

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANA BİLİM DALI

BUMERANG HAREKETİNİN KİNEMATİK AÇIDAN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN : Yücel MUSLU
DANIŞMAN : Yrd. Doç. Dr. Şenay BAYDAŞ

VAN - 2010

T.C.
YÜZÜNCÜ YIL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MATEMATİK ANA BİLİM DALI

BUMERANG HAREKETİNİN KİNEMATİK AÇIDAN İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAZIRLAYAN: Yücel MUSLU

VAN – 2010

KABUL ve ONAY SAYFASI

Yrd. Doç. Dr. Şenay BAYDAŞ danışmanlığında Yücel MUSLU tarafından hazırlanan “*Bumerang Hareketinin Kinematik Açısından İncelenmesi*” isimli bu çalışma 19/02/2010 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Matematik Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Cemil TUNÇ İmza:

Üye : Prof. Dr. Bülent KARAKAŞ İmza:

Üye : Yrd. Doç. Dr. Şenay BAYDAŞ İmza:

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunun/...../2010 gün ve sayılı kararı ile onaylanmıştır.

Enstitü Müdürü

ÖZET

BUMERANG HAREKETİNİN KİNEMATİK AÇIDAN İNCELENMESİ

MUSLU, Yücel

Yüksek Lisans Tezi, Matematik Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Şenay BAYDAŞ

Şubat 2010, 44 sayfa

Bu çalışmanın amacı, bumerang hareketini açıklayarak düzlemsel olmayan bir uzay eğrisi boyunca ele almaktır. Uzay eğrisinin noktaları pol noktası olarak alınmıştır. Tanımlanan hareket kinematik açıdan yorumlanmıştır.

Anahtar kelimeler: Aerodinamik, bumerang, bumerang hareketi, kinematik, pol noktası .

ABSTRACT

THE MOTION OF THE BOOMERANG ANALYSIS KINEMATICSLY

MUSLU, Yücel

Msc, Department of Mathematics

Supervisor: Asistant Professor Şenay BAYDAŞ

February 2010, 44 pages

The aim of this study is to explain the movement of boomerang by dealing with it along a space curve. The points of curve are accepted as a pole point. Described movement is paraphrased kinematically.

Key words: Aerodynamics, boomerang, boomerang motion, kinematics, pole point.

ÖNSÖZ

Bu çalışmada bumerang hakkında genel bilgiler verilerek bumerang hareketi açıklandı ve bir eğri boyunca hareketin kinematik açıdan yorumları yapıldı.

Bu çalışmayı bana veren ve çalışmalarım süresince karşılaştığım güçlüklerde yakın ilgi ve önerileri ile beni yönlendiren Sayın Prof. Dr. Bülent KARAKAŞ'a ve danışman hocam Yrd. Doç. Dr. Şenay BAYDAŞ'a ayrıca manevi desteklerini esirgemeyen aileme teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Yücel MUSLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
ÖNSÖZ	v
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ	2
3. KİNEMATİKLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER	3
3.1. Katı Transformasyonlar	4
3.2. Düzlem Yer Değiştirmelerin Pol Noktası	5
4. BUMERANG VE BUMERANG HAREKETİ	7
4.1. Bumerangın Tarihi	9
4.2.1. Bazı Yanlış Kanılar	10
4.2. Bumerang Niçin Uçar?	14
4.3. Bumerang Neden Geri Döner?	14
4.3.1. Tek Başına Kaldırma Kuvveti Bumerangın Geri Dönmesi İçin Yeterli Değildir	19
4.3.2. Bumerangların Sola Dönüşü	19
4.3.3. Yanlara Düşen Bumerang Olgusu	21
4.3.4. Arka Kanatlarıyla Bumerang Teorisi	22
5. BUMERANG HAREKETİNİN KİNEMATİK AÇIDAN İNCELENMESİ	24
6. TARTIŞMA ve SONUÇ	29
KAYNAKLAR	30
EKLER	31
ÖZ GEÇMİŞ	44

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 3.1. Düzlemsel pol noktası	5
Şekil 4.1. Aerodinamik yapının izahı	7
Şekil 4.2 Bumerang çeşitleri	9
Şekil 4.3 Ataletin (inertia) üç momenti	12
Şekil 4.4. Bumerangı fırlatma	14
Şekil 4.5. Kanatın etrafındaki havanın dağılışı	14
Şekil 4.6. İtmenin sol koldaki etkisi	15
Şekil 4.7. Artı ve eksi yön	16
Şekil 4.8. Az ve çok itme	16
Şekil 4.9. Atışın eğilmeye etkisi	17
Şekil 4.10. Yöneten ve sürüklenen kanat	17
Şekil 4.11. İtme Güçleri	18
Şekil 4.12. Ortalama maksimum itme	18
Şekil 4.13. Bumerangın aşağı inişi	18
Şekil 4.14. Bumerangın atış noktasına geri dönüşü	20
Şekil 4.15. Sağ el kuralı	22
Şekil 4.16. Üç kanatlı bumerang	23
Şekil 5.1. Bumerang	24
Şekil 5.2. Hareket olarak bumerangla eş değer olan doğru parçası	24
Şekil 5.3. Kapalı uzay eğrisi boyunca bumerang hareketinin bir adımı	25
Şekil 5.4. Bumerangın dönme düzlemleri	26
Şekil 5.5. Bir t anında bumerang ve dönme düzlemi	26
Şekil 5.6. Frenet elemanları	27

1. GİRİŞ

Bumerang silah olarak ya da spor için kullanılan genellikle ağaç malzemedен yapılan bir cisimdir. Bumerang coğrafik ve kabilesel kökenlere ve kullanımına bağlı değişik şekil ve boyuta sahiptir, en çok kullanılan türü oval rotada yol alan ve doğru atıldığında başlangıç noktasına geri dönen biçimdir. Bumeranglar başlangıçta geri dönen ve dönmeyen olarak iki gruba ayrılabilirler. Bu ikinci tip Avustralya yerlilerinin savaş veya takip sırasında güvendiği silahlardır. Tipik geri dönen bumerang genellikle bir hiperbol yayına benzer ve eğrisel uzunluğu yaklaşık 80 cm, genişlik 7cm ve kalınlık 1 cm dir. Her ne kadar geriye dönmeyen bumeranglar silah olarak kullanıldıysa da, geriye dönen bumeranglar boş zamanlarda ya da eğlence için kullanılmaktadır. Dönen bumeranglar hemen hemen aynı boyda-şekilde ve çeşitli materyaller de üretilmektedir.

Bumerang aerodinamik yapısıyla birçok makale, proje ve patentli çalışmaya konu olmuştur.

Bu çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Birinci ve ikinci bölümde giriş ve kaynak bildirisi, üçüncü bölümde temel kinematik tanımları verilmektedir. Dördüncü bölümde bumerangın ne olduğu açıklanarak hareketin aerodinamik yapısı ifade edilerek beşinci bölümde aerodinamik açıdan incelenen bumerang hareketi kinematik açıdan yorumlanmaktadır. Tartışma ve sonuç bölümüyle tez sonuçlandırılmaktadır.

2. KAYNAK BİLDİRİŞLERİ

Bumerangın dönüş mekanizmasıyla ilgili soyut araştırmalar diğer bilimsel çalışmalardan farklı değildir. Ama birçok bilim adamı konuya olan yoğun ilgilerini birkaç uzman öğrenciden fazlasına aktaramamıştır. Bumeranga ilgi duyan öğrenciler daha farklı bir pozisyondadır. Bir bilimsel araştırma konusunun bilimle ilgisi olmayan ama bumerang hakkında bir şeyler duymuş bumerangın uçuşunu grmuş nasıl geri dnduğünü gerçekten merak eden ve birçok bilimsel araştırmanın kalbi olabilecek bir açıklamaya ihtiyaı olan insanlara hitap etmesi çok sık rastlanan bir şey değildir (Hess, 2009).

Antropolojistler tarih öncesi devirlerde bumerangın önemi üzerinde durmuşlar ancak bumerang mekanik dinamikleri yazılara fazla konu olmamıştır. Walker tarafından 1963 tarihinde yapılan bir çalışmada bumerangın durağanlığı analiz edilmiştir. Hess ve Walker tarafından dinamik davranışının tanımı yapılmıştır. Hess, daha sonra bir rüzgar tünelinde birçok eğrilebilen bumerang modeliyle aerodinamik gleri ve hareketleri hesapladı, bunların uçuş özelliklerini simule etti ve onları deneysel ölçülmüş uçuş yollarıyla karşılaştırdı. Tam bir dönüşe yol açan ilk baştaki durumların hesaplanması için tekrarlanan bir metot Hubbord tarafından önerilmiştir. Tek bir bumerangın tam dönüş şartlarını tanımlamak için benzer teknikler kullanılmaktadır. Hess'in bu aerodinamik bilgi modellerini kullanarak öncesinde, esnasında ve sonrasında yakalamaya izin veren öncelikli koşullar setini ortaya çıkarıldı. Farklı optimizasyon metotları kullanılarak yörüngeyi dönüş noktasına doğru çekmek için eşitlendirildi (Hubbard ve Moore, 2003).

Bumerangla ilgili *Motion of the Boomerang* başlıklı ilk makale 1837 yılında ve ilk patentli çalışma 1950 yılında yapılmıştır (Ek 1 ve Ek 2).

3. KİNEMATİKLE İLGİLİ TEMEL BİLGİLER

Kinematik, noktaların hareketlerinin geometrik özelliklerini çalışır. **Noktaları arasındaki uzaklık hiçbir durumda değişmez** noktalara katı cisim denir. Katı cisimler, birlikte ve birbirlerine göre hareket etmelerini sağlayan eklemlerle birleştirilerek yeni bir yapı inşa edilir. Bu yapıya **mekanizma** adı verilir. Mekanizmanın çoğu, mekanizmada yer alan katı cisimler veya eklemler temel düzleme paralel düzlemlerde hareket edecek şekilde dizayn edilirler. Bu, menteşe eksenlerinin temel düzleme dik olmasını temin etmekle olur. Mesela kapı örnek olarak alınır, kapıyı tutan menteşeler döşemeyi (temel düzlem olarak) dik bir eksen olarak tanımlarlar. Bu tür mekanizmalara **düzlem mekanizma** denir. Bir diğer grup mekanizma **bütün eklem eksenleri bir noktada kesişirler** özelliğindeki mekanizmalardır. Bu tür mekanizmalara örnek gyroscope dur. Bu ihtiyaç, zincirin eklemlerinin bu sabit nokta etrafındaki eş merkezli küreler üzerinde dönmeye mecbur eder. Bu açıdan bu mekanizmalara **küresel mekanizma** denir. Uzay mekanizmalarında ne düzlem mekanizmalarda olduğu gibi özel bir düzlem ne de küresel mekanizmalarda olduğu gibi özel bir nokta yoktur; bunun anlamı da genel olarak uzay mekanizmalarında eklem eksenleri birbirlerine screw demektir.

Mekanizmaların bu sınıflarının her birini analiz etmek için kullanılan teori geliştirilerek ayrıca odaklanma iki formun birindeki katı cisimler bir tek zinciri üzerine olacaktır. İlk form, bir katı cisim tabanına tutturulmuş zincirin bir tek ucunun olduğu formdur. Bu form açık zincir olarak adlandırılır. Bu kinematik yapı birçok robot manipülatörde vardır. İkinci form tek ilmikli kapalı zincir olarak adlandırılır. İkinci form mekanizmalar için daha tipik olanıdır.

3.1. Katı Transformasyonlar

Bir kinematik zincirde, bir linkin diğerine göre pozisyonu, matematiksel olarak, her bir katı cisme bağlanmış referans çatıları arasındaki bir koordinat transformasyonu ile tanımlanır. Düzlem mekanizmalar için, iki boyutlu uzayda yalnızca dönme ve ötelemelere ihtiyaç duyulur. Küresel mekanizmalar için uzayda dönmelere ve genel uzay mekanizmaları için üç boyutlu uzayda dönme ve ötelemelere gereksinim vardır. Bu kesimde katı transformasyonlar genel olarak ele alınacak ve düzlemsel, küresel ve uzay mekanizmaları çalışmalarında kullanımları özelleştirilecektir.

Bir öteleme lineer transformasyon değildir. Dolayısıyla bir matrisle ifade edilemezler. Bunun çaresi de, noktaları homojen koordinatlarda ifade etmektir. Böylece düzlem ve uzay noktalarının vektörel formlarının birleşen sayısı bir arttırılır. Son bileşen 1 dir. (x_1, x_2, x_3) noktası $(x_1, x_2, x_3, 1)$ olur. Katı transformasyon homojen koordinat sisteminde ifade edildiği zaman, homojen transformasyon adını alır (Hacısalıhoğlu, 1982).

Koordinat transformasyonları ile bir noktanın pozisyonunu tanımlamak, cisme başlangıç noktasından bitiş noktasına hareket ettiren bir operasyon olarak yorumlanabilir. Bu bakış açısı yer değiştirme terimiyle dile getirilir. Cismin içinde olup da, cisim yer değiştirirken hareket etmeyen nokta ve doğrular düzlem yer değiştirmenin pol noktaları ve uzay yer değiştirmenin screw eksenini olarak adlandırılır ve yer değiştirmeyi karakterize ederler. Bir cismin, iki konumunda, bu karakterize edici olan elemanların denk olmasından dolayı, bu elemanlar koordinat transformasyonunun invariant alt uzayları veya karakteristik vektörleridir (McCarthy, 1990).

$\vec{x} = \mathbf{M} \vec{x} + d$ ile verilen koordinat transformasyonunu, bir noktayı ilk konumundan şimdiki konumuna taşıyan bir operasyon olarak görmek sık yapılan bir eylemdir. Bu \vec{x} vektörünün ölçülendiği koordinat çatısı hakkında karışıklığa yol açabilir. Bu transformasyon, M nin bütünü F ile çakışık olduğu ilk konumundan, \vec{x} in daima M de ölçülendiği sunuş konumuna yer değiştirmesi olarak ele alınır. Bu transformasyon $D : F \rightarrow M$ ile gösterilir ve yer değiştirme olarak adlandırılır (Bottema ve Roth, 1979).

3.1.1. Tanım:

Bir noktayı sabit bırakan izometriye dönme denir. Dönme düzlemseldir. R^3 de Bir dönme, bir eksene dik olan düzlemlerde gerçekleşir ve dönme, eksen ile karakterize edilir. Bir dönmenin matrisi ortogonal matristir (Brickell ve Clark, 1970).

R^2 uzayında bir P noktasının $X = (x, y)$ koordinatları M (hareketli) çatısında ölçülendirilmiş ise, P nin F (sabit) çatısındaki koordinatları

$$X = [A]x + d \quad (3.1)$$

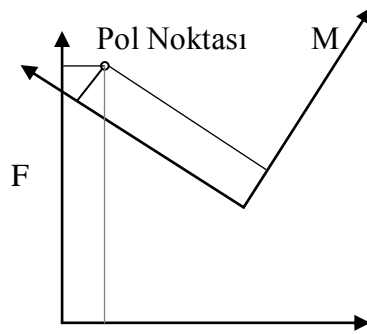
ile verilir.

$$A = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix}, \quad d = \begin{bmatrix} d_1 \\ d_2 \end{bmatrix}$$

olmak üzere ilgili transformasyon $D = (A, d)$ çifti ile verilir ve D düzlem yer değiştirme olarak adlandırılır (Schilling, 1990).

3.2. Düzlem Yer Değiştirmelerin Pol Noktası

Bir genel yer değiştirme için F ve M referans satırlarının her ikisinde de aynı bileşenlere sahip, yani hareket etmeyen bir nokta, yer değiştirmenin pol (kutup) noktası olarak adlandırılır (Şekil 3.1) (McCarthy, 1990).



Şekil 3.1. Düzlemsel pol noktası

Tanımı gereği P noktası

$$P = [A]P + d$$

eşitliğini sağlar. Buradan P çözülürse;

$$P = -[A - I]^{-1} d$$

veya bileşenler cinsinden;

$$P_1 = \left(\left(\frac{d_1}{2} \right) \sin \frac{\theta}{2} - \left(\frac{d_2}{2} \right) \cos \frac{\theta}{2} \right) \sin \frac{\theta}{2}$$

$$P_2 = \left(\left(\frac{d_1}{2} \right) \cos \frac{\theta}{2} + \left(\frac{d_2}{2} \right) \sin \frac{\theta}{2} \right) \sin \frac{\theta}{2}$$

elde edilir.

$(A = I)$ için, yani $\mathcal{D} = (\mathcal{A}, d)$ pür öteleme iken çözüm yoktur. Başka bir ifadeyle ötelemelerin kutup noktası yoktur.

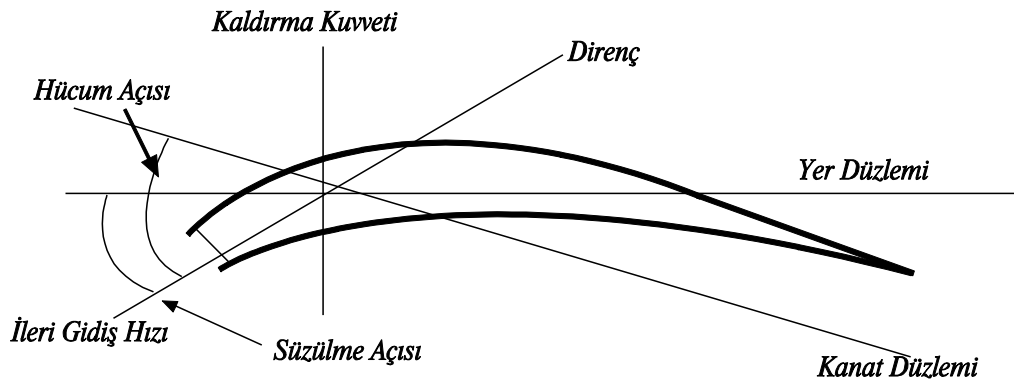
4. BUMERANG VE BUMERANG HAREKETİ

Bumerang hareketi için verilmesi gereken ön bilgi grubunun bir kısmı fizik ile ilgilidir. Bu kesimde öncelikle fizikle ilgili kavramlar verilecektir.

Tanım 4.1.

Aerodinamik, genel anlamda havanın kuvvetsel etkilerini inceleyen bilim dalıdır.

Hız, basınç, yer düzlemi ve kanat düzlemi arasındaki ilişki kuvvetle ilgilidir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Aerodinamik yapının izahı

Tanım 4.2.

Klasik mekaniğin, cisimlerin çeşitli kuvvetler altında hareketlerindeki değişiklikleri inceleyen dalına dinamik denir (Serway, 1990).

Tanım 4.3.

Cisimlerin hareketlerini fizik açıdan inceleyen bilim dalına *mekanik* adı verilir.

Tanım 4.4.

Simülasyon, gerçek sistemin modelinin tasarlanması ve bu model ile sistemin işletilmesi amacıyla yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek için deneyler yürütülmesi sürecidir.

Tanım 4.5.

Dik çembersel silindirin üzerinde kalan ve silindirin ana doğrularını sabit bir açıyla kesen uzay eğrisine helis denir.

Tanım 4.6.

Magnus Etkisi: Dönerek ilerlemekte olan bir topun bir yüzünün, topun gittiği doğrultu ile aynı yöne doğru dönüyor olmasından dolayı, gidilen istikamet ters yönüne doğru dönen diğer yüzünden daha hızlı olmasından kaynaklanır. Topun iki tarafı arasında ki hız farkı, hızlı taraf çevresinde daha fazla hava basıncı oluşmasına yol açar ve topu o yönde iter.

4.1. Bumerangın Tarihi



Geleneksel:

Herkesin tanıdığı orjinal şekil de denebilir. Kollar arası açısı 100-120 derecedir. Her türlü atışa imkan sağlar fakat tutması diğer modellere göre daha zordur.



V:

Kollar arası açısı 40-90 derecedir. Yarışma ve sportif amaçlı modellerdir.



Çengel:

Uzun mesafeli atışlar için geliştirilmiştir. Uçlarına ağırlıklar eklenerek menzili daha da uzatılabilir.



Çok Kanatlılar:

3 yada 4 kolludur. Kısa menzilli, atması ve tutması kolaydır.



Mta:

Havada en uzun kalma yarışması için geliştirilmiştir. Diğer modellerden daha hafif ve incedir.

Şekil 4.2. Bumerang çeşitleri

Bumerangın tarihi ile ilgili çok az bilgi vardır. Hiç kimse kesin olarak geriye dönen bumerangın ilk nasıl keşfedildiğini bilmiyor fakat bazı modern bumerang

yapımcıları bumerangın hala yerli Avustralyalılarca ve Amerika'daki Hindistanlıları da içine alan diğer bazı kabilelerce kullanılmakta olan yassılaştırılmış fırlatma çubuğundan geliştirildiğini tahmin etmekte.

En eski Avustralya yerli bumeranglar 10 bin yıllıktır fakat daha eski av sopaları Taş devri cephanesi silahı olarak biçimlendirilen Avrupa'da keşfedilmiştir. Polonya'da Carpathian Dağları'nda mamut dışından yapılmış bir bumerang bulundu ve onunla birlikte bulunan AMS tarihine bağlı olan objelerin hemen hemen 30 bin yıllık olduğuna inanılır.

Olası bir teori de şudur: Avustralya'da ki ilkel avcı toplumlarında bumerang şeklinde sopalar, kayalar ve mızraklar kullanılmıştır. Bu tip toplumlarda uzaklığı ve titizliği geliştiren şeyler önemliydi. İşte bu yüzden geri dönmeyen bumerang deneme yanılma yoluyla keşfedilmiştir. Keşfedilen ve faydalarından yararlanan bumerang kopya edildi akabinde de geliştirildi (Hunt, 2009).

Geriye dönen bumerang geriye dönmeyen bumerangdan daha önce geliştirildi ve sadece spor için kullanıldı. Bumerang birine çarptığında ciddi bir şekilde yaralamasına rağmen birçok hayvana ve kuşlara karşı çok az etkili olmuştur (Mauro, 1985).

Bumerangın kazara keşfedilmesi çok zordur, çünkü yiyecek için çaresiz kalsanız, avınıza bir kaya, sopa fırlatmayı deneyebilirsiniz. Bulduğunuz sopa eğlenceli şeyler yapsa onun sihirli bir sopa olduğunu düşünebilir ve diğer bir atış için saklayabilirsiniz (Hunt, 2009). Bir çok bumerang çeşidi vardır (Şekil 4.2).

3.1.1. Bazı Yanlış Kanılar

Bumerangın neden geri döndüğüne ilişkin üç genel bakış açısı vardır.

- 1- Hilal biçiminde olduğu için
- 2- Rüzgar gücü geri ittiği için
- 3- Dönen bir beysbol topunun yaptığı kıvrımla aynı prensibi takip ettiği için

İlk ve en önemli yanlış kanı, bumerangın hilal biçiminde olduğu için geri döndüğüdür. Şu an popüler olan bumerang modellerine bakmak bu kanının neden yanlış olduğunu açıklayacaktır. Piyasada üç ya da dört kanadı olan bumeranglar satılmaktadır.

Hatta kanguru ve martı şeklinde olanları bile vardır. Bütün bunlar fırlatıldıktan sonra atıcıya dönmek üzere düzenlenmiştir. Bütün bunların bumerang olarak adlandırılıp adlandırılmayacağı konusu sık sık tartışmalara sebep olmuştur. Kültürel bir antropolojiste göre, atıcısına geri dönüp dönmediğine bakmaksızın hilal şeklindeki herhangi bir nesne bumerang olabilir; diğer taraftan bir bilim adamı, atıcısına geri dönen herhangi bir nesneyi şekli ya da kanat sayısı önemli olmaksızın bumerang olarak adlandırabilir.

İkincisi, bumerangın rüzgarın varlığı sebebiyle geri döndüğü fikri de bir yanlış kanıdır. Bumerang, içinde rüzgar olmayan bir odada bile geri dönen, bu da rüzgarın varlığının bumerangın geri dönüşüyle kısmen ilgisi olmadığını açıklayacaktır. Rüzgar bumerangın geri dönüşüyle direkt olarak alakalı değildir. Bumerangın geri dönüşüne sebep olan rüzgarın değil, havanın varlığıdır. Hava var olduğu sürece bumerang geri dönecektir.

Üçüncü ve son varsayılan neden, eğri prensibinin (curve principle) geri dönüşe sebep olması da yanlış bir kanıdır. Bir beysbol topu atıldığı zaman itici güç ile döndüğünde ya kavis yapar, ya da topa vurulur. Bu da izlediği yolda yatay bir değişime sebep olur. Buna kaşifinden dolayı “Magnus Etkisi” denmiştir. Shinyi Sakurai'nin Nageru Kagaku (Atış bilimi,1992) adlı çalışmasına göre 30m/saniye ilk hızla atılmış dönen bir top 18 m uzaklıktaki gideceği yere 40 cm lik yatay bir değişim ile varır. Yöndeki bu değişime Magnus Etkisine göre oldukça küçüktür (Nishiyama, 2002).

İlk avcı kabilelerin ilk silahları taş ve sopalardı. Bunlar havaya fırlatıldığında ne olur? Taş parabolik bir hareketle uçacaktır, fakat aynı şey sopaya olmayacaktır. Muazzam bir güçle fırlatılsa bile, bir sopa sadece havada dönüp yere düşecek ve fazla uzağa gitmeyecektir. Çünkü sopa eksenini üzerinde döner. Bir taş, küçük bir cismin parçası olarak iş görebilir.

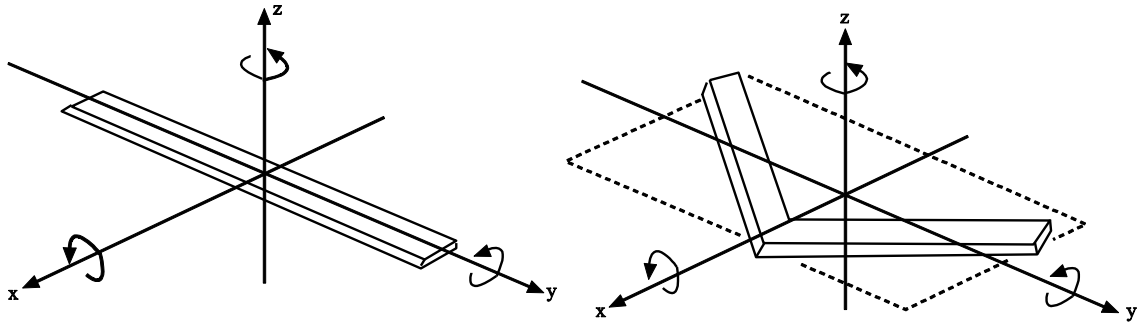
Eksen etrafındaki hareket, hareketsiz bir cismin hareketsiz kalması ve dönmekte olan bir cismin her zaman dönmesi özelliğine dayanır. Bu Newton kuralıdır. Uzaklığın karesiyle kütlelerin toplanmasıyla hesaplanan Eylemsizlik Momenti dönüşün kolaylığını veya zorluğunu gösteren fiziksel miktardır. Bir tahtanın kütle çekim merkezine temel oluşturulan üç koordinasyon vardır. Genişlik yönü x eksenini, uzunluk yönü y eksenini, ve kalınlık yönü z eksenini oluşturur. Bu üç eksen de kendi içinde eylemsizlik

momentine sahiptir; üstünlük derecesi bakımından z eksenini çevresindeki eylemsizlik momentini en büyüktür, onu x eksenini ve son olarak y eksenini izler.

Bunun önemi, eğer hareket halindeyse z eksenini etrafındaki dönüşün durdurulması zordur, ve eğer durağansa harekete geçmesi zordur; y eksenini ise hareketlendirilmesi ve durdurulması en kolay olanıdır.

Eylemsizlik momentinin en yüksek olduğu z eksenini etrafında döndürüldüğünde, havada dönüş hareketinin devam etmesini engelleyen herhangi bir bozukluk olursa, dönüş anında eylemsizlik momentinin en düşük olduğu y eksenine dönecektir. Bu nedenle, tahta bu engelin üstesinden gelmek için kıvrılmalıdır. Tahtanın kıvrılmasıyla, uzunluğu azaltılıp genişliği artırılır. Aynı zamanda genişlik yönünden hava direnci artırılır, böylece y eksenine dönmesi zorlaşır.

Tahtanın kütle çekim merkezinin değiştirilmesiyle alakalı başka bir ilginç nokta daha vardır. Eğer hilal şeklindeki bir tahta havaya atılırsa, tıpkı bir dönüt gibi merkezde bir girinti oluşur. Bu girinti üst ve alt yüzeydeki hava basıncını dengeler, böylece uçuşun dengesini artırır (Şekil 4.3). Bu nedenlerden dolayı bumerang hilal şeklinde kıvrılmıştır.



Şekil 4.3. Ataletin (inertia) üç momenti

Kural olarak iki özellik vardır. İlk etapta herhangi bir noktada transfer bölümü gösterir ki bir yüzeyin eğriliği diğerinden daha belirgindir, ikinci olarak bir yel değirmenin yada pervanenin bıçak ağzından sonra uygulamanın kolları bükülmüş olmalıdır. Burulma açısı rotasyonu temsil eden vektörün yönündeki bumerangın doğrusal hızını ayarlamak için eğilim gösterir (Walker, 1897).

Bumerang kendi etrafında dönen bir cisimdir. Yüksek dönüş hızıyla fırlatıldığında, kanatlar bir kaldırma kuvveti sağlar. Büyük bumeranglar av için kullanılır böylece hedefi vurduktan sonra yere düşerler. Küçük olanlar spor için kullanılır ve bunlar atıcıya doğru geri dönen bumeranglardır. Hızlı dönüşünden dolayı

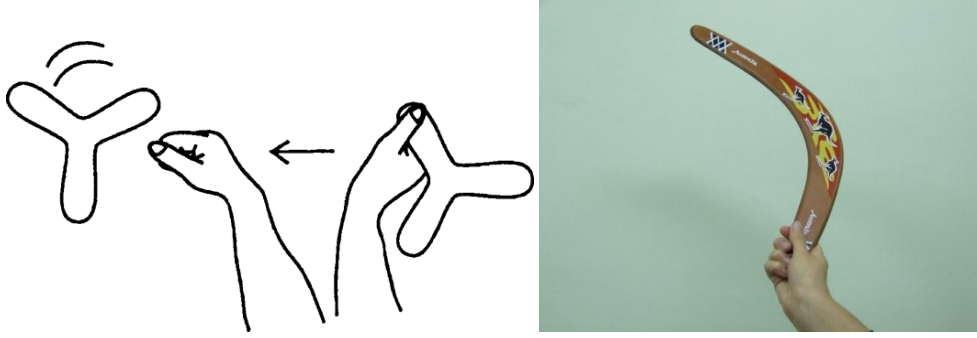
düz bir hattan çok kavisli bir hatta uçar. Doğru fırlatıldığı takdirde başlangıç noktasına geri döner (Hubbard ve Moore, 2003).

Bu geri dönüş yapan bumeranglar bir açıda birleşen 2 yada daha fazla kol veya kanatlardan oluşmaktadır. Her bir kanat aerofoil şeklindedir böylece hava kanatların birinden diğerine göre daha hızlı yol alır. Bu havadaki hız farkı, uzun kanatın ekseni boyunca olan sağ kanatta ki hava kesişimine sahip olan bir uçak gibi emme ve kaldırmayı sağlar. Bu kanatlar belirlenir böylece her bir kanatın yarattığı kaldırma diğerinin kalkmasını engeller, fakat tam açıda kaldırmanın, sürüklenmenin ve dönmenin baskısıyla değişen uçuş dengeye ulaşmayı sağlar. Basit koşullarda bu bumerangın bir kenarının diğer kenarından farklı olduğu anlamına gelir. Eğer her iki kanatta eşit olsaydı bumerang yine hızla dönerdi ama düz bir rotada uçuş sergilerdi. Bumerangın fırlatıldığı zaman fırlatıcıya geri dönmesini sağlayan şey cirooskopik yalpadır. Bu aynı zamanda yanlış fırlatıldığı zaman bumerangın havada düz bir uçuş yapmasını da sağlar. Uzun mesafe bumerangları haricinde yan kola yada Frisbee gibi fırlatılmaması gerek, daha ziyade hemen hemen düşey bir uçağın kanatlarındaki dönüşün uzun ekseniyle fırlatılır. Geri dönen bumerang doğru fırlatıldığı takdirde başarılı bir dönüş için doğru talimatları takip etmek önemlidir. Bazı bumeranglar, en üst yüzünde katları harekete geçiren kaldırışı arttıran çarpma ve çukurlara sahiptir. Seri tutuş bumerangları genelde 3 ya da daha fazla simetrik kanatlara sahiptir, bunun yanında uzun mesafeli bumeranglar en çok soru işaretine benzer şekliyle kullanılır. Havada kalış süreleri en uzun olan bumerangların bir kanatları çoğunlukla diğer kanattan daha uzundur. Bu özellik, dikkatle uygulanan, otomatik dönüşü sağlayan kanatlardaki eğimler ve kıvrımlar uçuştaki en yüksek noktadan alçalmasının havada en çok süre devam etmesini sağlar (Nishiyama, 2002).

4.2. Bumerang Niçin Uçar?

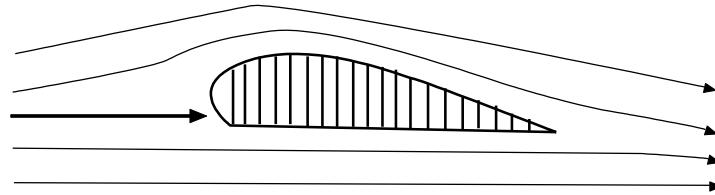
Bumerangın her iki yandaki baskısı farklıdır. Hız arttırıldığında baskı azalır ve bunun tersine olarak hız azaltıldığında baskı artar. Bumerang iki yandaki baskı farklılığından dolayı rastgele atılmaz (Şekil 4.4).

Bu kanatlar üzerindeki baskı farkının bumerangın bir yana doğru nasıl eğilmesine sebep olacağını gösterir. Bumerang, hızı bastırmak için bileğinizin hafif vuruşuyla fırlatıldığı gibi baskı farkı açılı hızın yön değişimine sebep olmaya başlayabilir ama çapında değil. Açılı hızın bumerangın yalpalamasını ve geriye dönmesini sağladığı görülür. Bu kanaat, düz bir açıda masanın bir yanından diğer yanına yuvarlanan paranın yalpalayışına benzer (Humble ve ark., 2006).



Şekil 4.4. Bumerangı fırlatma

Havanın hızını arttır, basıncı azaltır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Kanatın etrafındaki havanın dağılışı

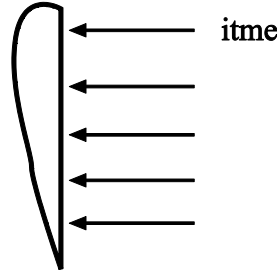
4.3. Bumerang Neden Geri Döner?

- 1- Bumerangın uçuş hareketini yöneten iki bilimsel prensip vardır. Birincisi aerodinamik kaldırma prensibi diğeri gayrospik etki(eksen sapması)

- 2- Bumerangın kolları bir uçağın alt ve üst kısımları gibi dizayn edilmiştir. Bazen uçlardaki kolların altındaki kısım o kolun yukarı kalkmasını etkiler bu yüzden kanatlar uçan kanada benzer. Pervaneli uçağın kanadı gibidir.
- 3- Fırlatıldığında bumerang yatay şekilde spin atarsa direk yukarı tırmanır ve düşer. Bumerang dikey düzlemde hareketin başlangıçtaki yönünü içeren önemli dönüşleri sağlamak için yatay olarak fırlatılır. Dönme düzlemi yavaş yavaş sağa doğru spini temsil eden vektör de hafifçe yukarıya doğru yönelmeye başlar ve izlediği yörüngede da sola doğru eğilir. Yuvarlak çizmez.
- 4- Bumerangın daire çizmesi için dikey bir rotada fırlatılması gerekir. Bu yapıldığında ileriki hareketlerde yükseklik kazanılır. Dönen kollar yataydır veya ters yüz değildir. Yükselmenin yönü ise kolların düzey çizgisinin uzağındadır.

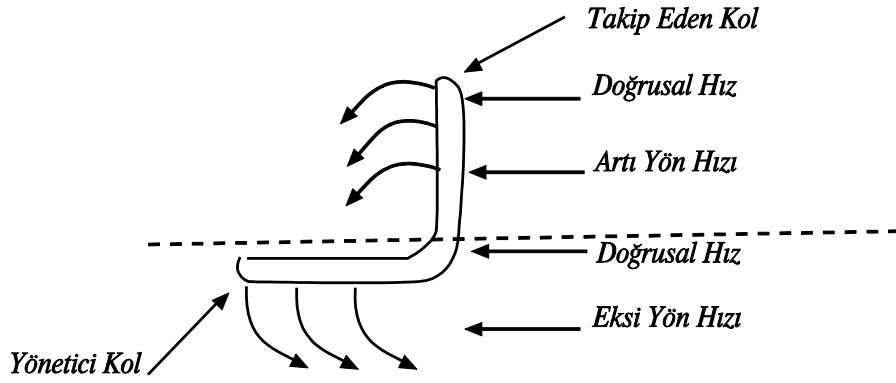
Bu şartlar gösterir ki bumerangların saat yönünde ve saatin tersi yönünde hareketler elde etmek olasıdır. Fakat dönme ve fırlatma ileri doğru olduğu için bumeranglar düz yüzleri sürekli fırlatıcının dış tarafında olmalıdır. Ergonomik açıdan sağ elle kullanılan ve sol elle kullanılan bumeranglar vardır.

Bumerang yere dikey veya dikeye yakın fırlatıldığında kolları düz kısımlarından yatay olan sol koldur (Şekil 4.6).



Şekil 4.6. İtmenin sol koldaki etkisi

Bumeranglar aynı zamanda spin attıkları için bir kol yukarıda olduğunda bir sonraki hareket ve spin hareketi aynı yönedir.

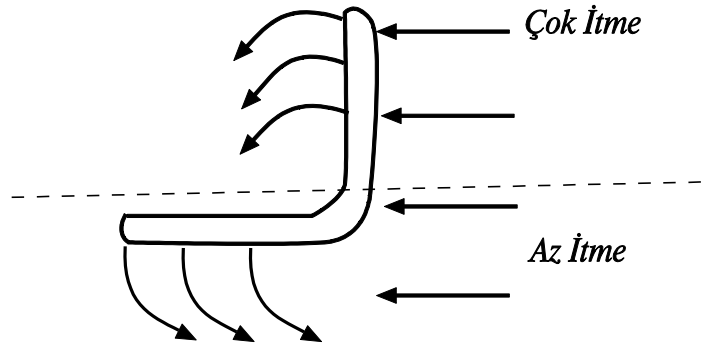


Şekil 4.7. Artı ve eksi yön

Kol altta olduğunda dönme hareketi attığımız yönün tersine olur. Buna göre kollardan biri diğerini iter. Burada kollarla ilgili bir durumumuz var. Kol yukarda(üstte) olduğundan esasen kol altta olduğu duruma göre daha hızlı hareket eder (Şekil 4.7).

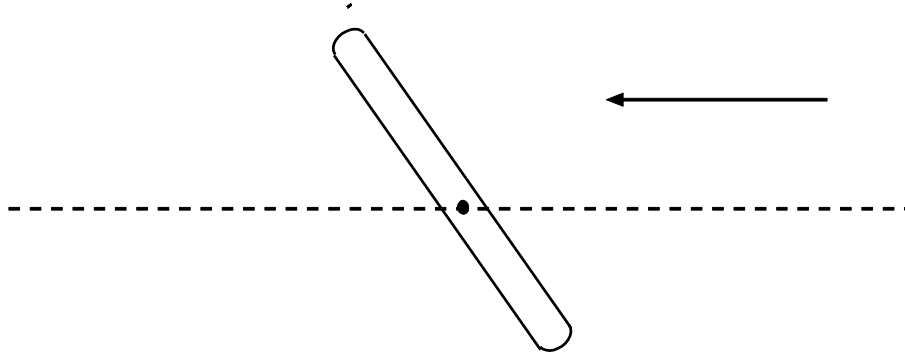
Aerodinamik itme prensibi hangi kol daha hızlı hareket ederse onunla ilişkilidir. Hızlı hareket eden kol yavaş hareket eden kola göre daha çok iter.

Bu durumda üst tarafta hareket eden kanat alt tarafta hareket eden kanattan daha hızlıdır. Bu yüzden üst taraftaki alttakinden daha hızlıdır. Alt taraftakinden daha çok hava iter (Şekil 4.9).



Şekil 4.8. Az ve çok itme

Görüldüğü gibi bumerang dikey atılırsa üst taraftaki alttaki kola göre daha çok eğilir (Şekil 4.9). Fakat bu gayrostik etki yarattığı için olmaz.

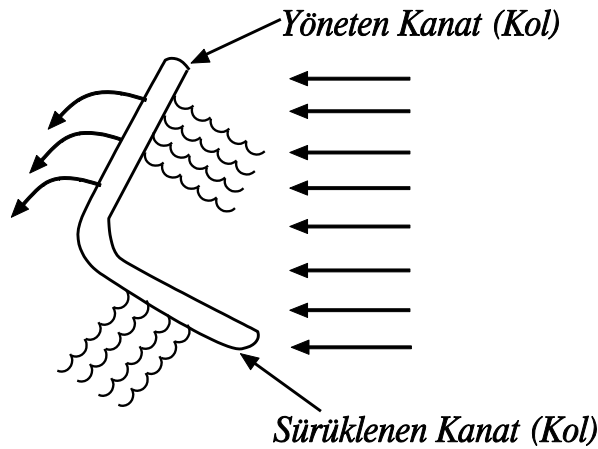


Şekil 4.9. Atışın eğilmeye etkisi

Bumerangın fırlatıldığında hareketleri göz alıcıdır. Bumerang aşağı dönüşte iner. Üst tarafın alta gelmesi için bumerang dönüşte aşağı doğru yatar. Buna neden olan iki teori vardır.

Birincisi aşağı yatmasının sebebi asimetrik özeliğindedir. Bu yüzden asimetrik itme gücü gelişmiştir. Bir kol ileri doğru hareket ederken diğer kol spin atar.

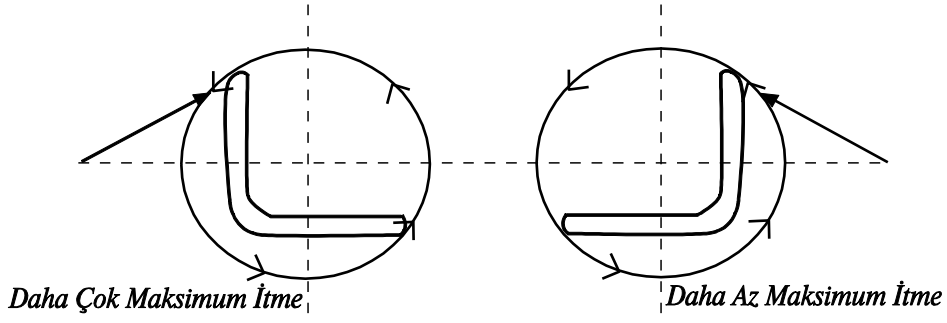
Bu teori bumerang havada hareket ettiği ve spin attığı için havada hareket eden kanat hava akışının düzgün olduğu tarafa doğru döner (Şekil 4.10).



Şekil 4.10. Yöneten ve sürüklenen kanat

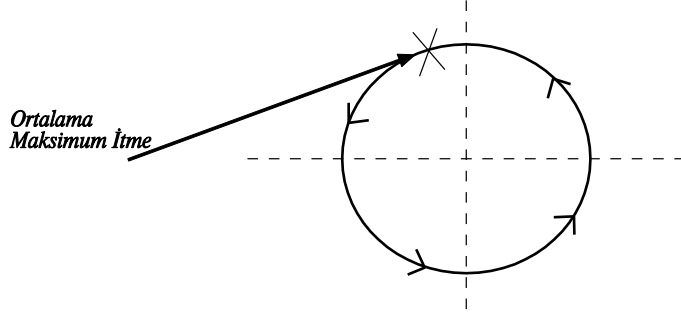
Sürüklenen kanat yöneten kanatın hareketiyle karışan hava akımına doğru hareket eder. Bu yüzden sürüklenen kanat yöneten kanat kadar asla itmez.

Her iki kanatta üstte olurlarsa maksimum itme gücüne sahiptirler. Fakat yöneten kanat bu noktada sürüklenen kanattan daha çok itme gücüne sahiptir (Şekil 4.11).



Şekil 4.11. İtme Güçleri

Bu yüzden birleştirilmiş maksimum itme bir dereceye kadar bumerangın üst kısmının bir hareketidir. Çünkü yöneten kanat takip edilen kanattan daha çok iter (Şekil 4.12).

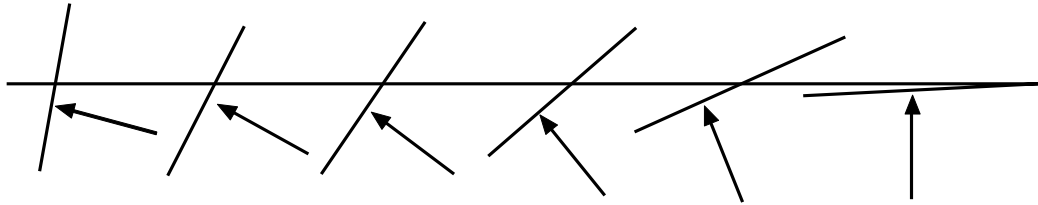


Şekil 4.12. Ortalama maksimum itme

2- Bu sıranın etkisi dönüş yönünde az önce bahsedildiği gibi değildir. Bu kimi zaman yanlara doğru, kimi zaman da yukarı doğru olur.

Asimetrik itme yöneten kanadın takip eden kanada daha çok baskı yapmasıyla oluşur. Bu hareket yörüngenin dikey noktasının ortalama ileri itme hareketinin merkezini oluşturur. Bu bir kez olduğunda etkileri de bunun gibi olur.

Her iki teoride aynı sonuçları destekler. Bumerang döner ve sonuç olarak aşağı doğru alçalır (Şekil 4.13). Her iki teoride uygulanabilir (Mauro, 1985).



Şekil 4.13. Bumerangın aşağı inişi

4.3.1. Tek Başına Kaldırma Kuvveti Bumerangın Geri Dönmesi İçin Yeterli Değildir?

Bumerang uçarak geri gelir. Başka bir deyişle, uçuşu ve geri gelmesi kilit parametrelerdir. İlk ve en önemli olan şey ise, bir bumerangın uçuşu için kaldırma gücü veya kaldırma kuvveti gereklidir.

Kaldırma gücü hava akışıyla sağlanır, bu da iki türlü olur. İlk kanadın kesit kısmının şekline bağlıdır, buna aerofoil cross-section denir. Uçak kanadının kesitinin şekli üst yüzeyin altında dış bükey ve alt yüzeyin ise altında yassı olduğunu gösterir. Böyle bir şeklin kanadı havada belli bir hızla hareket ederken, üst yüzeydeki hava akışı hafifçe deforme olur, oysa bu hava akımı düz ve sarsıntısız olarak alt yüzeyde ilerler. Deforme olan yüzeydeki mesafe daha uzun olduğundan, alt yüzeyden ilerleyen hava akımına oranla daha da artar. Hava hızının daha fazla olduğu yüzey, daha yavaş hızı olan tarafa oranla daha az hava basıncı ile karşılaşır; basınçtaki bu farklılık alt yüzeyden üst yüzeye doğru bir itişe sebep olur. Bu itiş kaldırma kuvvetidir.

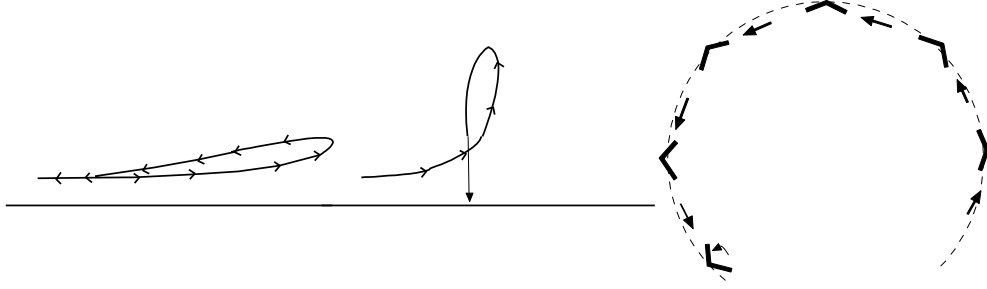
Bu durumda, kanadın kesitini üst yüzeyde bir dış bükeylik olduğunu göstermezse, kaldırma kuvvetinin olmadığını söylemek doğru olacak mıdır? Durum bu değildir. Selüloit bir levhanın havaya fırlatıldığında da görüleceği gibi düz plastik bir levhada bile kaldırma kuvveti oluşur. İkincisi, kaldırma kuvveti burada mevcut rüzgara karşı belirli bir hamle açısıyla oluşmuştur. Hamle açısı, kanadın kesit tabanı ile uçuş yönü, yani akım yönü, arasında oluşan açıdır. Bu açının 5 ile 10 derece arasında olması gereklidir (Nishiyama, 2002).

4.3.2. Bumerangların Sola Dönüşü

Bumerangı atarken önemli olan dikey olarak atmak ve bumeranga bir dönüş hızı kazandırmaktır. Bumerangı atarken ortaya çıkan başarısızlıkların %99 u bumerangın yatay atılmasından kaynaklanır. Eğer, atış yolu ve sağ elini kullanan bir insanın bumerangı attığındaki yörünge arasındaki ilişki gözlemlenirse, aşağıdaki 3 olayın meydana geleceği anlaşılır:

- 1- Dikey atış bumerangın sola dönmesiyle ve geri gelmesiyle sonuçlanır.

- 2- Yatay atış bumerangın dikey bir şekilde yükselmesi ve düz bir şekilde düşmesiyle sonuçlanır.
- 3- Dikey atış bumerangın yanlarının düşmesiyle ve sonunda yatay bir şekilde geri dönmesiyle sonuçlanır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Bumerangın atış noktasına geri dönüşü

Öncelikle bumerangın ön hareketi ile hız arasındaki ilişkiyi inceleyelim. Bumerangın fırlatıcıdan saatte 100 km hızla ileri gittiğini ve rotasyon el hızının saatte 20 km olduğunu düşünelim. Eğer iki kanat karşılaştırılırsa, yukarıdaki kanadın ilerleme hızı 100 km/saat iken rotasyon el hızı 20 km/saat tir ki bu da toplamada 120 km /saat yapar. Bununla beraber alttaki kanat bu dönüşün tam zıttı bir yönle karşı karşıya kalır ve böylece 100 km/saatlik ilerleme hızından 20 km/saatlik rotasyonel hız çıkarılır, geriye 80 km/saatlik bir hız kalır. Şimdi, ayrı ayrı hava hızları, biri 120 km/s iken diğeri 80 km/s olarak kalır ve arada 40 km/s lik bir fark vardır.

Hız etkisinde ki farklılık nedir? Kaldırma kuvvetinin derecesini etkiler. Kaldırma gücü, yüksek hızda yükselir ve sonuç olarak hız düşüşünde azalır/düşer. Kaldırma kuvvetinde ki bu farklılığa göre, tepe noktasına dönme gücü diğeri bir deyişle saat yönünün tersine döndüren güç için içine katılır. Bu rotasyon el güç dönme momenti (torque) olarak bilinir.

Bumerang saat yönünün tersine yönde hareket ettiği için fırlatıcı bumeranga baktığında sola doğru dönerek uç kenarının havalandığını farz eder. İlk bakışta ben de öyle düşünmüştüm. Fakat durum bu değil gerçek şudur ki tamamen umulmadık bir fenomen meydana gelmiştir. Dönme momentinin bumerangın dönüş eksenini için dönüş yüzeyinde saat yönünün tersine dönmesinde rolü vardır, ek bir kuvvette bumerangın kendi dönüş eksenini korumasına izin vermek için devreye girer. Bu eksen sapmasının kuvvetidir. Eksen sapması kuvveti bumerangın hem dönme ekseninin hem de dönme momenti eksenine dik uzanan üçüncü eksen olarak görev yapar. Böyle bir hareket eksen

sapması hareketi yada greskopik etki olarak bilinir. Eksen sapması kuvveti bumerangın sola dönme hareketine sebep olur ve bumerang ardışık olayların sonucunda geri döner.

Şimdi dikey atışın sol yöne dönmeye sebep olduğu anlaşıldı. O zaman neden yatay fırlatış dimdik yükselmeyle sonuçlanır. Bu da eksen sapması hareketine bağlıdır. Eğer başınızı yaklaşık 90 derecelik açıyla yana eğerseniz muhtemelen fenomenin aynı olduğunu fark ederseniz. Eğer biri bumerangın yatay olarak düz bir şekilde devam ettiğini varsayarsa sola dönüş yukarıya kalkış anlamına gelir. Bu da bumerangın yatay atışının hızlıca düşmeden önce dik yükselmesini açıklar (Nishiyama, 2002).

4.3.3. Yanlara Düşen Bumerang Olgusu

Düşey olarak fırlatılmış sol dönüş yapan bir bumerang yanlara doğru düşer ve en sonunda yatay pozisyonda geri döner. Neden yanlara düştüğünü anlamak için Alman fizikçi Felix Hess yarım ay şeklindeki bumeranglar ile çapraz şekilli bumerangları karşılaştırdı. Bumerang tarafından çevrilen kanatların aldığı kaldırma kuvvetinin dağılımının haritasını yapıp, yarım ay şeklindeki bumerangın yanlara düştüğünü gözlemledi. Bunun nedeninin merkezden farklı kanatların konumundan kaynaklandığını açıkladı.

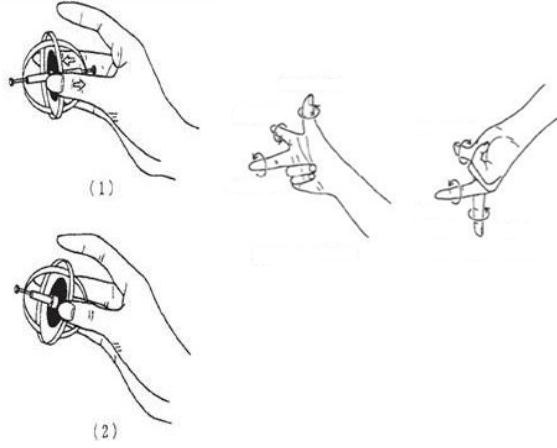
Bununla birlikte yanlara düşüşün çapraz şekilli bumeranglarda olmadığını fark etti. Amerikan fizikçi Jearl Walker iki kanada karşı havanın durumunu özetledi. İlk olarak bir kanat havanın gidişatını değiştirerek döndürülür, bundan hemen sonra diğer kanat döner. Kanatların kaldırma kuvvetine yol açan bu hareket ilk havayı aşip deler geçer.

Teori en uç ve en alttaki kanatların kaldırma kuvveti farkının bumerangın sola dönüşünü şekillendirdiğini ayrıca ön ve arkadaki kanatların arasındaki kaldırma kuvveti farkının yanlara düşmesinde etkili olduğunu söyler (Nishiyama, 2002).

Bir giro topu kullanılarak sola dönüş ve yanlara dönüş fenomenlerinin birlikte anlaşılması sağlanabilir. Giro topacını kuvvetlice kendi etrafında çevrilip sağ elin baş ve orta parmağını kullanarak topaç yavaşça tutulmalıdır ve başparmak sola, orta parmak sağa doğru kaydırılmalıdır. Böylece içteki tekerlek sola yatışın yönünü değiştirir. Bu bumerangın sola dönüşüdür. Aynı şekilde orta parmağınızı sola doğru, başparmağınızı

sağa doğru kaydırduğunuzda tekerlek dikey yöndeki pozisyonunu yatay pozisyona doğru değiştirmeye çalışır. Bu bumerangın yanlara düşüş fenomenidir.

Eksen hareketi hakkındaki bağlantıyı anlamak için sağ elinizin baş işaret ve orta parmağını birbirine dik gelecek şekilde ayarlanmalıdır. Eğer topacın yönü orta parmaksa kaldırma kuvveti farkındaki dönme momentumu işaret parmağıdır ve başparmak eksenini ifade eder. Böylelikle ön ve arkadaki kaldırma kuvveti farkının neden olduğu yanlara düşüş ve üst ve alttaki kaldırma kuvvetinin neden olduğu sola dönüşün Sağ El Kuralı tarafından teyit edildiği anlaşılır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Sağ el kuralı

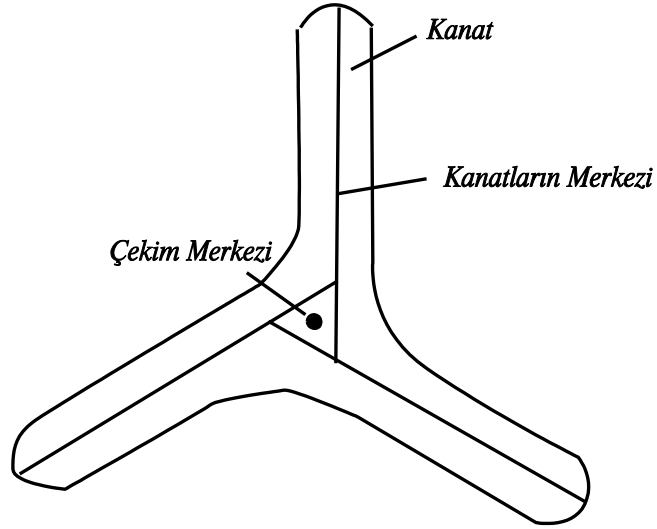
4.3.4. Arka Kanatlarıyla Bumerang Teorisi

En alt ve en üstteki kaldırma kuvveti farkı sola dönüş ve bumerangın geri dönüşünü etkiler oysa ön ve arkadaki kaldırma farkı yanlara düşüşe neden olur. Eğer ön ve arkadaki kaldırma kuvveti farkı çok olursa bumerang daha başlarda yatay pozisyonda düşer. Yatay pozisyondayken rüzgârdan kaldırma gücü gibi harekete geçiren büyük bir etki alır ve böylece havada yukarılarda uçmasına yardımcı olur.

Bu bir odanın içindekiyle aynıdır, eğer bir kâğıt bumerang havaya atılırsa öyle bir kaldırma kuvveti alır ki tavana vuracak kadar yükselir. Eğer tavana çarpmaması için daha küçük bir açıyla fırlatılırsa, dönüş yoluna varmadan düşer. Bu bize tavana çarpmadan tam olarak geri dönebilen bir bumerangın yapılabileceği fikrini verdi.

Bumerang kanadı ve ağırlık merkeziyle ilgili olarak ağırlık merkezinin önündekine ileriye süpüren arkasındakine geriye süpüren kanatlar diyebiliriz. Yarım ay

şeklindeyken kanatlardan biri ileri uçuran diğeri geriye uçuran kanatlar olarak şekillenir. Ön ve arka arasında kaldırma kuvveti farkının havayı ilk önce kesen ileriye süpüren kanadı olumlu yönde etkilediği çalıştırıldığı bilinmektedir. Üç kanatlı bumerang gözlemlenerek bütün kanatların ileriye dönük veya bütün kanatların geriye dönük olarak yapılmasının mümkün olduğu bulunmuştur. İkinci durum vuku bulduğunda ön ve arka arasındaki kaldırma kuvveti farkı negatif yönlerde çalışır. Kaldırma kuvveti dikey durumundaki bumerangı şekillendiremez ve bumerang yörüngesinin yüksekliğini koruyarak tam olarak döner (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Üç kanatlı bumerang

5. BUMERANG HAREKETİNİN KİNEMATİK AÇIDAN İNCELENMESİ

Bu bölümde, Bölüm 4' te temel özellikleri verilen bumerang kinematik açıdan yorumlanacaktır. Bölüm 3 ve Bölüm 4'te verilen bilgiler eşliğinde bir bumerang uç noktalarıyla ele alınırsa, bumerang AB doğru parçasıyla temsil edilebilir.



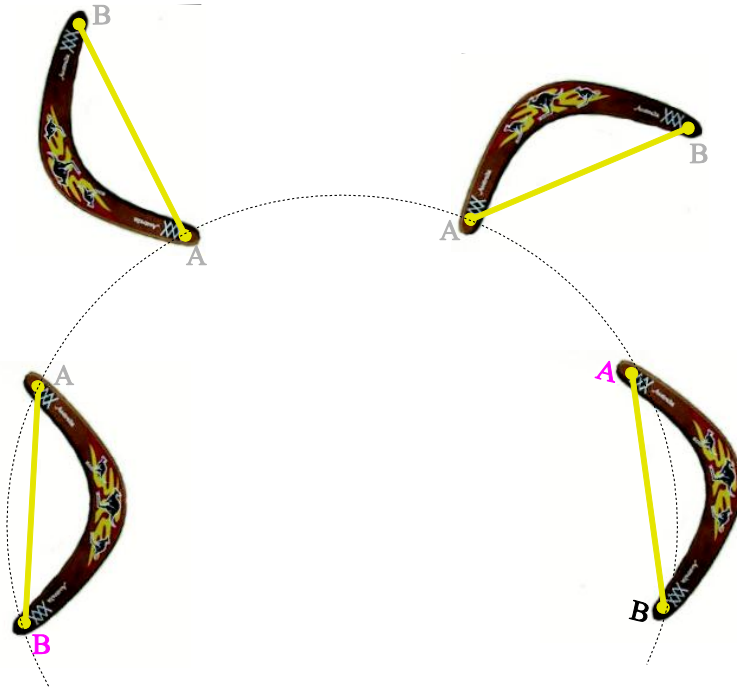
Şekil 5.1. Bumerang



Şekil 5.2. Hareket olarak bumerangla eş değer olan doğru parçası

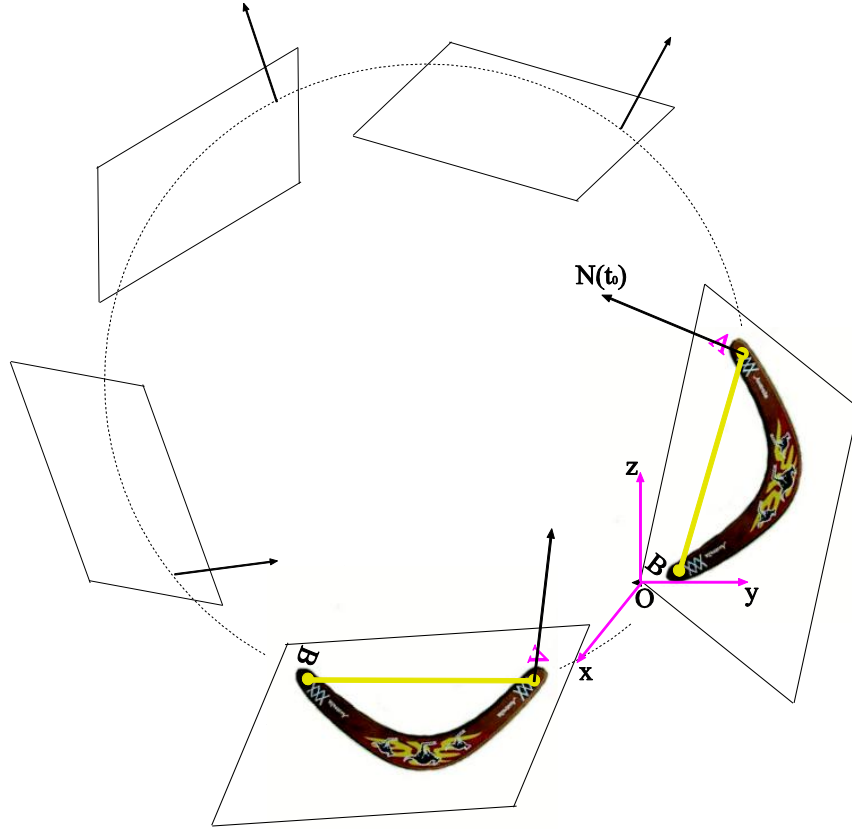
Şekil 5.1. deki bumerang Şekil 5.2. deki doğru parçasıyla karakterize edilebilir.

Böyle ele alma ile Şekil 5.1. deki bumerangın sahip olduğu aerodinamik özellikleri bir kenara bırakılarak AB doğru parçasının hareketinin kinematik olarak irdelenmesine yol açar.



Şekil 5.3. Kapalı uzay eğrisi boyunca bumerang hareketinin bir adımı

Bumerang hareketi böyle ele alınca kinematik olarak şu hareket formatına sahip olur. Bumerang fırlatıldığı anda A dan tutularak sağ elle fırlatıldığında, diğer uç nokta olan B noktasının çizdiği yörünge eğrisinin, A nın çizdiği yörünge eğrisi ile arakesitine kadar devam eden birinci etap hareket, iki eğri kesiştiğinde A ve B nin rolleri değişerek, sanki o anda B den tutup fırlatma başlamış gibi ikinci etaba başlar. Bu hareket algoritması, fırlatmanın kurallara uygun olarak yapıldığı zaman, A noktasının başlangıç noktasına gelmesi ile son bulur (Şekil 5.3).



Şekil 5.4. Bumerangın dönme düzlemleri

Bumerangın dönme eksenleri her t anındaki normal birim vektör olan $N(t)$ vektörleridir (Şekil 5.4).



Şekil 5.5. Bir t anında bumerang ve dönme düzlemi

$P(t)$, t anındaki pol noktası,
 $D(t)$, t anındaki dönme düzlemi,
 $N(t)$, t anındaki dönme eksenleri dönme düzleminin normali olmak üzere verilebilir
(Şekil 5.5).

$P(t)$ düzlemsel olmayan kapalı uzay eğrisi, son noktadaki $N(t_{\text{son}})$ // \vec{z} olacak şekilde seçilebilir (Şekil 5.6).

$\alpha: I \rightarrow R^3$ bir diferensiyellenebilir eğri olsun.

$$\frac{d\alpha}{dt} = \alpha'(t)$$

olarak tanımlı olan $\alpha'(t)$ fonksiyonu vektör değerli fonksiyondur ve $\alpha'(t)$ teğet vektör olarak bilinmektedir. \vec{t} ile gösterilir.

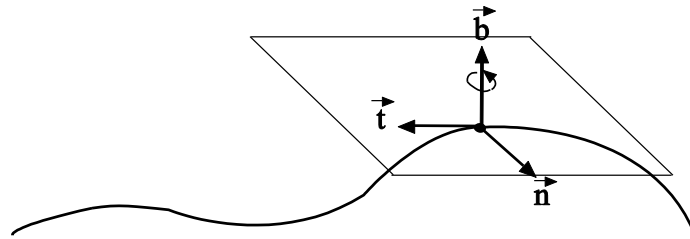
$\alpha''(s)$ vektörüne α eğrisinin $\alpha(s_0)$ noktasındaki eğrilik vektörü denir. $\frac{\alpha''(s)}{\|\alpha''(s)\|}$ birim vektörüne $\alpha(s)$ noktasındaki birim asli normal vektördür ve \vec{n} ile gösterilir.

$\alpha: I \rightarrow R^3$ eğrisine ait teğet ve normal vektörler $t(s)$ ve $n(s)$ olmak üzere, $s_0 \in I$ için,

$$\vec{b}(s_0) = \vec{t}(s_0) \times \vec{n}(s_0)$$

vektörüne $\alpha(s_0)$ noktasındaki binormal vektördür ve \vec{b} ile gösterilir. $\{\vec{t}, \vec{n}, \vec{b}\}$ üçlüsü Frenet üçlüsü veya Frenet elemanları olarak adlandırılır.

\vec{t} ve \vec{n} vektörlerinin gerdiği düzlem $P = \alpha(t_0)$ noktasındaki oskülatör düzlem olarak ifade edilir.



Şekil 5.6. Frenet elemanları

Dönme eksenini b vektörü olarak alınabilir. b vektörü t ve n ye dik olan vektördür. Yani b vektörü oskülatör düzlemin dönme eksenidir (Şekil 5.4). Frenet elemanlarıyla Bumerang hareketi izah edilebilir (Şekil 5.6).

Böylece fırlatılan bumerang iki noktası alınarak bir yörünge belirler ve kinematik açıdan açıklanabilir.

Bu hareketin noktaları $P(t)$ ile bellidir. $\vec{b} = N(t)$ bir dönme matrisi tanımlar. Bu matris

$\vec{b} = (b_1, b_2, b_3)$ olmak üzere

$$R(B) = \begin{bmatrix} b_1^2(1 - \cos\theta) + \cos\theta & b_1b_2(1 - \cos\theta) - b_3\sin\theta & b_1b_3(1 - \cos\theta) + b_2\sin\theta \\ b_1b_2(1 - \cos\theta) + b_3\sin\theta & b_2^2(1 - \cos\theta) + \cos\theta & b_2b_3(1 - \cos\theta) - b_1\sin\theta \\ b_1b_3(1 - \cos\theta) - b_2\sin\theta & b_2b_3(1 - \cos\theta) + b_1\sin\theta & b_3^2(1 - \cos\theta) + \cos\theta \end{bmatrix}$$

şeklindedir. A noktası $P(t)$ eğrisi üzerindeyken $R(B)(t)$ bir egridir. Birinci periyot sonunda $P(t)$ eğrisi ile $R(B)(t)$ eğrisi kesişir. Görevler yani pol noktaları değişir.

Böylece verilen bir $\gamma(t)$ kapalı katlı olmayan eğrisi boyunca hareket eden bir bumerang dizayn edilebilir.

Uzay eğrisi n adım sonra bitsin denirse,

$$\frac{l(\gamma(t)) - n(d(A, B))}{n}$$

adım uzunluğunu verir.

6. TARTIŞMA ve SONUÇ

Antropolojik ve fiziksel açıdan önemli bir enstrüman olan bumerang, son yıllarda diğer bilim dallarında da kullanılır olmuştur. Özellikle başlangıç noktasına geri dönüyor olmanın yarattığı felsefenin etkisiyle, ekonomi ve yönetim birimlerinde geniş bir kullanım alanına sahiptir.

Bumerang A, B uç noktalarını, uç noktası kabul eden bir doğru parçasıyla eşleştirilince, bumerangın yaptığı hareket AB doğru parçasının bir eğri boyunca hareketi gibi ele alınabilir ve bu ele alınmayla hareketin incelenmesi kinematik açıdan mümkün olur.

Kinematik açıdan ele alınınca $P(t)$ pol noktaları eğrisinin oskülatör düzlemleri hareketin dönme düzlemlerini ve eğrinin \vec{b} binormali de hareketin dönme eksenler ailesini verir.

Eğer $P(t)$ eğrisi kapalı katlı olmayan bir uzay eğri olarak verilirse, n . adımda dönen bir bumerang için uç nokta uzaklığı ve adım uzunluğu hesaplanabilir.

KAYNAKLAR

- Bottema, O., Roth, B., 1979. *Theoretical Kinematics*. North- Holland Publishing Company, Amsterdam. 557.
- Brickell, F., Clark, R.S., 1970. *Differentiable Manifolds*. Van Nostrand Reinhold Company, London. 289.
- Hacısalıhoğlu, H.H., 1982. *Lineer Cebir*. 4.Baskı. Gazi Üniversitesi, Ankara. 765.
- Hess, F., 2009. Boomerangs, aerodynamics and motion.
<http://dissertations.ub.rug.nl/faculties/science/1975/f.hess/?pLanguage=en&pFullItemRecord=ON>
- Hubbard, M., Moore, A., 2003. How to Make a Bumerang Return. *IX International Symposium on Computer Simulation in Biomechanics*, 34.
- Humble, S., Briarley, D., Mappouridou, C., Duncan, G., Turner, D., Handley, J., 2006. Maths circus: boomerangs. *Teaching Mathematics And Its Applications*, 25(3), 139-148.
- Hunt, H., Unspinning the bumerang.
<http://pass.maths.org.uk/issue7/features/bumerangs/index.html>. 12.10.2009.
- Mauro, J.B., 1985. **An Introduction to Bumerangs**. Smith & Flannery, Inc., USA. 30.
- McCarthy, J. M., 1990. *An Introduction to Theoretical Kinematics*. The MIT Press, Massachusetts. 130.
- Nishiyama, Y., 2002. The World of Bumerang. . *Bulletin of Science, Technology & Society*, 22(1), 13-20.
- Schilling, R. J., 1990. *Fundamentals of Robotics*. Prentice Hall, New Jersey. 425.
- Serway, R.A., 1990. **Physics for Scientists and Engineers**. Saunders College Publisling, USA, 624
- Walker, G. T., 1897. On Boomerangs. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Containing Papers of a Mathematical or Physical Character*, 190, 23-41.

EKLER

EK 1

Language	Year	Publication Title	Article Name	Issue	Pag es	Author
English	1837	Proceedings of the Royal Irish Academy	Motion of the Boomerang	Part II	145	Carrol, L.B.
English	1837	Proceedings of the Royal Irish Academy	Antiquity of the Kilie, or Boomerang	Part II	130	Ferguson, S.
English	1837	Proceedings of the Royal Irish Academy	Australian Instrument Called Kilie or Boomerang	Part I	73	Moore, J.S.
English	1838	Dublin University Magazine	The Boomerang and It's Vagaries		168 -	Anon.
English	1839	American Journal of Science	Some Notice of the Kilee or Boomerang, a Weapon Used By The Natives of Australia	V36		Fox, C.
English	1848	Mechanic's Magazine	For Improvement In Propelling Vessels	V44	547	Poole, M.; Mitchell, T.L.
English	1852	Philosophical Magazine	The Boomerang	4	79	Gray, J.E.
English	1859	Proceedings of the American Association for the Advancement of Science	On the Australian Weapon Called the Boomerang		45- 63	Lovering, J.
English	1872	Proceedings of the American Association for the Advancement of Science	On a Form of the Boomerang in Use Anmong the Mogul Pueblo Indians of North America	20	397 -	Parry, C. C.
English	1874	Journal of the Anthropological Institute	Contributions to the Ethnology of Egypt	4	223 -	Owen, Richard
English	1875	Nature	The Boomerang	V13	168	Higgins, H.H.
English	1876	Nature	The Boomerang	V14	248 -50	Howitt, A.W.
English	1877	Nature	The Boomerang	V15	312 -3	Howitt, A.W.
English	1877	Nature	The Boomerang	V15	510	Nichols, A.
English	1908	Scientific American Supplement	The Boomerang and How to Throw It	V65N1	401 695	Payne- Galloway,

			Boomerang Magic Really is Flying Bomb Science		42- 43	Onus, W.
English	1946	Talk I				
			Wooden Implements of The Aborigines	V20N7	17	Fenner, C.
English	1954	Walkabout				
English	1956	Sports Afield	Boomerangs			Brown, Pete
			How To Make A Boomerang		225 -8	Burroughs, J.
English	1956	Popular Science				
			The Mystery of the Boomerang	V65	242 -5	Cornish, Joseph J.
English	1956	Natural History				
			Mystery of the Boomerang		11- 14	Cornish, Joseph J.
English	1956	Science Digest				
					165	
		Build It Yourself Book For Boys	Boomerangs		- 171	
English	1956					
		True Hunting Yearbook	Killer Stick	N8	38- 39	Mannix, Daniel
English	1957					
		Australian Museum Magazine	The Boomerang	V13N1 1	343 -9	McCarthy, F.D.
English	1961					
		Flash, The		124		DC Comics
English	1961					
		Sports Afield	The Return of the Boomerang		58- 9	Moulder, B.
English	1962					
		Time Magazine	The Orbiteer - Up in the Air		71	
English	1962					
		Shell Aviation News	Boomerang	N285	7- 10	Smith, Frank
English	1962					
		Aeromodeller	Try A Simple Boomerang For Fun			Barrett, W.I.
English	1963					
		Walkabout	The Boomerang is Booming	V29	10- 13	Stivens, Dal
English	1963					
		We, The Aborigines			236 -9	Lockwood, Douglas
English	1963					
		Popular Mechanics	Boomerang: The stick That Returns		156 -8	Rudolph, D.
English	1964					
		Kid Colt Outlaw	The Fearsome Fat Man	V1 N117		Lee, Stan
English	1964					
		Flash, The		148		DC Comics
English	1965					
		Flash, The		155		DC Comics
English	1966					
		Boys Life	Make A Boomerang That Works		48	
English	1966					
		Tales To Astonish	Sub-Mariner and The Incredible Hulk	81		Marvel Comics
German	1966					
		Geheimnisvoller Bumerang			57	Urban, Willi
English	1966					
		Commonwealth Today	Boomerang; The First Guided Missles	N124	10	
English	1966					
		From Bicycles To Boomerangs	The Magic Boomerang		223 -	VanRoekel, Byron H. &

					253	Kluwe, Mary Jean
English	1968	Nature & Science	Not All Boomerangs Boomerang	V6N3	5-6	Butler, Harry
English	1968	New Scientist	The Flight of the Boomerang	V60	512	Hess, F.
					124	
English	1968	Scientific American	The Aerodynamics of Boomerangs	V219N 5	- 136	Hess, Felix
					356	
English	1968	Popular Mechanics do- it-yourself encyclopaedia	Build a boomerang		- 358	Rudolph, Sale
English	1971	The Last Whole Earth Catalog	Boomerangs		387	Ruhe, Ben P.
English	1972	Time Magazine	A Better Boomerang		53	Hawes, Lorin L.
English	1973	Antiquity	A Returning Boomerang From The Iron Age	V47	303 -6	Hess, Felix
English	1974	New Scientist	Many Happy Returns	V61(88 2)	186 -9	Musgrove, P.
English	1974	New Scientist	Boomerangs	V61	364	Lester, A. M.
English	1974	New Scientist	And The Frisbee?	V61	364	Maxwell, C.
English	1974	New Scientist	Boomerangs	V61	572	Wood, A.O.
English	1974	New Scientist	Frisbee Characteristics	V61	645 -6	Purshouse, M.
English	1974	The Boomerang Book			48	Hanson, M.J.
English	1975	Smithsonian	Phenomena, Comments & Notes; The Oldest Boomerang		22	
English	1975	American Journal of Physics	Project Boomerang	V43N9	770 -3	King, Allen L.
English	1977	National Geographic World	Boomerangs		16- 19	
French	1977	Science & Vie	Le Boomerang, un missele a voilure tournante			De La Taille, R.
English	1977	School Science Review	The Boomerang		428 - 437	Hanson, Michael J.
English	1978	Hang Gliding	Boomerangs!		16- 7	Hanson, Michael
English	1978	Yankee	Vermont's First Festival of Boomerangs	V42N8	126 -	Leavens, George
English	1979	Scientific American	Amateur Scientist:		132 162	Walker, J.

			Boomerangs		-72	
English	1979	Scientific American	Amateur Scientist: Boomerangs II		180 -9	Walker, J.
Bulgarian	1979	Mlad Konstruktor	About the Boomerang Again		28- 29	Dimanchev, Georgi
English	1979	Flash, The		V31N2 78		DC Comics
English	1979	Soldiers	Boomerang, Come Home		42- 43	Lacy, Warren S.
English	1980	Ford Times	Boomerang; The Thinking Man's Frisbee		42- 7	Maattala, Michael E.
English	1980	Games	The New Boom in Boomeranging		12- 14	Whitener, Michael
English	1980	Science & Mechanics	Comeback of the Boomerang/History. . .		60	
French	1981	AGPM	Le Boomerang	128	19- 23	Thomas. Jacques
English	1981	American Hunter, The	The Earliest Waterfowlers		30- 31	Alison, Robert M.
English	1981	USAir	Boomerangs Are Making A Return		39- 41	Kline, Rich
English	1981	Mother Earth News	The Beauty of the Boomerang	70	110 -11	Meyer, Kent
English	1981	Mother Earth News	The Boomerang Returns!	71	66- 67	Meyer, Kent
English	1981	Florida Sportsman	Search for Tomorrow, In the Past		30- 33	Cardozo, Yvette
Lettish	1982	Sparnai	Bumerangas		23	Dimanchev, Georgi D.
English	1982	Flash, The		V34N3 10		DC Comics
French	1982	Science & Vie	Boomerang: Toute L'Expication du Retour A L'Envoyeur	777	110 - 123	Thomas, Jacques
English	1983	Popular DIY	Make A Boomerang		57- 9	Hanson, Michael
English	1983	Marvel Universe	Official Handbook, The	V1N2	17	Marvel Comics
English	1983	School Shop	You Can't Throw This Project Away		26	Perrault, M. & Batcher, G.
English	1983	Science 83	Many Happy Returns		100 - 101	Robson, David
English	1983	New Scientist	Why Boomerangs Boomerang	V99N1 376	838 -43	Thomas, Jacques
German	1983	Stern	Der Grosse Wurf	44	108 -	Kunkel, Rolf

					120	
English	1983	3-2-1 Contact	The Return of the Boomerang		22-5	Marshall, William & Loretta
Swedish	1983	Bumerangboken - En Handbok för den nyfikne			36	Carenvall, Lasse
English	1984	School Arts	Boomerang Making	V83N5	22	Reitbauer, G.J.; Dwyer, Mary Ellen
English	1984	Fine Woodworking	Boomerang	N45	61-2	Gerhards, A.
English	1984	Fine Woodworking	Throwing the Boomerang	N45	63	Huening, John
English	1984	Ohio	Swoosh		24-7	Calderazzo, John
English	1984	Smithsonian	Boom in 'rangs launches old toy into new orbit		118 -	Hall, Stephen S.
English	1984	Sports Illustrated	Sideline (Boomerang Challenge Cup II)		6-7	Segell, Michael
English	1984	Mathematical Spectrum	The Physics of Boomerangs	V17N2	48-57	Reid, Robert J. O.
English	1985	Us	Boomerang Ben Ruhe Comes Back		13	Meyers, Kate
English	1985	Aeromodeller	Boomerang!		196-9	Hanson, Michael
English	1985	American Journal of Physics	Straight Boomerang of Balsa-wood and it's Physics	V53N6	524-7	Vos, Henk
English	1985	Life	Crowning Achievement	V8N9	61	Ernoul, Alain
English	1986	Turbine Blade, The	Ted's Boomerang Doesn't Always Come Back	V8N2	8	Coughtrie, Mary
English	1986	Reader's Digest (Canadian)	Comeback of the Boomerang	V129	108	Hall, S.S.
English	1986	Juggler's World	Flying Boards Travel East With Dai Shucheng		14	
English	1986	Sports Illustrated	Scorecard		11	Sullivan, Robert
English	1986	Aviation Week & Space Technology	"L"-Wing Aircraft		86	Stroud, Daniel
English	1987	Friends (Chevrolet)	King of the Wind		46	Calderazzo, John
English	1987	Suicide Squad		2		DC Comics

English	1987	Walkabout	The New Yorker		23-24	Blevins, Naomi
English	1987	Woodworker	Happy Returns			
English	1987	Nature	Return of the Euro-boomerang	V329	388	Bahn, P.G.
English	1987	Nature	Upper Paleolithic Boomerang Made of a Mammoth Tusk in South Poland	V329	436-8	Valde-Nowak, P.; Nadachowski, A.; Woban, M.
English	1987	Science News	Prehistoric Tusk: Early Boomerang?	V132	215	Bower, B.
English	1987	Australian Geographic	Boomerangs	N8	60-71	Mann, P.
English	1987	National Geographic World	Boomerangs; You Can't Throw Them Away	147	12-15	
English	1987	Suicide Squad		8		DC Comics
English	1987	American Ethnologist	The Objects of Anthropology	14(3)	552-559	Bean, S.
English	1987	Nature	Returns on Boomerangs	V330	525	James, B.
Polish	1987	Acta Archaeologica Carpathica	Palaolithische Fundstellen in Oblazowa-Hohle	V26	6-35	Valde-Nowak, Pawel
English	1987	American Journal of Physics	Straight Boomerang of Balsa Wood and its Physics	53	524-527	Voss, H.
English	1988	Boys Life	Pee Wee Harris		40	Cartoon
English	1988	Suicide Squad		9		DC Comics
English	1988	Quest (General Motors)	Ambassador of Boomerangs		10	Calderazzo, John
English	1988	CAD Interface	Drafix and Outback Boomerangs		8-10	Lowe, Melissa
English	1988	Outside	Parting Shot		136	Ernault, Alain
English	1988	Cooper Point Journal	The Team Gel Diaries	V9N27	10-11	Girvin, Michael
English	1988	Sports Illustrated	Take That	V68	14	Wult, Steve
English	1988	Yankee	Boomerangs Bring Happy Returns	V52N6	110-111	Fulweiler, Megan
English	1988	Gunnison Country	Jim Mayfield Boomerangs		20-22	Stigall, Mary
Africaner	1989	Springbok	Die "Zoeloerang" Het Teruggekom!		69-73	Royal, Shirley
English	1988	Arts & Antiques	Taking Aim in the		75-	Ruhe,

			Outback		77	Benjamin
					134	
English	1994	Knife & Tomahawk Throwing	The Other Throwing Instruments		-	McEvoy, Harry K.
English	1995	Nature	Flight Into pre-History	V373	562	Bahn, Paul G.
French	1995	Géo Plein Air	Boomerang!	August 1995	41-44	Lamarre, Mathieu
English	1995	World of Wood	Boomerangs offer novel project for Canadian member	December 1995	8	Brooks, Alan
English	1995	Discover	The killing stick.	V16N6	28	
English	1996	Popular Woodworking	Many Happy Returns	Jan 1996	31-32	Woods, Bruce
English	1996	Kids Discover	Boomerang fun.	V6N1	18	
Danish	1996	Komputer for Alle	Et tilbage endende fænomen	2/1996	60-63	Sterll, Bille
English	1997	Geo Australasia	From bent stick to boomerang.	V19N2	42	Oaten, Chris
English	1997	Geo Australasia	Shaping of a culture.	V19N2	48	
Japanese	1997	REC	Recreation Club Life	453	17-20	
English	1997	Family Life	Department of pesky questions.		30	Urstadt, Bryant
English	1997	ToyMaking	Take to the air, fly a boomerang	5	75-79	Hanson, Michael
English	1998	Ohio Magazine	BOUT Boomerangs (Book)	V20N9	14	Gleisser, Benjamin
English	1998	The Sciences	Return to Sender	V38N3	16-19	Drollette, Dan
English	1998	Aussie Post	Blazing Boomerangs		5-7	Deason, Denise
English	1998	Christian Science Monitor	Make your own cardboard three-blader.	V90N1	70	17
English	1998	Over the Back Fence	John Gorski: A New Kind of Boomer	V1N1	18-20	Halls, Kelly Milner
English	1998	Sports Illustrated	Faces In The Crowd (David Schummy)		23	Anonymous
English	2000	National Geographic World	Boomerangs; The Secret Behind This Ancient Australian Weapon	N300	15-17, 31	Ahmed, Famin
German	2000	WeiteWelt	War einmal ein Bumerang		10-11	Anon
French	2000	L'Atelier Bois	Un boomerang	57	16-20	D'Ignazio, Serge

EK 2

Yıl	P Sayısı	Ad	
1950	158,936	Crowder	Boomerang Design Patent
1953	169,558	Nagler	Boomerang Design Patent
1965	201,625	Marler	Boomerang Design Patent
1971	220,272	Triplett	Boomerang Design Patent
1971	221,967	Sheard	Boomerang Design Patent
1976	239,403	Jarvis	Boomerang Design Patent
1976	241,361	Crew, Richard P.	Boomerang Design Patent
1976	241,565	Molensar	Boomerang Design Patent
1977	243,029	Crew, Richard P.	Boomerang Design Patent with Ginger Bread Man shape, similar to 322,642..
1980	256,815	Flemming, Stephen J.	Boomerang Design Patent for 4 bladed cross stick with catch rod on spin axis.
1982	266,683	Zobkiw, Alexander N.	Boomerang Design Patent for 2 blader with external stress ring.
1985	280,220	Blight, Marshall R.	Boomerang Design Patent for 4 blader with central hole and external ring.
1986	283,143	Ruhf, Peter R.; Smirne, Frank S.	Boomerang Design Patent for plastic Omega with camber.
1986	285,461	Adler, Alan J.	Boomerang Design Patent for tri-blader Wham-O by Alan Adler.
1986	285,812	Green. Alfred J.	Boomerang Design Patent - Illuminated 2 bladed boomerang.
1986	287,517	Larson, Michael K.	Boomerang Design Patent for odd four blader with large central hole.
1987	290,030	Darnell, Eric	Boomerang Design Patent for Pro-Fly.
1987	290,276	Staff, Rutger G.	Boomerang Design Patent for Swedish "Thors Hammer".
1990	309,925	Hunt J.	Boomerang Design Patent for 5 blader Bee-Bop marketed by Turner Toys of Kansas City.
1990	311,037	Parks, Larry R.	Boomerang Design Patent. Ornamental keyhole omega design by Larry Parks.
1990	312,480	Darnell, Eric	Boomerang Design Patent - Fun-Fly or Tri-Fly
1991	322,642	Crew, Richard P.	Boomerang Design Patent for a ornamental boomerang shaped like a ginger bread man. Similar to D243,029.
1993	340,480	Cummings, Rodney A.	Boomerang Design Patent: Indoor Boomerang - 4 blader, like a "Roomerang".
98	389,878	Tylor, Joseph C.	Boomerang Design Patent: Indoor tri-blader Boomerang
1892	477,748	Emerson, Charles H.	Boomerang (for boomerang gun launcher of 477,747)

1892	482,852	Stevens, Calvin Gay	Boomerang, Hollow & Musical
1893	510,290	Renear, Charles W.	Boomerang for Launcher, Aluminum material
1893	510,936	Renear, Charles W.	Catapult for Propelling Boomerangs
1895	532,233	Faxon, P. G.	Strip Laminated MTA with Weights
1899	636,148	Kenyon	
1902	692,608	Bristow, Samuel	Brist four and three bladed designs.
1902	693,328	Morgan	
1905	792,006	Dawes, Clarence L. & Edwin. M.	Boomerang Gun
1907	849,168	Smith, George E. & Brinsmade, Daniel E.	Boomerang Thrower
1907	862,094	Morton, Governor W.	Aerial Toy
	880,633		
1908	906,206	Dawes, Clarence L. & Edwin. M.	Boomerang
1909	925,445	Bartlett, Alfred James	Boomerang
1909	930,711	Wohlmeyer, Robert	Game Device - boomerang launcher
1912	1,040,702	Lee, George H.	Toy Boomerang
1917	1,222,996	Rhodes	
1916	1,228,147	Tantlinger, Lawton	Toy Boomerang Launcher
1917	1,245,279	Shrum, William H. V.	Fish Boomerang
1919	1,333,945	Sultzer, Morton B.	Toy Pistol Boomerang Launcher
1921	1,368,176	McMillan, Alexander	Flying Target
1921	1,373,371	Vierling et al	
1921	1,379,403	Green	
1919	1,399,537	Bayliss, Jerome Z.	Toy - Boomerang Pistol Launcher
1923	1,457,764	Carl A. Anderson	Boomerang Thrower
	1,488,687		
1925	1,547,558	Browne, Gerald Macleay	Boomerang
1925	1,561,715	Gregory, Charles Richard	Toy Boomerang - Launching Device
1928	1,671,225	Carlson	
1930	1,759,471	Tantlinger, Don V.	Boomerang Throwing Device
1930	1,775,252	Pennick	
1931	1,802,386	Kline	
1931	1,826,905	Tantlinger, Don V.	Boomerang
1932	1,888,056	Verzillo, Jack; Yodice, Augustine	Four Blade Propeller - boomerang like in shape and form
1933	1,907,815	Hough	
1935	2,012,600	Fischer	
1935	2,012,750	Bennett	
1936	2,035,629	Wing, Russell T.	Boomerang - Helicopter Toy
1936	2,051,151	Northrup	
1939	2,244,342	Mahick, Gustave	Aerial Projectile Toy - a boomerang launcher
1942	2,269,287	Roberts	

1943	2,324,022	Prause, Robert H.	Polyrang - Offset Tri-blader with center hole
1944	2,361,988	Bonnifield, West B.	Folding Tri-bladed boomerang
1957	2,816,764	Gleason, Donald H.	Aerial Missile
1954	2,837,077	Frazelle, Jay B.	Whirling Flight Toy - Appears to be a cross stick boomerang and hand launching device
1958	2,838,310	Redka, Henry R.	Boomerang - clever two blader with weights on elastic bands that slide along arm to adjust center of mass.
1959	2,876,585	Zaic	
1959	2,885,206	Ensley	
1959	2,943,619	Dunbar, George W.	Toy Boomerang Projecting Gun
1959	2,969,609	Kowalski, Bronislaw P.	Aerial Toy - Propeller or Tri-blader design
1961	2,972,481	Shapiro, William J.	Rotating Airfoil Device - Appears to be some kind of cross-stick, but the word boomerang is not mentioned.
1961	2,972,833	Grutta or Shapiro	
1962	3,036,832	Ellman	
1963	3,082,572	Knox, William C.; Jr.	Aerial Toy - Ribbed Pinwheel boomerang
1963	3,092,359	Pohl	
1964	3,138,491	Rubio	
1965	3,210,883	Ulsh	
1965	3,220,142	Butterfield	
1966	3,251,109	Wilson	
1964	3,286,391	Mengeringhausen, Max	Construction Toy Having a Variable Angle Joint - appears to be a multi-blader elbow hub for snape in blades.
1966	3,353,295	Downey, John T.	Transversely Curved Aerial Toy With Weighted Nose - oddly shaped throwing device with incomplete description on abstract.
1967	3,359,678	Headrick, Edward E.	Flying Saucer - One of four Frisbee patents
1968	3,403,909	Cleveland, Charles H.	Toy Boomerang - Straight Stick with sliding third arm.
1968	3,403,910	Claycomb, Jack R.	Toy Boomerang - Triblader
1969	3,461,514	Morris	
1969	3,467,385	Liston, James F.	Boomerang - A multi-blader with soft blades and heavy tips.
1970	3,493,990	Winn	
1966	3,507,497	Gardner, Robert C.	Boomerang - Two two bladers attached at the elbow to form a pseudo-cross-stick.
1969	3,565,434	Liston, James F.	Boomerang with adjustable-pitch blades - A plastic tri-blader with a wire frame

			support.
1971	3,570,467	Belokin, Jr., P.	Bird Launcher
1971	3,594,945	Turney, H. R.	Flying Toy
1970	3,595,578	Burcenski, Michael J.	Boomerang Shaped Projectile And Rope Target Therefor
1971	3,596,854	Haney Jr., W. R.	Vortex Generator for Airfoil Structure
1972	3,643,296	Kahn, E. J.	Two Part Snap Fastener
1973	3,710,505	Linenfelser, Carl J.	Aerodynamic Toy - appears to be some kind of tumblestick device
1973	3,742,643	Keith, Charles David	Flying Device - appears to be a multi- blader with an outside ring
1973	3,765,122	English, R.	Flying Toy
1973	3,770,229	Sefluth, U. C.	Toy Airplane
1974	3,801,102	Lohr, R. J. et. al.	Safety Dart and Method for Manufacture
1974	3,814,431	Callahan, P. J.	Toy Plastic Boomerang
1975	3,860,203	Hyde, Thomas A.	Winged Device - Triblander boomerang
1975	3,881,729	Block, Milton L.; Goldberg, David D.; Douthit, Kenneth S.	Flying Toy - Four bladed boomerang
1976	3,955,017	Davis, James E.	Patent Reference Error
1976	3,955,817	Davis, James E.	Toy Boomerang with hub and 4 blades
1976	3,979,119	Cecchetti, Claudio	Game Board Structure
1977	4,045,029	Katzmark, Peter C.	Aerodynamic Orificed Disk
1977	4,063,382	McCallum, David F.	Throw Ring
1977	4,065,107	Von Horbek, Judd	Apparatus for Moving Fluids
1978	4,080,753	Hiner, William D.	Signal Generating Flying Saucer with Thin Central Vibratile Portion
1978	4,104,822	Rodgers, Henry Wendell	Rotating Circular Airfoil
1978	4,114,885	Morrow, Larry N.	Throwing Disc
1979	4,134,229	Lehman, James A.	Illuminated Flying Sucer Toy
1979	4,135,324	Miller, Ronald L.	Illuminated Disc Airfoil Toy
1979	4,157,632	Everett, Robert A.	Aerial Toy - Flying Disk
1980	4,196,540	Hembree, Charles B.	Aerodynamic Toy - Flying Disk
1980	4,203,249	Böhm, Hans-Peter	Flying Saucer or Throwing Disc used in a game.
1980	4,216,962	Flemming, Steven J.	Boomerang - plastic cross stick with center post
1980	4,222,573	Adler, Alan J.	Multi-bladed Boomerang
1980	4,238,906	Bradford, Joseph, Sr.	Boomerang Flying Toy - two bladed boomerang with bulbous tips
1981	4,246,721	Bowers, Louis	Aerial Toy - Throwing Cylinder.
1981	4,248,007	Gamburd, Samuel	Toss Type Flying Toy
1981	4,284,278	Bradford, Joseph	Three Bladed Boomerang
1981	4,307,535	Martin, Lucian D.	Aerodynamic Device
1982	4,337,950	Gidge, Kenneth N.	Circular Boomerang

1982	4,345,401	Brzack, Jeffrey A.	Glider
1983	4,372,281	Fiorani, Franco	Toy Pistol Boomerang Launcher
1983	4,421,320	Robson, David P.	Multi-Armed Boomerang
1984	4,452,461	O'Brien, Mark J.	Cross Stick Boomerang - MTA climb and hover device
1984	4,456,265	Adler, Alan J.	Gliding Ring
1984	4,479,655	Adler, Alan J.	Tri-blader Boomerang
1985	4,491,327	Morris, Leycester W.	Game with Throwing Piece.
1985	4,506,894	Laux, Keith R.; Getgey, William F.	Aerial Toy - Ringed 4-bladed boomerang
1985	4,531,323	Henning, Peter J.	Toy Glider System
1985	4,541,637	Atkielski, John	Foam Boomerang - two blader with twist
1985	4,560,358	Adler, Alan J.	Gliding Ring - Aerobie
1986	4,591,164	Blight, Marshall R.	Multi-bladed Boomerang
1986	4,604,985	Kulgevich, Alexander	Boomerang Launcher - small pistol device
1987	4,708,682	Schentrup, Lawrence M.	Boomerang Helicopter Toy
1988	4,722,532	Harris, William J.	Mass produces straight boomerang with consistent flight characteristics
1988	4,772,030	Hunt, J. Turner	Multi-bladed Boomerang for Turner Toy Co.
1989	4,817,961	Stone, Myron	Flying Toy with return-flight flying pattern
1989	4,856,793	Hannifin, Matt B.	Continuous Sound Making Boomerang
1990	4,934,713	Hunter, Bruce A.	Boomerang in the shape of a ring
1990	4,946,173	Schlegel, Jörg-Frieder	Throwing Ring Boomerang
1991	5,045,011	Lovik, Craig J.	Flying Balloon Toy
1993	5,199,717	Jensen, John R. & Wimmer, Harold C.	Light Weight Boomerang Toy
1993	5,254,077	Nottingham, John R., Spirk, Jr., John	Tethered Ring Shaped Toy
1996	5,490,678	Darnell, Eric	Ambidextrous Boomerang
1997	5,615,892	Miller, William J.	Boomerang With Consistently Accurate Flight and Return Capabilities
1998	5,816,879	Kyame, Joseph J.	Flingable Flying Disc Toy with a Central Opening with Inwardly Directed Vanes
2000	428,450	Oharah, James D.	Design patent for the classic Omega shape - same as Janetzki Admiral Hat.

ÖZ GEÇMİŞ

1979 yılında Balıkesir ilinde doğdu. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Matematik Bölümü'nden 2001 yılında mezun oldu. 2001 yılından beri öğretmenlik yapmaktadır. Evli ve bir çocuk babasıdır.