

**ANA VE İKİNCİ ÜRÜN MISIR ÜRETİMİNDE AZOT
GÜBRELEMESİNİN EKONOMİK ANALİZİ**

Burhan ÖZKAN

Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi,
Tarım Ekonomisi Bölümü, Antalya-Türkiye

Musa KUZGUN

Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Antalya-Türkiye

Özet : Azot gübrelemesinin mısır verimine etkisini belirlemeye yönelik çok sayıda araştırma yapılmasına karşın, mısır üretiminde azot gübresinin ekonomik dozunu saptamaya yönelik çalışmaların yeterince yapıldığı söylenemez.

Bu çalışmanın amacı ana ve ikinci ürün mısırdaki azot gübrelemesinin en kârlı dozunu saptamaktır. Bu amaçla tarla denemesi sonuçları basit kuadratik fonksiyon kullanılarak analiz edilmiştir. Ekonomik analiz sonuçlarına göre, 1995 yılı fiyatları ile dekara ekonomik saf azot dozu ana ve ikinci ürün mısırdaki sırasıyla 22.9 ve 18.6 kg olarak bulunmuştur.

**An Economic Analysis of N Fertilization in Main and
Double Cropping Maize**

Abstract : Considerable research has been devoted to N fertilization and its effect on yield. However, insufficient studies have been conducted to determine the optimum rate of nitrogen in maize production.

The purpose of this paper was to determine the economic optimum levels of N application to main and double cropping maize. In order to carry out economic analysis of the field trial results, the simple quadratic function was used. As a result of economic analysis for 1995 production year, the mean economic optimum levels of pure N application to main crop and double cropping maize were 229 and 186 kg per hectare, respectively.

Giriş

Mısır tarımında azotlu gübre kullanımı yüksek bir verim alabilmek için önemli bir üretim girdisidir. Azotun mısır veriminde etkili olması nedeniyle, bugüne kadar mısırdaki gübrelemeyi konu alan çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların sonucunda da çoğunlukla, en fazla verim performansı gösteren gübre miktarı üreticilere önerilirken, ekonomik azot dozu miktarı üzerinde fazla durulmamıştır.

Ancak son yıllarda gerek gübre fiyatlarında görülen hızlı artışlar, gerekse de aşırı kimyasal gübre kullanımının çevre kirliliğine neden olması, fiziki optimum gübre dozundan ziyade ekonomik optimum dozun üreticilere önerilmesi konusuna ağırlık kazandırmıştır. Örneğin Antalya'da ikinci ürün mısır üretiminde fiziki optimum düzeyin 24 kg/da saf azot dozunda gerçekleşmesine karşın, ekonomik azot dozunun 21.6 kg/da olduğu bildirilmiştir (1).

Diğer yandan Perrin ve ark. (2), gübre denemelerinin ekonomik analizlerinin yapılmasının, araştırma-geliştirme çalışmalarının üreticiler tarafından daha etkin bir şekilde benimsenmesine katkıda bulunabileceğini belirtmişlerdir. Ülkemizde de bazı araştırmacılar gübreleme denemeleri sonuçlarının ekonomik analizini yaparak ekonomik gübre dozlarını hesaplamışlardır (3).

Ayrıca azotlu gübrelerin çevreye yaptığı olumsuz etkilerin artık hissedilir bir hale gelmesinin bir sonucu olarak, aşırı kimyasal gübre kullanımından kaçınılması gerektiği daha sık vurgulanmaya başlamıştır. Özkaya ve Özdemir (4), Ege bölgesinde pamuk üretiminde kullanılacak ekonomik azot dozunun 9.05 kg/da olmasına karşın, İzmir ilinde üreticilerin ortalama olarak 18 kg/da saf azot kullandıklarını bildirmişlerdir. Benzer şekilde Özkan ve Kuzgun (5), Antalya yöresinde pamuk üreticilerinin dekara 20.1 kg saf azot kullanmalarına karşın, bölgede pamuk üretimi için ekonomik saf azot dozunun 15.9 kg/da olduğuna işaret etmişlerdir.

Bu maktelede, ana ürün mısır ve buğday sonrası ikinci ürün mısır üretiminde en uygun azotlu gübre miktarını belirlemeye yönelik Adana'da yürütölen tarla denemesi sonuçlarının ekonomik analizi yapılarak en kârlı gübre dozunun saptanması amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Araştırmada kullanılan deneysel veriler; Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün 1989-1991 yıllarında ana ürün olarak TTM-8119 ve ikinci ürün olarak TTM-813 mısır çeşitlerini kullanarak elde ettiği deneme sonuçlarından oluşmaktadır. Mısır bitkisine ait deneme sonuçları ana ve ikinci ürün olarak sırasıyla Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir (6).

Araştırmada fosfor 9 kg/da olarak sabit tutulurken, azot gübrelemesi 7 farklı dozda (0, 12, 15, 18, 21, 24 ve 27 kg/da) uygulanmıştır. Denemede kullanılan azot gübresinin ise yarısı ekim sırasında diğer yarısı da sapa kalkma döneminde verilmiştir (6).

Mısır verimi ve azot gübrelemesi arasındaki ilişkiyi bulabilmek için gübre-ürün fonksiyonun bulunması gerekir. Çizelge 1 ve 2'de verilen deneme sonuçlarına göre gübre ve verim arasındaki ilişkiyi en iyi şekilde basit kuadratik fonksiyonun yansıtacağı kabul edilmiştir. Deneme sonuçlarına ilişkin kuadratik fonksiyon $Y=a+bx-cx^2$ şeklindedir. Fonksiyonda Y bağımlı değişken, x bağımsız

değişken, a sabit bir sayı, b ve c regresyon katsayılarıdır. Bu katsayıların hesaplanması en küçük kareler yöntemine göre yapılmıştır (7, 8).

Ekonomik azot dozlarını bulabilmek için marjinal analizlerden yararlanılmıştır. Marjinal Üretim (MU) toplam üretimin türevi olduğu için $MU = dy/dx$ olarak ifade edilir.

Diğer yandan; Marjinal gelir (MG) = $MU \cdot P_y$
Marjinal masraf (MM) = P_x 'dir.

Kârın maksimum olduğu noktada marjinal gelir (MG) = marjinal masrafa (MM) eşit olduğu için, $(dy/dx) P_y = P_x$ eşitliği yazılabilir (9).

Eşitlikte; dy/dx = Marjinal Üretimi, yani Üretim fonksiyonunun türevini,
 P_y = Ürün fiyatını,
 P_x = Gübre fiyatını göstermektedir.

Bulunan bu eşitlik yardımıyla ekonomik gübre dozu ve bu ekonomik dozda üretilebilecek ana ve ikinci ürün mısır miktarları bulunmuştur (9).

Ekonomik analizde 1995 fiyatları esas alınmıştır. Buna göre ana ürün mısır fiyatı 8490 TL/kg, ikinci ürün mısır fiyatı 8100 TL/kg, saf azot gübre fiyatı ise amonyum sülfat için 37600 TL/kg olarak alınmıştır (10). Ürün fiyatları çiftçinin eline geçen net fiyatları göstermektedir.

Çizelge 1. Ana Ürün Mısırdaki Azot Uygulamasının Verime Etkisi

Uygulama No	Uygulamalar (kg/da) N	Verimler (kg/da)			
		1989	1990	1991	Ortalama
1	0	996	735	902	878
2	12	1141	859	1044	1018
3	15	1196	927	1080	1068
4	18	1192	993	1056	1080
5	21	1266	941	1128	1112
6	24	1268	1021	1124	1138
7	27	1271	924	1133	1109

Çizelge 2. İkinci Ürün Mısırdaki Azot Uygulamasının Verime Etkisi

Uygulama No	Uygulamalar (kg/da) N	Verimler (kg/da)			
		1989	1990	1991	Ortalama
1	0	479	565	328	457
2	12	642	626	554	607
3	15	620	672	552	615
4	18	711	639	606	652
5	21	725	776	667	723
6	24	718	779	485	661
7	27	801	731	478	670

Bulgular ve Tartışma

Ana Ürün Mısırdaki Ekonomik Saf Azot Miktarı

Çizelge 1'de verilen azot dozları ile mısır verimi arasında $Y=a+bx-cx^2$ şeklinde kuadratik bir ilişki olduğu kabul edilerek ekonomik analize yardımcı olacak hesaplamalar yapılmıştır.

Formülde; Y = Üretim miktarını,
x = Verilen saf azot gübresi miktarını,
a = Hiç gübre verilmediği zaman alınan ürün miktarını,
b,c= Artırılacak her gübre dozu seviyesi için ilave ürün artışlarına verecek sabitleri göstermektedir.

Kuadratik formülü kullanılabilir hale getirmek için a, b ve c değerlerini bulmak gereklidir. Anılan değerler en küçük kareler yöntemi kullanılarak;

$$a = 874.54$$

$$b = 16.408$$

$$c = -0.2616 \text{ olarak hesaplanmış ve üretim fonksiyonu}$$

$$Y = 874.54 + 16.408x - 0.2616x^2 \text{ olarak elde edilmiştir.}$$

Denemenin çoklu korelasyon katsayısı ise $R=0.988^{**}$ dir. İlgili katsayıdan da anlaşılacağı gibi azot gübresi ile mısır verimi arasında önemli bir ilişki vardır.

Bu aşamadan sonra matematiksel işlemler yardımıyla en kârlı gübre dozu bulunabilir. Materyal ve yöntem kısmında da belirtildiği gibi kârın maksimum olduğu noktada Marjinal Gelir = Marjinal Masrafa eşittir. Bilindiği gibi marjinal ürün, toplam üretimdeki değişmedir. Bu nedenledir ki marjinal üretim toplam üretimin türevidir. Bu durumda $(dy/dx) P_y = P_x$ eşitliği yazılabilir.

Eşitlikte;

$$\frac{dy}{dx} = \text{marjinal ürün (üretim fonksiyonunun türevi)}$$
$$P_y = \text{Mısır fiyatı (TL/kg)}$$
$$P_x = \text{Saf azot fiyatı (TL/kg)}$$

Üretim fonksiyonunun türevi:

$$Y = 874.54 + 16.408x - 0.2616x^2$$
$$Y' = 16.408 - 0.5232x \text{ 'dir. Ekonomik analiz için:}$$
$$\frac{dy}{dx} \cdot P_y = P_x \text{ eşitliği yazılabilir.}$$
$$dx$$

$$P_y = 8490 \text{ TL/kg}$$
$$P_x = 37600 \text{ TL/kg}$$

$$\frac{dy}{dx} = 16.408 - 0.5232x \text{ olduğuna göre}$$
$$(16.408 - 0.5232x) \cdot 8490 = 37600$$
$$X = 22.9 \text{ kg.dir.}$$

Buna göre ana ürün mısır için en kârlı gübre dozu saf azot olarak dekara 22.9 kg olarak bulunmuştur. En kârlı gübre dozunda üretilebilecek mısır miktarı ise üretim fonksiyonundan yararlanılarak 1113 kg/da olarak hesaplanmıştır.

Yapılan ekonomik analiz sonucuna göre; en fazla verim performansı gösteren dekara 24 kg saf azotun (Çizelge 1) üreticilere önerilmesinin yerine, 22.9 kg saf azotun önerilmesinin daha doğru olacağı söylenebilir.

İkinci Ürün Mısırdaki Ekonomik Saf Azot Miktarı

İkinci ürün mısırdaki en uygun gübre miktarını saptamaya yönelik denemenin sonuçları (Çizelge 2) ele alınarak ana ürün mısırdaki yapıldığı gibi ekonomik gübre dozu hesaplaması yapılmıştır. Ekonomik azot dozunun nasıl hesaplandığı ve formüllerle ilgili açıklamalar bir önceki kısımda açıklandığı için burada yeniden verilmemiştir. Deneme sonuçlarına göre azotlu gübre ile verim arasında kuadratik bir ilişki olduğundan ekonomik analiz yapabilmek için aynı eşitlikten yararlanılmıştır. Hesaplamalar sonucu eşitliğin emsalleri;

$$a = 453.19$$
$$b = 17.094$$
$$c = -0.3226 \text{ olarak bulunmuştur.}$$

İlgili değerler yerine konulmuş ve üretim fonksiyonu şu şekilde bulunmuştur.

$$Y = 453.19 + 17.094x - 0.3226x^2$$

Eşitliğin çoklu korelasyon katsayısı ise $R = 0.986^{**}$ olarak hesaplanmıştır. Ana ürün mısırdakine benzer olarak, ikinci ürün mısırdaki da azot gübresi ile verim arasında oldukça yüksek bir ilişki bulunmuştur.

İkinci ürün mısırdaki ekonomik azot dozu;
 $(17.094 - 0.6452x) \quad 8100 = 37600$ eşitliğinin çözülmesi ile bulunmuştur.

Eşitlikte; Üretim fonksiyonunun türevi = $17.094 - 0.6452x$,
1 kg ikinci ürün mısırın fiyatı = 8100 TL,
1 kg saf azot gübresinin fiyatı = 37600 TL'dir.

Eşitlikte gerekli işlemler yapıldığında ikinci ürün için ekonomik azot dozu miktarı 18.6 kg/da olarak bulunurken, ekonomik azot dozunda üretilebilecek ikinci ürün mısır miktarı ise 664 kg/da olarak bulunmuştur.

Bu sonuca göre; ikinci ürün mısır üretiminde üreticilere önerilmesi gereken dozun Çizelge 2'de verilen en yüksek verim performansı gösteren 21 kg azot dozu değil, 18.6 kg azot dozu olması gerektiği anlaşılmaktadır.

Ekonomik azot dozu üretim fonksiyonu kullanılmadan doğrudan doğruya denemeye ait gübre dozları ve verimlere göre ortalama marjinal ürün değerleri kullanılarak da hesaplanabilir. Diğer bir ifade ile sadece denemede uygulanan azot dozları (0, 12, 18, 24, 27) ve bu dozlar için verimler kullanılarak marjinal analiz hesapları yapılabilir. Ancak bu şekildeki hesaplamada süreklilik olmadığından ara dozların durumunu net olarak görmek olası değildir. Örneğin Çizelge 3'te verilen ana ürün mısıra ait marjinal analiz hesabında sadece denemede kullanılan dozlar ele alınırken ekonomik dozun 21-24 kg/da arasında gerçekleştiği açık olmasına karşın ekonomik dozun tam olarak kaç kg olduğu belli değildir.

Kesin bir doz söyleyebilmek için üretim fonksiyonunu kullanmak gereklidir. Bu nedenle Çizelge 3'te verilen deneme konusu olmayan diğer gübre dozlarına (3, 6, 9, 22.9, 30 ve 33 kg/da) ait verimler üretim fonksiyonundan yararlanılarak hesaplanmıştır. Benzer şekilde Çizelge 4'te görüldüğü gibi ikinci ürün mısırdaki da ekonomik dozun 18-21 kg arasında gerçekleştiği ancak tam olarak hangi dozda olduğu üretim fonksiyonu hesaplanmadan bulunamaz. Ana ürün mısırdaki olduğu gibi ikinci ürün mısırdaki da deneme konusu olmayan dozlar için verimler (3, 6, 9 ve 18.6 kg/da) üretim fonksiyonu vasıtasıyla hesaplanmıştır. Ancak, bu değerler mutlak marjinal ürün değerlerinde (dy/dx) olduğu gibi kesin bir sonuç vermemektedir. Diğer bir ifade ile üretim fonksiyonu ile kesin bir doz bulunabilirken, ortalama marjinal ürün değerleri kullanılarak yapılan ekonomik analizde 21-24 veya 18-21 kg/da gibi bir aralık verilebilmektedir.

Buraya kadar elde edilen sonuçlardan da anlaşılacağı gibi en kârlı gübre dozu miktarı büyük oranda gübre ve ürün fiyatına göre değişmektedir. Eğer, gübre fiyatı düşük, ürün fiyatı yüksek ise ekonomik azot dozu miktarı fiziki optimumu veren gübre dozuna yakın bir şekilde gerçekleşmektedir. Eğer gübre fiyatı yüksek, ürün fiyatı düşük ise bu defa yukardaki durumun tam tersi olmaktadır (11).

Bu nedenle her yıl gerçekleşen ürün ve gübre fiyatlarına göre ekonomik azot dozu seviyelerinin değişeceği beklenmelidir. Bu durumda gübre dozu önerisinde bulunan kişi ve kuruluşların gübre ve ürün fiyatlarına göre her yıl tavsiye edilen ekonomik gübre dozunu yeniden hesaplamaları çok faydalı olacaktır. Bugünkü uygulamada ise böyle bir yaklaşım hemen hemen yoktur denebilir. Hatta çoğu zaman yıllar önce yapılan gübreleme denemesinin sonuçlarına göre en fazla verim performansı gösteren gübre dozu daha sonraki yıllarda sürekli olarak önerilmektedir.

Ürün ve gübre fiyatlarını dikkate almadan yapılan bu öneriler çoğu zaman doğru bir öneri olmayabilir. Bir fikir vermek gerekirse; ana ürün mısır fiyatı % 50 artırılsa (12735 TL) aynı gübre fiyatında, ekonomik optimum gübre dozu ana ürün mısırda 25.7 kg/da olarak bulunur. Benzer şekilde ikinci ürün mısır fiyatını 12150 TL/kg kabul edersek; aynı gübre fiyatında ikinci ürün için ekonomik optimum gübre dozu da 21.7 kg/da olarak gerçekleşir. Bulunan bu ekonomik optimum gübre doz miktarlarının her iki ürün için de Çizelge 3 ve 4'te verilen fiziki optimum ürün miktarını veren gübre dozlarına daha yakın olduğu görülmektedir. Bu defa gübre fiyatı % 50 artırılıp (56400 TL), ana ürün ve ikinci ürün mısır fiyatı sabit tutulduğunda ekonomik dozlar hesaplanırsa; ekonomik gübre dozu sırasıyla ana üründe 18.7 ve ikinci ürün mısırda 15.7 kg/da olarak bulunur.

Bu sonuçlardan da anlaşılacağı üzere gübre ve ürün fiyatları arasındaki nisbi oran, ekonomik gübre dozu miktarı üzerinde belirleyici rol oynamaktadır. Bu nedenle deneme sonuçlarıyla bulunan en yüksek verim performansını gösteren gübre dozu tavsiyesi yerine, ekonomik gübre dozunun önerilmesi çok daha sağlıklı olacaktır.

Burada vurgulanması gereken bir başka konu da işletmecinin sermaye durumudur. İşletmeci sermaye yönünden herhangi bir sıkıntı içinde değilse, ekonomik optimum gübre dozuna göre gübreleme yapmakla şüphesiz en yüksek kârı elde eder. Ancak işletmecinin optimum gübre dozunda gübreleme yapacak kadar sermayesi yoksa, ekonomik optimum gübre miktarından daha az gübre kullanarak, kullanmış olduğu gübre masrafına göre nisbeten daha fazla kâr elde edebilecektir.

Çizelge 3. Ana Ürün Mısırdaki En Kârlı Azot Dozunun Marjinal Analizi
 $(Y=874.5 + 16.408x - 0.2616x^2)$

Azot Dozu (kg/da)	Marjinal Gübre (kg/da)	Toplam Ürün (Y) (kg/da)	Marjinal Ürün (kg/da)	Marjinal Ürün Geliri (TL/da) (1)	Marjinal Gübre Mas. (TL/da) (2)
0	-	874.5	-	-	-
3	3	921.5	46.9	398.181	112.800
6	3	963.5	42.1	367.429	112.800
9	3	1001.0	37.5	318.375	112.800
12	3	1033.7	32.7	277.623	112.800
15	3	1061.8	28.1	238.659	112.800
18	3	1085.1	23.3	197.817	112.800
21	3	1103.7	18.6	157.914	112.800
22.9	1.9	1113.0	9.3	78.957	71.440
24	1.1	1117.6	4.6	39.059	41.360
27	3	1126.8	9.2	78.108	112.800
30	3	1131.8	4.5	32.205	112.800
33	3	1131.0	-0.2	-1.698	112.800

(1) Mısır fiyatı : 8.490 TL/kg.

(2) Saf azot fiyatı : 37.600 TL/kg

Çizelge 4. İkinci Ürün Mısırdaki En Karlı Azot Dozunun Marjinal Analizi ($Y=453.2 + 17.094x - 0.3226x^2$)

Azot Dozu (kg/da)	Marjinal Gübre (kg/da)	Toplam Ürün (Y) (kg/da)	Marjinal Ürün (kg/da)	Marjinal Ürün Geliri (TL/da) (1)	Marjinal Gübre Mas. (TL/da) (2)
0	-	453.2	-	-	-
3	3	501.6	48.4	392.040	112.800
6	3	544.2	42.6	345.060	112.800
9	3	580.9	36.7	297.270	112.800
12	3	611.9	31.0	251.100	112.800
15	3	637.0	25.1	203.310	112.800
18	3	656.4	18.4	157.140	112.800
18.6	0.6	664.0	7.6	61.560	22.560
21	2.4	669.9	5.9	47.790	90.240
24	3	677.6	7.7	62.270	112.800
27	3	679.5	1.9	15.890	112.800
30	3	675.7	-3.8	-30.780	112.800

(1) Mısır fiyatı : 8.100 TL/kg,

(2) Saf azot fiyatı : 37.600 TL/kg

Sonuç

Bu çalışmada, Adana koşullarında yürütülen ana ve ikinci ürün mısırda gübreleme denemesi sonuçlarının 1995 yılı ürün ve girdi fiyatları ele alınarak ekonomik analizleri yapılmıştır. Araştırma sonuçlarına göre en kârlı saf azot dozu ana ürün mısır üretimi için dekara 22.9 kg, ikinci ürün mısır üretimi için ise 18.6 kg olarak bulunmuştur. Ancak bu ekonomik dozların 1995 yılı ürün ve gübre fiyatlarına göre olduğu, gelecek yıllarda bu ekonomik dozların ürün ve gübre fiyatlarına göre değişeceği unutulmamalıdır.

Kaynaklar

1. Özkan, B., İkinci Ürün Mısırda Azot Gübrelemesinin Ekonomik Analizi, Anadolu Dergisi, Menemen/İzmir, 1996, (Baskıda).
2. Perrin, R., Winkelman, D., Moscardi, R., and Anderson, J., From Agronomic Data to Farmer Recommendations An Economics Training Manual, Mexico, 1976.
3. Uzunlu, V. ve Özcan, N., Bazı Araştırma Deneme Bulgularının Ekonomik Analiz Yöntemleri, Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Yayınları No : 5 Ankara, 44, 1987.
4. Özkaya, T., Özdemir, S., İzmir İlinde Pamuk Üretiminde Aşırı Kimyasal Gübre Kullanımı Sorunu, Tarım Ekonomisi Dergisi 1:1, 55-58, İzmir, 1992.
5. Özkan, B., M., Kuzgun, 1996. Antalya'da Pamuk Üretiminde Gübre Kullanımı. Akd.Üniv.Zir.Fak.Dergisi, (Değerlendirmede).
6. Fetullahoğlu, N., Ana Ürün ve II. Ürün Ekilişlerinde Uygun Gübre Dozlarının Belirlenmesi Sonuç Raporu, Çukurova Tar.Araş.Enst. Adana, 1991.
7. Yurtsever, N., İstatistik Metodlar III. Regresyon ve Korelasyon Analizleri, Toprak-Su Genel Müdürlüğü Yayınları, Yayın No : 53, Ankara, 95, 1974.
8. Kip, E., İşyar, Y., Basit ve Çoklu Regresyon Analizlerinin Ziraî Ekonomi Problemlerine Uygulanması, Atatürk Univ. Yayınları No: 460, Erzurum 41, 1976.
9. Castle, E.N., Becher, M.H., Nelson, A.G., Farm Business Management. The Decision-Making Process. Third edition. McMillan Publishing Company, New York, 413, 1987.
10. Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Yıllık Gelişme Raporu, Antalya, 153, 1996.
11. Aras, A., Gübre Entansitesinde Marjinal Tahliller, Ayyıldız Matbaası, Ankara, 30, 1959.