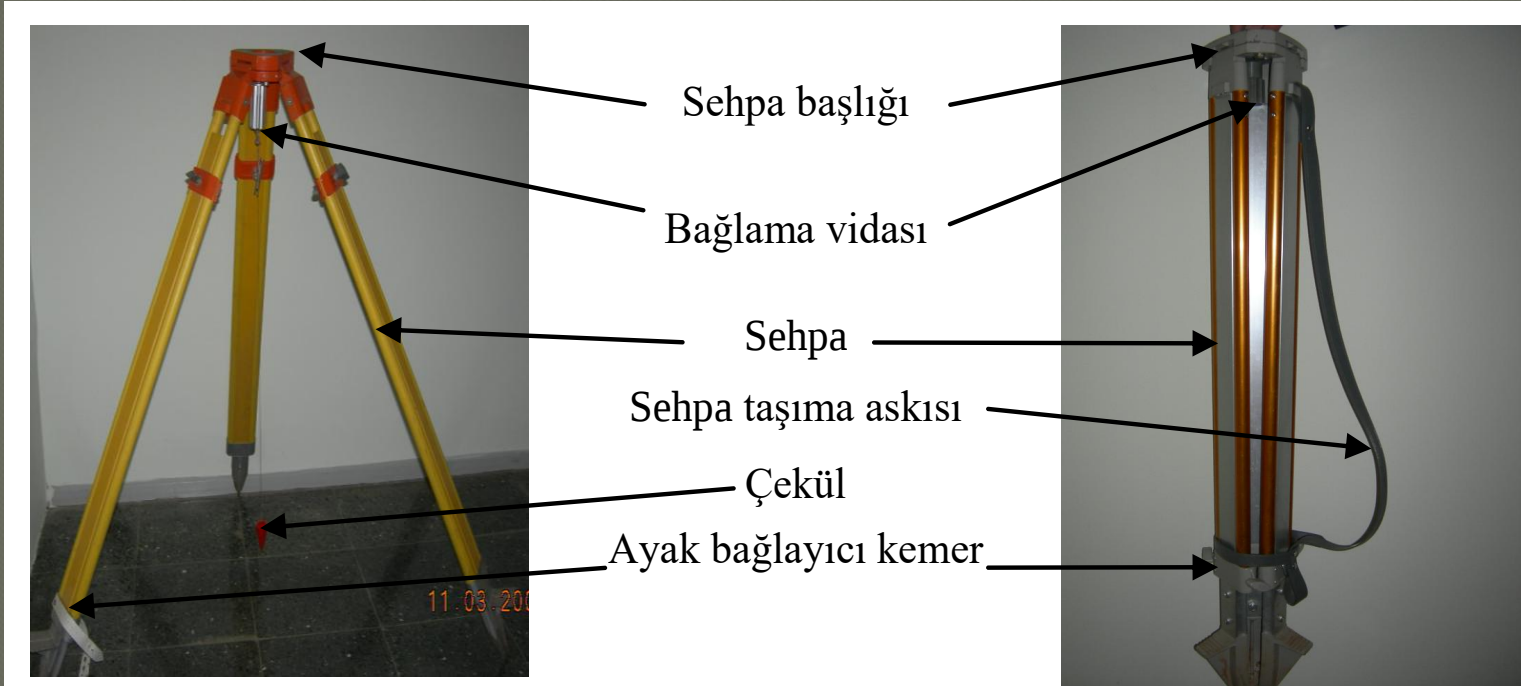
Sehpa ayak uzunlukları eski tiplerde sabit olmasına karşın yeni tiplerde birbirinin içine geçebilen sürgülü bir sistemle ölçmecinin boyuna göre ayarlanabilmektedir.

Sehpalarda genellikle taşınırken ayakları bir arada tutan bir kemer ve sehpanın omuza asılarak taşınmasını sağlayan bir askı da yer alır (Şekil 8.7).

Nivelman aletlerinin sehpaye bağlanması eski tiplerde bağlama vidası ve yayı ile yapılırken yeni tiplerde yaylı bağlama plakası ve bağlama vidası yardımıyla yapılmaktadır.

Bağlama vidası aletin üst ve alt yapısını sehpaye bağlayan ve sabitleyen vidadır.

Genellikle bağlama vidasına bağlı bir çengele asılan **çekül**, nivonun kurulduğu noktayı belirtir.



Şekil 8.7. Sehpalar

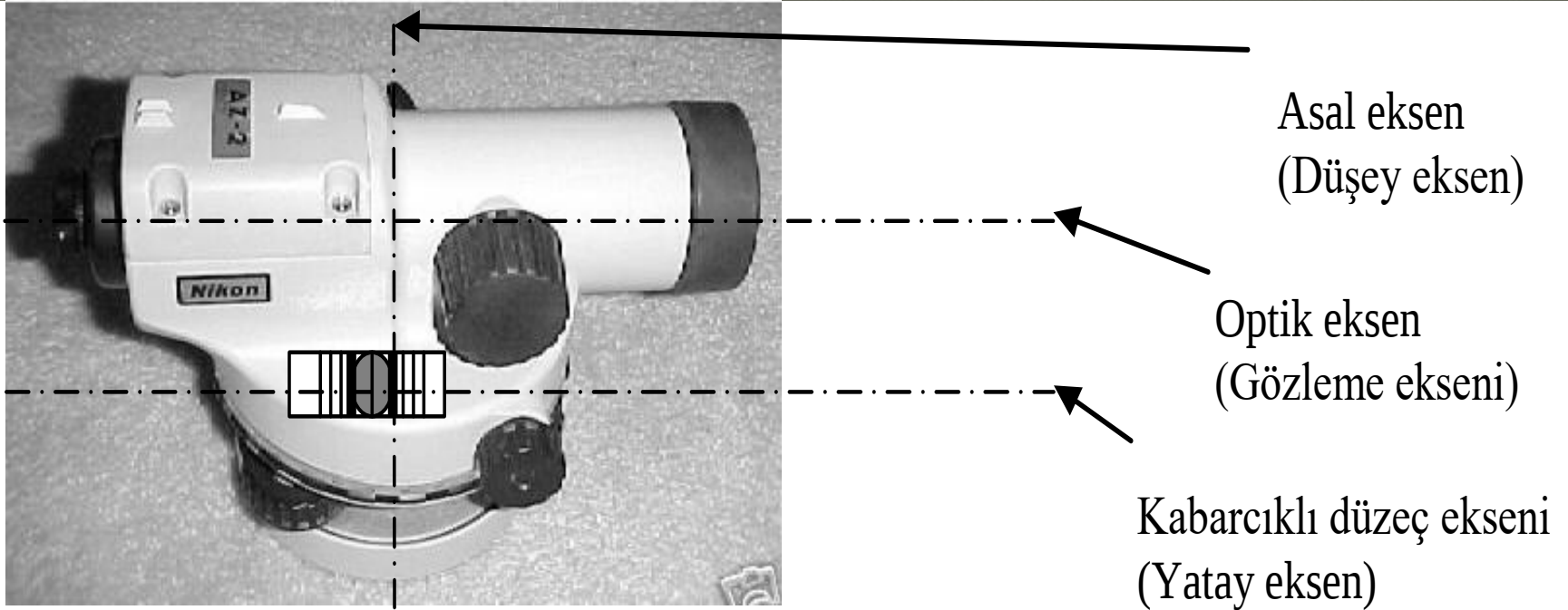
8.3. NİVELMAN ALETLERİNİN, DENETİMİ VE DÜZELTİLMESİ

8.3.1. Nivelman Aletlerinde Eksenler

Genel olarak nivolarda:

- *asal eksen (düşey eksen),*
- *optik eksen (gözleme eksen)*
- *kabarcıklı düzeç eksen (yatay eksen)*

olmak üzere üç eksen bulunur (Şekil 8.8).

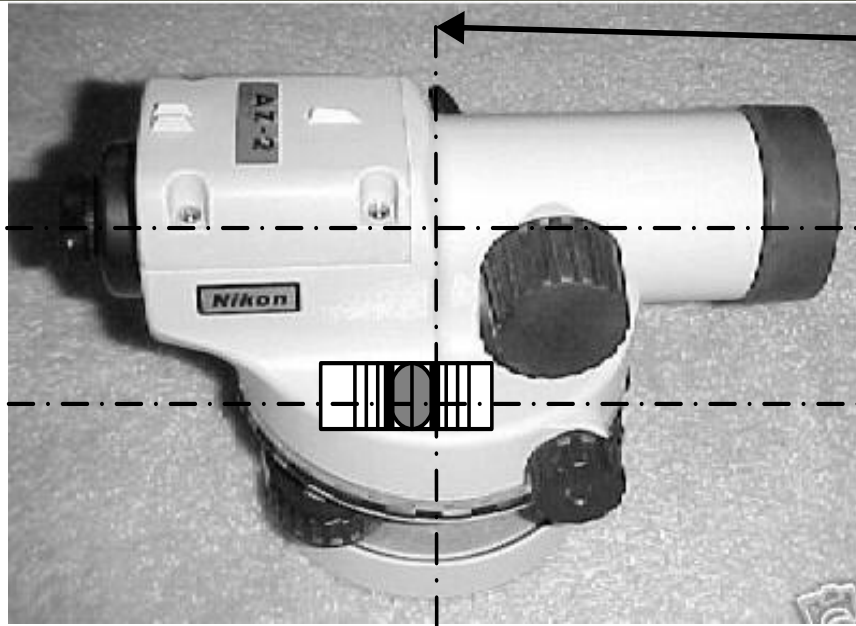


Şekil 8.8. Nivelman aletlerinde eksenler

Bunlardan **asal eksen**; aletin çekül yönündeki ve yatay dairenin çevresinde döndüğü eksenidir.

İkinci eksen **optik eksen** olup; objektifin odak noktası ile kıl plakasındaki yatay ve düşey kılların kesim noktasından geçen eksenidir.

Üçüncü eksen ise; kabarcıklı düzecin kabarcık tepesine teğet olarak geçen eksen olup **kabarcıklı düzeç eksenini** olarak tanımlanır.



Asal eksen
(Düşey eksen)

Optik eksen
(Gözleme eksenini)

Kabarcıklı düzeç eksenini
(Yatay eksen)

Şekil 8.8. Nivelman aletlerinde eksenler

Arazide nivelman aletleriyle yükseklik ölçmeleri yapılmadan önce elde bulunan aletin denetimi ve gerekirse düzeltilmesi gerekmektedir.

Nivelman aletlerinin denetimi, alettaki eksenler arasında bulunması gereken koşulların sağlanıp sağlanmadığının araştırılması demektir.

8.3.2. Nivoların Denetimi ve Düzeltilmesi

Nivolarda **eksenler arasındaki** ilişkiler ve sağlanması gerekli bazı koşullar vardır.

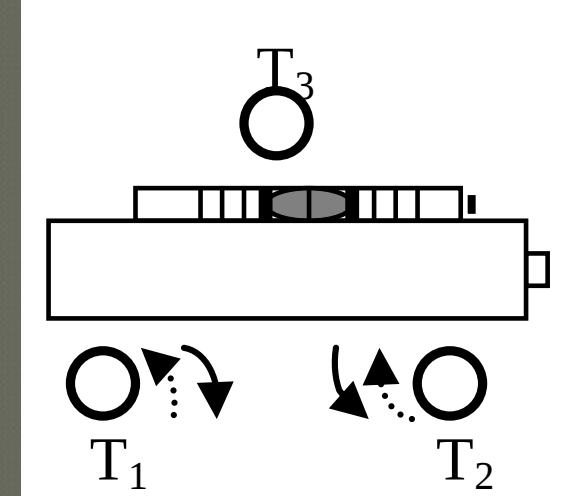
a) Kabarcıklı düzeç eksenini aletin asal eksene dik olmalıdır:

Nivolarda bu eksen koşulunun yerine getirilmesine **aletin tesviye edilmesi** denir ve aletin her kullanımında yapılması gereken bir işlemdir.

Elevasyon vidasız nivolarda bu koşulu yerine getirmek için nivo göz kararı ile düşey eksenini düşey konumda olacak şekilde sehpa üzerinde herhangi bir noktaya kurulur.

Önce üst yapı (dürbün ve düzeç) tesviye vidalarının herhangi ikisine (T_1 ve T_2) paralel duruma getirilir.

Bu iki tesviye vidası birbirine ters yönde (birlikte içe veya dışa) döndürülerek, borulu düzeç kabarcığı kontrol çizgileri arasına getirilir ve simetrik biçimde ortalanır (Şekil 8.9).

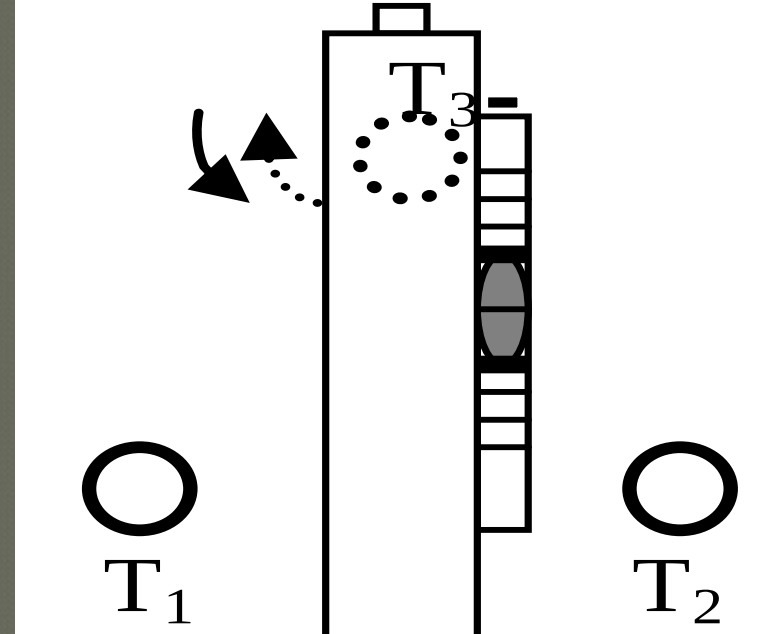
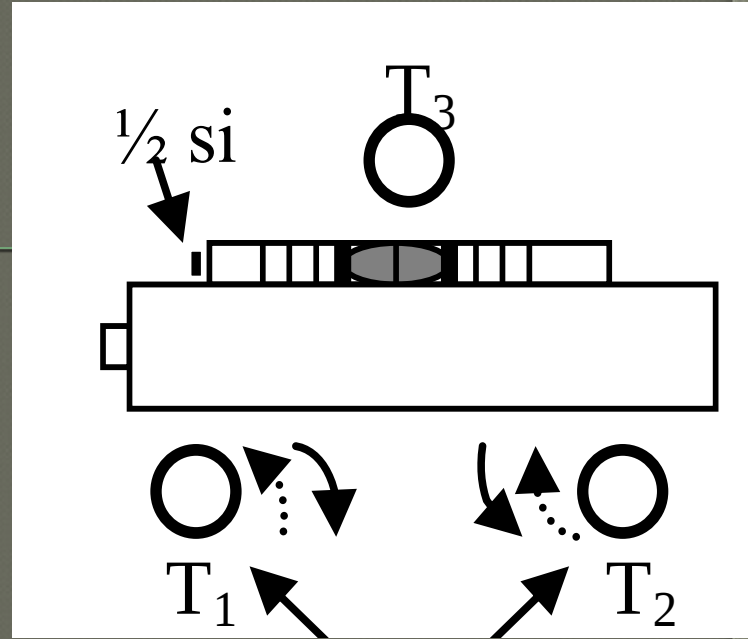


Sonra dürbün 180° döndürülür.

Diğer bir deyişle objektif ile okülerin yeri değiştirilir.

Bu durumda düzeç kabarcığında bir sapma görülürse bunun yarısı bu iki tesviye vidası (T_1 ve T_2) ile diğer yarısı da borulu düzecin ayar vidası ile giderilir.

Daha sonra dürbün 90° diğer bir deyişle üçüncü tesviye vidası (T_3) üzerine gelecek şekilde döndürülür. Düzeç kabarcığındaki sapmanın hepsi üçüncü tesviye vidasının (T_3) içe veya dışa döndürülmesiyle giderilerek kabarcık, düzeçteki kontrol çizgileri arasına getirilir.



Bu tesviye işleminden sonra üst yapıya düşey eksen etrafında yavaş yavaş tam bir devir yaptırılması halinde borulu düzeç kabarcığının ortadan ayrılmaması gerekir.

Kabarcıkta herhangi bir sapma görülmesi durumunda tesviye işlemi tekrar edilir.

Bu koşulun sağlanması durumunda aletin düzeç eksenini aletin asal eksenine dik demektir.

Elevasyon vidalı nivelman aletlerinde ise bu koşul küresel kabarcıklı düzeç yardımıyla gerçekleştirilir.

Bu amaçla üst yapı önce tesviye vidalarının herhangi ikisine paralel duruma getirilir.

Bu iki tesviye vidası birbirine ters yönde (birlikte içe veya dışa) döndürülerek kabarcık daire kesitinin ortalarına doğru getirilir.

Sonra üçüncü tesviye vidası yardımıyla çizili bulunan dairenin ortasına getirilir ve üst yapı 180° döndürülür.

Döndürme sırasında düzeç kabarcığında bir sapma görülürse bunun yarısı bu iki tesviye vidası ile diğer yarısı da borulu düzecin ayar vidası ile giderilir.

Üst yapıya düşey eksen etrafında yavaş yavaş **tam bir devir yaptırılması** halinde küresel düzeç kabarcığının daima çizili daire içerisinde bulunması gerekir.

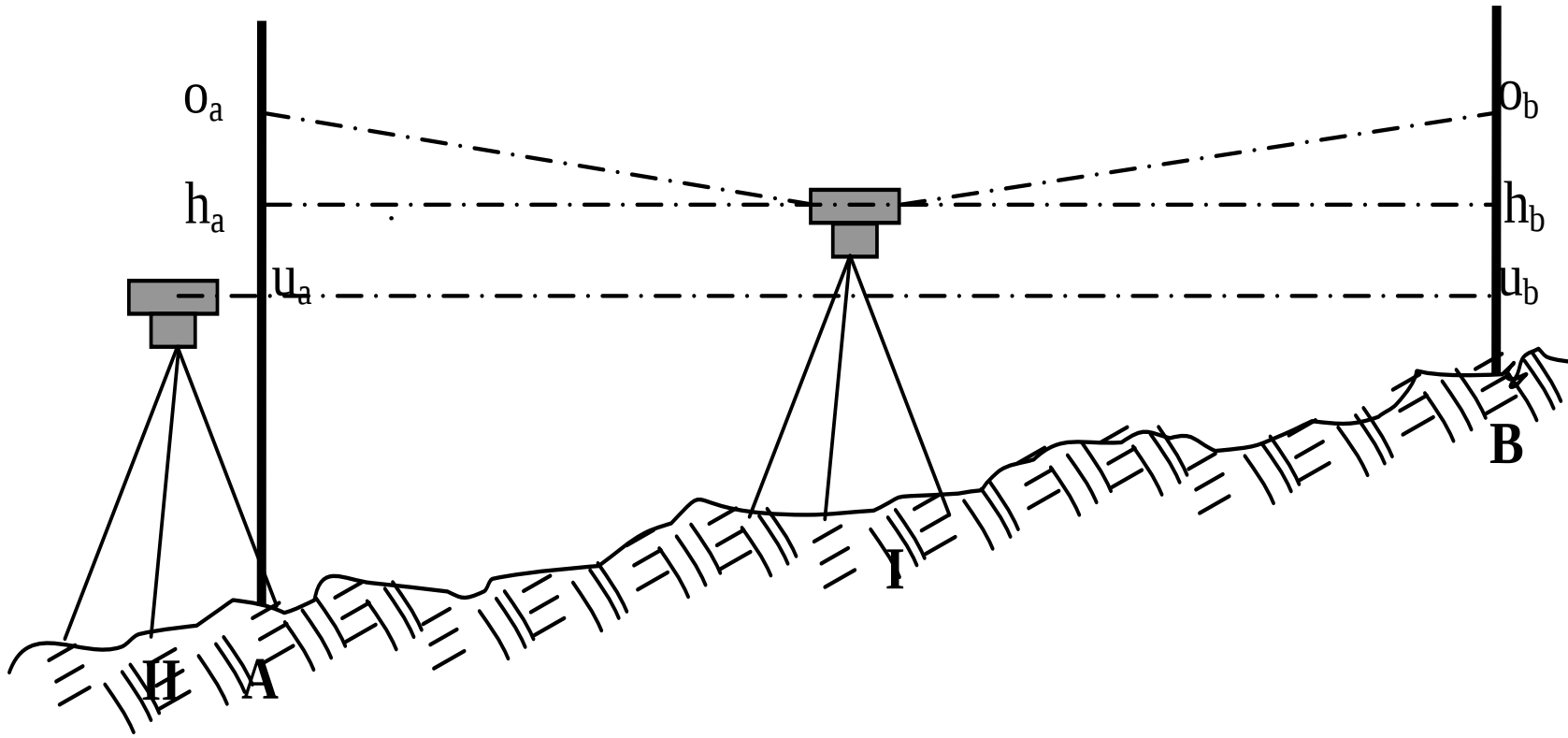
Kabarcıkta herhangi bir sapma görülmesi halinde tesviye işlemi yeniden tekrar edilir.

Yeni tip nivolarda çoğunlukla küresel kabarcıklı düzeç bulunduğu halde elevasyon vidası bulunmamaktadır.

Bu tip nivolarda da genel bir ilke olarak tesviye işlemi küresel düzeç yardımı ile yukarıda açıklandığı biçimde yapılır.

b) Nivelman aletinin optik eksenini kabarcıklı düzeç eksenine paralel olmalıdır:

Elevasyon vidasız nivolarda aletin optik ekseninin kabarcıklı düzeç eksenine paralel olup olmadığı ortadan ve uçtan (yandan) nivelman yöntemi ile denetlenir (Şekil 8.10).



Şekil 8.10. Ortadan ve uçtan nivelmanın yapılışı

Bu amaçla arazide, aralarında 40-100 metre uzaklık bulunan A ve B gibi iki sabit nokta belirlenir.

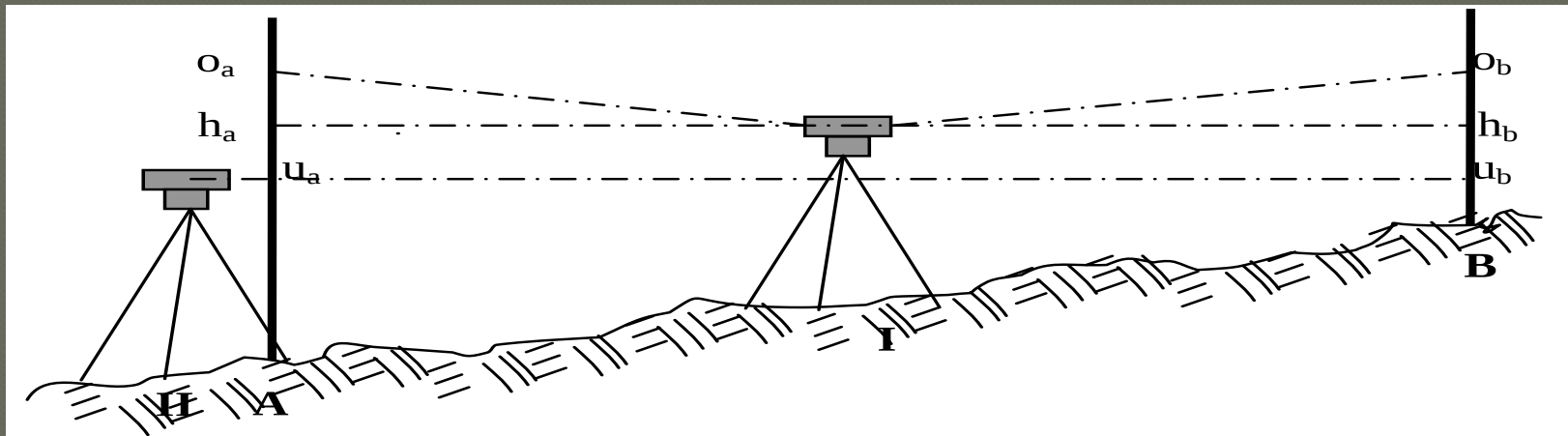
Ortadan nivelman için **A ve B noktalarının tam ortasına** (I noktası) nivo kurulur.

Aletin tesviye edildikten, diğer bir deyişle borulu düzeçteki kabarcık ortalandıktan sonra A ve B noktalarında düşey olarak tutulan miralarda okumalar yapılır.

Ortadan nivelmanda gözlenen uzaklıklar eşit olduğundan optik eksen paralel olmasa da A ve B noktalarında sırasıyla elde edilen o_a ve o_b okumalarının yatay doğrudan olan h_a o_a ve h_b o_b sapma hataları birbirine eşit olacağından A ve B noktaları arasındaki yükseklik farkı (Δh);

$$\Delta h = o_a - o_b$$

olarak bulunur.



Şekil 8.10. Ortadan ve uçtan nivelmanın yapılışı

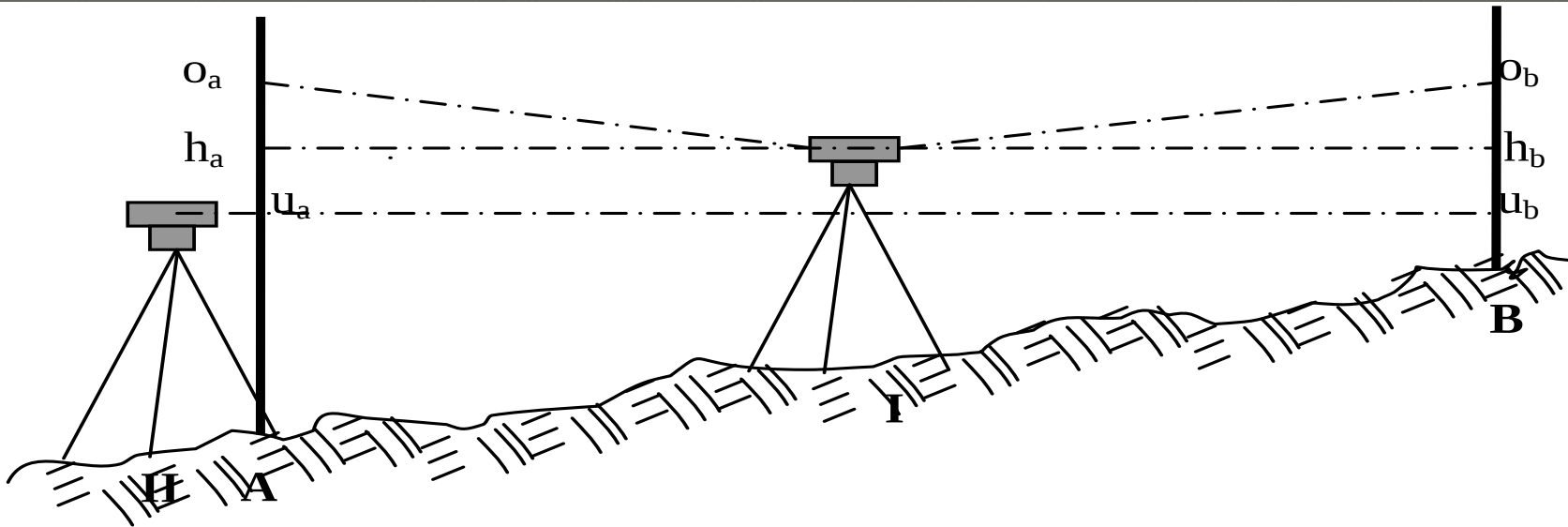
Sonra B noktasındaki mirada u_b okuması yapılır.

Okumalara göre A ve B noktası arasındaki yükseklik farkı (Δh);

$$\Delta h = u_a - u_b \quad \text{olur.}$$

Nivoda optik ve kabarcıklı düzeç eksenlerinin paralelliği yönünden bir hata yoksa iki nokta arasındaki yükseklik farkı da sabit olduğu için gerek ortadan ve gerekse uçtan nivelman işlemleri sonucu hesaplanan her iki yükseklik farkının birbirine eşit olması gerekir ve;

$$\Delta h = o_a - o_b = u_a - u_b \quad \text{yazılabilir.}$$



Şekil 8.10. Ortadan ve uçtan nivelmanın yapılışı

Buradan, aletin hatalı olması durumunda farklı olarak bulunabilecek u_b değeri için bu eşitliğin düzenlenmesi durumunda;

$$u_b = u_a - (o_a - o_b) \text{ bulunur.}$$

Okunan u_b değeri bu eşitlikteki değere eşit ise alette optik eksen kabarcıklı düzeç eksenine paralel demektir.

Eğer aletin yatay kılı B noktasında dikili mirada u_b değerini üzerinde değilse bu iki eksen paralel değildir.

Bunun düzeltilmesi için kıl plakasının alt ve üst tarafında bulunan iki ayar vidası yardımıyla mira üzerinde u_b değeri okununcaya kadar yatay kıl aşağı veya yukarı hareket ettirilir.

Böylece aletin optik eksenini kabarcıklı düzeç eksenine paralel hale getirilmiş olur.

Örnek 8.1. Alet ile ortadan nivelman yapmak suretiyle (I noktasından) Şekil 8.10'da gösterilen mira okumaları A noktasında 2.345 (o_a), B noktasında 1.756 (o_b) olarak bulunmuştur. Alet ile uçtan nivelman yapmak suretiyle de (II noktasından) mira okumaları A noktasında 1.584 (u_a), B noktasında 1.043 (u_b) olarak bulunmuştur. Buna göre aletin optik ekseninin kabarcıklı düzeç eksenine paralel olup olmadığını belirtiniz.

Çözüm

$$u_b = u_a - (o_a - o_b)$$

$$u_b = 1.584 - (2.345 - 1.756)$$

$$u_b = 0.995$$

Sonuç: Bu durumda hesaplanan u_b değeri (0.995) ile uçtan nivelman işleminde B noktasındaki mirada okunan u_b değerinden (1.043) farklı olduğu için aletin optik ekseninin kabarcıklı düzeç eksenine paralel olamadığı sonucuna varılır. Her iki eksenin paralel olma koşulunun sağlanması için aletin yatay kılı B noktasındaki mira üzerinde 0.995 değerine gelinceye kadar kıl plakasının alt ve üstündeki iki vida ile kıl plakası hareket ettirilir ve böylece iki eksen arasındaki paralellik koşulu sağlanmış olur.

Elevasyon vidalı nivolarda bu koşulun denetlenmesi elevasyon vidasız nivelman aletlerinde olduğu yine ortadan ve uçtan nivelman yöntemi ile yapılır.

Ancak, mira okumalardan önce borulu düzecin kabarcığı her defasında elevasyon vidası yardımıyla ortaya getirilir.

Mira okumaları sonucu hesaplanan her iki yükseklik farkı birbirine eşit değilse aletin yatay kılı B noktasında dikili mirada hesaplanan u_b değerine gelinceye kadar elevasyon vidası yardımıyla aşağı veya yukarı hareket ettirilir.

Aletin borulu düzecinin kabarcığı da kendi ayar vidası yardımıyla ortalılır.

c) Nivelman aletinin kıl plakasındaki yatay kıl aletin düşey eksenine dik olmalıdır:

Alet sehpa üzerinde kurulup dürbün göze uyarlandıktan sonra yatay kıl üzerinde belirli olarak görünen sabit bir noktaya bakılır.

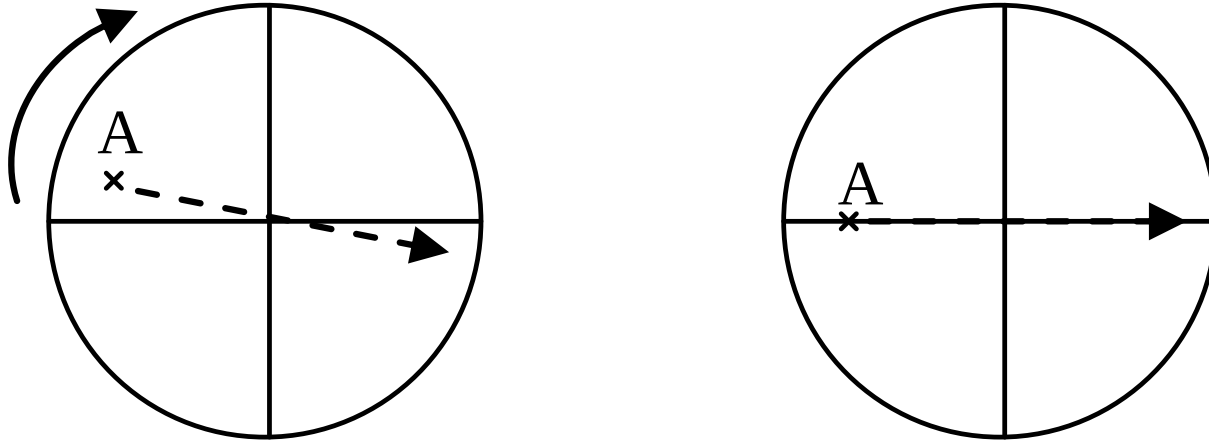
Aletin genel hareket vidası sıkıştırılarak, özel hareket vidası yardımıyla dürbün düşey eksen etrafında yavaş yavaş hareket ettirilir.

Bu hareket sırasında noktanın kıldan ayrılmaması gerekir.

Eğer bu hareket sırasında nokta kıldan ayrılırsa dürbünün yapısına göre ya sadece kıl plakası veya oküler borusu dürbünün eksenini etrafında ayar vidaları yardımıyla döndürülerek aletin yatay kılı yatay duruma getirilir (Şekil 8.11).

Bu hatanın giderilmesi ile yatay kılın her noktasından okuma yapılabilir.

Mira okumalarının sadece yatay ve düşey kılların kesim noktalarından yapılması durumunda bu hatanın fazla bir etkisi olmaz.



Şekil 8.11. Kıl plakasındaki yatay kılın yataylığının sağlanması

d) Objektif tarafından meydana getirilen görüntü düzlemi ile kılıların bulunduğu düzlem aynı düzlem üzerinde bulunmalıdır:

Nivolarda mira okumaları milimetre değerine kadar yapıldığından aletin kıl plakası üzerinde bulunan özellikle yatay kılının mirada tek değer vermesi istenir.

Bu ise objektifin oluşturduğu görüntü düzlemi ile kılıların bulunduğu düzlemin üst üste gelmesiyle sağlanabilir.

Nivelman aleti uzakta bulunan bir cisme yönlendirilip netleştirme vidası yardımıyla bu cisme ait görüntü netleştirilir.

Bu durumda gözleyici, gözünü oküler önünde aşağı yukarı hareket ettirdiğinde kılıların kesim noktası aynı nokta üzerinde bulunmazsa diğer bir deyişle okülerin alt ve üst tarafından bakılırken mirada farklı değerler okunursa cismin görüntüsü ile kılılar aynı düzlem içinde bulunmuyor demektir.

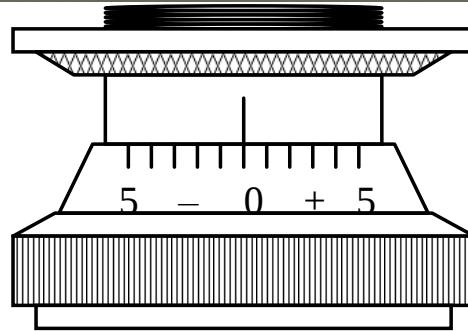
Buna sapma veya kayma anlamına gelen paralaks hatası denir.

Eski tip nivolarda bu hata oküler üzerinde bulunan bir vidanın gevşetilmesi ve oküler borusunun kolları net görünceye kadar kıl plakasına doğru ileri geri hareket ettirilmesiyle giderilir.

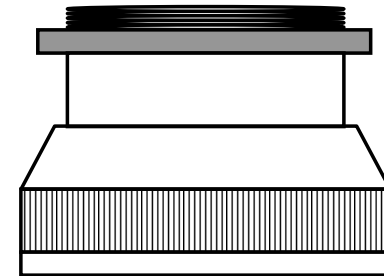
Oküler borusunun ileri geri hareket miktarı gözleyicinin gözüne bağlıdır.

Yeni tip nivolarda ise paralaks hatası dürbün okülerinde bulunan **diyoptri bölümü** yardımıyla giderilir.

Diyoptri bölümünde sıfır (0) başlangıç noktası ile bunun sağ tarafında “+” ve sol tarafında da “-” değerler bulunmaktadır (Şekil 8.12).



a) Eski tip nivolarda



b) Yeni tip nivolarda

Şekil 8.12. Nivolarda okülerdeki diyoptri bölümleri

Bir mercede odak uzaklığı f 'nin tersi olan $1/f$ 'ye *merceğin gücü* denir.

Diyoptri ise merceklerde gücün birimi olup dış bükey mercede pozitif iç bükey mercede negatif işaretlidir.

Örneğin odak uzaklığı 1 m olan bir merceğin gücü 1 diyoptri, odak uzaklığı 25 cm olan bir merceğin diyoptrisi ise -4 olur.

Gözleyici kılı net görerek gözünün diyoptrisini belirler ve gözleme yapacağı zaman oküleri bu sayıya ayarlar.

Daha sonra üretilen nivolarda ise diyoptri bölümündeki değerler genellikle yazılmamaktadır.

8.4. NİVELMAN ALETLERİNİN KULLANILMASI VE MİRA OKUMALARI

Arazide nivelman yapılırken nivonun kurulduğu yerlere **alet durağı** denir.

Her alet durağında, okuma yapabilmek için izlenilecek sıra:

a) Aletin kurulması:

Denetimi yapılmış olan nivelman aletinin kurulacağı **alet durağının sağlam bir zemine sahip olması** gerekir.

Aksi durumda aletin sehpa ayaklarının oynaması ve kayması söz konusu olabilir.

Bu da okumalar sırasında aletin tesviyesinin bozulmasına ve gözleme eksenini yüksekliğinin değişmesine yol açarak hatalı sonuçlara neden olur.

Alet kutusundan çıkarılarak **bağlama vidası** yardımıyla sehpasına bağlanır.

b) Aletin merkezleştirilmesi:

Sehpa ayakları açılarak çekül doğrusu istasyon noktasından (örneğin kazık çakılarak belirlenmiş bir istasyon noktasında kazık kesitinin köşegenlerinin kesim noktasından) geçecek şekilde ve **sehpanın yataylığı sehpa üzerindeki küresel düzeç yardımıyla sağlanarak yerleştirilir.**

Bu amaçla sehpanın önce iki ayağı yere bastırılır.

Üçüncü ayağın sağa, sola, ileri, geri hareketleri ile küresel düzecin kabarcığı ortaya getirilerek bütün ayaklar sağlamca zemine bastırılır.

Böylece aletin asal eksenini yaklaşık olarak düşey konuma getirilmiş olur.

c) Aletin tesviyesi ve denetimi:

Alet, daha önce açıklandığı biçimde tesviye edilir.

Aletin tesviyesinden sonra, üst yapının düşey eksen etrafında yavaş yavaş tam bir devir yaptırılması halinde borulu düzeç kabarcığının sürekli ortada bulunması gerekir.

Eğer kabarcıkta bir sapma meydana gelirse tesviye işlemi yeniden tekrarlanır.

Kabarcığın sürekli ortada kaldığı görülünceye kadar tesviye işlemine devam edilir.

d) Dürbünün göze uydurulması:

Tesviye işleminden sonra **aletin genel hareket vidasından** tutulur ve dürbünün üzerinden bakılarak göz ile dürbün üzerindeki **gez ve arpacıktan** meydana gelen gözleme doğrultusu yardımıyla dürbün kabaca miraya yönlendirilir.

Daha sonra okülerden bakılarak netleştirme vidası yardımıyla mira görüntüsü netleştirilir.

Miranın dürbün görüş alanı içinde görülmesi halinde genel hareket vidası sıkıştırılır.

Özel hareket vidası yardımıyla dürbünün düşey kılı miranın tam orta çizgisi hizasına gelinceye kadar dürbün az miktarda hareket ettirilir.

Bu durumda borulu düzeç kabarcığının ortada olup olmadığı yeniden kontrol edilir.

Eğer düzeç kabarcığında sapma varsa alet yeniden tesviye edilir.

e) Mira okumasının yapılması:

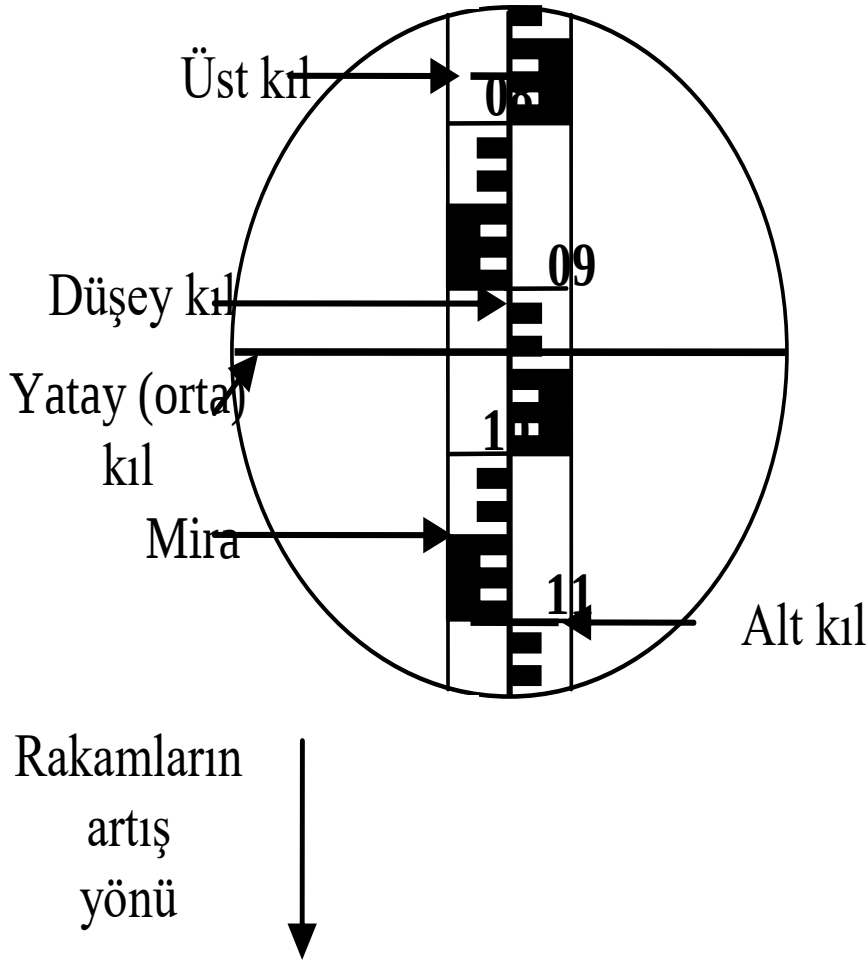
Nivelman aleti okuma yapılacak noktadaki miraya yönlendirilip dürbün göze uydurulduktan ve düşey kıl mira orta çizgisi ile çakıştırıldıktan sonra, dürbünden bakılarak mira okuması yapılır.

Mira yükseklik belirlemesi için dürbünün yatay kılının (orta kılın) mirada gösterdiği değer ve gerek duyulduğu takdirde yatay uzaklığın belirlenmesi için üst ve alt kıl değerleri okunur.

Ters ve düz görüntü veren nivolarda okuma yapılırken genel olarak dikkat edilmesi gereken özellik, rakamların artış yönüne göre okumanın yapılmasıdır.

Genellikle miralarda **desimetre değerleri mira üzerinde** yazılı rakamlardan okunur.

Santimetre bölümleri farklı renkler ya da çizgilerle belirtilmiştir. **Milimetre değerleri ise** göz kararı okunur (Şekil 8.13 ve 8.14).



Üst kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 0.7 m

santimetre = 0.07 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.002 m

Üst Kıl Değeri = 0.772 m

Alt kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 1.1 m

santimetre = 0.00 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.004 m

Alt Kıl Değeri = 1.104 m

Orta kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 0.9 m

santimetre = 0.03 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.008m

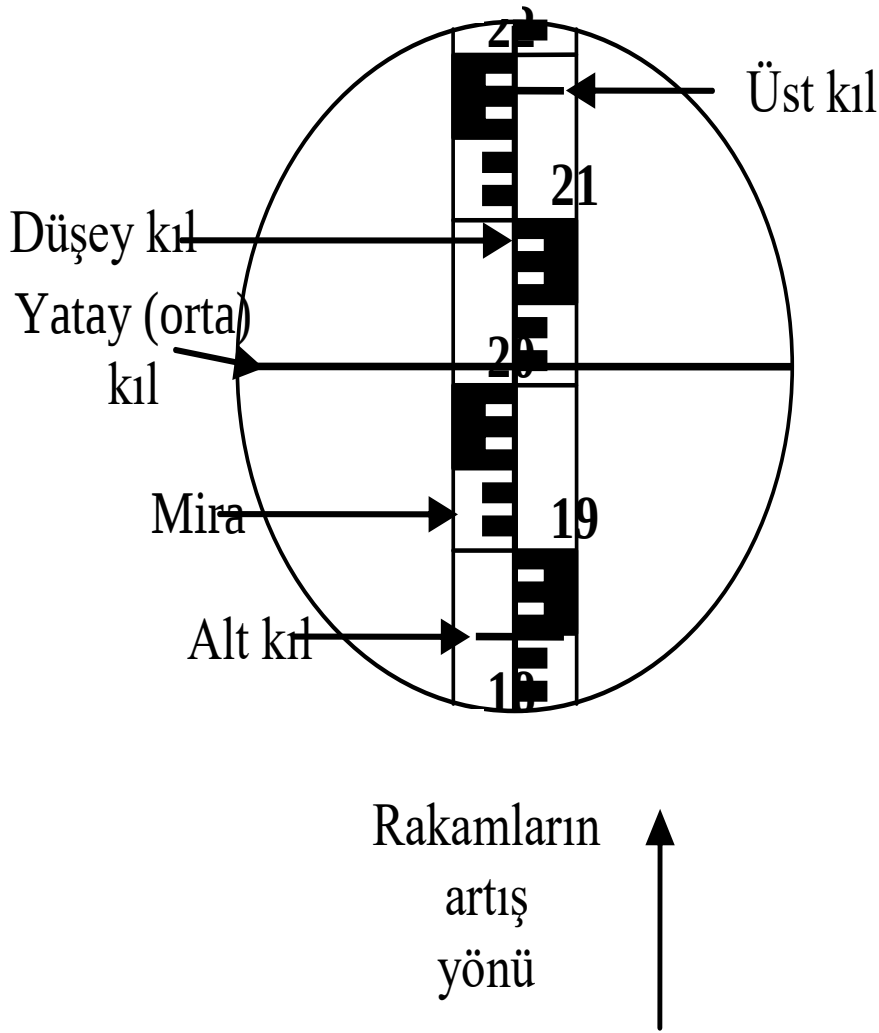
Orta Kıl Değeri = 0.938 m

Denetim:

Orta Kıl = (Üst kıl + Alt kıl) / 2

Orta Kıl = (0.772 + 1.104) / 2 = 0.938 m

Şekil 8.13. Dürbünde ters miranın görüntüsü ve mira okuması



Üst kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 2.1 m
 santimetre = 0.07 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.008 m

Üst Kıl Değeri = 2.178 m

Alt kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 1.8 m
 santimetre = 0.04 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.008 m

Alt Kıl Değeri = 1.848 m

Orta kıl değeri okuması

Miradan metre + desimetre = 2.0 m
 santimetre = 0.01 m

Gözle kestirilen milimetre = 0.003 m

Orta Kıl Değeri = 2.013 m

Denetim:

Orta Kıl = (Üst kıl + Alt kıl) / 2

Orta Kıl = (2.178 + 1.848) / 2 = 2.013 m

Şekil 8.14. Dürbünde düz miranın görüntüsü ve mira okuması

Bu şekillerde dört rakamdan oluşan okuma değerlerinin tam kısımdaki rakam metre, ondalık kısımdaki ilk rakam desimetre, ikinci rakam santimetre ve üçüncü rakam ise milimetre sayısını göstermektedir.

Okunan değer miranın dikildiği nokta ile dürbünün yatay gözleme doğrusu arasındaki düşey uzaklığı (m) göstermektedir.

İyi bir okumada üst kıl değeri ile orta kıl değeri arasındaki fark ile orta kıl değeri ile alt kıl değeri arasındaki fark birbirine eşit olur.

Diğer bir deyişle iyi bir okumada orta kıl okuması, üst ve alt kıl okumalarının toplamının yarısına (ortalamasına) eşit olur.

Nivelman aleti kurulduktan sonra ilk gözleme deniz düzeyinden yüksekliği belli olan noktaya yapılır ki buna *geri gözleme* denir.

Geri gözleme yapıldıktan sonra mira bu noktadan alınarak yüksekliği saptanacak olan noktaya dikilerek ikinci mira okuması yapılır.

Bu ikinci okumaya *ileri gözleme* denir.

Bu mira okumalarına göre iki nokta arasındaki yükseklik farkı ileride gösterileceği biçimde hesaplanır.

8.5. TAKİMETRİK NİVELMAN

Nivelman aletleri esas olarak, geometrik yöntemle iki nokta arasındaki yükseklik farkının bulunmasına yarayan aletlerdir.

Nivelman aletlerinin kıl plakasına, *stadya düzeni* eklenmek suretiyle bu aletler aynı zamanda yatay uzaklıkların ölçülmesinde de kullanılmaktadır.

Stadya düzeni, ortada bulunan yatay kıldan başka simetrik olarak bir üstte bir de altta olmak üzere üç kıla sahip bir kıl plakasından oluşur.

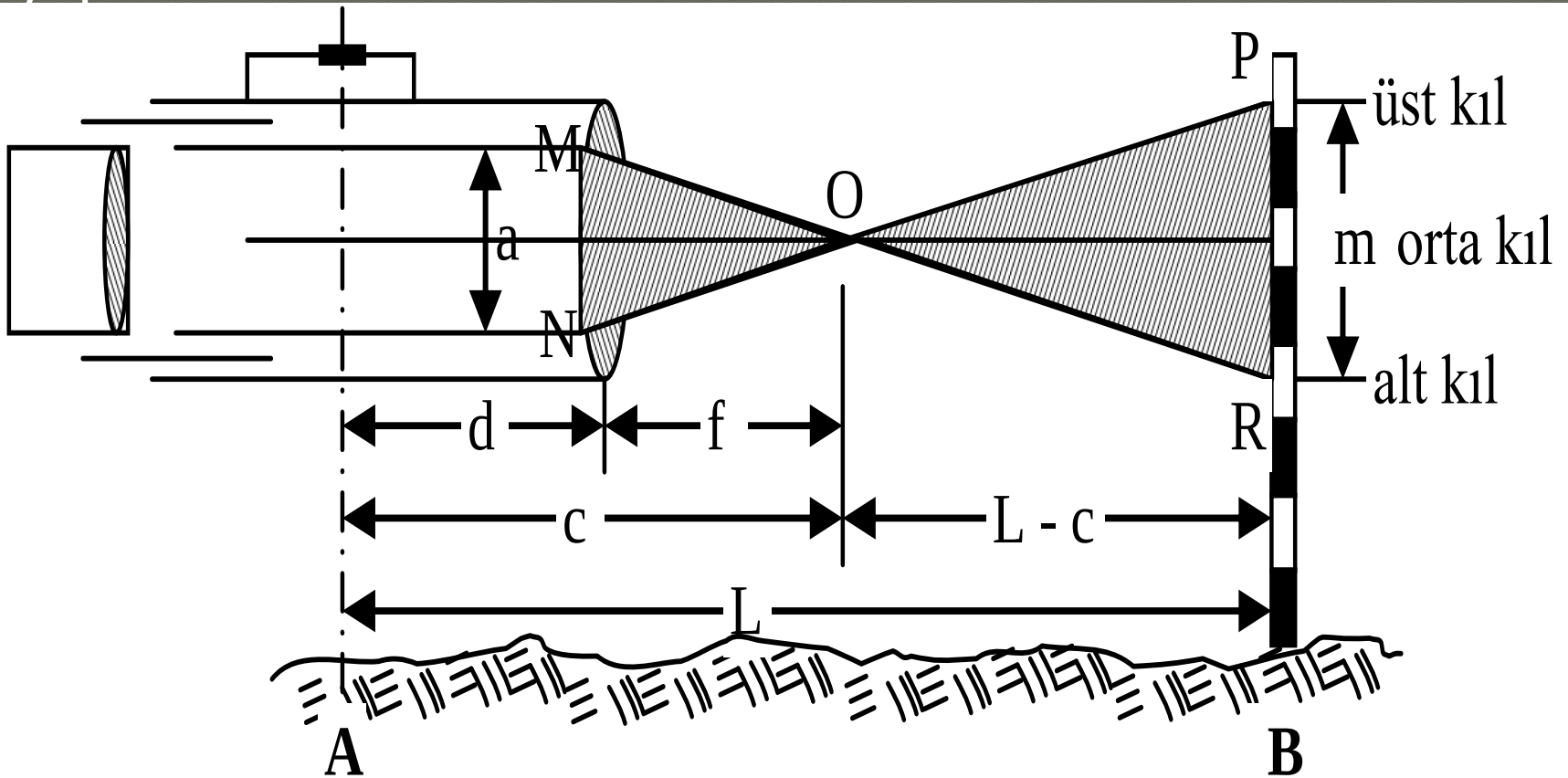
Bu üç kıl yardımı ile yatay uzaklıklar (uzunluklar) da ölçülebilmektedir.

Stadya düzeni ile birlikte yatay açıları da ölçmeye yarayan özel düzeni bulunan nivelman aletlerine *takimetrik nivelman aleti* denilmektedir.

Takimetrik nivolarla düşey uzaklıklar ölçülebildiği gibi yatay uzaklıklar da ölçülebilmekte, ayrıca noktalar arasında kalan yatay açılar da belirlenebilmektedir.

8.5.1. Takimetrik Nivolarla Yatay Uzunluk Ölçmeleri

Şekil 8.15 'de gösterildiği gibi herhangi bir A noktasına kurulan ve **stadya düzeni bulunan** bir nivelman aleti ile B noktasında dik olarak tutulan bir miraya gözleme yapılmaktadır.



Şekil 8.15. Yatay gözleme ile uzunluğun tayin edilmesi

Aletin asal eksenini B noktasında bulunan mira arasındaki uzaklık L , alet asal ekseninden dürbün objektifine kadar olan uzaklık d , objektifin odak uzaklığı f , stadya düzeninde alt ve üst kıl arasındaki uzaklık a ve mirada alt ile üst kıl okumaları arasındaki uzaklık da m ile gösterilsin.

Bu durumda meydana gelen MNO ve OPR üçgenlerinin benzer üçgen olmalarından yararlanarak:

$$\frac{f}{a} = \frac{L - (d + f)}{m} \rightarrow L - (d + f) = \frac{f}{a} * m \rightarrow L = (d + f) + \frac{f * m}{a}$$

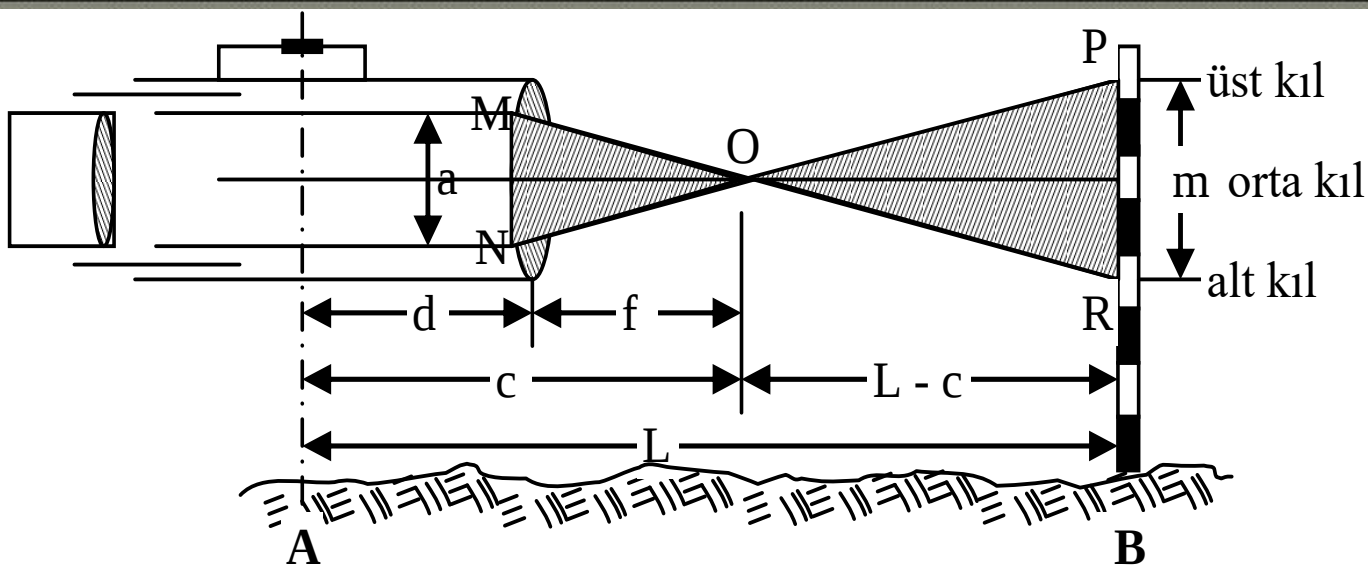
elde edilir. Bu eşitlikte;

$$d + f = c \quad \text{ve} \quad f / a = K$$

olarak eşitlikte yerlerine konulursa;

$$L = c + K * m$$

eşitliği elde edilir ki bu yatay gözleme ile uzunluk ölçme formülüdür.



Şekil 8.15. Yatay gözleme ile uzunluğun tayin edilmesi

$$\frac{f}{a} = \frac{L - (d + f)}{m} \rightarrow L - (d + f) = \frac{f}{a} * m \rightarrow L = (d + f) + \frac{f * m}{a}$$

elde edilir. Bu eşitlikte;

$$d + f = c \quad \text{ve} \quad f / a = K$$

olarak eşitlikte yerlerine konulursa;

$$L = c + K * m$$

eşitliği elde edilir ki bu yatay gözleme ile uzunluk ölçme formülüdür.

Bu eşitlikte c ve K birer katsayıdır.

Bunlardan c dürbünün toplama katsayısı ve K ise çarpım katsayısıdır.

Genellikle nivelman aleti dürbünlerinde $c = 0$ ve $K = 100$ olarak nivoların üretildiği fabrikalarca belirlendiğinden uzunluk ölçme formülü oldukça basitleştirilmiş olur.

Bu durumda mirada okunan alt ve üst kıl farkının 100 ile çarpılması A ve B arasındaki yatay uzaklığı diğer bir deyimle uzunluğu vermektedir.

Yukarıda açıklanan eşitliklerden yararlanarak miradan okunan alt, üst ve orta kıl değerlerine göre nivo ile mira arasındaki yatay uzaklık;

$$L = (\text{Alt kıl} - \text{Üst kıl}) \times 100$$

$$L = (\text{Orta kıl} - \text{Üst kıl}) \times 200$$

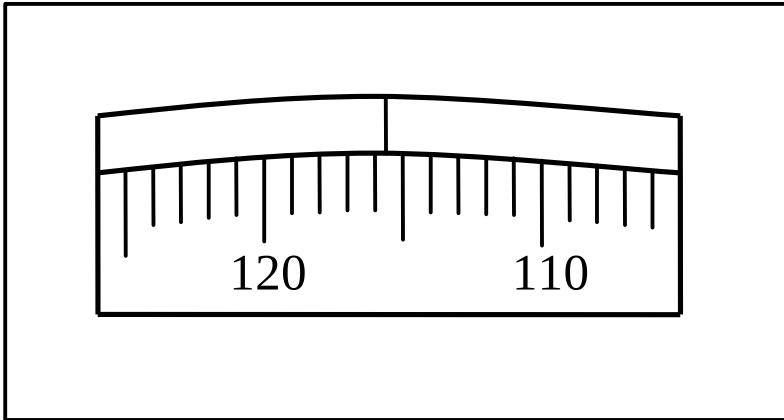
$$L = (\text{Alt kıl} - \text{Orta kıl}) \times 200$$

eşitlikleriyle hesaplanabilir.

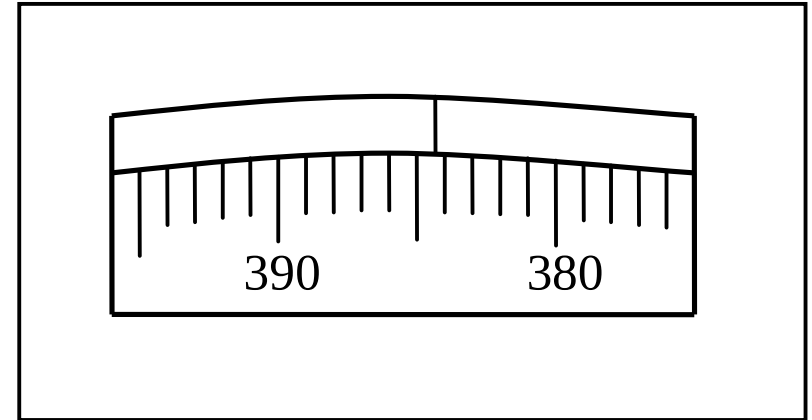
8.5.2. Takimetrik Nivolarla Yatay Açı Okumaları

Takimetrik nivolarla **yatay açı değerlerinin okuması** doğrudan veya verniyerli okuma düzenleri yardımıyla yapılır.

Doğrudan okumalı yatay açı okuma düzenlerinde yatay açı değeri yatay daire üzerindeki çizginin gösterdiği değer olarak doğrudan (ondalık kısmı göz kararı olarak) okunabilmektedir (Şekil 8.16).



115.6°



384.3°

Şekil 8.16. Doğrudan okumalı açı okuma düzenleri ve açı okuma örnekleri

Verniyerli okuma düzenine sahip takimetrik nivolarda ise yatay açı değeri daha duyarlı olarak okunabilir.

Bu tip aletlerde kolayca okuma yapmak için yatay daire üzerine bir büyüteç (mercek) yerleştirilmiştir.

Yatay dairede açı değerleri derece veya grad sistemine göre bölümlendirilmiştir.

Derece bölümü kullanılması halinde yatay dairenin çevresi 360, grad bölümünde ise 400 eşit parçaya ayrılmıştır.

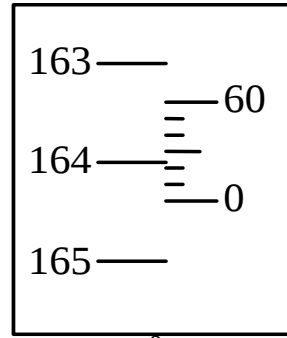
Ondalık kısımlarının okunabilmesi için verniyerde derece veya grad açı birimine eşdeğer olacak şekilde bölümler oluşturulmuştur.

Bu bölümler, derece bölümü kullanılması halinde 6, grad bölümü için ise 10 eşit parçaya ayrılmıştır.

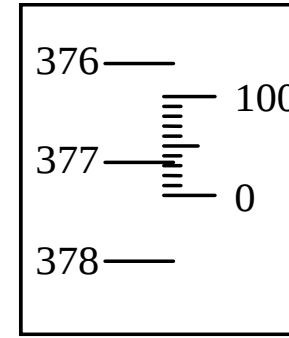
Yatay aç ı okumalarına gerek duyuluyorsa bu okumalar, mira üzerinde alt kıl, üst kıl ve orta kıl değ erleri okumaları tamamlandıktan hemen sonra dürbün hiç hareket ettirilmeden yapılır.

Yatay aç ı değ eri, verniyerin başlangıç (0) çizgisinin yatay dairedeki aç ı bölümünü kestiğ i değ er olarak okunur.

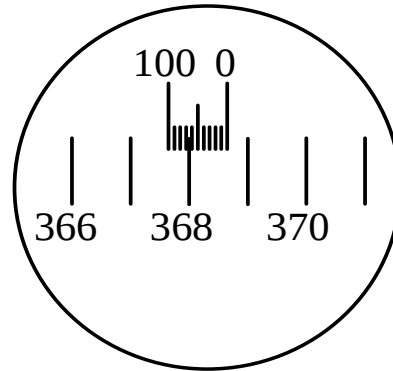
Değ işik tipte verniyerli yatay aç ı okuma düzenleri ve bunlara ilişkin örnek yatay aç ı okuma değ erleri Şekil 8.17 'de verilmiştir.



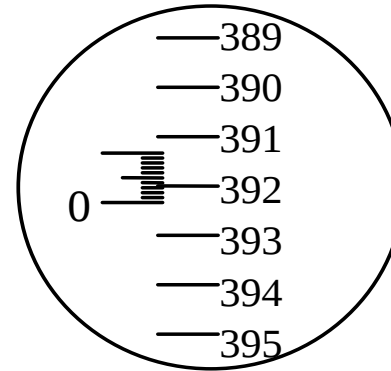
$164^0 24'$



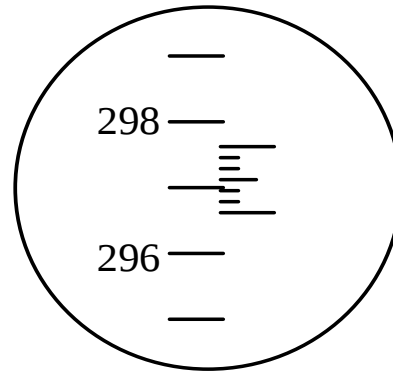
$377^g 33^c$



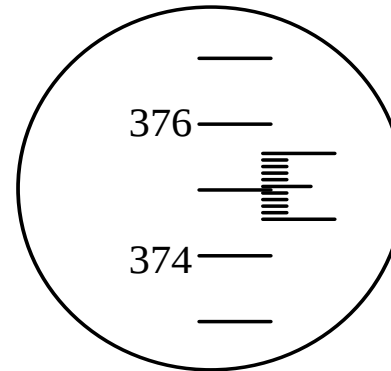
$368^g 68^c$



$392^g 35^c$



$297^0 37'$



$375^g 54^c$

Şekil.8.17. Değişik tipte verniyerlerli açı okuma düzenleri ve okuma örnekleri

8.6. NİVELMAN ALETLERİNİN BAKIMI

Bütün diğer aletlerde olduğu gibi bir nivelman aletinin uzun ömürlü olması ve her zaman güvenilir bir ölçme verebilmesi için iyi bir biçimde korunması gerekir.

Dikkat edilmesi gereken özellikler:

- a) Nivelman aletleri kullanılmadıklarında kutu içerisinde bulundurulmalı, kutudan çıkarılırken ve yerleştirilirken zorlanmamalıdır.
- b) Kutu içerisindeki, anahtar tornavida, güneşlik, yağ şişesi, toz fırçası, temizleme bezi ve çekül kendilerine özgü yerlerine yerleştirilmelidir.

- c) Alet kutu içinde taşınmalı; sol elle, dürbünden değil altındaki yataktan tutularak kutudan çıkartılmalı, sağ elle tutulan bağlama vidası ile sehpaye bağlanmalıdır. Vida çok sert sıkıştırılmamalıdır.
- d) Genel hareket vidası, özel hareket vidası, elevasyon vidası zorlanmamalıdır.
- e) Eğer dürbün döndürülecekse genel hareket vidasının gevşetilmesi unutulmamalıdır.

f) Alet durağı değiştirirken genel hareket vidası sıkıştırılmalı, sehpa ayakları bir araya getirilmeli ve alet dūřey eksenin dikliği bozulmayacak şekilde taşınmalıdır.

g) Kızgın gūneřte şemsiye ile çalışılmalıdır.

h) Alet açıkta bırakılmamalı, kutusuna yerleştirilmelidir.

- i) Alet, her çalışmadan sonra fırça, güderi veya temiz bezle silinmelidir. Eksen vidalarına yeterli ölçüde ince yağ sürülmeli, dürbün merceklerindeki tozlar samur fırça ile alınmalıdır. Mercekte parmak izleri varsa alkolle hafifçe ıslatılmış temiz ve yumuşak bir bez ile silinmelidir.
- j) Alet kutusuna konmadan önce objektifin toz kapağı takılmalı, genel hareket vidası gevşetilmeli, kutuya yerleştirildikten sonra ise sıkıştırılmalıdır.
- k) Sehpa ve miralar yağmurda bırakılmamalı, sağa sola çarptırılmamalıdır.