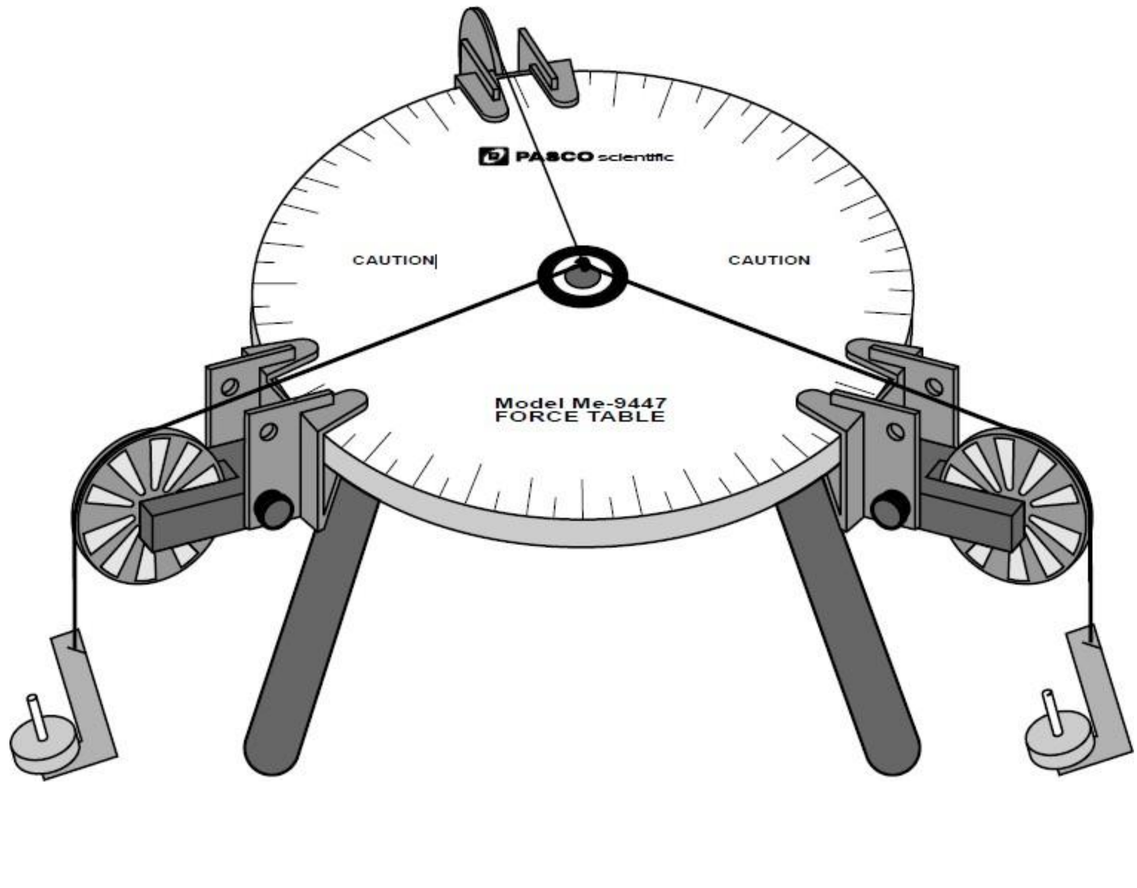
DENEY
1

KUVVET MASASI



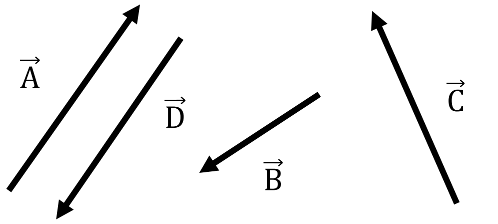
1. Amaç

Kuvvetlerin bileşenlerini belirlemek ve bileşke kuvveti bulmak, iki kuvveti dengeleyen diğer bir kuvveti kuvvet masasını kullanarak deneysel olarak bulmak ve bu işlemi kuvvetleri bileşenlerine ayırma ve grafik yöntemleriyle doğrulamak.

2. Teori

Fizik, deneye ve ölçmeye dayalı bir bilim dalı olduğundan, ölçme sonuçları kesin ve anlaşılır bir biçimde ifade edilmelidir. Ölçmeleri ifade etmek için kullanılan en basit ve genel dil sayılardır. Fizikte bazı büyüklükler sayılarla ifade edilebildiği halde, bazılarının ifade edilebilmesinde sadece sayılar yeterli değildir. Sayılarla birlikte yönün de belirtilmesi gerekir. Bu nedenle fizikte büyüklükler, skaler ve vektörel büyüklükler olmak üzere iki gruba ayrılır. Vektörel bir nicelik olan kuvvet, büyüklüğü ve yönüyle tanımlanır.

Vektörel büyüklüklerin matematiksel olarak tarifi için şiddetlerinin, doğrultularının, yönlerinin ve uygulama (başlangıç) noktalarının bilinmesi gerekir. Vektörel büyüklükler koyu, büyük veya küçük harflerle (örneğin **A, *a***) veya üzerinde ok olan büyük veya küçük harflerle ($\vec{A}, \vec{a}$) gösterilir. Vektörler boyları ile orantılı bir ölçeklenme kullanılarak ok işareti ile yönlerine sadık kalınarak Şekil 1'de gösterildiği gibi temsil edilebilir. Bir vektör yönü ve büyüklüğü aynı kalmak koşuluyla uzayda her yere taşınabilir.



Şekil 1. Vektörlerin temsil edilmesi, $\vec{A}$ ve $\vec{D}$ vektörlerinin doğrultuları ve büyüklükleri aynı fakat yönleri terstir.

2.1. Vektörlerin Bileşenlere Ayrılması

Bir vektörün bileşenlerinden söz edilmesi için onun bir koordinat sisteminde temsil edilmesi gerekir. Bu derste *x* ve *y* ekseni olarak adlandırılan iki doğrunun dik kesişiminden oluşan kartezyen koordinat sistemi kullanılacaktır (Şekil 2). Şekil 2'de **i** ve **j** harfleri ile gösterilen vektörler birim vektörler olarak bilinir, bunların uzunlukları birdir. **i** birim vektörü +*x* ekseni, **j** birim vektörü +*y* ekseni yönündedir.

Bir vektörü dik bileşenlerine ayırmak için, vektörün başlangıç noktası, *x*-*y* koordinat ekseninin başlangıcına alınır. Vektörün ucundan *x* eksenine dik inilir ve başlangıç noktasını bu noktaya birleştiren vektör $\vec{A}$' nın *x* bileşenidir (A_x) (Şekil 2). Benzer, şekilde *y* eksenine dik inilerek A_y bileşeni bulunur. $\vec{A}$ vektörünün x bileşenini bulmak için vektörün şiddetini, x ekseniyle arasındaki açının cosinüsü ile çarparız. Benzer şekilde y bileşeni için açının sinüsü ile çarpılır (Şekil 2).

$$A_x = A\cos\theta \qquad\qquad A_y = A\sin\theta \tag{1}$$

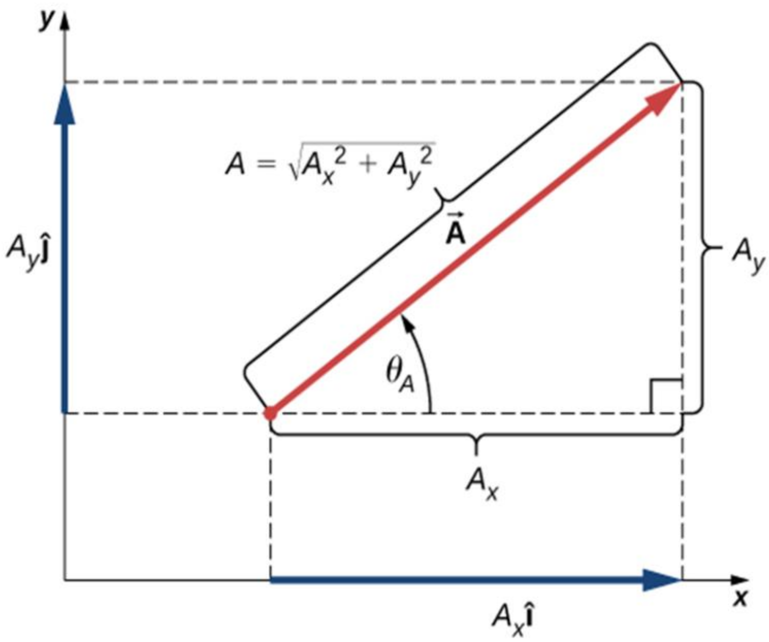
θ açısının değerine göre A_x ve A_y pozitif veya negatif olabilir. Burada görüldüğü gibi vektörün büyüklüğü (A) ve yönü (θ) biliniyorsa vektörün bileşenleri bulunabilir. Bunun tersi de doğrudur, yani $\vec{A}$ vektörünün bileşenleri biliniyorsa vektörün büyüklüğü (A) ve yönü (θ) bulunabilir. Bileşenler cinsinden $\vec{A}$ vektörünün büyüklüğü

$$A = \sqrt{{A_x}^2 + {A_y}^2} \tag{2}$$

ile verilir. $\vec{A}$ vektörünün yönü ise,

$$\tan\theta = \frac{A_y}{A_x} \tag{3}$$

bağıntısından bulunur.

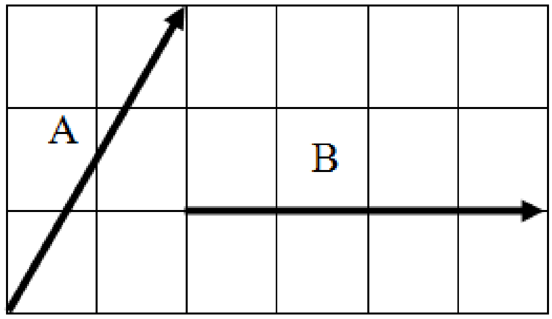


Şekil 2. $\vec{A}$ vektörünün bileşenleri.

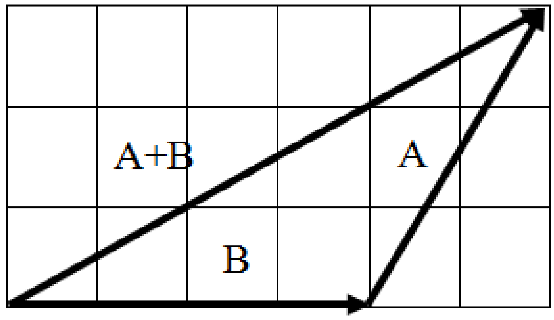
Yukarıda görüldüğü gibi bir vektörü tam olarak tanımlamak için ya bileşenleri (A_x, A_y) ya da yönü ve büyüklüğü (θ, A) bilinmelidir. Vektörlerin yön ve büyüklükleri değişmediği sürece uzayda her yere taşınabileceklerini tekrar hatırlayalım.

2.2. Vektörlerin Geometrik Toplanması

Vektörlerin geometrik toplanmasında çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlar uç uca ekleme (çokgen) ve paralelkenar yöntemidir. Şekil 3'deki ($\vec{\mathbf{A}}$) ve ($\vec{\mathbf{B}}$) vektörlerinin toplamı uç uca ekleme yöntemiyle yapılırsa Şekil 4'deki gibi ($\vec{\mathbf{A}}+\vec{\mathbf{B}}$) vektörü bulunur. Bu işlemi yapmak için vektörleri yön ve büyüklüklerini değiştirmeden uzayda istediğimiz yere taşıyoruz.



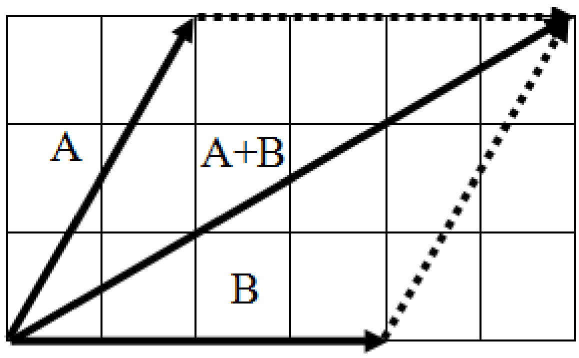
Şekil 3. Vektörler.



Şekil 4. Vektörlerin toplamı.

Paralel Kenar Yöntemi

Paralel kenar yöntemi ile iki vektörü toplamak için, bu iki vektör uygulama noktaları aynı olacak şekilde bir noktaya taşınır. Daha sonra oluşan şekil paralelkenara tamamlanır. Büyük köşegen çizilerek bileşke vektör ($\vec{A}+\vec{B}$) elde edilir (Şekil 5).



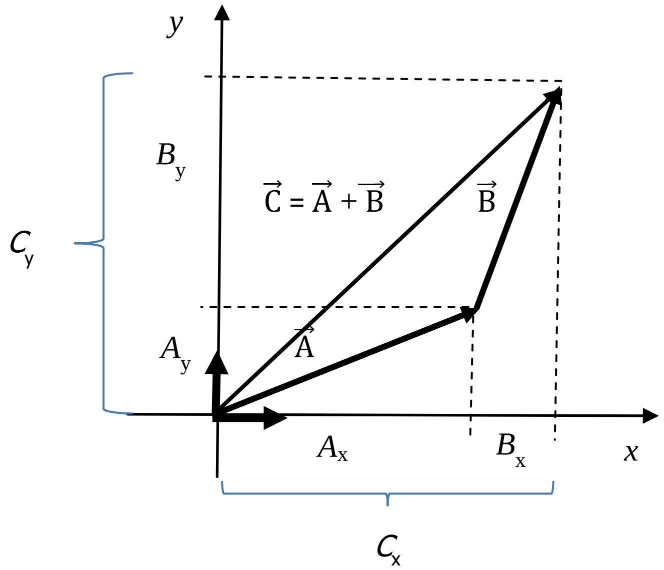
Şekil 5. Paralelkenar metodu.

2.3. Vektörlerin Analitik Toplanması

Bu yöntemde vektörlerin bileşenleri biliniyorsa bunların analitik toplamı ile sonuç bulunabilir. Bu nedenle vektörün bir koordinat sisteminde temsil edilmesi gerekir. Şekil 6'da gösterilen $\vec{A}$ ve $\vec{B}$ vektörlerinin toplamı

$$(\mathbf{A}+\mathbf{B})=(A_x+B_x)\mathbf{i}+(A_y+B_y)\mathbf{j}$$

şeklinde yazılabilir.

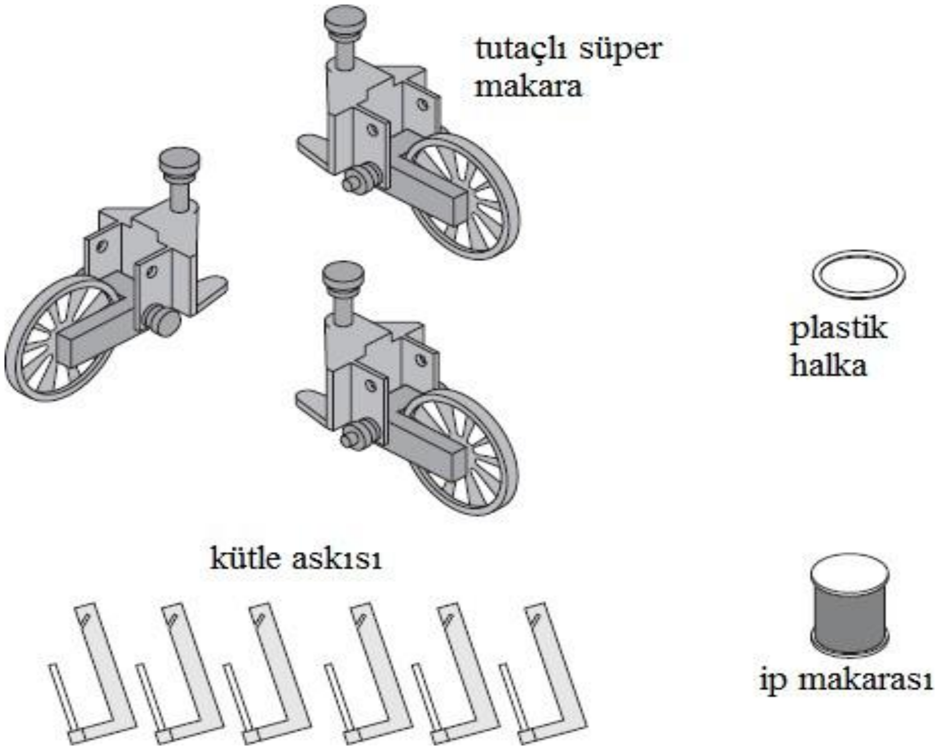


Şekil 6. Vektörlerin analitik toplanması. Koordinat merkezinde koyu gösterilen iki vektör **i** ve **j** birim vektörleridir.

3. Deneyde Kullanılan Araç ve Gereçler

Bu deneyde aşağıda verilen araç ve gereçler kullanılmış olup her biri Şekil 7'de gösterilmiştir.

- Kuvvet masası
- Üç adet tutaçlı süper makara
- Üç adet kütle askısı
- Plastik halka
- İp makarası
- Kütle takımı
- Cetvel



Şekil 7. Kuvvet masası aparatının yedek parçaları.

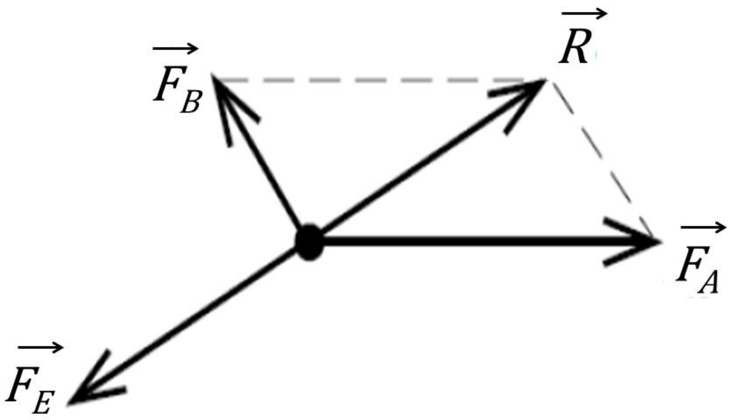
4. Deneyin Yapılışı

4.1. Dengeleyici Kuvveti Bulmak için Deneysel Yöntem

Değişik açılarda masaya tutturulan iki makaraya takılı kütleler (m) ile kuvvet masasına iki kuvvet uygulanır. Bu kuvvetler kütlelere etki eden kütle çekim kuvvetidir (ağırlık). Kütle çekim kuvvetinin büyüklüğü, g kütle çekim ivmesi olmak üzere $F = mg$ ile verilir. Üçüncü makaraya asılan kütlenin büyüklüğü ve bu kütleden kaynaklanan kuvvetin seçilen bir yön ile yaptığı açının ayarı, diğer iki kütleyi dengeye getirecek şekilde yapılır. Bu işlem değişik kütleler ve yönler denenerek yapılır. Bu üçüncü kuvvete dengeyi sağlaması nedeniyle **dengeleyici kuvvet** ($\overrightarrow{\mathrm{F_E}}$) denir. Dengeleyici kuvvet **bileşke kuvvetle** ($\vec{\mathrm{R}}$) aynı büyüklükte fakat zıt yöndedir. Üçüncü kuvvetin büyüklüğü, ilk iki kuvvetin vektörel toplamına eşit olmalıdır. Bu kuvvetler vektörel olarak toplanırsa üçüncü kuvvetin büyüklüğü, ilk iki kuvvetin vektörel toplamına eşit olmalıdır. Bu kuvvetler vektörel olarak toplanırsa

$$-\overrightarrow{\mathrm{F_E}} = \vec{\mathrm{R}} = \overrightarrow{\mathrm{F_A}} + \overrightarrow{\mathrm{F_B}} \qquad (4)$$

bulunur.



Şekil 8. Dengeleyici ve bileşke kuvvet.

4.2. Dengeleyici Kuvveti Hesaplamak için Bileşenleri Kullanma

İlk iki kuvvetin büyüklükleri ve yönleri bilindiğinden bunların bileşkeleri Denklem (1)'den bulunabilir. Bu amaçla bir koordinat sisteminin seçilmesi ve ona uygun olarak açıların okunması gerekir. Asılı kütleler bilindiğinden kuvvetlerin büyüklükleri zaten biliniyordur ($F = mg$). Kuvvetlerin bileşkeleri ayrı ayrı bulunduktan sonra x ve y bileşenleri kendi aralarında toplanarak net kuvvetin x ve y-yönlerindeki bileşkeleri (R_x, R_y) bulunur.

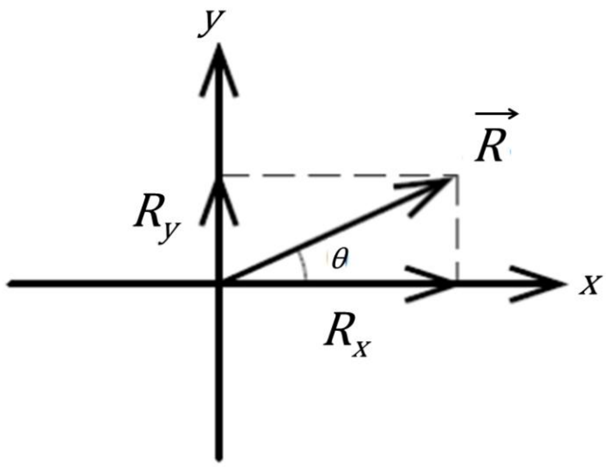
Bileşke kuvvetin bileşenleri bir dik açı yapacak şekilde birleştirilirse, bileşke kuvvetin büyüklüğü

$$R = \sqrt{{R_x}^2 + {R_y}^2} \tag{5}$$

ve seçilen koordinat sisteminde trigonometri kuralları kullanılarak bileşke kuvvetin seçilen bir yön ile yaptığı açı

$$\tan\theta = \frac{R_y}{R_x} \tag{6}$$

elde edilir.



Şekil 9. $\vec{R}$ vektörünün R_x ve R_y bileşenleri.

4.3 Dengeleyici Kuvveti Bulmak için Grafiksel Yöntem

İki kuvvet, açı ölçer ve cetvel kullanılarak ölçekli bir biçimde çizilerek (paralelkenar yöntemiyle) toplanır. Bileşke kuvvetin boyu, doğrudan çizilen vektörün boyu olarak alınabilir. Açı ise açılı kağıtla ölçülür.

1. Süper makaralardan biri sıfır derecede sabit kalacaktır. İkincisi ise 0-180° arasında herhangi bir yerde durabilir. 0° de duran $\overrightarrow{F_A}$, diğeri $\overrightarrow{F_B}$ kuvveti olsun. 1. ve 2. kütle askılarına 100 gramı geçmeyecek şekilde farklı kütleler asınız.
2. Daha sonra üçüncü makaranın açısını ve kütle miktarını değiştirerek, bu iki kuvveti dengelemeye çalışınız.

Soru: Deneyin yapılış aşamasında 3. kuvvetin ilk iki kuvveti dengelediğini nasıl anlarsınız? Araç ve gereçler arasındaki plastik halka ne işe yarıyor?

Hesaplamalar:

1. Astığınız kütlelerin ağırlıklarının hesaplayınız. ($g = 9.8\ m/s^2$)
2. $\overrightarrow{F_A}$ ve $\overrightarrow{F_B}$' nin *x* ve *y* bileşenlerini hesaplayınız.
3. Bu bileşenleri kullanarak bileşke kuvvetin yönünü ve büyüklüğünü hesaplayınız.

3. Paralelkenar yöntemiyle bulacağınız dengeleyici kuvveti milimetrik kâğıda çiziniz.

4. Açılı kâğıdı kullanarak, bulduğunuz dengeleyici kuvveti (bileşen ve deneysel yöntemle) ve $\overrightarrow{F_A}$, $\overrightarrow{F_B}$ ve $\vec{R}$ kuvvetini çiziniz. (Açılı kağıt Şekil 10'da verilmiştir).

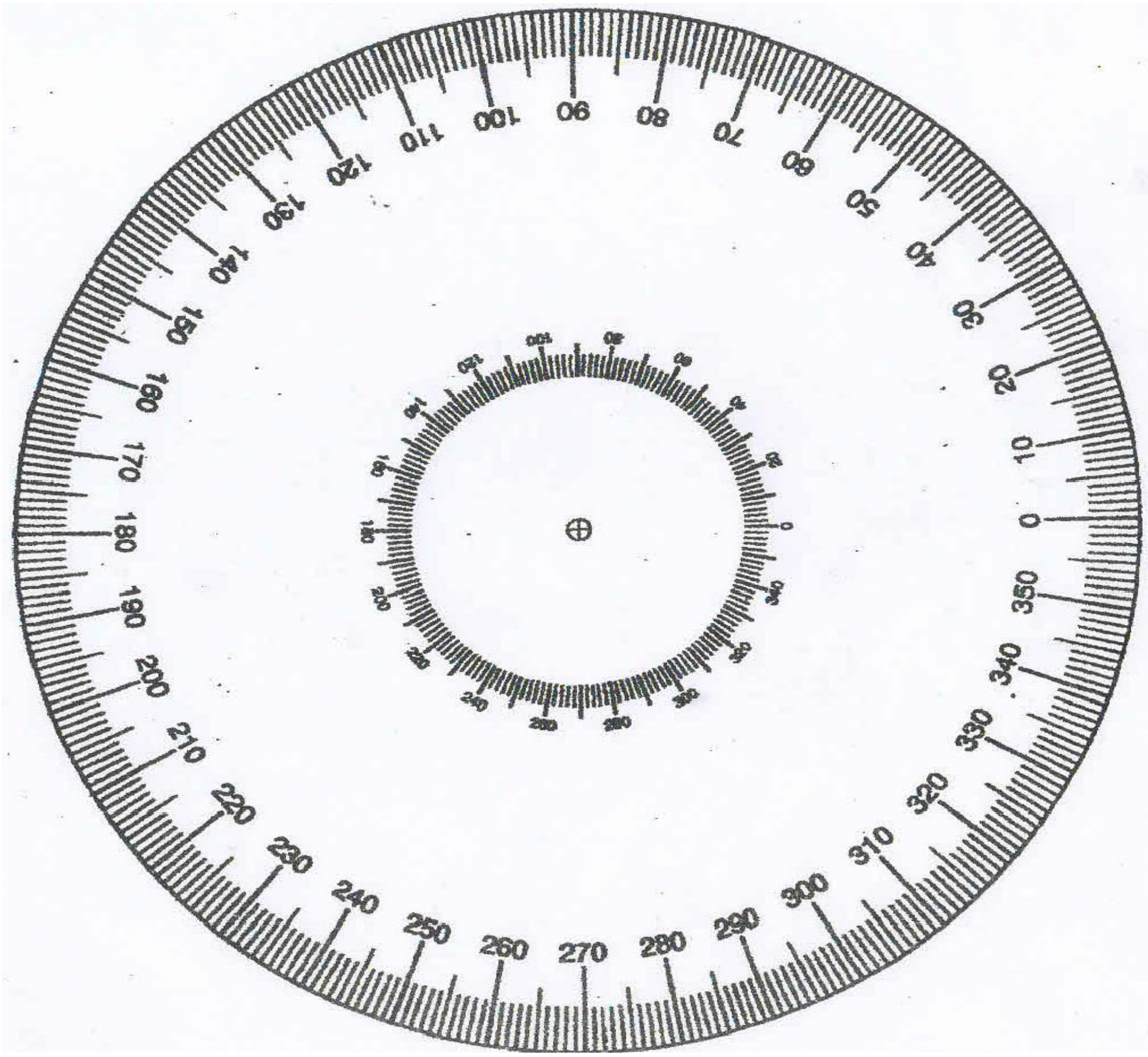
Deney, gözlem ve hesaplamalarınız ile ilgili her adımı deney raporuna yazınız ve raporunuzu son teslim tarihinden önce gerekli yere teslim ediniz.

Deney Raporu

Deney adı:
Bölüm:
Ad, Soyad:
Öğr. no:
Grup no:
Deney tarihi:
Rapor teslim tarihi:

Aşağıda verilen tabloya dengeleyici kuvvetin deneysel olarak, bileşenleri bulma yöntemiyle ve grafik yöntemi ile bulduğunuz büyüklük ve yönlerini yazınız.

Yöntem	**Dengeleyici Kuvvet**	
	Büyüklük (N)	**Yön(θ)**
Deneysel		
Bileşen	R_x= R_y=	
Grafik		



Şekil 10. Açı ölçmek için kullanılacak "açılı kağıt".