

**BAYES KURALININ TARIMSAL İŞLETMECİLİK  
KARARLARINDA UYGULANIŞINA BİR ÖRNEK**  
Yrd.Doç.Dr.Şule İŞİN\*

**ÖZET**

Bu çalışmada Bayes kuralı genel hatlarıyla tanıtılmış ve tarım işletmeciliğine ilişkin basit bir örneğe uygulanmıştır. Bayes kuralı son olasılıkları kullanmak suretiyle belirsizliği riske dönüştürüp karar almaya yardımcı bir araçtır. Bayes yaklaşımı tarım ekonomistlerince çok sık kullanılmamaktadır, ancak uygulamanın belirsizlik koşulları altında kararların alınmasında yardımcı olacağı düşünülmektedir.

**AN EXAMPLE on APPLICATION of BAYES' RULE in FARM  
MANAGEMENT DECISIONS**

**ABSTRACT**

In this study, Bayes' rule was explained and applied to a simple case of farm management. Bayes' rule is a tool for decision making using posterior probabilities converting uncertainty to risk. Bayesian approach is seldomly used by agricultural economists but it has been considered that it will be helpful in making decisions under uncertainty.

**1. GİRİŞ**

Tarımsal işletmecilik bir karar alma bilimidir. Ürün deseninin ve girdi kullanım düzeylerinin belirlenmesi, pazarlama stratejisinin saptanması, üretim tekniklerinin seçimi ve değişen çevre koşullarına uyum bir dizi karar almayı gerektirmektedir. Bu tür kararlar çoğunlukla risk ve belirsizlik ortamında alınmaktadır. İşletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için risk ve belirsizliklerin de dikkate alınması gerekmektedir. Tarımsal üretimde hava koşullarına bağlılık önemli ölçüde bir belirsizlik ortamı yaratmaktadır. Buna ek olarak; üreticiler aynı zamanda piyasa, fiyat, kurumsal sınırlamalara ilişkin belirsizliklerle de karşı karşıya bulunmaktadır. Dolayısıyla işletmeciler kararlarını verirken, gelecekte ne olacağını kesin olarak bilememektedirler. Bu nedenle geçmiş verilere dayanan geleceğe yönelik

---

\* E.Ü.Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Bornova, İZMİR

kestirimler üretim kararlarında yol göstermektedir. Böylelikle herhangi bir işletmeci, öznel yargıları ile üretim kararlarına yön vermektedir. Ancak, geleceğin tam bir doğrulukla tahmin edilemeyeceği de açıktır.

Belirsizlik ve risk kavramları çoğu zaman eş anlamlı olarak kullanılsa da gerçekte bunlar birbirinden farklı kavramlardır. İşletmecilerin karar verirken, gelecekte ne olacağını bilememesi durumunda "belirsizlik koşullarında karar alma" söz konusudur. Risk ise, genellikle bir olgu ile ilgili olumsuz (istenmeyen) sonuçların ortaya çıkma olasılığı ya da şansıdır. Belirsizlik ne kadar büyükse, risk de o kadar artacaktır (Castle, 1987, s:157).

Yalnızca tarımsal üretimde değil, hemen her alanda geleceğe yönelik kararların alınmasında bir risk ve belirsizliğin olduğu da unutulmamalıdır. İşletmeci belirsizlikler karşısında bir şey yapamaz. Daha önce de belirtildiği gibi, yalnızca önceki bilgi ve deneyimlerine dayanarak alacağı kararlarla belirsizliği riske dönüştürmeye çalışabilir. Bunun için mevcut bilgilere dayanarak dikkatli bir seçim gerekmektedir. Elde geleceğe yönelik ne kadar fazla bilgi varsa, alınacak kararların doğruluk derecesi de o kadar fazla olacaktır. Unutulmaması gereken bir konu da, iyi bir kararın her zaman iyi bir sonucu garanti etmediğidir. Alınan kararın sonucunun iyi olup olmayacağı büyük ölçüde uygulamaya ve çiftçi becerisine bağlıdır. Karar almaya yardımcı olan çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bunlar, üreticinin beklentileri ve tercihleri doğrultusunda, geçmiş bilgilerini kullanarak sistematik bir şekilde karar almasını kolaylaştıran yöntemlerdir (Anderson, 1977; Chalfant, 1993).

Bayes kuralı (teoremi), diğer karar alma yöntemlerinden farklı olarak karar alıcının herhangi bir olayla ilgili öznel (subjektif) olasılıklarını dikkate alan ve sonuçta belirsizlik koşullarını riske dönüştürmeye yardımcı bir araçtır.

Bayes kuralına dayalı Bayesgil görüş kimi zaman belirsizlik halinde ve risk altında karar almadan farklı bir karar modeli olarak görülmektedir (Kurtuluş, 1985, s:30). Risk altında karar almada herhangi bir olayın gerçekleşme olasılığı nesnel (objektif) olarak bilinmektedir. Bayes kuralının uygulandığı karar modellerinde ise karar alıcının kişisel görüş ve sezgileri sayısal olasılığa dönüştürülerek analize dahil edilmektedir. Bu nedenle bu yaklaşıma diğerlerinden farklı olarak 'kısmi ihmal durumunda karar alma' adı da verilmektedir.

Bu çalışmada; çeşitli alanlarda oldukça sık kullanılan, ancak tarım işletmeciliğinde -özellikle Türkiye’de- çok fazla kullanılmayan Bayes kuralı ve dolayısıyla Bayes analizi genel hatlarıyla tanıtılmıştır. Yöntemin tarımsal işletmecilikte kullanımını göstermek amacıyla gerçek verilere dayalı bir örnek verilmiştir.

## 2.BAYES KURALININ ESASLARI ve KULLANIM ALANLARI

Bayes kuralının en önemli özelliği, karar almada öznel olasılıkların kullanılmasına olanak sağlamasıdır. Yöntem genel hatlarıyla geriye doğru tahmin amacıyla koşullu olasılıkların analizine dayanmaktadır. Öznel olasılık değerleri genellikle geçmiş dönemlerin verilerine bağlı olarak saptanmaktadır. Bazı durumlarda, bu olasılıklar yeni (ek) bir bilgiyi kullanarak gözden geçirilebilir. Ek bilgi genellikle örnekleme ya da deneme yoluyla elde edilebilir. Ham verilerden elde edilen “ön olasılıklar”, Bayes kuralının uygulanmasıyla “son olasılıklara” dönüştürülür (Taha, 1997, s:539). Ancak, yönetimle ilgili uygulamalarda ek bilginin çoğunlukla kişisel ya da öznel yargıya dayanması gerektiği de belirtilmektedir (Anderson, 1977, s:5).

Ön olasılıkların ek bir bilgi yardımıyla gözden geçirilmesi süreci Bayes kuralı olarak adlandırılmakta ve adını İngiliz rahip ve matematikçi Thomas Bayes’ten (1702-1761) almaktadır. Bayes kuralında ele alınacak olayların karşılıklı olarak birbirini engelleyen (mutually exclusive) ve ortaklaşa tümleyen (collectively exhaustive) olaylar\* olacağı varsayılır (Lawrence, 1998; Mc Clave, 1988; Newbold, 1995).

Bağımsız olaylarda herhangi bir I sonucunun olasılığı başka bir sonucun olasılığına bakılmaksızın  $P(I)$  simgesiyle gösterilebilir. Bağımlı olaylarda (ek bilgiye dayanarak) I’nin S’ye bağlı ortaya çıkış olasılığı  $P(I|S)$  simgesi ile gösterilmektedir. Bu ifadeye koşullu olasılık adı da verilir.

\* Olasılık teorisinde, A ve B gibi iki olayın ortak sonucu yoksa bunlar "karşılıklı birbirini engelleyen olaylar" olarak adlandırılır. Böyle olayların kesişimi boş kümedir. Örneğin; bir para havaya atıldığı zaman sonucun yazı ya da tura olması gibi. Ortaklaşa tümleyen olaylar da, örnek uzayını oluşturan her sonucun en az bir kere gerçekleşeceğini ifade eder. Örneğin; bir zar atıldığında sonucun en azından 1 ya da en fazla 6 olması gibi. Bu olayların bileşimi örnek uzayını oluşturmaktadır.

Herhangi bir ek bilgiye dayanarak ön olasılıklar son olasılık haline getirildiğinde ilk olayın gerçekleşme olasılığını gözden geçirme olanağı doğmaktadır

Ele alınan olaylar -olgular-  $S_1$  ve  $S_2$  ile gösterildiğinde, ek bilgiye dayanarak olayın gerçekleşme olasılığı;

$$P(S_1|I) = \frac{P(I \cap S_1)}{P(I)}$$
$$= \frac{P(I|S_1)P(S_1)}{P(I|S_1)P(S_1) + P(I|S_2)P(S_2)} \quad \text{şeklinde yazılır.}$$

Formüldeki  $I$  örneğe ya da kişisel yargıya dayanan ek bilgiyi göstermektedir.

$k$  sayıda olay olduğunda  $(S_1, S_2, S_3, \dots, S_k)$ ; formül

$$P(S_i|I) = \frac{P(I \cap S_i)}{P(I)}$$
$$= \frac{P(I|S_i)P(S_i)}{\sum_{j=1}^k P(I|S_j)P(S_j)} \quad \text{şeklini alır.}$$

Bayes kuralı amaca uygun olarak hazırlanacak bir tablo düzenlenerek daha kolay uygulanabilir. Hesaplama 5 aşamada gerçekleştirilir: (Tablo 1)

Sütun 1: Olgular; karşılaşılabilecek olayların listesi,  $S_k$ 'ler.

Sütun 2: Ön olasılıklar; sonuçların olasılık tahminleri (ek bilgi olmadan önce),  $P(S_k)$ .

Sütun 3: Koşullu olasılıklar; ek bilginin koşullu olasılığı  $P(I|S_k)$ .

Sütun 4: Bileşik olasılıklar;  $P(I \cap S_k) = P(S_k) * P(I|S_k)$ . Bunlar 2. sütundaki herbir ön olasılık değerinin 3. sütundaki koşullu olasılık değerleri ile çarpımından oluşmaktadır,  $P(I)$

Sütun 5: Son olasılıklar; Bayes kuralı yardımıyla bulunan olasılıkları ifade etmekte olup,  $P(S_k|I)$  simgesiyle gösterilir.

$P(S_k|I) = P(I \cap S_k) / P(I)$  olduğundan, bu değerler 4. sütundaki herbir satır değerinin 4. sütun toplamına bölünmesiyle elde edilir (Lawrence, 1998, s:350).

Tablo 1: Olasılık Dönüşüm Tablosu

1	2	3	4	5
Olgular	Ön olasılıklar	Koşullu olasılıklar	Bileşik olasılıklar	Son olasılıklar
$S_1$	$P(S_1)$	$P(I S_1)$	$P(I \cap S_1)$	$P(S_1 I)$
$S_2$	$P(S_2)$	$P(I S_2)$	$P(I \cap S_2)$	$P(S_2 I)$
.	.	.	.	.
$S_k$	$P(S_k)$	$P(I S_k)$	$P(I \cap S_k)$	$P(S_k I)$
Toplam	1		$P(I)$	1

Bayes kuralının esası ön olasılıkların, bunları değiştirebilecek ek bir bilgi yardımıyla yeniden düzenlenmesidir. Bir başka ifadeyle mevcut olasılıkların alabileceği yeni şeklin belirlenmesidir. Buna göre olasılıkların başlangıçta tahmin edilen değeri değişmekte ve yeni olasılık değerleri belirlenmektedir.

Saptanan yeni olasılıklar, beklenen değer ölçütüne dönüştürülmekte ve karşılaşılabilecek risk düzeyleri önceden kestirilebilmektedir. Bayes kuralıyla, karar alıcı beklenen faydalara göre ne olacağını değerlendirmek için olası herbir stratejiyi sınyarak en uygun olanını seçebilmektedir.

Bayes kuralı; istatistik, finansman ve pazarlama alanlarında sıkça kullanılmaktadır. Ancak genel olarak Bayes yaklaşımının tarım ekonomisi alanında yaygın bir biçimde kullanılmadığı da belirtilmektedir. Buna neden olarak da öznel yargılara dayalı olarak sonuca ulaşma gösterilmektedir. Ancak yaygın olmamasına karşın yöntemin bazı avantajlarının olduğu ve özellikle fiyatlandırma tahminlerinde kullanım alanı bulacağı

düşünülmektedir.(Chalfant, 1993; Lence, 1994; Mittelhammer, 1993; Zellner, 1999)

Doğruya yakın sonuçlar alınabilmesi kuşkusuz olguların saptanan başlangıç olasılıklarının ve bunları etkileyeceği sanılan ek bilginin doğruluk derecesine bağlıdır. Genel olarak yöntemin teknoloji seçiminde, üretime karar vermede, alternatif pazarlama şekillerinin belirlenmesinde, yeni yatırım alanlarının seçiminde kullanılabilirliği düşünülmektedir.

### 3. BAYES KURALININ UYGULANILIŞINA BİR ÖRNEK

Bu bölümde, şimdiye kadar tanıtılmaya çalışılan Bayes kuralının basit bir uygulaması gerçekleştirilecektir. Örnek olarak karpuz "üretme" ya da "üretmeme" kararlarının seçimi ele alınmıştır. Karpuz üretim dalı ele alınan yörede (Manisa), uygun zamanda nakit akışı sağladığı ve pamuk, çekirdeksiz üzüm gibi ana ürünlere destek olduğu için üreticiler tarafından tercih edilmektedir.

Karpuzun kararlı bir piyasası olmayıp, destekleme kapsamında değildir. Bu nedenle herhangi bir üretici genellikle geleceğe yönelik fiyat beklentilerine göre karpuz üretmeye karar vermektedir. Manisa ili merkez ilçede karpuz üretiminde deneyimli olan ve iyi bilgi vereceği belirtilen bir üretici ile görüşülerek yöntemin uygulamasını göstermek amacıyla kullanılan veriler derlenmiştir.

Görüşme yapılan üretici gelecek üretim döneminde (2000 yılı) karpuz üretmeyi düşünmektedir. Üreticinin karpuz için beklediği en yüksek fiyat 20 000 TL/kg, en düşük fiyat ise 15 000 TL/kg'dır. Umulan ortalama verim 3500 kg/daa olup değişken masraflar da 35 000 000 TL/daa'dır. Üretici, geçmiş yıllardaki deneyimlerine göre; bu yıl fiyatın en yüksek düzeyde oluşma olasılığını %60, en düşük düzeyde oluşma olasılığını da %0.40 olarak belirtmiştir. Bu koşullarda beklenen değer kriterine göre üreticinin üretme ( $a_1$ ) ya da üretmeme ( $a_2$ ) eylemlerine ilişkin sonuçlar aşağıdaki gibidir.

$S_i$	$P(S_i)$	Eylemler	
		$a_1$ (milyon TL)	$a_2$ (milyon TL)
$S_1$ (yüksek fiyat)	0.60	70	35
$S_2$ (düşük fiyat)	0.40	52.5	35
Beklenen değer		63*	35

\*uygun eylem

Beklenen değer kriterine göre üreticinin karpuz üretmeye karar vermesi akılcıdır. Üretici karpuz ürettiğinde ve umut ettiği fiyat koşullarında 28 milyon TL.'lık bir brüt marj sağlayabilecektir.

Herhangi bir üretim dalının üretici için tercih edilebilir oluşu kuşkusuz ürünün fiyatına bağlı bulunmaktadır. Fiyat düzeyi, o üretim dalı için elverişli koşulların oluşmasında önemli rol oynamaktadır. Üretimi etkileyen diğer koşullar olumsuz olsa bile (iklim koşullarındaki olumsuzluklar, verim düşüklüğü vb.) yüksek fiyat sayesinde bu olumsuzluk bir ölçüde giderilebilir. Karpuz üretimi için koşulların elverişli olup olmayacağı konusunda üreticiye verilecek ek bir bilginin fiyatlara ilişkin ön olasılıkları gözden geçirme konusunda yararlı olacağı düşünülmüştür. Böylelikle üretici, fiyatlara ilişkin yeni olasılıkları belirleyerek karar verebilecektir.

Önceki bilgilerden yola çıkarak, fiyatlara bağlı olarak üretim için elverişli koşulların oluşma olasılıkları kestirilebilir. Buna göre, fiyatlar yüksek olduğunda koşulların üretim için elverişli olma olasılığının % 60, elverişsiz olma olasılığının % 40 olacağı; fiyatlar düşük olduğunda ise bu olasılıkların sırasıyla % 30 ve % 70 olacağı varsayılmıştır.

Ek bilgiye ilişkin olasılıklar, problemin türüne göre farklı şekillerde (denemeler, alan araştırmaları, istatistiksel yöntemler gibi) elde edilebilir. Ancak, daha önce de belirtildiği gibi çoğu zaman bu olasılıkların kişisel yargılara ve genel eğilimlere dayandırılması da mümkündür. Burada önemli olan, sağlanan ek bilginin özellikle başlangıç olasılıklarını ne şekilde etkileyeceğinin belirlenmesidir. Sağlanan bu ek bilgiye göre olasılık dönüşüm tablosu düzenlenmiştir (Tablo 2 ve Tablo 3).

Tablo 2: Koşulların Elverişli Olması Beklentisinde Olasılık Dönüşüm Tablosu

1	2	3	4	5
Olgular	Ön olasılıklar	Koşullu olasılıklar	Bileşik olasılık	Son olasılıklar
S <sub>1</sub> (yüksek f.)	0.60	0.60	0.36	0.75
S <sub>2</sub> (düşük f.)	0.40	0.30	0.12	0.25
Toplam	1		0.48	1

Tablo 3: Koşulların Elverişsiz Olması Beklentisinde Olasılık Dönüşüm Tablosu

1	2	3	4	5
Olgular	Ön olasılıklar	Koşullu olasılıklar	Bileşik olasılık	Son olasılıklar
S <sub>1</sub> (yüksek f.)	0.60	0.40	0.24	0.4615
S <sub>2</sub> (düşük f.)	0.40	0.70	0.28	0.5385
Toplam	1		0.52	1

Tablolardaki verilerden yararlanarak farklı iki eylem (üretme ya da üretmeme) için yeni olasılıklara göre beklenen değerler elde edilebilir:

koşullar elverişli ise:

S <sub>i</sub>	P(S <sub>i</sub> )	Eylemler	
		a <sub>1</sub> (milyon TL)	a <sub>2</sub> (milyon TL)
S <sub>1</sub> (yüksek fiyat)	0.75	70	35
S <sub>2</sub> (düşük fiyat)	0.25	52.5	35
Beklenen değer		65.625*	35

\*uygun eylem

koşullar elverişsiz ise:

$S_i$	$P(S_i)$	Eylemler	
		$a_1$ (milyon TL)	$a_2$ (milyon TL)
$S_1$ (yüksek fiyat)	0.4615	70	35
$S_2$ (düşük fiyat)	0.5385	52.5	35
Beklenen değer		60.576*	35

\*uygun eylem

Bu sonuçlara göre; oluşabilecek elverişli ya da elverişsiz koşullar için üreticinin karpuz üretmesi akılcı görülmektedir. Ancak koşulların elverişsiz olacağı beklentisi varsa başlangıç olasılıkları önemli ölçüde değişecektir. Değişken masrafların etkilenmediği varsayıldığında koşulların elverişli olması durumunda brüt marj 30 625 000 TL/daa; elverişsiz olması durumunda ise 25 576 000 TL/daa olacaktır. Koşulların elverişsiz olacağı beklentisinde bile üreticinin üretim kararını alması uygun görülmektedir. Şüphesiz ek bilgiye ilişkin olasılıkların değiştiği durumlarda bu sonuçlar da değişebilecektir. Bayes kuralının karar almadaki yol gösterici özelliği de bu noktada ortaya çıkmaktadır. Çünkü başlangıç olasılıklarının önemli derecede değiştiği durumlarda karar seçeneklerini yeniden değerlendirme olanağı da doğmaktadır.

#### 4. SONUÇ

Bu çalışmada tarım ekonomisi araştırmalarında fazla kullanılmayan bir yöntem olan "Bayes kuralı (teoremi)" tanıtılmış ve basit bir örnek üzerinde uygulanmıştır. Bu kurala bağlı analiz yöntemi üreticilerin belirsizlik koşullarında karar almalarını kolaylaştırmakta ve gerekirci yöntemlerin aksine öznel olasılıkların kullanımına olanak tanımaktadır. Ancak burada önemli olan hem başlangıç hem de koşullu olasılıkların doğru bir şekilde tahmin edilmesidir. Yöntemin özellikle pazarlama stratejilerinin belirlenmesinde, üretim ve yatırım kararlarının alınmasında kullanılabilmesi düşünülmektedir. Elde edilen ek bilgi yardımıyla herhangi bir olaya ilişkin başlangıç olasılıkları gözden geçirilebilecek ve daha doğru kararlar alınabilecektir.

## YARARLANILAN KAYNAKLAR

- ANDERSON, J.R.; DILLON, J.; HARDAKER, J.B.; Agricultural Decision Analysis, Iowa, USA, 1977
- CASTLE, E.N.; NELSON, A.G.; Farm Business Management, Mc Millan Publishing Company, USA, 1987
- CHALFANT, J.A.; "Estimation of Demand Systems Using Informative Priors", *American Journal of Agricultural Economics*, Dec, 1993, vol:75, p:1200-1205
- KURTULUŞ, K.; Pazarlama Araştırmaları, İstanbul, 1985
- LAWRENCE, J.A.; PASTERNAK, B.A.; Applied Management Science, John Wiley & Sons Inc., USA, 1998
- LENCE, S. H.; HAYES, D.J.; "The Empirical Minimum-Variance Hedge", *American Journal of Agricultural Economics*, Feb, 1994, vol:76, p:94-104
- Mc CLAVE, J.T.; BENSON, P.G; SINCICH, T.; Statistics for Business and Economics, Prentice Hall Int. Inc., USA, 1998
- MITTELHAMMER, R.C.; "Applications of New Bayesian Techniques to Agricultural Economics: Discussion", *American Journal of Agricultural Economics*, Dec. 1993, vol: 75, p:1217-1220
- NEWBOLD, P.; Statistics for Business and Economics, Prentice Hall Int. Inc., USA, 1995
- TAHA, H.A.; Operations Research, An Introduction, Prentice Hall Int. Inc., USA, 1997
- ZELLNER A.; "New Information-Based Econometric Methods in Agricultural Economics: Discussion" *American Journal of Agricultural Economics*, Aug, 1999, vol:81, p:742-746