

LANCHESTER DOĞRUSALLIK KANUNU VE BİR PAZARLAMA UYGULAMASI

Kaan YARALIOĞLU^(*)

ÖZET

Bu çalışmada birebir mücadeleler için geliştirilen Lanchester' in Doğrusallık Kanunu incelenmiştir. Öncelikle formülasyon ve kullanılabilirlik koşulları tanımlanmış ve bir pazarlama uygulaması gerçekleştirilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Lanchester Theory, N² Kanunu, Doğrusallık Kanunu

1. Giriş

İster gerçek bir savaş alanında ister günümüzün yoğun rekabetçi ekonomik ortamında güçler savaşmakta ve karşılıklı güçlerin ortaya koyduğu stratejiler savaşın sonucunu ortaya koymaktadır. Savaşın kazanılmasında en az sayısal üstünlükler kadar savaş sırasında tarafların kullandıkları silahların etkinlikleri ve tarafların savaş yetenekleri de önemli rol oynamaktadır. Yenilen taraf ya da taraflar ister haklı ister haksız yok olur. Bu savaşın belki de en acı tarafıdır.

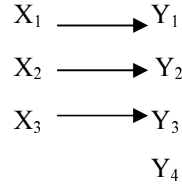
2. Lanchester Kanunları

F. W. Lanchester ilk uçak mühendislerinden biridir ve özellikle 1. Dünya Savaşı sırasında uçaklar üzerine çalışmaları ve kuramları Amerika' da Koopman ve Japonya' da Dr. Taoka öncülüğündeki bilim adamları tarafından Lanchester Stratejileri başlığı altında geliştirilmiş ve düzenlenmiştir. Genel olarak Lanchester Stratejileri, Lanchester' ın Doğrusallık Kanunu ve Lanchester' ın N² Kanunu olarak bölümlenmiştir.

Lanchester' ın Doğrusallık Kanunu, birebir çarpışmalar için geçerlidir. Diğer bir deyişle savaşan taraflardan birinin bir birim gücü diğer tarafın bir birim gücü ile karşı karşıya gelebilir. Örneğin taraflardan birinin güç sayısı x=3 diğerinin güç sayısı y=4 ise bu durumda tarafların güç oranı $\frac{1}{1}x3 : \frac{1}{1}x4 = \frac{3}{4}$ tür.

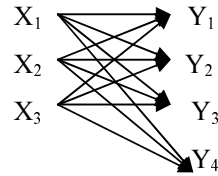
^(*) Yrd.Doç.Dr., D.E.Ü.İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü, Buca/İZMİR

Bu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 1: Birebir Çarpışma Durumu

Lanchester'ın N^2 Kanunu ise topyekün çarpışmalar için geçerlidir. Burada taraflardan birinin bir birim gücü diğer tarafın her birim gücü ile aynı anda savaşabilir. Bu durumda yukarıda verilen örneğe göre tarafların güç oranı $\frac{1}{4}x3 : \frac{1}{3}x4 = \frac{3^2}{4^2}$ olarak değişecektir. Bu aşağıdaki şekilde gösterilmiştir.



Şekil 2: Topyekün Çarpışma Durumu

Bu çalışmada Lanchester'ın Doğrusallık Kanunu incelenmiş, formülasyonu verilmiş ve oluşturulan bir örnek üzerinde bir pazarlama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Formülasyon için ağırlıklı olarak Dr. T. Onoda'nın "Lanchester Theory: Science to Win the Competition" isimli eserinden yararlanılmıştır.

3. Lanchester'ın Doğrusallık Kanunu

Lanchester'ın Doğrusallık Kanununa göre iki taraf arasında gerçekleşen bir savaşta (x ve y güçleri) tarafların hayatta kalan güç sayıları zamanın (t) bir fonksiyonudur ve belirli bir zaman aralığında hayatta kalan güç sayısı, karşı tarafın silah etkinliği ve çarpışma yetenekleri ile ters orantılıdır. x ve y güçlerinin silah etkinliği ve çarpışma yetenekleri sırasıyla b ve a ile gösterilirse formül (1) ve (2) elde edilebilir.

$$\frac{1}{1} \frac{dx}{dt} = -a \qquad \frac{dx}{dt} = -a \qquad (1)$$

yani

$$\frac{1}{1} \frac{dy}{dt} = -b \qquad \frac{dy}{dt} = -b \qquad (2)$$

Zaman her iki taraf içinde ortak değer olduğundan formül (1) ve (2) den

$$\frac{\frac{dy}{dt}}{\frac{dx}{dt}} = \frac{dy}{dx} = \frac{b}{a} = E \text{ elde edilebilir. Burada E tarafların silah etkinliği oranı ya}$$

da Değişim Oranı olarak adlandırılır. Bu eşitlikten her iki tarafın integralleri alınır

$$\frac{dy}{dx} = E \Rightarrow dy = E dx \Rightarrow \int dy = \int E dx$$

$$y + C_1 = E(x + C_2) \Rightarrow y = Ex + (EC_2 - C_1) \Rightarrow y = Ex + C$$

$\therefore C = y - Ex$ bulunur. Eşitliklerdeki C_1, C_2 ve C integral sabitleridir.

x_0 ve y_0 , çarpışmanın başlangıcında yani $t = 0$ anında tarafların güç sayılarını gösterdiği kabul edilirse bu durumda $C = y_0 - Ex_0$ ve

$y = Ex + y_0 - Ex_0 \Rightarrow Ex_0 - Ex = y_0 - y$ bulunur ve buradan da formül (3) elde edilir. Formül (3) Lanchester' ın Doğrusallık Kanunu olarak adlandırılır.

$$\therefore y_0 - y = E(x_0 - x) \qquad (3)$$

Formül (1) ve (2) Dönüşüm Oranı (E) baz alınarak yeniden düzenlendiğinde çarpışmanın herhangi bir anında hayatta kalan güç sayılarını ve çarpışmanın optimal süresini veren formüller elde edilebilir. Bunun için tarafların silah etkinliklerini veren sabitler toplamının K gibi bir sabite eşit olduğu varsayımı yapıldığında ($a + b = K$) formül (1) ve (2) aşağıdaki gibi

düzenlenebilir ($E = \frac{b}{a}$):

$$\frac{dx}{dt} = -a = -a \frac{K}{K} = \frac{-aK}{a+b} = \frac{-1}{1+\frac{b}{a}} K = \frac{-1}{1+E} K$$

$$\frac{dy}{dt} = -b = -b \frac{K}{K} = \frac{-bK}{a+b} = \frac{-\frac{b}{a}}{1+\frac{b}{a}} K = \frac{-E}{1+E} K$$

T savaşın herhangi bir anını göstermesi durumunda $Kt = T$ olacaktır.

T' nin t' ye göre türevi alınırsa, $\frac{dT}{dt} = K$ ve $dt = \frac{1}{K} dT$ elde edilebilir.

Buradan ise aşağıda verilen formül (4) ve (5) elde edilir:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{dx}{\frac{1}{K} dT} = K \frac{dx}{dT} \Rightarrow \frac{dx}{dT} = \frac{-1}{1+E} \quad (4)$$

$$\frac{dy}{dt} = \frac{dy}{\frac{1}{K} dT} = K \frac{dy}{dT} \Rightarrow \frac{dy}{dT} = \frac{-E}{1+E} \quad (5)$$

Formül (1) ve (2)' nin integralleri aşağıdaki gibi alındığında tarafların çarpışmanın herhangi bir anında hayatta kalan güç sayıları zamanın bir fonksiyonu olarak elde edilir.

$$\begin{cases} \frac{dx}{dt} = -a \\ \frac{dy}{dt} = -b \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} dx = -adt \\ dy = -bdt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \int dx = -a \int dt \\ \int dy = -b \int dt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x = -at + C_1 \\ y = -bt + C_2 \end{cases}$$

Burada C_1 integral sabiti x tarafının çarpışmanın başlangıcındaki güç sayısına ($C_1 = x_0$), C_2 integral sabiti y tarafının çarpışmanın başlangıcındaki güç sayısına ($C_2 = y_0$) eşittir. Bu varsayım altında ise formül (6) ve (7) elde edilir.

$$x = x_0 - at \quad (6)$$

$$y = y_0 - bt \quad (7)$$

Formül (6) ve (7), ($a + b = K$, $T = Kt$ ve $E = \frac{b}{a}$) kabullerine göre yeniden düzenlendiğinde,

$$\begin{cases} x = x_0 - \frac{1}{1+E}T \\ y = y_0 - \frac{E}{1+E}T \end{cases}$$

elde edilir.

$$\ominus -a = \frac{-1}{1+E}K \Rightarrow x = x_0 - \frac{1}{1+E}Kt$$

$$Kt = T \Rightarrow x = x_0 - \frac{1}{1+E}T$$

Çarpışma $t=0$ anında başlar x ya da y tarafının hayatta kalan güç sayısı 0 oluncaya kadar devam eder. Burada hayatta kalan güç sayısının 0 olması ilgili tarafın yenildiğini kabul etmesi anlamına gelmektedir. Diğer bir deyişle çarpışmanın bitiş anı formül (6) ve (7)' nin 0' a eşit olması anlamına gelmektedir. Buradan ise her iki taraf açısından da çarpışmanın bitiş anını veren formüller aşağıdaki gibi elde edilir:

$$\begin{cases} 0 = x_0 - at \\ 0 = y_0 - bt \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} at = x_0 \\ bt = y_0 \end{cases} \therefore \begin{cases} t = \frac{x_0}{a} \\ t = \frac{y_0}{b} \end{cases}$$

Bu iki t değerinin küçüğü t' nin üst limiti diğer bir deyişle çarpışmanın bitiş anıdır. Eğer $\frac{x_0}{a} \leq \frac{y_0}{b}$ ise t' nin aralığı formül (8)' deki gibi,

$$\frac{x_0}{a} \leq \frac{y_0}{b} \Rightarrow \frac{b}{a} \leq \frac{y_0}{x_0} \Rightarrow E \leq \frac{y_0}{x_0} \Rightarrow 0 \leq t \leq \frac{x_0}{a} \quad (8)$$

eğer $\frac{y_0}{b} \leq \frac{x_0}{a}$ ise t' nin aralığı formül (9)' daki gibi,

$$\frac{y_0}{b} \leq \frac{x_0}{a} \Rightarrow \frac{y_0}{x_0} \leq \frac{b}{a} \Rightarrow \frac{y_0}{x_0} \leq E \Rightarrow 0 \leq t \leq \frac{y_0}{b} \quad (9)$$

elde edilir.

4. Birebir Çarpışmada Kazanma Durumu

Bir çarpışmada taraflardan birinin kazanması, kendisine ait hayatta kalan güç sayısının 0' dan büyük olması ve karşı tarafın hayatta kalan güç sayısının 0' a düşmesi anlamına gelir. Burada daha önce de belirtildiği gibi karşı tarafın hayatta kalan güç sayısının 0' a düşmesi sadece tamamen yok edilmesi değil aynı zamanda çarpışmadan kaçması ya da teslim olması anlamındadır.

Lanchester' ın Doğrusallık Kanununa göre kazanma koşulları yukarıda anlatılanlara paralel olarak aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$y_0 - y = E(x_0 - x)$$

$$\downarrow \quad \quad \downarrow$$

$$0 \quad \quad +$$

$$y_0 = E(x_0 - x)$$

$$\therefore Ex = Ex_0 - y_0$$

Çünkü $E > 0$ ve $Ex > 0$ dir. Bu durumda kazanma koşulları formül (10) ve (11) deki gibi ifade edilebilir:

$$Ex_0 > y_0$$

$$x_0 > \frac{y_0}{E} \quad (10)$$

$$E > \frac{y_0}{x_0} \quad (11)$$

Formül (10)' da eğer $E=1$ yani tarafların silah etkinlikleri birbirine eşitse $x_0 > y_0$ olduğundan çarpışmayı x tarafı kazanacaktır. Diğer bir deyişle Lanchester' ın Doğrusallık Kanununa göre birebir çarpışmada taraflardan

birinin kazanabilmesi için ya güç sayısının ya da silah etkinliğinin üstün olması gerekmektedir.

5. Uygulama

Bu çalışmada Lanchester'ın Doğrusallık Kanunu pazarlamaya uygulanmıştır. Uygulama bir model çalışması olarak düşünülmüş olup, gerek adı geçen rekabet içindeki işletmeler gerekse tüm uygulama boyunca kullanılan rakamlar varsayım niteliği taşımaktadır.

Lanchester'ın Doğrusallık Kanununda kullanılan formülasyonda x ve y (hayatta kalan güç sayıları) sembolleri ilgili fonksiyonun bağımlı değişkenlerini, t sembolü zaman bağımsız değişkenini, buna karşılık a ve b (silah etkinlikleri) sembolleri ise sabitleri göstermektedir.

Çalışmada tasarlanan uygulamada ise x ve y değişkenleri A ve B firmalarının pazar payları, a ve b sabitleri firmaların pazarlama araçları olarak tasarlanmıştır. Diğer bir deyişle firmaların içinde buldukları pazarın koşulları gereği pazar paylarının, zamana karşı doğrusal bir ilişki içinde oldukları varsayılmıştır. Burada A firması, her iki firmanın da aynı anda pazara sunacağı yeni ürünün zaman bazında öngörülen reklam harcamalarını (reklam bütçesi) nasıl etkileyeceğini, buna karşılık oluşturacağı stratejileri nasıl belirlemesi gerektiğini Lanchester'ın Doğrusallık Kanununu kullanarak görmek istemektedir.

A firması kendisi ve rakibi ile ilgili notasyonu ve veri kümesini aşağıdaki gibi oluşturmuştur:

1. Varsayımlar:

A firması rakibi ile gireceği rekabeti Lanchester'ın Doğrusallık Kanununa uyarlarken aşağıdaki varsayımları kullanmıştır:

- a) Pazarda bir çok firma olmasına karşın A ve B firmaları lider firmalardır.
- b) A ve B firmalarının aynı anda pazara sunacakları ürün daha sonradan diğer firmalar tarafından da üretilebilir. Ancak bu durum belirli bir zaman alacağından iki firma arasındaki rekabet koşullarını ve sonucunu etkilemeyecektir.
- c) Analizde Lanchester'ın Doğrusallık Kanunu kullanılacaktır. Rekabette firmaların reklam bütçeleri belirleyicidir. Firmalardan birinin bir birimlik reklam bütçesi, diğerinin bir birimlik reklam bütçesini pasifize etmeye çalışır. Diğer bir deyişle reklam bütçesi açısından firmalardan birinin bir birimlik pozitif etki gücü diğer firmayı aynı oranda ancak

negatif yönde etkiler. Bu nedenle ilişkide doğrusallık yaklaşımı geçerli ve doğru kabul edilebilir.

- d) A firmasının modelde kullanacağı bağımsız değişken zaman (t), bağımlı değişken reklam bütçesi (x) ve sabit ise pazarlama araçlarının etkinliği (b) dir.

2. Bağımlı Değişkenler:

A firmasının reklam bütçesi 550.000 \$, B firmasının reklam bütçesi ise 720.000 \$ olarak belirlenmiştir. Diğer bir deyişle toplam 1.270.000 \$ lık bir reklam gideri içinde A firması % 44 buna karşılık B firması % 56 lık bir paya sahiptir. Sonuçlar Tablo 1' de gösterilmiştir.

Tablo 1: Firmaların Reklam Payları

Firmalar	Bağımlı Değişkenler	Başlangıç Değerleri	Reklam Payları
A firması	x	x_0	44
B Firması	y	y_0	56

3. Bağımsız Değişken:

Bağımsız Değişken t ile sembolize edilmiş ve birim zaman yıl olarak belirlenmiştir.

4. Sabitler:

A firması Lanchester' ın Doğrusallık Kanunundaki a ve b sabitlerini pazarlama araçları olarak belirlemiş ve kendisine ait pazarlama araçlarının etkinliğini b ile buna karşılık B firmasının pazarlama araçlarının etkinliğini a ile sembolize etmiştir.

Burada A firması pazarlama stratejini etkileyen bir çok faktörün bulunması durumuna karşılık bunları nasıl b gibi tek bir değerle ifade edebileceği sorunuyla karşılaşmış ve bu sorunu Analitik Hiyerarşi Proses yöntemini kullanarak çözümlenmiştir.

Firma hem kendisinin hem de rakibinin pazarlama stratejisini etkileyen ortak faktörleri aşağıdaki gibi oluşturmuştur:

- Bayi sayısı
- Yapabileceği reklam kampanyasının büyüklüğü

Lanchester Doğrusallık Kanunu

- Ambalaj kalitesi
- Üretim teknolojisi
- Pazarlama deneyimi
- Üretim esnekliği

A firması, Analitik Hiyerarşi Proses yönteminin adımlarına göre önce, yukarıda sıralanan faktörleri 9 bölümlük skalayı kullanarak kıyaslamış ve bu faktörlerin önem sıralamasını Tablo 2’ de gösterildiği gibi bulmuştur:

Tablo 2: Pazarlama Stratejisini Etkileyen Faktörlerin Önem Sırası

Önem Sırası	Değerlendirme Faktörleri	Yüzde Ağırlık
1	Pazarlama Deneyimi	0.33
2	Reklam Kampanyası	0.32
3	Üretim Teknolojisi	0.16
4	Bayi Sayısı	0.10
5	Ambalaj Kalitesi	0.05
6	Üretim Esnekliği	0.04

Daha sonra ise firma her bir faktör için ayrı ayrı olmak üzere, aynı skalayı ve yine Analitik Hiyerarşi Proses yöntemini kullanarak kullanarak, kendi ve rakibinin performansını değerlendirmiştir. Değerlendirme sonuçları Tablo 3’ te gösterilmiştir:

Tablo 3: Değerlendirme Faktörleri Açısından Firma Performansları

Firma	Bayi Sayısı	Reklam Kampanya	Ambalaj Kalitesi	Üretim Teknolojisi	Pazarlama Deneyimi	Üretim Esnek
A	0.13	0.83	0.80	0.86	0.25	0.75
B	0.87	0.17	0.20	0.14	0.75	0.25

Yukarıdaki tablodan görülebileceği gibi reklam kampanyası, ambalaj kalitesi, üretim teknolojisi ve üretim esnekliği faktörleri açısından A

firması daha yüksek performansa sahipken, bayi sayısı ve pazarlama deneyimi faktörleri açısından B firması daha yüksek performansa sahiptir.

Tüm faktörler bir arada değerlendirildiğinde ise Analitik Hiyerarşi Proses yönteminin sonuçlarına göre elde edilen veriler Tablo 4' te gösterilmiştir:

Tablo 4: Firmaların Pazarlama Araçlarının Etkinliği

Firmalar	Sabitler	Pazarlama Araçlarının Etkinliği
A	b	58
B	a	42

5. Formülasyon

Bu aşamada A firması Lanchester' ın Doğrusallık Kanununa göre 2. Bölümde tanımlanan Dönüşüm Oranı ($E = \frac{b}{a}$), formül (6) ($x = x_0 - at$), formül (7) ($y = y_0 - bt$), formül (8) ($0 \leq t \leq \frac{x_0}{a}$) ve formül (9) dan ($0 \leq t \leq \frac{y_0}{b}$) pazarlama stratejisini belirlerken kullanacağı formülasyonu tanımlamıştır.

A firması tarafından bu formüllerde kullanılacak değerler yukarıdaki analizlere uygun olarak,

$$x_0 = 44 \quad : \text{A firmasının rekabetin başlangıcındaki reklam payı (Tablo 1)}$$

$$y_0 = 56 \quad : \text{B firmasının rekabetin başlangıcındaki reklam payı (Tablo 1)}$$

$$b = 58 \quad : \text{A firmasının pazarlama araçlarının etkinliği (Tablo 4)}$$

$$a = 42 \quad : \text{B firmasının pazarlama araçlarının etkinliği (Tablo 4)}$$

$$\frac{x_0}{a} = \frac{44}{42} = 1.05 \quad : \text{A firmasının rekabet zaman aralığı üst sınırı}$$

$$\frac{y_0}{b} = \frac{56}{58} = 0.97 \quad : \text{B firmasının rekabet zaman aralığı üst sınırı}$$

olarak alınmıştır.

Bu formüllere göre,

$$\text{Dönüşüm Oranı} \quad : \quad E = \frac{58}{42} = 1.381$$

$$\text{A firması reklam payı değişim doğrusu} \quad : \quad x = 44 - 42t$$

$$\text{B firması reklam payı değişim doğrusu} \quad : \quad y = 56 - 58t$$

$$\text{A firması rekabet zaman aralığı} \quad : \quad 0 \leq t \leq 1.05$$

$$\text{B firması rekabet zaman aralığı} \quad : \quad 0 \leq t \leq 0.97$$

olarak hesaplanmıştır.

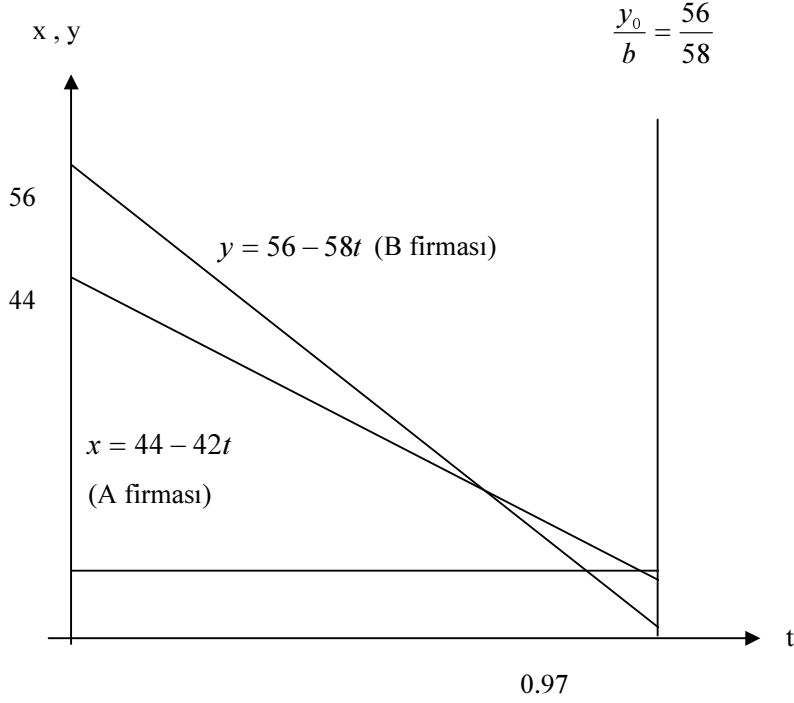
6. Çözüm ve Stratejiler

A firması çözüm analizleri için hem kendisinin hem de rakibinin zaman aralıklarını incelemiş $t=0$ anında başlayan rekabetin Lanchester'ın Doğrusallık Kanununa göre (en küçük üst sınır) $t=0.97$ yıl yani yaklaşık 12 ayda ($0.97 \times 12 = 11.64 \cong 12$) tamamlanacağını saptamıştır. Gerçektende kendi rekabet zaman aralığı ($0 \leq t \leq 1.05$), rakibinin rekabet zaman aralığından ($0 \leq t \leq 0.97$) daha uzundur.

$t=0.97$ B firmasının üst zaman sınırı olduğundan rekabetin galibi A firması olacaktır. Diğer bir deyişle $t=0.97$ de B firması rekabeti terk edecektir.

B firması rekabeti terk ettiğinde, A firması kaynaklarının (kendi reklam bütçesinin), yukarıda verilen $x = 44 - 42t$ formülünden 3.26 birimlik kısmını ($x = 44 - 42 \cdot (0.97) = 3.26$) henüz kullanmamış olacaktır. Diğer bir deyişle A firması tarafından rekabetin başında 550.000 \$ olarak belirlenen reklam bütçesinin 17.930 \$ lık kısmı ($550.000 \times 0.0326 = 17.930$) rekabetin sonunda tasarruf olarak kalacaktır.

Yukarıda verilen sonuçlar aşağıda grafik olarak gösterilmiştir:



Şekil 3: Grafik Gösterim

Zaman eksenindeki $t=0.97$ rekabetin sonunu göstermektedir. Bu noktada B firmasının reklam payı değişim doğrusu ($y = 56 - 58t$) zaman eksenini keser ve B firması rekabeti terk eder.

Grafikten de görülebileceği gibi A firmasının reklam bütçesi B firmasının reklam bütçesinden daha küçük olmasına karşın rekabeti kazanmıştır. Doğal olarak bunun nedeni reklam araçlarının etkinliğinin daha iyi olmasıdır.

Bu durumda A firması pazarlama stratejilerini Lanchester'ın Doğrusallık Kanununu kullanarak değiştirebilir. Örneğin reklam bütçesini arttırarak ya da reklam araçları etkinliğini oluşturan faktörlerde değişiklikler yaparak rekabet süresini kısaltabilir.

6. Sonuç

Lanchester'ın Doğrusallık Kanunu bir savaş stratejisi olarak geliştirilmiştir ve tarafların birbir mücadeleleri için kullanılabilir nitelik taşımaktadır. Diğer bir deyişle taraflardan birinin bir birim gücü ancak diğer tarafın bir birim gücü ile mücadele edebilir.

Lanchester Kanunları son yıllarda özellikle pazarlama bilimine adapte edilmiş ve pratikte kullanılmıştır. Ancak bu kanunların uygulamalarda doğru sonuçlar verebilmesi için özellikle bağımlı değişkenlerin doğru tanımlanması mutlak gereklilik arz etmektedir.

Bu çalışmada da Lanchester' in Doğrusallık Kanunu kullanılarak bir pazarlama uygulaması gerçekleştirilmiştir. Ancak bu uygulama gerçek bir olay değil bir model çalışması niteliği taşımaktadır ve amaç, Lanchester' in Doğrusallık Kanununun uygulanabilirliğini göstermek olarak belirlenmiştir.

ABSTRACT

In this article Lanchester' s Linear Law that is developed for single combats has studied. After formulation and application conditions have identified a marketing application has realized.

KAYNAKÇA

- DAVIS, P. K., BLUMENTHAL, D., GAVER, D., (17/05/2001) "Combat Modeling Issues", Web Adres: nap.edu/html/teach_21st/msi.htm, Saat: 11⁵⁵.
- MCCUE, B.,(12/05/2001)"Combat Analysis – Lanchester and The Battle of Trafalgar, Web Adres: mors.org/Pubs/phalanax/dec/mccue, Saat: 13¹⁵.
- ONODA, T., (1999) Lanchester Theory: Science to Win the Competition, Lanchester Press Inc, Sunnyvale.
- WATKINS, T.,(09/05/2001) "Lanchester' s Theory of Warfare", Web Adres: sjsu.edu/faculty/watkins/war, Saat: 09¹⁰.
- YARALIOĞLU, K., (1999) "Analitik Hiyerarşi Proses (AHP) Modeli İle Genel Seçim Sonuçlarının Yorumlanması", 4. *Ulusal Ekonometri ve İstatistik Sempozyumu*, Antalya.