

## Türkiye’de Tarım İşletmelerinin Teknik Etkinliklerinin Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonları İle Tahmini

Aysun KARABULUT\*

### ÖZET

*Bu çalışmada, Türkiye’deki tarım işletmelerinin çok küçük ve dolayısıyla etkin olmayan işletmeler olduğu yorumlarına ilişkin, Türkiye geneli için mikro düzey verilere dayalı olarak yapılmış bir analizle elde edilen nesnel bilgi temini için bir başlangıç yapmak hedeflenmiştir. Bu amaçla, “1994 Hanehalkı Gelir Dağılımı Anketi” verilerinden, 681 tane sadece bitkisel üretim yapan işletmenin verileri kullanılarak, tarım işletmelerinin etkinlik analizi yapılmıştır.*

*Analiz çalışması yapılırken, tarımda yoğun olarak karşılaşılan kötü hava koşulları gibi işletmenin kontrolü altında olmayan ve işletme etkinliğini doğrudan etkileyen etkenlerin etkisini ayırarak, sadece işletmenin kontrolü altındaki etkenlerin etkisiyle ortaya çıkan etkisizliği hesaplama olanağını veren, Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu kullanılmıştır.*

*Yapılan analiz sonucunda, işletmelerin % 50,66’sının % 70-79 arasında etkinlikle çalıştığı görülmüştür. Ayrıca, veri setinde içerilen sadece bitkisel üretim yapan 681 işletme için elde edilen ortama etkinlik oranı da, %71,58 olarak tesbit edilmiştir.*

*Anahtar Kelimeler :Teknik etkinlik, üretim sınır fonksiyonları, tarım işletmelerinde etkinlik*

### 1.GİRİŞ

Tarımsal işletme, genel olarak, yasal durumu ne olursa olsun sahip olduğu ya da ortaklık, kiracılık gibi yollarla işlemekte olduğu arazinin büyüklüğüne bakılmaksızın, kendi adına bitkisel üretim yapan, küçükbaş ya da büyükbaş hayvan yetiştiren tek yönetim altındaki ekonomik birim olarak tanımlanmaktadır. Burada sözü edilen tek yönetim birimi, tek bir birey ya da hanehalkı, birden çok hanehalkları gibi özel kişi olabileceği gibi, bir kooperatif, şirket ya da devlet kurumu gibi tüzel kişi olabilir.

Türkiye’de tarım politikalarının tartışıldığı hemen her ortamda, tarım sektöründe çalışan işgücünün, toplam işgücü içindeki oranın yıllar itibariyle seyrinde önemli bir değişiklik olmadığı halde (%40’lar civarı), tarım sektörünün milli gelir içindeki payının düşme eğilimi içerisinde bulunduğu gerçeği vurgulanarak, Türkiye’deki tarım işletmelerinin çok küçük ve dolayısıyla etkin olmayan işletmeler olmasından

\* DİE, Tarımsal İşletmeler İstatistikleri Şubesi

kaynaklanan sorunlar dile getirilmektedir. Ancak, bu yorumlar öznel gözlemlere dayalı olarak yapılmaktadır ve Türkiye geneli için, mikro düzey verilere dayalı olarak yapılmış analizlerle elde edilen nesnel bilgilere dayanmamaktadır.

Bu çalışmada, tarım işletmelerinin etkinliğinin işletme düzeyinde verilere dayalı olarak, tahmin edilmesi ve yukarıda sözü edilen tartışmalar için gerek duyulan nesnel bilginin karşılanması konusunda bir adım atılmış olması hedeflenmektedir. Tarım işletmelerinin teknik etkinliğinin stokastik üretim sınır fonksiyonu yardımı ile tahmin edileceği bu çalışmada, aslında zaman serileri ile çalışmanın daha güvenilir sonuçlar vereceği gerçeğine karşın, veri sağlama konusundaki olanaksızlıklar nedeniyle tek bir yıla ait, 1994 Hanehalkı Gelir Dağılımı Anketi verileri kullanılmış ve anlaşılacağı gibi, tarım işletmeleri kapsamı da yasal durumu sadece hanehalkı ya da hanehalkı ortaklığı şeklindeki işletmelerle sınırlandırılmıştır.

Bu çalışmanın ikinci bölümünde, üretim sınır fonksiyonu tanımlanarak, üretim sınır fonksiyonları ile işletme etkinliği arasındaki ilişki anlatılmış ve literatürde yer alan etkinlik ölçümleri ve üretim sınır fonksiyonlarına değinilmiştir. Üçüncü bölümde ise, Türkiye’de ve dünyada tarım sektörü için etken verimliliği ve etkinlik (literatürde toplam etken verimliliği olarak da adlandırılır) konularında yapılmış olan çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Dördüncü bölümde ise, Materyal ve Yöntem başlığı altında bu çalışmanın konusu olan, tarım işletmelerinin teknik etkinliklerinin ölçülmesi için yapılan modelleme çalışmaları anlatılmıştır. Beşinci ve son bölümde de, yapılan çalışmanın sonuçları özetlenmiş ve daha sağlıklı analizler yapılabilmesi için önerilerde bulunulmuştur.

## 2. ÜRETİM SINIR FONKSİYONLARI VE ETKİNLİK ÖLÇÜMLERİ

### 2.1. Üretim Sınır Fonksiyonu Tanımı

Üretim fonksiyonunun standart tanımı, belirli bir girdi seti için, belirli bir zaman kesitinde ve sabit teknoloji ile, olası en yüksek miktar çıktığı veren fonksiyondur şeklinde yapılır (Türkay, 1986; Schmidt, 1985–1986). Aynı şekilde bir maliyet fonksiyonunun tanımı da, seçilen girdi fiyatları ile belirli bir çıktı miktarının olası en düşük maliyetle üretilmesi esasına dayalı bir fonksiyondur şeklinde yapılabilir (Forsund, Lovell, Schmidt, 1980). Bu tür fonksiyonlarda en yükseklik ya da en düşüklük kavramları söz konusudur. Dolayısıyla fonksiyon olası gözlem aralığına bir sınır oluşturmaktadır ve bu tür fonksiyonlar, anlam olarak açıklayıcı olduğundan “sınır” sözcüğü ile birlikte kullanılır (Forsund, Lovell, Schmidt 1980).

Regresyon gibi standart istatistik tekniklerle oluşturulmuş üretim fonksiyonları hem eksi hem artı artıklara sahiptirler ve bu durum yukarıda sözü edilen fonksiyon tanımına uymaz. Bu nedenle sadece artı ya da sadece eksi artıklar verecek şekilde sınır çizen fonksiyonlara gerek vardır ki, bu tür fonksiyonlar sıkça sınır fonksiyonları olarak adlandırılır (Schmidt, 1985–1986). Belirli bir girdi seti için olası en yüksek çıktıyı verecek şekilde oluşturulan fonksiyonlara da üretim sınır fonksiyonları denilmektedir.



## 2.2. Üretim Sınır Fonksiyonları ile Etkinlik Ölçümleri Arasındaki İlişki

İşletme düzeyinde etkinlik ölçümü konusunda çalışan kişi, bu ölçümü yapabilmek için bir standarda gerek duyar. Gerek duyulan bu standart sınır fonksiyonları ile elde edilebilecektir (Schmidt, 1985–1986). Örneğin, üretim sınır fonksiyonu ile elde ettiği sınırın altında oluşacak olan gözlem noktaları (ki işletme olası en yüksek çıktıdan daha çok üretim yapamayacağı için tüm gözlem noktaları sınırın altında yer alacaktır), sınıra olan uzaklıkları kadar etkinsiz işletmeler olarak değerlendirilecektir. Sınır çalışmalarının ana konusu zaten etkinlik (etkinsizlik) ölçümleridir (Forsund, Lovell, Schmidt, 1980). Buradan da anlaşılacağı gibi, belli varsayımlar altında oluşturulan sınır fonksiyonları yardımıyla üretim faaliyetleri için ortalama bir etkinsizlik düzeyi bulmak olasıdır.

Üretim sınır fonksiyonları ile etkinsizlik ölçümleri arasındaki ilişkiyi bir örnek üzerinde görmeye çalışalım.

İki girdili bir fonksiyon düşünelim. Üretim fonksiyonu,

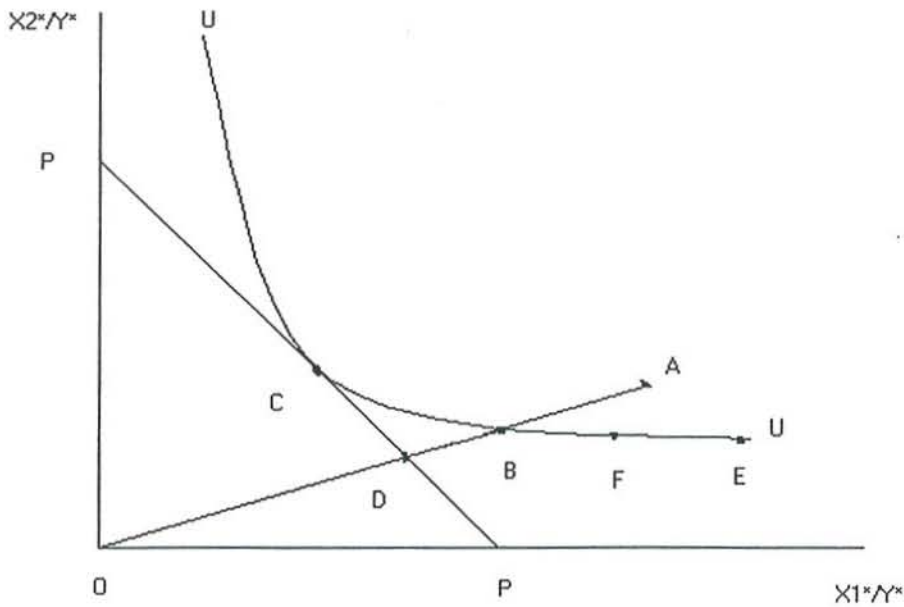
$$Y = f(X_1, X_2) \quad (1)$$

şeklinde ifade edilsin. Burada  $X_1$ ,  $X_2$ , girdileri;  $Y$  ise çıktıyı gösterebilir. Ölçeğe göre sabit getiri (Bu kavram ayrı bir başlık altında açıklanacaktır.) varsayımı göz önüne alındığında, (1)’deki gibi formüle edilen üretim fonksiyonu,

$$1 = f(X_1/Y, X_2/Y) \quad (2)$$

şeklinde ifade edilebilir ve bu fonksiyonun grafiği  $UU'$  ile gösterildiğinde Şekil 1’de verilen grafik oluşur.

Şekil 1. Birim Eş Ürün Eğrisi



Şekil 1’de A noktasının koordinatları  $(X_1^* / Y_1^*, X_2^* / Y_2^*)$ ’dır ve işletmenin  $X_1^*$  ve  $X_2^*$  girdileriyle sağladığı  $Y^*$  çıktısı ile bulunduğu yeri gösterir. Tanıma göre A noktası UU’ eğrisinin altında yer alamayacaktır. Bu grafiğe göre işletmenin teknik etkinliği  $OB / OA$  işlemi ile elde edilir.  $1 - OB / OA$  işlemi ile ise işletmenin teknik etkinsizliği belirlenir. Bu teknik etkinsizlik  $X_1^* / X_2^*$  girdi oranı sabit tutularak  $Y^*$  düşürülmeksizin  $X_1^*$  ve  $X_2^*$ ’ın düşürülebilirlik (azaltılabilirlik) oranını ölçer (Schmidt, 1985–1986).

### 2.3. Ölçeğe Göre Getiri Kavramı

Girdilerin bileşim oranlarını değiştirmeden  $(X_1^* / X_2^*$  girdi oranı sabit tutularak), her birinden kullandığı miktarı bir kat artırdığı zaman firmanın üretimi de bir kat artıyorsa, girdileri beş ya da on kat artırdığı zaman üretimi de beş ya da on kat artıyorsa, üretim ölçeğinin değişmesi karşısında verimlilik değişmiyor demektir. Üretim ölçeklerindeki değişmelerin verimliliği etkilemediği bu gibi durumlarda “ölçeğe göre sabit getiri (constant return to scale)” kuralı geçerli demektir.

Bazı üretim dallarında ise, tüm girdileri bir kat ya da iki kat arttırdığımız zaman firmanın üretim düzeyi bir ya da iki kat artmaz, daha düşük oranda artar. Bu durumda “ölçeğe göre azalan getiri (diminishing return to scale)” söz konusu demektir. Bazan da, firmanın üretimindeki artışlar, girdilerdeki artışlardan daha yüksek oranda olur. Buna da “ölçeğe göre artan getiri (increasing return to scale)” denir (Üstünel, 1983).

### 2.4. Etkinlik Ölçümleri

#### 2.4.1. Teknik etkinlik ölçümü

Sınır fonksiyonları ile etkinlik ölçümleri arasındaki ilişki anlatılırken, iki girdili fonksiyonla verilen örnek için yapılan açıklamalarda da anlatıldığı gibi, teknik etkinlik ölçümü Şekil 1’de gösterilen noktalardan hareketle  $OB/OA$  şeklinde elde edilmektedir.

A noktası ile gösterilen işletmenin bulunduğu gözlem noktasından, grafiğin başlangıcına çizilen doğrunun üretim sınır fonksiyonunu kestiği nokta, fonksiyona göre bu işletmenin etkin olarak üretimde bulunduğu durumda olması gereken noktadır (B noktası). Bu yüzden O noktası ile B noktası arasındaki uzunluğun O noktası ile A noktası arasındaki uzunluğa oranı ile işletmenin teknik etkinlik ölçüsü bulunmuş olur ki, bu ölçü işletmenin sağladığı çıktı miktarı ve girdi oranı sabit kaldığında girdilerin miktarında ne kadarlık bir azaltmanın olanaklı olabileceğinin ölçüsüdür. Yani aynı miktar çıktı üretimi için olası maliyet düşürülebilirliğinin ölçüsüdür. Aynı zamanda bu ölçü, girdi miktarı sabit tutularak çıktı miktarının ne kadar yükseltilebileceğinin de bir ölçüsü durumundadır.

#### 2.4.2. Oransal (allocative) etkinlik ölçümü

Yine Şekil 1’i göz önüne alarak PP’ nün girdi fiyatları oranını temsil ettiğini varsayalım. Bu durumda maliyeti en düşük yapan nokta C noktasıdır. D noktasındaki



maliyet ile C noktasındaki maliyetin aynı olması nedeniyle OD/OB oranı ile işletmenin oransal etkinliği tanımlanır. Aynı şekilde  $1 - OD/OB$  formülü kullanılarak işletmenin oransal etkinsizlik ölçüsü elde edilir. Bu ölçü doğru girdi miktarı kullanımı ile maliyetin olası düşürülebilirliğini ölçer (Schmidt, 1985–1986).

Buradan da anlaşılacağı gibi, B noktasında bulunan bir işletmenin teknik etkin olarak değerlendirilmesine karşın, oransal etkinsiz olarak değerlendirilmesi söz konusudur. Bunun nedeni de, daha az girdi miktarı ile aynı çıktı miktarını elde edebilecekken, işletmenin daha yüksek girdi miktarı ile aynı çıktı miktarını elde ediyor olmasıdır. Yukarıda verilen oransal etkinlik ölçüsünün doğru girdi miktarı kullanımı ile maliyetin olası düşürülebilirliğini ölçtüğü ifadeyle anlatılmak istenen budur.

#### **2.4.3.1.1. Toplam etkinlik ölçümü**

Yine Şekil 1’i göz önüne alalım. Bir işletmenin toplam etkinliği OD/OA olarak tanımlanır (Schmidt, 1985–1986). Yani, işletmenin bulunduğu gözlem noktasından grafiğin başlangıcına çizilen doğrunun PP’ girdi fiyatları oranı doğrusunu kestiği D noktası ile, başlangıca kadar olan doğrunun uzunluğunun, başlangıçtan işletmenin gözlem noktasına çizilen (A noktasına kadar) doğrunun uzunluğuna oranı ile işletmenin toplam etkinliği bulunur.  $1 - OD/OA$  olarak tanımlanan toplam etkinsizlik ölçüsü, A noktasının (gözlemlenen noktanın) C noktasına (maliyetin en düşük olduğu noktaya) kaydırılması durumunda maliyetin olası azaltılabilirliğini ölçmektedir. Toplam etkinlik kabaca teknik ve oransal etkinliklerin bir toplamı gibi düşünülmektedir (Schmidt, 1985–1986).

### **2.5. Üretim Sınır Fonksiyonları**

Üretim sınır fonksiyonları için farklı literatürlerde farklı sınıflandırmalar kullanılmıştır. Aigner, Lovell, Schmidt (1977), stokastik olmayan parametrik üretim sınır fonksiyonları ile stokastik üretim sınır fonksiyonları arasındaki farklılıklara değinerek, sağladığı yararları ve eksikliklerini tartışmışlar; ekonometrik açıdan daha açıklayıcı olduğunu savundukları stokastik üretim sınır modeli tahmini ile ilgili çalışmalarını özetlemişlerdir.

Forsund, Lovell, Schmidt (1980) ise belirleyici parametrik olmayan sınır fonksiyonları, belirleyici parametrik sınır fonksiyonları, belirleyici istatistiksel sınır fonksiyonları ve stokastik sınır fonksiyonları olarak yaptığı sınıflandırma ile bu tür fonksiyonları tartışmışlardır.

Schmidt (1985–1986) ise istatistiksel olmayan, belirleyici ve stokastik üretim sınır fonksiyonları olarak iki ana başlık altında bu fonksiyonları irdelemiştir. Bu çalışmada, Forsund, Lovell, Schmidt (1980) tarafından yapılan sınıflandırmaya göre üretim sınır fonksiyonları anlatılacaktır.

#### **2.5.1. Belirleyici parametrik olmayan sınır fonksiyonları**

Yine sadece  $X_1$  ve  $X_2$  olmak üzere iki girdi kullanarak Y miktarı kadar çıktı üreten bir işletmeyi göz önüne alalım ve işletmenin üretim sınır fonksiyonunun (1)’de

ifade edildiği gibi,  

$$Y = f(X_1, X_2)$$

şeklinde olduğunu düşünelim ki bu fonksiyon, (2)'de ifade edildiği şekilde,

$$1 = f(X_1/Y, X_2/Y)$$

olarak yazılabilir bir fonksiyon olsun. Böyle bir fonksiyonun UU' ile Şekil 1'de gösterilen eğrisi birim eş ürün eğrisidir. (2)'de belirtilen fonksiyonu sağlayan tüm  $X_1$ ,  $X_2$  kombinasyonları bu birim eş ürün eğrisini oluşturur. Üretim fonksiyonu sürekli olduğu için, eğri üzerinde sonsuz sayıda girdi kombinasyonları yer alır. Her bir girdi kombinasyonu ile elde edilen ürün çıktı miktarı aynıdır (Henderson, Quandt, 1971).

İlk kez Farrell (1957) tarafından sınır teknolojisi ve etkinlik ölçüsü tartışmaları başlatılmıştır. Farrell'in yaklaşımı doğrusal programlama teknikleri ile, gözlenen girdi-çıkıtı oranlarının dışbükey kabuklarının (Şekil 1'deki UU' birim eşürün eğrisinin) kullanımı şeklindedir ve bu anlamda parametrik olmayan bir modelleme yöntemidir. Farrell'in bu yönteminde (1)'de ifade edilen şekildeki fonksiyonun ölçeğe sabit getiri ile ayırt edildiği varsayımı kullanılmıştır.

Bilindiği gibi eş ürün eğrileri başlangıca dış bükeydirler. Bunun sebebi, girdilerin birbirlerinin yerine kullanılmasının kolaylıkla gerçekleşmesidir. Yani girdilerden birinin miktarını birer birim birer birim artırdıkça, aynı miktar çıktının elde edilebilmesi öteki girdinin gittikçe küçülen miktarlarda azaltılması ile olasıdır (Türkay, 1986). Farrell'in bu yaklaşımı gözlenen girdi-çıkıtı oranlarının doğrusal programlama teknikleriyle dışbükey kabuğunun basit bir şekilde oluşturulması anlamında parametrik olmayan bir yaklaşım olarak değerlendirilir. Bu yöntemde gözlemlerin bir alt seti kullanılarak dışbükey kabuğu oluşturulmuştur; öteki gözlemler de bu kabuğun yukarı kısmında yer almıştır. Bu yöntem gözlemlerin sınırın altında olamayacağı gerçeği dışında, sözü edilen sınır fonksiyonu özelliklerine sahip değildir. Sınırla gözlem arasındaki ilişkilere ya da sınırın belirli herhangi bir modeline dayalı değildir.

Bu yaklaşımın temel yararı, veriyi uymaya zorlayacak herhangi bir fonksiyonel biçim bulunmamasının sağladığı kolaylıktır. Temel eksikliği ise, ölçeğe göre sabit getiri varsayımının kısıtlayıcılığı ve ölçeğe göre sabit olmayan getiri tekniğine dönüşüm için kullanışsızlığıdır. İkinci bir eksikliği de, bu yaklaşımda gözlemlerin bir alt setine dayalı olarak sınır hesaplanıyor olması yüzünden uç gözlemlere ve ölçüm hatalarına özellikle hassas olmasıdır (Forsund, Lovell, Schmidt, 1980).

### 2.5.2. Belirleyici parametrik sınır fonksiyonları

Farrell, kendisinin başlattığı sınır yaklaşımını geliştirme çalışmaları sırasında, gözlenen girdi-çıkıtı oranlarının parametrik bir dışbükey kabuğu hesaplanmasını önerdi. Bu önerinin yapıldığı dönemde fonksiyonel biçimlerin seçimi sınırlı olduğundan Farrell, Cobb-Douglas biçimini önerdi. Cobb-Douglas üretim fonksiyonu,

$$f(X) = \alpha_0 X_1^{\beta_1} X_2^{\beta_2} \dots X_k^{\beta_k}$$



olmak üzere,

$$Y = f(X) e^{-U}$$

$$\ln Y = \ln f(X) - U ,$$

$$\ln f(X) = \ln \alpha_0 + \beta_1 \ln X_1 + \beta_2 \ln X_2 + \dots + \beta_k \ln X_k ,$$

$$\ln Y = \beta_0 + \sum \beta_i \ln X_i - U , \quad U \geq 0$$

şeklinde yazılabilir. Burada tek yönlü bir hata terimi olarak tanımlanan  $u$ , yukarıdaki eşitliği  $Y \leq f(X)$  eşitsizliğine zorlar.  $\beta = (\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_k)$  şeklindeki parametre vektörünün öğeleri ya doğrusal programlamayla (her bir artığın pozitif olmaması zorunluluğuna bağlı olarak, artıkların mutlak değerlerinin toplamını en küçükleyerek) ya da kuadratik programlamayla (aynı zorunluluğa bağlı olarak artıkların kareleri toplamını en küçükleyerek) tahmin edilebilir. Burada  $u$  teknik etkinsizliği ifade ettiğinden her bir gözlemin teknik etkinliği, elde edilen artıklar vektöründen doğrudan hesaplanabilir.

Parametrik yaklaşımın temel yararı parametrik olmayan yaklaşımın tersi olarak, sınır teknolojisini basit bir matematiksel biçimle ayırt etmeyi sağlaması ve ölçeye göre değişen getiriye ayarlamaya olanak sağlamasıdır. Bunun yanında, yine bu yaklaşımda da, tahmin edilen sınır verilerin bir alt setinden elde edildiği için, uç değerlere karşı hassastır. Ancak bu sorunun aynı yaklaşım içinde çözümü için, bazı öneriler söz konusudur. Ayrıca bu yaklaşımla elde edilen tahminlerin gerçek anlamda istatistiksel özelliklerine sahip olmaması da önemli bir sorundur (Forsund, Lovell, Schmidt, 1980).

### 2.5.3. Belirleyici istatistiksel sınır fonksiyonları

Belirleyici üretim sınırı modelinde, çıktının belirleyici bir üretim fonksiyonu ile yukarıdan sınırlandırıldığı varsayılır. Bu üretim fonksiyonunu,

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_k, \beta) e^{-U} \quad U \geq 0$$

olarak yazabiliriz. Bu fonksiyon, belirleyici parametrik sınır fonksiyonları anlatılırken kullanılan Cobb–Douglas özel biçiminin burada genel fonksiyon biçimi şeklinde ifadesinden başka bir şey değildir. Şimdi bu fonksiyonu istatistiksel bir model haline getirmek için,  $U$  (hata terimi) ile ilgili varsayımlar yapılması gerekmektedir. Yapılacak ilk varsayım  $U$ 'ların birbirinden bağımsız aynı dağılımlı,  $\mu$  ortalama ve  $\sigma^2$  varyansa sahip olduklarıdır. Ayrıca  $U_i$ 'lerin girdilerle ( $X_i$ 'lerle) aralarında korelasyon bulunmadığı şeklinde bir varsayım daha yapmak gerekmektedir.

Bu noktada tekrar Cobb–Douglas üretim fonksiyonuna dönersek, açıktır ki,

$$\ln Y = (\beta_0 - \mu) + \sum \alpha_i \ln X_i - (U - \mu)$$

şeklinde yazılabilecek olan bu fonksiyon, 0 (sıfır) ortalamalı hataya sahiptir ve En

Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle elde edilen tahmin edicilerin koşullarından tutarlılığı sağlar. Böylece,  $X=x$  koşulu altında  $Y$ 'nin EKK tahmin edicisi ( $\beta_0 - \mu$ ) ve  $\beta_i$  için tutarlı tahminler verir. Böylece tahmin edilen kesim noktası hiçbir artık pozitif olmayıncaya ve bir artık sıfır oluncaya kadar yukarıya doğru çekilerek düzeltilir;  $\beta_0$ 'ın tutarlı bir tahmini elde edilir.

Daha sonra hata teriminin dağılımına ilişkin varsayımlarda bulunularak en çok olabilirlik tahmin edicileri bulunur. Hatanın dağılımının üstel olduğu varsayımı yapılmış ise, doğrusal programlama tahmin edicilerinin; yarı normal olduğu varsayımı yapılmış ise, quadratik programlama tahmin edicilerinin en çok olabilirlik tahmin edicileri olduğu gösterilmiştir. Ancak tek yönlü dağılımların en çok olabilirlik tahmin edicilerinin genel koşullarından tutarlılık ve asimptotik normallik özelliklerinin ihlal edilmesine neden olması durumu söz konusudur. Bu durumdan kurtulmak için de literatürde çeşitli yollar önerilmiştir (Schmidt, 1985–1986).

#### 2.5.4. Stokastik sınır fonksiyonları

Şimdiye kadar anlatılan tüm sınır fonksiyonları belirleyicidir. Yani tüm firmalar ortak bir sınır fonksiyonunu paylaşırlar ve firma başarısındaki tüm değişiklikler, bu ortak sınır fonksiyonlarına göre, firma etkinliğindeki değişime atfedilir. Bu yaklaşımlar, uygun kuramsal dayanaklara sahip oldukları halde, uygulamada zorluklar çıkarır. Tüm firmalar tarafından paylaşılan belirleyici sınır fonksiyonları, firmanın başarısının sadece tamamen kontrol dışı etkenlerden (düşük makina başarısı, kötü hava, doğal afetler, girdi sağlamada kesintiler, gibi) etkilenebileceği gibi, gerçekte karşılaşılması olası durumlara bağlamaktadır. Ancak bunun yanında, en az bu gibi durumlar kadar karşılaşılması olası olan, firmanın kontrolü altındaki etkenlerden kaynaklanan başarı değişiklikleri de söz konusudur. Bu nedenle, bu şekildeki farklı iki etkenin karışımı olarak tek yönlü tek bir hata terimi kullanılması sorgulanabilir (Forsund, Lovell, Schmidt, 1980).

Stokastik sınır fonksiyonundaki temel fikir, bu iki farklı kaynaktan doğan firma başarısındaki değişiklikleri ayrı ayrı ölçmek amaçlı olarak iki ayrı hata terimi kullanmaktır.

Cobb-Douglas durumu için stokastik üretim sınır fonksiyonu

$$\ln Y = \beta_0 + \sum \beta_i \ln X_i + V - U$$

şeklinde yazılabilir. Burada hata terimi ( $V - U$ ) iki kısma ayrılmıştır.  $V$ , rasgele hataları (istatistiksel gürültüyü) temsil ederken;  $U$  teknik etkinsizliği temsil eder. Rasgele hata bileşeni ( $V$ ) firmanın kontrolü altında olmayan olaylardan kaynaklanan değişimi temsil ederken, etkinsizlik bileşeni ( $U$ ) firmanın kontrolü altındaki etkenlerden kaynaklanan değişimi temsil eder.

Genel olarak stokastik sınır modellerinde, rasgele hata bileşeni olan  $V$ 'nin birbirinden bağımsız aynı dağılımlı normal dağılıma sahip olduğu varsayımı yapılırken,



etkinsizlik bileşeni U için ise, tek yönlü farklı dağılım varsayımları yapılmaktadır. Ancak, etkinsizlik terimi için en yaygın olarak kullanılan dağılım varsayımı, herhangi bir neden olmaksızın, yarı-normal dağılım varsayımdır. Aynı zamanda, üstel dağılım da sıkça kullanılan dağılım varsayımlarından biridir (Schmidt, 1985-86).

Bu iki hata teriminin birbirinden ve girdilerden bağımsız olduğu ve belirli bir dağılıma sahip oldukları varsayımı yapıldıktan sonra, en çok olabilirlik tahmin edicilerinin hesaplanması işlemi üç aşamada tamamlanır.

İlk aşamada, basit EKK yöntemiyle parametreler tahmin edilir. Burada,  $\beta_0$  hariç tüm  $\beta_i$ 'lerin tahmin edicileri yansızdır.

İkinci aşamada,  $\beta_0$  hariç tüm  $\beta_i$  parametreleri basit EKK yöntemiyle tahmin edilen değerlere sabitlenir ve  $\beta_0$  ve  $\sigma^2$  parametreleri düzeltilmiş basit EKK yöntemine göre yeniden tahmin edilirler.

Üçüncü aşamada U ve V rasgele değişkenlerinin dağılımları için varsayımlar kullanılarak,

$$E[Y|X = x] = f(x)$$

fonksiyonunun parametrelerinin en çok olabilirlik tahmin edicileri elde edilir. Yapılacak tahmin, bilindiği üzere,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_k X_k + V - U$$

rasgele değişkeninin  $X_1=x_1, X_2=x_2, \dots, X_k=x_k$  koşulu altında beklenen değerinden başka birşey değildir. Bunun için U ve V rasgele değişkenlerinin dağılımına bağlı olarak en çok olabilirlik tahmin edicilerinin elde edilmesinde, çoğu kez, ardışık (iteratif) sayısal yöntemlere başvurulur; bu durumda, bu çalışmada da yapıldığı gibi, ikinci aşamada bulunan tahmin ediciler başlangıç değeri olarak alınır (Coelli, 1994).

Elde edilen en çok olabilirlik tahmin edicileri kullanılarak oluşturulan model yardımıyla ( $v_i - u_i$ ) şeklinde tanımlanan artık değerler  $Y_i - Y_i$  olarak hesaplanabilir. Ancak, saf etkinlik ölçümü için  $u_i$ 'nin yalın olarak hesaplanması gerekmektedir. Bunun yolu da,

$$E(U_i | V_i - U_i = v_i - u_i)$$

koşullu beklenen değerinin tahmin edilmesidir. U ve V rasgele değişkenlerinin dağılımları bilindiğinden, yukarıdaki beklenen değerde,  $v_i - u_i$  artık değerleri yerlerine konularak tahmini elde edilmektedir.

$$\hat{E}(U_i | V_i - U_i = v_i - u_i)$$

Elde edilen nihai en çok olabilirlik tahminleriyle oluşturulan model yardımıyla ( $v_i - u_i$ ) şeklinde tanımlanan artık değeri hesaplanabilir. Ancak, saf etkinlik ölçümü için  $u_i$ 'nin yalnız olarak hesaplanması gerekmektedir. Bunun yolu da,

$$E(u_i | v_i - u_i)$$

koşullu beklenen değerinin bulunmasıdır. Burada göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husus,  $E(u_i)$  tahmin edicisinin tutarlı bir tahmin edici olmadığıdır.

### 3. TARIM SEKTÖRÜ İÇİN TEKNİK ETKİNLİK KONUSUNDA YAPILAN ÇALIŞMALAR

#### 3.1. Türkiye'de Tarım Sektörünün Teknik Etkinlik Ölçümü ile İlgili Yapılmış Çalışmalar

Türkiye'de tarım sektöründe kısmi ve toplam etken verimlilikleri konusunda çeşitli çalışmalar yapılmış olmakla birlikte, Türkiye genelinde mikro düzeyde yapılmış bir çalışma olarak sadece 1998 DİE Araştırma Sempozyumu'nda Neriman Kuyumcu tarafından sunulan çalışmaya rastlanılmıştır. Bu çalışmada, sadece arpa ve buğday üretimleri için etkinlik ölçümleri, stokastik üretim sınırı fonksiyonları ile tahmin edilmiştir. Bu tahminler elde edilirken, arpa ve buğday ürünleri için kullanılan ekili alan, gübre, tohum ve makine değişkenleri girdi olarak ele alınmıştır. Elde edilen sonuçlara göre bölgeler arası etkinlik karşılaştırmaları ile, arazi büyüklüklerine göre işletme etkinliklerinin karşılaştırılması yapılmıştır.

Yaşar Akçay (1996) tarafından hazırlanan, sadece Tokat ili Kazova bölgesindeki tarım işletmelerinde kullanılan üretim etkenlerin verimliliği ve tarımsal üretim fonksiyonları ile ilgili yapılan çalışma ise çok küçük bir alanla ilgili de olsa, mikro düzey verilere dayalı ikinci bir çalışma olarak karşımıza çıkmaktadır.

Makro düzeyde Türkiye'de tarım sektöründe etkinlik ölçüm çalışmalarından biri, Vedat Mert tarafından hazırlanan D.İ.E Uzmanlık Tezi'dir (Mert, 1999). Bu çalışmada, 1990-1996 yıllarını kapsayan verilerle illerin, Farrell'in parametrik olmayan yaklaşımı ile ve belirleyici parametrik yaklaşımla Cobb-Douglas üretim sınır fonksiyonu kullanarak kısmi etken verimliliği, toplam etken verimliliği (teknik etkinlikler) hesaplanmıştır. İller düzeyinde yapılan bu çalışmada, toplam arazi, sulanan arazi, işgücü, makina, gübre, tarım ilaçları girdi olarak kullanılmış ve çıkan sonuçlara göre iller arası karşılaştırmalar yapılmıştır.

Nejat Pirinçlioğlu (1988) tarafından yapılan çalışmada da makro düzey verimlilik analizleri yapılmıştır. 1970 - 1985 yılları arasına ait verilere dayalı olarak yapılan analizlerde gübre, makine kullanımı ve toprak girdi değişkenleri olarak modele alınmıştır. Parametrik belirleyici Cobb-Douglas üretim fonksiyonunun kullanıldığı çalışmada, aynı zamanda girdi-çıkıtı oranları yaklaşımı da kullanılarak toplam etken verimliliği ve kısmi verimlilik hesaplamaları yapılmıştır.

Turgut Türkel (1976) tarafından yapılan çalışmada da yine makro düzey veriler kullanılarak bölgeler ve iller arasında verimlilik karşılaştırmaları yapmak üzere



analizler yapılmıştır. Toplam etken verimliliğinin ölçülmesinde bu çalışmada da yine, belirleyici parametrik Cobb-Douglas üretim sınır fonksiyonları kullanılmış, bu fonksiyonda girdi olarak tarımsal işgücü, ekili tarla alanları, bağ-bahçe alanları, çayır-mera alanları ve makine-teçhizat stok değerleri alınmıştır.

### **3.2. Dünyada Tarım Sektörünün Teknik Etkinlik Ölçümü ile İlgili Yapılmış Çalışmalar**

Schmidt’in (1985–1986), üretim sınır fonksiyonları konusunda yapılmış çalışmaların geniş bir özetini sunduğu Frontier Production Functions başlıklı yazısı için verdiği kaynakçalarda, tarım ile ilgili olarak yapılmış olan üretim sınır fonksiyonu tahmin çalışmalarının da listesine ulaşmak olasıdır. Bunlardan biri olan Bagi ve Huang (1983) tarafından hazırlanan Tennessee’de Çiftliklerin Üretim Teknik Etkinlik Tahminleri konulu çalışmada, stokastik üretim sınır fonksiyonu kullanılarak 1975–78 yılları arasına ait çiftlik düzeyinde verilerle, çiftliklerin teknik etkinlikleri tahmin edilmiştir.

Çalışmaya konu olan 193 çiftlikten, 15’i sadece bitkisel ürün yetiştiren, 78’i ise hem hayvan, hem bitkisel ürün yetiştiren çiftliklerdir ve bu iki grup için ayrı alt örneklemeler alınarak analiz yapılmıştır. Ayrıca 78 karma çiftlik için ideal olanın, bitkisel üretim sınır fonksiyonu ile hayvansal üretim sınır fonksiyonunun ayrı tahmin edilmesi olduğu, ancak elde edilen verilerin bu şekilde bir analize olanak vermemesi nedeniyle bunun yapılamadığı da vurgulanmıştır.

Modelde Y çıktısı olarak dolar üzerinden çiftlik çıktılarının çiftçinin eline geçen fiyatlarla değeri alınmıştır. x girdileri olarak ise, işlenen arazi büyüklüğü, yıl boyunca çiftlikte kullanılan insan işgücü saati (işletmeci ve ailesinin işgücü ile ücretli işgücü), yıllık tarımsal alet ve makine sermayesi (amortisman maliyeti, tamir ve bakım maliyeti, ve makine işletme masrafları dahil), dolar üzerinden gübre, kireç, zirai ilaç değeri ve yine dolar üzerinden canlı hayvan besleme ve bakım masrafları olmak üzere beş girdi kullanılmıştır.

Schmidt’in çalışmasında (1985-1986) ayrıca, yine Huang ve Bagi’nin (1984) kuzeybatı Hindistan’daki çiftliklerin teknik etkinliğine ilişkin bir çalışmaları ile, Kalirijan (1981) tarafından yapılan, çeltik üretimindeki verim değişiminin bir ekonometrik analizini konu alan çalışmadan da bahsedilmektedir.

## **4. MATERYAL VE YÖNTEM**

Bu çalışmada, 1994 Hane Halkı Gelir Dağılımı Anketi verilerinden yararlanılmıştır. Bu anket çalışmasının uygulandığı, 1994 yılında tarımsal üretimde bulunmuş olan 1 500 civarında tarım işletmesi vardır. Bitkisel üretim yapan işletmeler ile, hayvansal üretim yapan işletmelerin girdi ve çıktı yapısındaki farklılıklardan dolayı, bu çalışma için, sadece bitkisel üretim yapan işletmelerin kapsama alınması kararlaştırılmıştır. Bu koşulu sağlayan 907 işletme seçildikten sonra, 4.2.’de verilen çıktı değeri ile, girdi değişkenlerinin değerleri sadece seçilen bu işletmeler için hesaplanmıştır. Ancak, işletmelerin bazılarının bilgilerinde eksiklikler ve tutarsızlıklar bulunduğu gözlenmiş ve bu tür işletmeler analiz dışı bırakılmış olduğundan, sonuç olarak 681 işletme üzerinden analizler yapılmıştır.

#### 4.1. Değişkenlerin Belirlenmesi İçin Yapılan Çalışmalar

Çalışmanın başlangıcında, işgücü değişkeninin değer olarak modele katılması planlanmış ve işletmenin hanehalkı üyelerinin, tarım işinin en yoğun olduğu dönemde haftalık ortalama çalışma saati bilgisi kullanılarak, 1994 yılı ortalama saatlik tarım işçisi ücreti ile, yıllık ortalama bitkisel üretim işinde çalışılan hafta sayısı yardımı ile hesaplamalar yapılmıştır. Bu şekilde hesaplanan izafi hanehalkı işgücü değerine ücretli işgücüne yapılan ödemeler eklenerek işgücü değişkeni için değerler tesbit edilmiştir. Ancak, SPSS paket programı kullanılarak yapılan regresyon analizi sonuçlarına göre, işgücü değişkeninin açıklayıcılık düzeyinin çok düşük olduğu tesbit edilmiştir. Bu sonucun, işgücünün çıktı üzerinde en etkili değişkenlerden biri olduğu gerçeği gözönüne alındığında, kabul edilemez olduğu ve değişken değeri olarak ortalama haftalık çalışma saati kullanımının işletmeler arasındaki farkı azaltmış olacağı düşünülmüştür. Bu nedenle, değişken değeri olarak, işletmenin yıl boyunca çalıştırdığı toplam ücretli işçi sayısına, hanehalkı üyelerinden işletmenin tarımsal faaliyetlerine katılan sayısı toplamının kullanılması kararlaştırılmış ve bu şekli ile modelde işgücü değişkeninin açıklayıcılığı anlamlı düzeye ulaşmıştır.

İlk model denemesinde makine değeri de bir bağımsız değişken olarak modele dahil edilmek istenmiş ve işletmelerin sahip olduğu makinelerin 1994 yılındaki değerleri ile, işletmenin ödediği makine kiralari toplanarak modele katılmıştır. Ancak bu şekliyle bu değişkenin de açıklayıcılık düzeyi çok düşük çıkmıştır ve modelde eksi değerli katsayı vermektedir. Bu yüzden, bu değişken modelden çıkartılmak durumunda kalmıştır.

#### 4.2. Modelleme Çalışması ile Elde Edilen Sonuçlar

Yapılan çalışmalar sonucunda modelde yer alacak olan değişkenler aşağıda listelendiği şekilde tesbit edilmiştir.

##### Çıktı

Y = İşletmenin 1994 yılı içerisinde üretmiş olduğu tüm bitkisel ürünlerin (yan ürünler dahil) piyasa birim fiyatları üzerinden değeri (TL.)

##### Girdiler

A = Arazi = İşletmenin 1994 yılında bitkisel üretim amaçlı olarak kullandığı arazi (ikinci ekilişler dahil) büyüklüğü (dekar)

I = İşgücü = İşletmenin 1994 yılında çalıştırdığı ücretli tarım işçisi sayısı (farklı dönemlerde farklı tarımsal faaliyetler için çalıştırılmış tüm işçiler dahil) ve hanehalkı üyelerinden işletmenin tarım işlerinde çalışan sayısı toplamı

G = Girdi = İşletmenin 1994 yılında bitkisel üretim yapabilmek için kullandığı tohum (fide, fidan dahil), gübre (çiftlik gübresi dahil) ve tarımsal ilaç değeri toplamı (TL.)



Yukarıda anlatıldığı şekilde elde edilen bağımlı ve bağımsız değişkenlerin değerlerinin logaritmaları alınarak, Front41 adlı, üretim ve maliyet sınır fonksiyonları için model tahmin eden ve teknik etkinlikleri hesaplayan bir paket program kullanılmış ve Cobb-Douglas stokastik üretim sınır fonksiyonu tahmin edilmiştir. Bu modelleme çalışması ile elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

$$\ln Y = \beta_0 + \beta_1 \ln A + \beta_2 \ln I + \beta_3 \ln G + (V_i - U_i)$$

İlk aşamada, EKK yöntemi ile elde edilen katsayı tahminleri,

$$\beta_0 = 12,5752, \beta_1 = 0,12771, \beta_2 = 0,50162, \beta_3 = 0,25134$$

olarak bulunmuştur.

İkinci aşamada ise,  $\beta_1, \beta_2, \beta_3$  sabit tutularak  $\beta_0$  için düzeltilmiş EKK tahmini olarak,  $\beta_0 = 12,9264$  ve  $\sigma^2 = 0,5099$

bulunmuştur.

Üçüncü ve son aşamada da, en çok olabilirlik tahmini yapılarak aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

$$\beta_0 = 13,0584, \beta_1 = 0,12811, \beta_2 = 0,50131, \beta_3 = 0,24395$$

En çok olabilirlik tahminleri hesaplanırken  $V_i$  için normal dağılımlı,  $U_i$  için ise yarı normal dağılımlı olduğu varsayımları yapılmıştır.

Böylece elde edilen model yardımıyla her işletmenin teknik etkinliği ve ortalama teknik etkinlik hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucu, 681 işletme için ortalama teknik etkinlik % 71,58 olarak bulunmuştur. Veri setindeki işletmelerin etkinlik düzeylerine ilişkin sıklık dağılımı da Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1 Tarım İşletmelerinin Etkinlik Sınıflarına Göre Sıklık Dağılımı

Etkinlik Aralığı (%)	Sıklık	Sıklık (%)
30 – 34	1	0,15
35 – 39	1	0,15
40 – 44	2	0,29
45 – 49	6	0,88
50 – 54	16	2,35
55 – 59	27	3,96,
60 – 64	76	11,16
65 – 69	121	17,77
70 – 74	179	26,28
75 – 79	166	24,38
80 – 84	79	11,60
85 – 89	7	1,03
TOPLAM	681	100,00

Bu sonuçlara göre, tarım işletmelerinin % 50,66'sının % 70 ile % 79 arasında etkinlik ile çalışmakta olduğu gözlemlenmektedir. Ortalama etkinsizlik oranı, % 28,42 (100 – 71,58)'nin anlamı, gözlemlenen çıktı değerinin mevcut girdi düzeyi ile elde edilebilecek olan en yüksek çıktı değerinden % 28,42 oranında daha düşük olduğudur. Başka bir deyişle, var olan girdilerin etkin kullanımı ile, herhangi bir ek maliyete gereksinim duyulmaksızın, çıktı değerinin % 28,42 oranında arttırılabilmesi olasıdır.

Ayrıca, bölgelerarası (yedi coğrafik bölge) etkinlik farklılığının, işletme yöneticisinin eğitim durumunun (altı sınıf - okur yazar değil, okur yazar ama okul bitirmemiş, ilkokul, ortaokul ve dengi, lise ve dengi, yüksekokul ya da fakülte) ve arazi tasarruf şeklinin (dört sınıf - yalnız kendi arazisini işletenler, yalnız kira ya da ortakçılık ile tutulmuş arazi işletenler, yalnız diğer (karşılıksız vb.) biçimde arazi işletenler ve birden fazla tasarruf şekli ile arazi işletenler) etkinlik üzerindeki etkisinin anlamlı olup olmadığı Kruskal Wallis tek yönlü varyans analizi ile test edilmiştir. Bu testlerin sonuçlarına göre bölgelerarası etkinlik farkının ve işletme yöneticisinin eğitim durumunun etkinlik üzerindeki etkisinin anlamlı olduğu tesbit edilirken, arazi tasarruf şeklinin etkinlik üzerindeki etkisinin anlamsız bulunduğu gözlemlenmiştir. Yapılan bu analizlere ilişkin bulgular aşağıda özetlendiği gibidir:

#### Bölgelerarası Karşılaştırma Testi Sonuçları

Ki-kare Değeri	Serbeslik Derecesi	p Değeri
31,0846	6	0,0000

#### İşletme Yöneticisinin Eğitim Durumuna İlişkin Test Sonuçları

Ki-kare Değeri	Serbeslik Derecesi	p Değeri
21,092	5	0,0001

#### Arazi Tasarruf Şekline İlişkin Test Sonuçları

Ki-kare Değeri	Serbeslik Derecesi	p Değeri
5,2050	3	0,1574

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, işletmelerin başarısını etkileyen etmenlerden, işletmenin kontrolü altındaki etmenler ile, işletmenin hiçbir şekilde kontrol edemeyeceği etmenleri ayrıştırarak, sadece işletmenin kontrolü altındaki etmenlerden kaynaklanan etkinsizliği ölçmeye olanak sağlayan Stokastik Üretim Sınır Fonksiyonu olarak adlandırılan ekonometrik analiz tekniği kullanılarak, Türkiye'deki bitkisel üretim yapan tarım işletmelerinin etkinlikleri tahmin edilmeye çalışılmıştır. Yalnızca bitkisel üretim yapan 681 tarım işletmesinin, tesbit edilen değişkenler için, 1994 yılına ait olan bilgileri kullanılarak çalışma tamamlanmıştır.

Yapılan çalışma sonucunda, Türkiye'deki tarım işletmelerinin ortalama etkinsizlik oranı % 28,42 olarak bulunmuştur. Bunun anlamı, Türkiye'de yalnızca bitkisel üretim yapan tarım işletmeleri, gerçekleşen çıktı değerinin % 28,42 fazlasını mevcut girdilerle üretebilecek durumdadır. Ancak, mevcut girdilerin etkinsiz kullanımından dolayı daha düşük miktarda çıktı elde edilmektedir.



Analiz için kullanılan veri setindeki işletmelerin etkinsizlikleri arasında büyük farklılıklar vardır. En yüksek etkinsizlik oranı % 65,56 (100 – 34,44) olarak tahmin edilirken, en düşük etkinsizlik oranı % 12,22 (100 – 87,78) olarak tahmin edilmiştir. Etkinsizlikler arasındaki bu büyük değişimin nedenleri ayrı bir araştırma konusu olarak ele alınabilir.

Bilindiği gibi, bu çalışma kapsamında sadece bitkisel üretim yapan işletmeler için teknik etkinlik hesaplamaları yapılmıştır. Aynı şekilde, yalnızca hayvancılık yapan ve karma çiftçilik yapan tarım işletmeleri için de bu analizlerin yapılarak, karşılaştırmaya imkan verecek sonuçların elde edilmesi, bu çalışmayı tamamlayıcı önemli bilgi sağlayacaktır.

Bu tür ekonometrik analiz çalışmalarında, daha sağlıklı sonuçlar elde etmek için genellikle, zaman serisi şeklindeki veriler kullanılmaktadır. Ancak, periyodik olarak tarım işletmelerinden derlenmiş bu tür analizlere olanak sağlayacak düzeyde veri bulunmadığından tek yıla dayalı olarak bu çalışma yapılmak zorunda kalmıştır. Tarım politikalarının tesbiti için önemli bir bilgi olan etkinsizlik oranlarının sağlıklı olarak hesaplanabilmesi için, periyodik bilgi sağlayan araştırmaların yapılması gerekmektedir.

#### KAYNAKLAR

- AIGNER, D.J., LOVELL, C.A.K., SCHMİDT, P., (1977), “*Formulation and Estimation of Stochastic Production Function Models*”, *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- AKÇAY Y., 1996, “*Tokat İli Kazova Bölgesindeki Tarım İşletmelerinde Kullanılan Üretim Faktörlerinin Verimliliği ve Tarımsal Üretim Fonksiyonları*”, Doktora tezi, Tokat.
- BAGİ, F.S. and HUANG, C.J., (1983), “*Estimating Production Technical Efficiency for Individual Farms in Tennessee*”, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 31, 249-256.
- COELLİ, T., 1994, “*A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function Estimation*”, Australia.
- FARRELL, M.J., 1957, “*The Measurement of Productive Efficiency*” *Journal of the Royal Statistical Society*, 125, 258-81.
- FORSUND, F.R., LOVELL, C.A.K., SCHMİDT, P., (1980), “*A Survey of Frontier Production Functions and Their Relationship to Efficiency Measurement*”, *Journal of Econometrics*, 13, 5-25.
- HENDERSON, J. M., QUANDT, R.E., (1971), *Microeconomic Theory*
- HUANG, C.J., and BAGİ, F.S., (1984), “*Technical Efficiency on Individual Farms in Northwest India*”, *Southern Economic Journal*, 51, 108-115.
- KALİRİJAN, K., (1981), “*An Econometric Analysis of Yield Variability in Paddy Production*”, *Canadian Journal of Agricultural Economics*, 283-294.

- KUYUMCU N., (1998), "Tarımsal Üretimde Verimlilik ve Stokastik Üretim Sınırı Fonksiyonu Kullanarak Teknik Etkinsizliğin Ölçülmesi", Araştırma Sempozyumu 98, DİE, Ankara.
- MERT, V., (1999), "Tarım Sektöründe İller Bazında Etkinlik Ölçümü", DİE Uzmanlık tezi, Ankara.
- PİRİNÇLİOĞLU, N.,(1988), "Tarım Sektöründe Verimlilik", MPM yayınları:365, Ankara.
- SCHMİDT, P., (1985-1986), "Frontier Production Functions", Econometric Reviews, 4, 289-328.
- TÜRKAY, O., (1986), *Mikroiktisat Teorisi*
- TÜRKEL, T., (1976), "Tarım Kesiminde Bölgeler ve İller Düzeyinde Kaynak Kullanımı ve Verimlilik", MPM yayınları:146, Ankara.
- ÜSTÜNEL B., (1983), *Ekonominin Temelleri*, İstanbul.

## **Estimation of Technical Efficiency for Agricultural Holdings in Turkey by Using Stochastic Production Frontier Functions**

### **ABSTRACT**

*In this study, it is aimed to make beginning for obtaining objective information, by analyzing micro level data for whole Turkey, to be able to discuss comments on ineffectiveness of agricultural holdings in Turkey. For this purpose, 1994 Household Income Distribution Survey data was used, and data belonging to 681 agricultural holdings engaged only in vegetative production was analyzed to estimate technical efficiencies.*

*During this study, since uncontrollable factors, such as bad weather conditions that are directly effective on production process, are highly important in agricultural production, Stochastic Production Frontier Function which allows to calculate inefficiency caused only by controllable factors was used for this analyze.*

*At the end of this analyze, it has been seen that 50.66 % of agricultural holdings are in the efficiency class of 70-79 %. In addition, average efficiency for 681 agricultural holdings has been found as 71.58 %.*

**Key Words** :*Technical efficiency, production frontier functions, efficiency of agricultural holdings*