

## EKSİK REKABETTE BULANIK BELİRSİZLİK<sup>(\*)</sup>

Çevirenler:Mustafa GÜNEŞ<sup>(\*)</sup> Ediz YEMİŞÇİ<sup>(\*\*)</sup>

### ÖZET

*Bu makale, oligopolastik piyasanın stokastik olmayan belirsizlikleri karar destek sistemi yardımıyla açıklanmaktadır. Karar destek sistemi oligopolastik piyasada yer alan rekabetçilerin davranışları ışığı altında firmanın fiyat ve reklam kararlarının değerlendirir. Geleneksel ekonometrik modeller bulanık teorisinin yardımıyla bu belirsizliği incelemektedir. Zadeh' in "genişleme prensibi" ve alfa düzey setleri yardımıyla, karar destek sistemi tamamlanmış ve duyarlılık analiziyle denetlenmiştir.*

#### 1. İş Enformasyonunda Belirsizlik

Eksik rekabette, bir firmanın karar çevresi dört farklı düzeydeki inanca bağlı olan iş bilgisini içerir ki bunlar iki belirlilik düzeyi iki belirsizlik düzeyidir. Muhasebe tanımlarını hükümet kanunlarını ve üretim, dağıtım olaylarının fiziksel kapasitelerini içeren ilk düzey kategoriksel belirliliklerdir. İkinci düzey ise ahlaki belirlilikler olup, şirketin karar verirken baz aldığı bazı olay parametreleridir. Üçüncüsü ise stokastik belirsizliktir ki bu da genel olarak olasılık ve istatistik, özellikle de ekonometrinin konusunu teşkil eder.

Tam rekabette, bu üç düzey yeterli olur. Çünkü çok sayıdaki müşteri ve satıcıların bağımsız seçimleri belirlilik olarak ele alınabilir. En kötü ihtimalle gerçek müşterilerin veya satıcıların, potansiyel müşteri/satıcıların popülasyonu içinden tesadüfi olarak seçilmesi düşünülebilir. Fakat eksik rekabette, kararlar ve seçimler, tesadüfi belirleme ile modelleştirilemeyen bazı ekonomik faktörler tarafından belirlenir. Genellikle, bu şekilde belirsizlikler ya varsayım yolu ile yada subjektif olasılık yardımıyla modelleşir.

Bulanık belirsizliklerin modern teorisi, bu eksik rekabet ortamını karakterize eden kararların verilmesinde etkili olan non-stokastik belirsizliklerin modelleştirilmesi için daha doğal ve direkt bir yol önermektedir.

Bu çalışmanın önemli bir faydası oligopolistik piyasa üzerinde yapılan araştırma ile bulanık belirsizliğin rekabetçi hareketlerini modelleştirmedeki faydaları açıklamasıdır. Burada asıl amaç; rekabetçi davranışlarını açıklamada uygun bir bulanık (fuzzy) modelin mevcut karar destek sistemine eklenmesidir.

<sup>(\*)</sup> Brian SCHOTT ve Thomas WHALEM,

<sup>(\*)</sup> Doç.Dr.,D.E.Ü.İ.İ.B.F. Ekonometri Bölümü.

<sup>(\*\*)</sup> D.E.Ü.Sos.Bil.Enst.Yüksek Lisans Öğr.

Oligopolistik endüstride, serbest piyasa şartları ideal değildir. Her bir şirketin diğer şirketlerin taleplerini etkilediği böylesine bir piyasada çok az sayıda şirket yer alır. Her bir şirketin pazarlama kararı endüstri talebini etkilemektedir. Firmanın fiyat ve reklam stratejileri pazarlama stratejisini belirlemektedir. Endüstri talebini etkilemesine ek olarak, yönetim kararları diğer firmalara bağlı olarak bir firmanın talebini etkiler.

Kârı amaç edinen yönetim, karar destek sistemlerini kullanır (DSS=Decision Support Systems). Hali hazırdaki DSS, endüstri tarihinin ekonometrik modellerine dayanmaktadır. Bu modeller, firma talebindeki satış fiyatı ve reklam harcamalarının çapraz elastikyetlerini vurgulamaktadırlar. Firma üretiminin DSS'te, tahminlenen taleple aynı olduğu varsayılır. Pazarlama fonksiyonu; firmanın ürün satış fiyatı, reklam harcamaları hakkındaki kararları ve diğer rakip firmaların aynı şekildeki kararları tarafından belirlenir.

Mevcut ekonometrik modeller rakip davranışlarının etkilerini açıklamada yetersiz kalırlar. Bu modeller firma kararlarının verilmesi gerektiğinde, rakip davranışlarının önceden bilindiğini varsayarlar. Halbuki, rakip firmanın davranışları ancak karar verme işlemi bittiğinde bilinebilir. Bu çalışmada, bulanık kümelerin genişleme prensibine dayanan yaklaşık bir metot ve bulanık değişkenler ile belirsizliklerin nasıl modelleştirileceğini açıklamakta ve Bulanık Karar Destek Sistemi (FDDS) ile ilgili bir örnek verilmektedir. Bulanık karar destek sistemi. hem geleneksel stokastik ekonometriyi hem de rekabetin belirsizliğini yansıtmaktadır.

Burada öncelikle mevcut bulanık olmayan DSS'i tartıştıktan sonra endüstri ortalama fiyat ve endüstri ortalama reklam harcamaları ve firmanın bulanık kârını da belirterek bulanık değişkenleri inceleyeceğiz. Bulanık kâr; iki bulanık olmayan değişkenin, firmanın kendi fiyatı ve reklam harcamasının ve iki bulanık değişkenin, endüstrinin ortalama fiyatı ve reklam harcaması fonksiyonu olarak ele alacağız. Bundan sonra bulanık fonksiyonların kurulmasındaki hesaplamaların etkinliğini arttıran "düzey kümelerini". son olarak da duyarlılık analizi ve ilgili araştırmanın uygulama esaslarını inceleyeceğiz.

## **2. Bulanık Olmayan Model**

Aşağıdaki hesaplamalar bir firmanın bulanık olmayan Kâr Fonksiyonunu belirtmektedir. Mikroekonomik teori kârın gelire maliyet arasındaki fark olduğunu ifade eder ve gelir de net satış fiyatı ile satılan miktarın farkı çarpımından elde edilir.

$$\text{GELİR} = \text{NET FİYAT} * \text{MİKTAR}$$

Üç tip maliyet dikkate alınmıştır. Birim başına sabit maliyet (burada 181\$'dır.). reklam ve satış fiyatının sabit bir oranı ile ifade edilen diğer maliyetler (burada %6):

$$\text{NET FİYAT} = 0.94 * \text{FİYAT}$$

$$\text{GELİR} = 0.9:1 * \text{FİYAT} * \text{MİKTAR}$$

$$\text{KAR} = 0.90 * \text{FİYAT} * \text{MİKTAR} - \text{BİRİM MALİYET} * \text{MİKTAR} - \text{REKLAM}$$

Bu denklemlerde satılan miktarın, talep edil eşit olduğu varsayılmıştır. DSS' teki talep iki faktörün çarpımı ile belirlenir ki bunlar ortalama firma talebi (AFD) ve piyasanın normalleştirilmiş payı (NSOM) dır. Ortalama firma talebi, diğer endüstrilere karşılık incelenen endüstrinin toplam sonuçlarını temsil eder. Bir Kâr tahmin modelinin örnek yapısı aşağıdaki gibidir.

$$\text{KAR} = \text{GELİR} - \text{MALİYET}$$

$$\text{MALİYET} = \text{REKLAM} + 181 * \text{MİKTAR}$$

$$\text{GELİR} = 0.94 * \text{FİYAT} * \text{MİKTAR}$$

$$\text{MİKTAR} = \text{TALEP}$$

$$\text{TALEP} = \text{AFD} * \text{NSOM}$$

$$\text{AFD} = \text{Zaman Serileri} + \text{Sebep}$$

$$\text{ZAMAN SERİLERİ} = \text{TREND} * \text{MEVSİM}$$

$$\text{TREND} = 2040 + 85.25$$

$$\text{TREND} = 4165$$

$$\text{MEVSİM} = 0.9$$

$$\text{ZAMAN SERİLERİ} = 3.7 * 10^3$$

$$\text{SEBEP} = \alpha + \alpha_{\text{ortfiyat}} * \text{Ort. Fiyat} + \alpha_{\text{ortrek}} * \text{Ort.Reklam}$$

$$\alpha = 12008 + 0.003 * 12.000$$

$$\alpha_{\text{ortfiy}} = 44$$

$$\alpha_{\text{ortrek}} = 0.0047$$

$$\text{Sebep} = 0.0047 * \text{Ort. Rek} - 44 \text{ Ort.Fiyat} + 1.2 * 10^4$$

$$\beta = 7.9 + 0.42 * 1 + (0.987 + 0.035) + (0.19 + 0.086)$$

$$NSOM = \beta + \beta_{\text{fiyat}} \frac{\text{Fiyat}}{\text{Ort.Fiyat}} + \beta_{\text{Rek.}} \frac{\text{Reklam}}{\text{Ort.Reklam}}$$

$$\beta = 8.7$$

$$\beta_{\text{fiyat}} = -8$$

$$\beta_{\text{Reklam}} = 0.24$$

$$NSOM = 0.24 \frac{\text{Reklam}}{\text{Ort.Reklam}} - 8 \frac{\text{Fiyat}}{\text{Ort.Fiyat}} + 8.7$$

$$AFD = 0.0047 * \text{Ort.Reklam} - 44 * \text{Ort.Fiyat} + 1.6 * 10^4$$

$$\text{Kâr} = \text{Reklam} + 0.94 * \text{Fiyat} * \text{Miktar} - 181 * \text{Miktar}$$

$$\text{TALEP} = \left[ \begin{array}{cc} \text{Reklam} & \text{Fiyat} \\ 0.24 \frac{\text{Ort.Reklam}}{\text{Ort.Reklam}} & -8 \frac{\text{Ort.Fiyat}}{\text{Ort.Fiyat}} \end{array} \right] (0.0047 * \text{Ort.Reklam} - 44 * \text{Ort.Fiyat} + 1.6 * 10^4)$$

$$\text{MİKTAR} = \left[ \begin{array}{cc} \text{Reklam} & \text{Fiyat} \\ 0.24 \frac{\text{Ort.Reklam}}{\text{Ort.Reklam}} & -8 \frac{\text{Ort.Fiyat}}{\text{Ort.Fiyat}} \end{array} \right] (0.0047 * \text{Ort.Reklam} - 44 * \text{Ort.Fiyat} + 1.6 * 10^4)$$

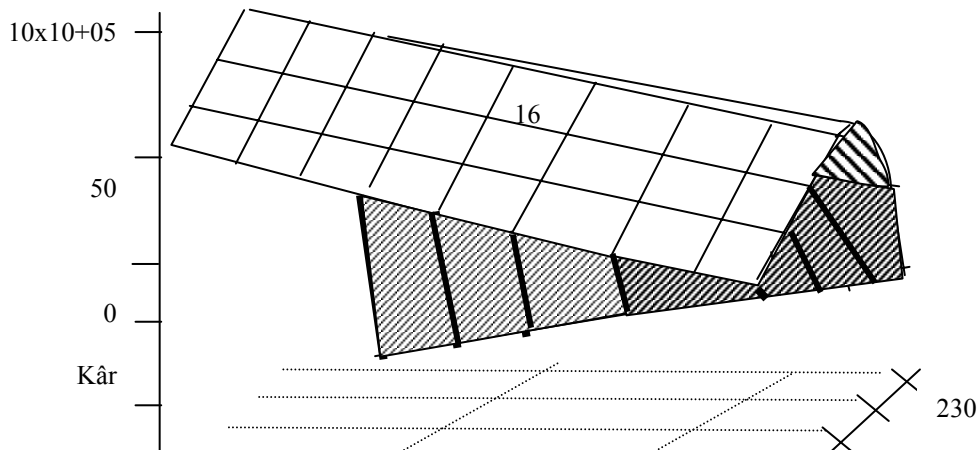
$$\text{Kâr} = 1/50 * (47 * \text{Fiyat} - 9050) * \text{Miktar} - \text{Reklam}$$

Ortalama firma talebi, endüstrinin ürünlerine ilişkin toplam talebin firma sayısına bölünmesiyle elde edilir. AFD diğer ekonomik ve teknolojik faktörlerin etkilerine rağmen birincil olarak ürünlerin ortalama fiyatı ve firmanın ortalama reklamına bağlıdır.

$$AFD = f(\text{Ort.Fiyat}, \text{Ort.Reklam} \dots)$$

Piyasanın normalize edilmiş payı (NSOM), piyasanın rekabetsel niteliğini temsil eder; firmanın kendi fiyatı ve reklamına bağlıdır. Rekabetçilerin belirlediği ortalama fiyat ve ortalama reklam:

$$NSOM = f(\text{Fiyat}, \text{Reklam}, \text{Ort.Fiyat}, \text{Ort.Rek})$$



240

220

200 Reklam 400

Şekil 1: Kâr Yüzeyi Ort.Fiyat = \$220, Ort.Reklam=\$40.000

Böylece;

TALEP = AFD \* NSOM yazılabilir.

Endüstride kâr bazı firmalara ait çapraz - sektörel veriler ile çoklu doğrusal regrasyonu kullanarak aşağıdaki oranlar yardımıyla NSQM değeri tahmin edilmektedir.

$$\frac{\text{Fiyat}}{\text{Ort. Fiyat}} \quad \text{ve} \quad \frac{\text{Reklam}}{\text{Ort. Reklam}}$$

Belirtilen kâr modeli yöneticilerin anlaması için çok karmaşık ve zordur. Burada anlatılan model basitleştirilmiş olsa bile, doğrusal değil ve birbirine bağlıdır. Sınırlı üretim, finansal kapasite ve tesadüfi istatistiksel örnekleme hatası gibi diğer faktörler olayı bütünleştirmeye yardımcı olurlar. Şekil 2 rekabetçi davranışlarının ortalama fiyatı \$ 220 ve ortalama reklam harcamaların \$ 40,000 olarak bilindiği varsayımı altında 3 boyutlu kâr fonksiyonu yüzeyini göstermektedir. Yüzey, firmanın kârının fiyata karşı duyarlı olduğunu ve reklama karşı daha az duyarlı olduğunu belirtmektedir. Fakat şekil 2, Ort.Fiyat ve Ort Reklam için tek hassas bir değer varsayarak rekabetçi davranışlarını belirlilik olarak kabul etmektedir.

### 2.1. Bulanık Değişkenler ve Bir Bulanık Kâr Modeli

Bu bölümde bulanık sayısal değişkenlerin ana hatlarını gözden geçirip sonraki bölümlerde incelediğimiz bu konuların oligopolistik çevrelerdeki

uygulamalarını göreceğiz. Bulanık kümeler, küme üyeliklerinin derecelendirildiği kümelerdir.

Bulanık sayılar, değişken derecelere uygun reel (gerçek) sayıları ifade ederler. Karar verici subjektif olarak ort.fiyat gibi bilinmeyen bir değişkene değer atayacağına, bu değişkene bir dağılım veya rekabetçinin karar proseslerine dayanan uygun bulanık değer kümesi atar. Sadece birkaç değer ile ilgileniliyorsa (Ör: fiyatlar); karar verici her bir değer için belli mümkün düzeyi belirleyebilir; eğer ilgilenilen değerler fazla ise, standart bir şekil kullanmak (Ör: üçgen) ve mümkün dağılımın parametrelerini atamak daha uygundur.

Mümkün dağılımın atanması ile subjektif bir olasılık dağılımının arasında açık paralellik vardır. Fakat ilki daha esnektir. Örneğin, olasılık değerleri toplamının 1'e eşit olması gerekir, fakat mümkün dağılımın değerlerinin toplamı 1'den büyük veya 1'e eşit olur.

Bulanık kümelerin en yaygın gösterimi, bulanık kümede yer alan her elemanın üyelik derecesi ile birlikte listeleme şeklinde belirtilmesidir.

$$A = \mu_1/X_1 + \mu_2/X_2 + \dots + \mu_n/X_n$$

Burada  $\mu_j$ ; A bulanık setindeki  $X_j$  değişkeninin üyelik değeridir. Artı işareti küme bileşimini, bölü işareti ise üyelik derecesini ifade eder.

Bulanık kümelerin "genişleme prensibi". bulanık olmayan değişkene bağlı bir fonksiyonu bulanık değişkene bağlı bulanık değerli bir fonksiyona dönüştürmeyi önerir. Farzedelim ki,  $y = f(x)$  bulanık olmayan bir fonksiyon ve A'da f'in tanım alanında bir y'nin tek bir değerine karşılık geliyorsa, X'in en büyük üyelik değeli olanı kullanılır.

bulanık küme olsun. Bulanık küme şu şekilde tanımlansın:

$$A = \mu_1/X_1 + \mu_2/X_2 + \dots + \mu_n/X_n$$

Öyleyse genişleme prensibine göre

$$f(A) = F(\mu_1/X_1 + \mu_2/X_2 + \dots + \mu_n/X_n) = \mu_1/f(X_1) + \mu_2/f(X_2) + \dots + \mu_n/f(X_n)$$

Eğer X'in çoklu değerleri Genişleme prensibini daha iyi açıklayabilmek için, farzedelim ki Ort.Fiyat değerimiz "5 \$ civarında" olsun. Bu da,

$$0.2/2 + 0.3/3 + 0.9/4 + 1/5 + 0.8/6 + 0.2/7 + 0.1/8$$

olarak karakterize edilir. Doğrusal kâr fonksiyonumuz,

$$Kâr = 300 + 2 * \text{Ort.Fiyat} \text{ şeklinde olsun,}$$

O halde;

Bulanık Kâr =  $0.2/296 + 0.3/294 + 0.9/292 + 1/290 + 0.8/288 + 0.2/286 + 0.11284$  ( Çünkü  $f(2) = 296, f(3) = 294, \dots$ ). Bu doğrusal durumda kâr değeri her bir Ort.Fiyat değeri için tekdir. Daha sürekli bir karakterizasyon geliştirmek

için verilen örnekleme noktaları arasında kayıp değerleri bulmak için ara değer hesaplanır veya sürekli fonksiyon olarak "5 \$ civarında" bulanık kümesini tanımlayabiliriz. '

Doğrusal olmayan kâr fonksiyonunu ele alalım;

$$Kâr = 64+8 * Ort.Fiyat - Ort.Fiyat^2$$

Yine Ort.Fiyat "5 \$ civarında" olsun. Kâr fonksiyonu parabolik olduğundan Ort.Fiyat değer çiftleri belirli kâr değerleri oluşturur. Kâr değerleri tek değildir. Karın her bir değeri için, "genişleme prensibinin gereği olarak, "karşılık gelen Ort.Fiyat değerlerinin maximum üyelik derecesini kullanırız. Örneğin, Ortalama fiyatın hem \$3, hemde \$5 değeri için kâr = \$79 olarak hesaplanır. Kâr = \$79'daki üyelik Ort.Fiyatlardaki üyeliklerin maximumudur. Ort.Fiyat "5\$" civarında olduğu zaman,  $\max(0.3,1) = 1$  dir.

$$\begin{aligned} Kâr &= 0.1/64+0.2/71-\max(0.2,0.8)/76+\max(0.3,1) 79+0.9/80 \\ &= 0.1/64+b.2/71+0.8/76+1/79+0.9/80 \end{aligned}$$

## 2.2. Düzey Kümeleri

Bulanık kârın hesaplanmasındaki karmaşıklık düzey kümelerinin kullanılmasıyla azaltılabilir. Düzey kümeleri, bulanık kümelerin belirtilmesinde değişik bir alternatif sunmaktadır. Daha önce, bulanık kümeleri liste şeklinde üyelik derecelerini de belirterek göstermiştik. (Üyelik 1/değer 1 üyelik 2/değer 2 ...). Bulanık kümelerin "düzey kümeleri" gösterimi  $\alpha$  - düzey kümeleri denilen gruplanmış sıradan listesidir.  $\alpha$  - düzey kümesi, üyelik derecesi  $\alpha$  'ye eşit yada  $\alpha$  'dan büyük olan tüm değişken değerlerini içeren bulanık olmayan kümedir. Bu da,

$$A_\alpha = \{x; \mu(x) \geq \alpha\}$$

Örneğin ; bulanık ortalama fiyat değeri "yaklaşık \$5" olsun ki bu da daha önce şu şekilde gösterilmiştir.

$$A = 0.2/2+0.3/3+0.9/4+1/5+0.8/6+0.2/7+0.1/8$$

Bu ifade  $\alpha$  - düzey kümelerinin listesi olarak aşağıdaki gibi yayılabilir.

$$A_{0.1} = [2.8]^1, A_{0.2} = [2.7], A_{0.3} = [3.6], A_{0.8} = [4.6], A_{0.9} = [5.5]$$

Dikkat edelim ki, eğer  $\alpha > \alpha^1$  ise  $A_\alpha$ , daima  $A_{\alpha^1}$  nın bir alt kümesidir. Ayrıca düzey kümelerinin  $\alpha$  (üyelik) sırasına göre listelendiği unutulmamalıdır.

Genişleme prensibinin doğrudan uygulaması bağımlı değişkenin tüm eş değerlerinin araştırılmasını içerir. Bu araştırma süreci oldukça zaman alıcıdır. Düzey kümeleri buna eşit ve aynı oranda etkili olan bir yöntemdir ki işletme karar destek sistemi için bir avantaj da olabilir. Şimdi kâra bağlı düzey setini bulalım. Her bir  $\alpha$  - düzey kümesindeki

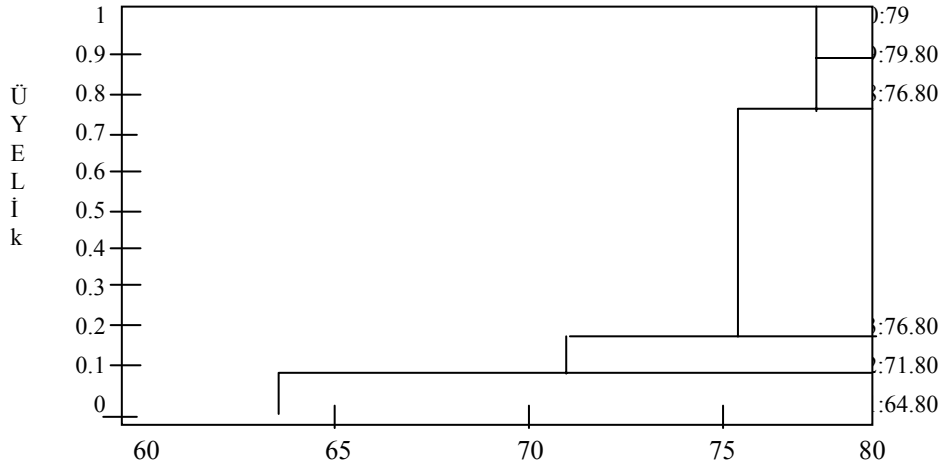
bulanık olmayan sayılar için karşılık gelen kâr değerini hesaplıyoruz. Bu kâr değerleri, kârın karşılık gelen  $\alpha$  - düzey seti ile eşleşir. Bu setin anahtar elemanları max.min. değerlerdir. Çünkü bu iki değere bakarak giriş düzey seti karakterize edilmektedir. Örneğin, yukarıda Ort.Fiyat<sub>0.1</sub> = [2.8] bulduk. Bu fiyat değerlerine (2,3,...8) karşılık gelen kâr değerleri 76,79,80,79,76,71,64. Öyleyse, Kâr<sub>0.1</sub> = [76,79,80,79,76,71,64]. Kârı sürekli değişken olarak kabul edip şu şekilde kısaltabiliriz.

$$\text{Kâr}_{0.1} = [\min \text{Kâr}_{0.1}; \max \text{Kâr}_{0.1}] = [64.80]$$

Aşağıdaki tablo kâr düzey setinin gösterimidir.

$\alpha$ :	0.1	0.2	0.8	0.9	1.0
Kâr <sub><math>\alpha</math></sub> :	[64.80]	[71.80]	[76.80]	[79.80]	[79.79]

Ayrıca Şekil-2'de grafiksel olarak bulanık kârın düzey setlerini görmekteyiz.



Şekil 2: Bulanık Doğrusal Olmayan Kar

Bulanık kârın düzey setleri yardımıyla karakterizasyonu üyelik derecesi/değer formatına da dönüştürülebilir. Bu da en büyük düzey setinden başlayarak en küçük düzey setine gidilmesiyle olur.

Örneğin ; Kâr = \$79 en büyük üyelik derecesine sahiptir. 1.0;



Kâr = \$80 bir sonraki en büyük üyelik derecesine sahiptir, 0.9; Kâr = \$76 üçüncü en büyük üyelik derecesine sahiptir, 0.8; ve bunun gibi "yaklaşık 5\$" karşılık gelen Bulanık Kâr,

$$0.1/64+0.2/71+0.8/76+1/79+0.9/80\text{'dir.}$$

Pratikte Kâr Fonksiyonu, doğrusal olmayan özelliğinin yanında ayrıca çok değişkenlidir; Kâr, Ort.Fiyat ve Ort.Reklamın bir fonksiyonudur. (Artı bulanık olmayan Fiyat ve Reklam). Bu durumda "genişleme prensibi" daha karmaşık hale gelir.

Eğer bu da, (Ort.Fiyat, Ort.Reklam) çiftinin olasılığı, bu iki bileşenin ayrı ayrı olasılıklarının minimumudur.

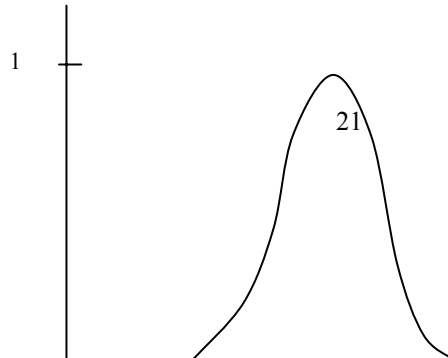
Belli bir kârın olasılığı, o kârı oluşturan (Ort.Fiyat,Ort.Reklam) çiftinin bir araya getirilmesinin max. olasılığıdır. Min. t- norm kullanıldığında, iki değişkenli düzey seti gösterimi dikdörtgensel sıralanış biçimini de ifade edebilir.

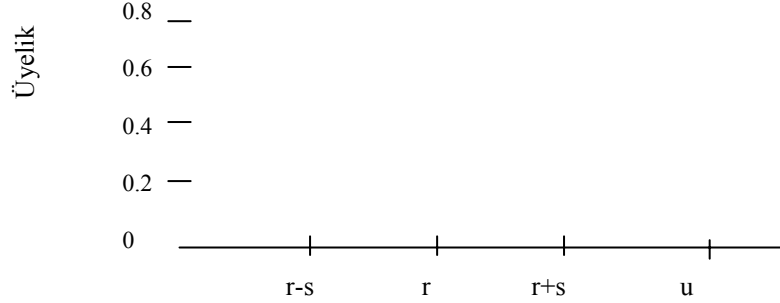
### **2.3. Bulanık Modelin Oluşturulması**

Rekabetçilerin fiyat ve reklam hakkındaki kararlarının değerleriyle buna bağlı olarak ortalama fiyat ve ortalama reklam değerleri pazarlama periyodu sonuçları bilinmeden belli değildir. Çünkü bu kararlar tesadüfi değildir, fakat karar proseslerinden elde edilen sonuçlar fuzzy (bulanık) model için ideal bilgilerdir.

Bu bölümde temel kavramların oligopolastik piyasaya uygulanması anlatılmaktadır. Prototip uygulamada Kandel tarafından önerilen S parametrik metoduyla bulanık sayıların belirtilmesi yolu seçilmiştir. Kandel'in parça yönlü parabolik parametrisasyonu simetrik, çan şeklindeki bir dağılışı andırmakda fakat sonlu özellik taşımaktadır, bakınız şekil-4. "r" parametresi u değişkeninin değerini tayin eder. S parametresi r ve sıfır olasılık değerli u simetrik değerleri arasındaki mesafeyi belirler. Bu örnekte en olası ortalama fiyat düzeyi \$220 olarak belirlenmiş ve en olası ortalama reklam düzeyi 40.000\$'dır. Ort.Fiyat ve Ort.Reklam düzeyi olası değerlerinden saptıkça olasılıkları da sapar ve sonuç olarak her biri mümkün olmayan (olası olmayan) bir değere ulaşır. Sıfır olmayan olasılığa sahip değerlerin aralığı ne kadar geniş ise miktarlar da o kadar belirsizleşir.

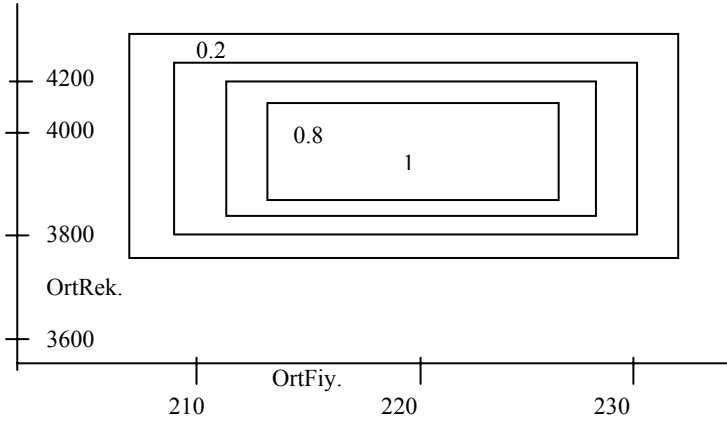
Burada iki tane bulanık değişken vardır: Ort.Fiyat ve Ort.Reklam, çünkü bulanık kâr değerinin olasılığı, Ort.Fiyat ve Ort.Reklam üyelik değerleri çiftinin minimumudur.





Şekil 3: S Parametrik Üyelik Fonksiyonu

Her bir nokta, Ort.Fiyat - Ort.Reklam düzleminde dikdörtgenlerle sınırlandırılan düzey kümeleri tarafından tanımlanmıştır. Her bir dikdörtgen de sekiz veya daha fazla örnek noktaları kullanılmaktadır. bakınız şekil -5. Dikdörtgenler,  $\alpha$  olasılık düzeylerinde eşit olarak yerleştirilmelerine rağmen, doğrusal olmayan üyelik fonksiyonlarının kullanılmasından dolayı Ort.Fiyat ve Ort.Reklam değerlerine göre eşit olmayan biçimde yerleştirilmişlerdir. Süreç zamanı  $\alpha$  değerlerinin sayısının karesiyle orantılıdır.



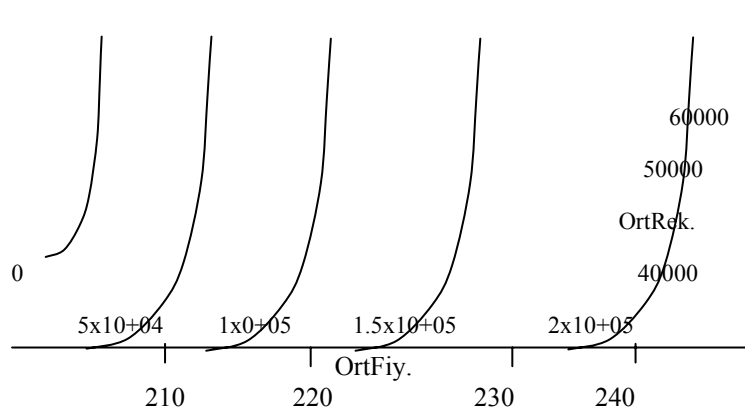
Şekil 4: Ortalama Fiyat ve Ortalama Reklam İçin Birlikte Üyelik Dereceleri

İlk bölümde gösterilen kâr fonksiyonu 4 değişkenli bir fonksiyondur: iki bulanık olmayan değişken; firmanın kendi fiyatı ve reklamı ve iki bulanık değişken endüstrinin Ort. Fiyatı ve Ort. Reklam. Kullanıcı fiyat ve reklam hakkında tecrübi olarak verdiği karar çerçevesinde bir sistem oluşturur. Ayrıca bu kararı verirken bu iki değişkene ek olarak Ort.Fiyat ve Ort. Reklam değişkenlerinin olasılık dağılım parametreleri de bu sistemin oluşturulmasında kullanılır. Çıktı ise kâr değişken değerlerinin olasılık dağılımıdır.

Eğer firmanın kendi fiyat ve reklam harcamalarını, sabit tutarsak, isoprofit düzey çizgilerini Ort.Fiyat – Ort.Reklam üzerinde çizebiliriz. Şekil -5

Fiyat = \$220 ve Reklam = \$.40.000 durumunda ki düzey çizgilerini belirtmektedir. Eğer biz ürünümüz için \$220 fiyat ve reklam harcaması olarak \$40.000 belirleseydik, düzey çizgileri, şirket kârının o düzey çizgilerine eşit olduğu bulanık olmayan (Ort. Fiyat, Ort. Reklam) çiftleri birleştirdi. Bulanık matematiğin genişleme prensibinden faydalanarak; mümkün (Qrt.Fiyat,Ort.Reklam) çiftlerinin oluşturduğu bulanık küme Fiyat =220\$ ve Reklam = 40.000\$ değerine karşılık gelen kârların bulanık kümesini oluşturur.

Şekil-4'de ki dikdörtgensel düzey setlerini, Şekil -5'de ki düzey eğrileri üzerine yerleştirdiğimizde bulanık karar destek sistemine ilişkin hesaplama prosedürünü görselleştirebiliriz. Kârın  $\alpha$  -düzey seti,  $\alpha$  dikdörtgenindeki en düşük kârdan, aynı dikdörtgende en yüksek kâra uzanır. 1.0 düzey seti, Ort.Fiyat ve Ort.Reklam'ın en olası, değeri için kâr değerini ifade eder. Herhangi bir düzey setinin üst sınırı, en yüksek kar ile buna karşılık gelen dörtgen sınırındaki en yüksek kâr değerinin karşılaştırılması ile elde edilir. Alt sınır ise en düşük kâr ile bu dörtgen sınırındaki en düşük kâr değerinin karşılaştırılması ile bulunur.



Şekil 5: Bulanık Karar Destek Sistemi

### 3. Duyarlılık Analizi

Karar verici kendisine daha yüksek bir kâr sağlayacak olan stratejiyi seçer. Fakat bunu yaparken de düşük bir kâr elde etme olasılığını artırmamaya çalışır. Bağımsız karar vericiler daha yüksek kâr elde ederken daha düşük kâr etme riskini de üstlenirler. Bununla birlikte olayın belirsizliği karar vericiyi etkileyebilir.

Bulanık kârın grafiksel gösteriminde, kâr maximizasyonu prensibine göre grafiğin sağ tarafında yer alan kâr fonksiyonu sol taraftakine tercih edilir. Risk arındırma prensibine göre de grafiği daha dar olan bulanık kâr grafiği geniş olan bulanık kâra tercih edilir. Önerilen seçeneklerdeki belirsizlik arttıkça bunların yerine bazı yeni sistemler oluşturulur. İstatistiksel karar teorisinde bile bu sistemlerin uygulanması oldukça güç ve tartışmalıdır. Bu tip problemler, oligopol piyasalar gibi belirsizlik elemanları hiç bir istatistiksel örnek uzayına denk gelmeyen olaylarda daha da fazlalaşır. Bu nedenle bizim sistemimiz grafikler arasında olasılıklı duyarlılık analizi yapar.

Aşağıdaki örnek birbirini etkileyen bu olayların açıklanmasında yardımcı olabilir. Bir firma düşünelim ki, satış fiyatı ve reklam harcamasını ortalama rekabetçi değere çok yakın belirlesin (220\$ satış fiyatı ve reklam bütçesi 40.000\$). Firma satış fiyatını 210\$a ve reklam bütçesini de 20.000\$a düşürmeyi planlamaktadır. Bu DEĞİŞİM iki belirsizlik düzeyi altında dikkate alınır: yüksek ve düşük. Düşük belirsizlik rekabetçi Ortalama Fiyat aralığı 7\$ / 216.50\$'dan 223.50\$a ve rekabetçi Ortalama Reklam bütçesi aralığı ise 7.000\$ (36.55\$'dan 43.500\$a) olduğunu varsayar. Yüksek belirsizlik düzeyi ise rekabetçi ortalama fiyat aralığını 40\$ (200\$'dan 240\$a) ve rekabetçi ortalama reklam bütçesi aralığı ise, 70.000\$ (5.000\$'dan 75.000\$a) olduğunu varsayar. Şekil 7'de daha önce belirtilen modelden tahmin edilmiş bulanık kârları göstermektedir.

Mevcut durum için en olası kâr düzeyi, değişmiş strateji için olandan daha yüksektir. Tam olasılıklı (1.0) bulanık kârlar, mevcut durum için 120.000\$ değerini alırken, değiştirilmiş strateji için, sadece 109.000\$ olur. Fakat diğer kâr düzeylerindeki durum oldukça farklıdır.

Bu iki kararı yüksek belirsizlik şartları altında ele alalım. Bu durumda karar verirken daha az riskli olduğu için DEĞİŞMİŞ strateji seçilecektir. En olası kârın DEĞİŞİM stratejisinde, mevcut durumun kârından düşük olmasına rağmen zarar olasılığı söz konusu olmayıp olası, kâr aralığı değerleri daha dardır.

Farklı olarak düşük belirsizlik durumunu ele alalım. Umulduğu gibi daha düşük belirsizliğe sâhip kararlar az belirsiz görünürler. Düşük belirsizlik durumu için, en düşük olası kâr değeri mevcut durum için değişim stratejisindeki fiyat ve reklam değerlerinden daha büyüktür. Belirsizliğin tümünü ele alırsak mevcut durumun değişim durumundan daha büyük olmadığı görülür. Bir çok karar verici bu DEĞİŞİM STRATEJİSİNİ uygulamayacaklardır.

Bundan başka senaryolar da dikkate alınabilir. Fakat bunlar önceki gibi tek bir karara bağlı değildir. Böyle durumlarda, karar destek yönetim diğer

faktörler de gözönüne alabilir. Fakat bunlar önceki gibi tek bir sistemi sonuçsuz kalabilir veya yönetim diğer faktörleri de gözönüne alabilir.

Bu analizin gücü, çoklu karar değişkenlerinin sonuçtan simultane ve grafiksel olarak gerçekçi biçimde verebilmesinden ve de rekabetçi davranışlarına olasılık ağırlıklan atamasından ileri gelmektedir. Değişen kararlara dayalı stratejiler zaman kaybettiricidir. Olasılık ağırlıkları ek bir boyut kazandırır. Her bir (Fiyat, Reklam) değerleri ayrı bir Bulanık Kârı belirtirler. Bir (Fiyat, Reklam) kombinasyonu için ayrı ayrı bulanık kâr formülü geliştirmek için sayısal analiz gerçekleştirilir. Çoklu (Fiyat, Reklam) noktalarının oluşturduğu bulanık kârların karşılaştırması "BULANIK DERECELENDİRME" konusunun kapsamına girer. En basit ifadeyle, bulanık kârlar daha yüksek kâr değerleri en büyük olasılığa sahip ve daha düşük kâr değerleri en az olasılığa sahip olduğu zaman üstündürler.

#### **ABSTRACT**

A prototype decision support system (DSS) that directly addresses the nonstochastic uncertainties of an oligopolistic environment is described. The DSS evaluates price and advertising decisions in the light of imperfect judgmental knowledge about the price and advertising decisions of competitors in an oligopolistic environment.

Traditional econometric forecasting methods used to develop the existing system are maintained, but the theory of fuzzy sets equips the models with direct assessment of nonstochastic uncertainty.

Using Zadeh's "Extension Principle" and the  $\alpha$  - level sets representation of fuzzy sets, a practical implementation of the decision support system is achieved and exercised for the purpose of describing the benefits of sensitivity analysis.