

Hassas Tarım Teknolojilerinin Üretim Ekonomisi ve Ülkemizde Mısır Üretiminde Kullanılabilme Olanakları*

M. M. Özgüven

U. Türker

Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları Bölümü, Ankara

Bu çalışmada, hassas tarım teknolojileri uygulamasının, 2002-2008 yılları arasındaki dönemde, değişik alan büyüklüğü ve girdi miktarları için maliyetleri kısmi bütçeleme metodu yardımıyla incelenerek Çukurova Bölgesinde mısır için ekonomik olup olmadığının belirlenmesi amaçlanmıştır. Buna yönelik minimum gübre, ilaç ve tohum kullanımıyla elde edilecek tasarruf ile verimden elde edilen gelir hassas tarım yatırım maliyetleriyle karşılaştırılarak ekonomik alan büyüklükleri ile birlikte ortaya konmuştur. Bu dönemde, Avro (€) kuru ve girdi maliyetlerindeki değişime bağlı olarak, hassas tarım yatırım şartlarının değiştiği ve yatırımın bazı yıllarda daha cazip olduğu, son yıllarda, girdi fiyatlarındaki artışa rağmen, teknoloji fiyatlarının azalması sonucu, hassas tarım yatırımının daha cazip hale geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, tarladaki değişkenliğe bağlı olarak + % 5, + % 10, + % 20, + % 50 değişkenlik aralığı içinde duyarlık analizi yapılmıştır. Kombine sistemde, 2008 yılı için 100 ha'lık alanda, Çukurova Bölgesinde mısır üretiminde % 4,01'lik denge verim artışıyla ve % 12,02'lik denge tüm maliyetlerde azaltmayla hassas tarım maliyetinin karşılanabileceği sonucu elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hassas tarım, değişken oranlı uygulama, alana özgü işletmecilik

The Production Economics of Precision Farming and Its Possible Application for Grain Corn in Turkey

In this study, it was aimed that whether the application of precision farming in different field scale and farm input level is economical or not in grain corn production in Çukurova region by using partial budgetting method for examining the variable costs in the period of the years between 2002-2008. The revenue obtained from yield and the minimum saving from fertilizer, pesticide and seeds were compared with precision farming initial costs in order to cover the investment together with economical field sizes. It was ascertained that investment conditions of precision farming have changed and investment has become more attractive in some years during this period. Depending on the variation of the input costs and exchange rate of Euro, input prices have increased and technology prices have decreased, the investment of precision farming have become attractive. Moreover, depending on the variability on field, sensitive analysis was made in + % 5, + % 10, + % 20, + % 50 variable intervals. Using combine systems for 100 ha field size, it was concluded that the costs of precision farming can be covered by 4,01% of yield increase and 12,02% of overall cost decrease in grain corn production in Çukurova in 2008.

Key Words: Precision farming, variable rate application, site specific farming

*Doktora tezinden hazırlanmıştır

Giriş

Hassas tarım (HT) teknolojileri, kontrol, elektronik, bilgisayar ve veri tabanı ile hesap bilgisini bir araya getirerek gelişmiş bir sistem yaklaşımı ortaya koymaktadır. HT teknolojileri, küresel konum belirleme sistemi, coğrafi bilgi sistemi, değişken oranlı uygulama ve uzaktan algılama teknolojilerinin kullanılması suretiyle, tarlanın bütününe yapılan alışıl gelmiş sabit düzeyli uygulama yöntemleri yerine, çok daha küçük kısımlarına ait toprak ve bitki özelliklerinin (toprak nemi, topraktaki bitki besin elementlerinin düzeyi, toprak bünyesi, ürün koşulları, verim, vb) belirlenmesi sayesinde değişken düzeyli uygulamayı esas alan (her bir kısma kendi ihtiyacı kadar gübre veya ilaç uygulanması, farklı derinlikte toprak işleme, farklı normlarda ekim, farklı düzeylerde sulama ve drenaj) ve bütün bunların sonucu olarak daha ekonomik ve çevreye duyarlı üretimi hedefleyen bir işletmecilik ve tarımsal üretim yöntemidir.

Stafford ve ark., (1998) HT teknolojilerini kullanarak herbisit uygulamasının % 40-60 azaltılabileceğini belirlemişlerdir. Değişik püskürtme memelerini kullanarak ilaç kullanımının etkinliğini geliştirmek için püskürtmenin etkinliğini ölçen monitörler kullanmışlardır ve uygun püskürtme memeleri geliştirmişlerdir.

Güçdemir ve ark., (2004) Ülkemizde HT teknolojilerinden yararlanarak yaptıkları ilk proje bazında uygulama çalışmalarında, İç Anadolu bölgesinde iki farklı arazide buğday veriminde % 64'lere varan alansal bir değişkenlik gözlendiğini belirtmişlerdir. Burada, 1 ton ha⁻¹ ve 8 ton ha⁻¹ arasında değişen farklı verim alanları belirlemişler ve bunun nedenlerini ortaya koymuşlardır. Yaptıkları çalışmada bu kadar yüksek oranda verim değişkenliği gösteren arazide uniform uygulama yapmanın, gerek gübrelemede gerekse zirai mücadelede çiftçinin bilmeden yaptığı israf anlamına geldiğini belirtmişlerdir.

HT teknolojilerinin üretim ekonomisi ve ülkemizde mısır üretiminde kullanılabilme olanaklarının inceleneceği bu çalışmada, amaç, HT teknolojileri kullanımının getirebileceği ekonomik potansiyeli ülkemizde bu alanda

yatırım yapacak işletmeler ve çiftçiler için ortaya koymaktır. Çalışmada, önce uygulama yapılabilecek HT sistemleri belirlenerek, bu sistemlerin fiyatları tespit edilmiştir. Türkiye'de mısır üretiminin en çok yapıldığı bölgenin Çukurova Bölgesi olduğu belirlenerek 2002-2008 yılları arasındaki dönemde, değişik alan büyüklüğü ve girdi miktarları için maliyetleri kısmi bütçeleme metodu yardımıyla, minimum gübre, ilaç ve tohum tasarrufu ile verimden elde edilen gelir, HT yatırım maliyetleriyle karşılaştırılarak ekonomik alan büyüklükleri birlikte ortaya konmuştur. Ayrıca tarladaki değişkenliğe bağlı olarak + % 5, + % 10, + % 20, + % 50 değişkenlik aralığı içinde duyarlık analizi yapılmıştır.

Materyal ve Yöntem

HT uygulamaları için toprağa ve araziye ilişkin özelliklerin belirlenmesi için bazı cihazlara gereksinim bulunmaktadır. Bu amaçla, çalışmada, verim kayıt ve izleme sistemi olarak RDS Marka Ceres 8000 modeli cihaz kullanılmıştır. Bu cihaz, toprak haritalaması, verim haritalaması, DGPS özelliği ve değişken oranlı uygulama (VRA) işlemlerini gerçekleştirebilmektedir. GPS ile birlikte kullanılması sayesinde tarla yüzeyindeki her bir birim alanın verim değerleri kaydedilebilmektedir. Böylece tarlanın verim haritası oluşturulabilmekte ve verime etki eden faktörlerin belirlenebilmesi için önemli bir adım atılmış olmaktadır. Çalışmada GPS amaçlı olarak ise Agleader 102 cihazı seçilmiştir.

Bu işlemleri yapabilmek için gerekli alet ve ekipmanların satın alma fiyatları ile bilgi maliyetleri "BM", RDS ve Micotron firmasından alınmıştır. Kullanılan alet ve ekipmanların satın alma fiyatları yurtdışı fiyatlarıdır. Bunun nedeni yurtiçinde bu alet ve ekipmanların satılmamasıdır. Bu alet ve ekipmanlar satın alınmak istendiğinde ayrıca gümrük vergisi, KDV ve nakliye masrafı gibi çeşitli masrafların daha ödenmesi gerekmektedir. Çizelge 1'de hassas tarım için ekstra ekipmanlar ve maliyetleri, Çizelge 2'de bilgi maliyetleri ve Çizelge 3'de 2002-2008 yılları arası € kurları verilmiştir.

Çizelge 1. Hassas tarım için ekstra ekipmanlar ve maliyetleri (€)

Table 1. Extra price of precision farming equipment

Ekstra Ekipmanlar	Tohum ekimi	Gübreleme	İlaçlama	Kombine Sistem
Verim kayıt ve izleme sistemi (DGPS'li)	5 000.-	5 000.-	5 000.-	5 000.-
VRA Ekipmanı	2 500.-	3 000.-	3 500.-	9 000.-
Bilgisayar ve Yazılım	1 500.-	1 500.-	1 500.-	1 500.-
Hizmet, bakım ve diğer	500.-	500.-	500.-	1 500.-
Toplam Maliyet	9 500.-	10 000.-	10 500.-	17 000.-

Çizelge 2. Bilgi maliyetleri (€)

Table 2. Cost of information

Özellik	Bilgi Maliyeti (€)
Toplam alan (ha)	100
Örnekleme alanı (ha)	0,40
Örnekleme sayısı	250
Örnekleme maliyeti (€ örnek ⁻¹)	10.-
Toplam Test Maliyeti (€)	2 500.-
Birim alan başına maliyet (€ ha ⁻¹)	25.-

Çizelge 3. 2002-2008 yılları arası € kurları (Anonim, 2009)

Table 3. € exchange rate of the years between 2002-2008

Yıllar	(TL/€)
2002	1,7189.-
2003	1,7575.-
2004	1,8233.-
2005	1,5875.-
2006	1,8515.-
2007	1,7102.-
2008	2,1408.-

Not: € kuru o yılın son iş günü olan günün (31 Aralık 2002, 31 Aralık 2003, 31 Aralık 2004, 30 Aralık 2005, 29 Aralık 2006, 31 Aralık 2007, 31 Aralık 2008) alış fiyatı olarak alınmıştır.

Çizelge 4. Mısır için Çukurova bölgesinde hektar başına verim ve birim fiyatlar (Bilgili 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008)

Table 4. Grain corn production in Çukurova region yield per hectare and unit price

Yıllar	Verim (kg ha ⁻¹)	Satış fiyatı (TL kg ⁻¹)	Üretim değeri (TL ha ⁻¹)
2002	8 750	0,22.-	1 925.-
2003	8 750	0,30.-	2 625.-
2004	8 750	0,32.-	2 800.-
2005	8 750	0,25.-	2 143,80.-
2006	9 000	0,35.-	3 132.-
2007	10 000	0,41.-	4 100.-
2008	9 000	0,40.-	3 555.-

Çizelge 1'den izlenebileceği gibi, farklı amaçlar için kullanılacak dört farklı HT sisteminin maliyeti işlemlere göre 9500-17000 € arasında değişmektedir.

Çizelge 2'den görülebileceği gibi, 100 ha alana sahip bir işletmede 40 ha'lık bir alanda örnekleme yapıldığı ve bu işlemin maliyetinin 2500 € olduğu görülmektedir.

Çalışmada, mısırın yetiştirilmesi için gerekli işlemler olarak seçilen ilaçlama, gübreleme ve tohum ekimi işlemleri için girdi maliyetleri Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü tarafından hazırlanan, mısırın üretim sürecinde kullanılan değişken üretim girdilerini ve maliyetlerini belirten çizelgeler kullanılarak belirlenmiştir. Bu verilerden oluşturulan çalışmaya materyal oluşturacak, 2002 – 2008 yıllarına ilişkin verim, satış fiyatı ve üretim değerleri Çukurova bölgesinde mısır için Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 4'den görüldüğü gibi, mısır fiyatı 2005 yılında azalmış olmasına rağmen, 2002 yılından 2008 yılına yaklaşık % 100 oranında artmıştır.

2002–2008 yılları arası Çukurova bölgesinde ana ürün mısırın değişken üretim girdi ve maliyetlerinin yıllara göre değişimi Çizelge 5'de verilmiştir. Çizelge 5'den görüleceği gibi, 2008 yılında 2002 yılına göre Çukurova'da mısır üretiminde, ilaçta % 184, tohumda % 157 ve gübrede % 628'lik büyük artışlar gerçekleşmiştir. HT uygulamasının ekonomik olup olmadığının bulunması için

yapılan hesaplamaları kolaylaştırmak amacıyla bazı kabullenmeler yapılmıştır. Bu kabullenmeler aşağıda verilmiştir;

- Çiftlikte HT bileşenleri hariç aynı büyüklükte ekipmanlar kullanılmaktadır,
- Girdiler belirlenirken asgari koşullar göz önüne alınmaktadır,
- Birim alan başına girdi uygulaması 500 ha'a kadar değişmemektedir.

Yöntem

HT teknolojisinin uygulanabilmesi için gerekli alet ve makinaların satın alma fiyatlarına amortisman ve faizi eklenerek ekstra ekipman maliyeti hesaplanmaktadır. Hesaplamalar için aşağıdaki genel formüller ve yöntemler kullanılmaktadır (Kıral ve ark., 1999):

$$A = \frac{MD}{n} \quad (2.1)$$

$$F = \frac{MD}{2} \times rf \quad (2.2)$$

Burada;

A: Amortisman değeri (TL yıl⁻¹),

MD: Makina değeri (Satınalma bedeli)(TL),

n: Ekonomik ömür (yıl),

F: Faiz gideri (TL),

rf: Faiz oranı (reel faiz)(%) 'dir.

Çizelge 5. Mısır için Çukurova bölgesinde üretim girdi ve maliyetleri (Bilgili 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008)

Table 5. Grain corn production inputs and costs in Çukurova region

(TLha ⁻¹) Yıllar	İlaç	Tohum	Gübre	Toplam
2002	73,50.-	200.-	90,30.-	363,80.-
2003	140.-	250.-	106.-	496.-
2004	122,50.-	250.-	119,60.-	492,10.-
2005	126.-	375.-	128,30.-	629,30.-
2006	115,50.-	347,60.-	390,10.-	853,20.-
2007	118,90.-	352.-	453.-	1063,90.-
2008	135,30.-	314,60.-	567,20.-	1187,10.-

Sermaye değerleri ele alınan üretim döneminin sonu itibarıyla ele alınıyorsa o zaman reel faiz oranlarının kullanılması uygun olmaktadır (Kıral ve ark., 1999). Reel faiz, enflasyondan arınmış faiz oranıdır. Piyasa cari faiz oranı % 14 iken enflasyon oranının da % 9 bulunması ve piyasa faiz oranından çıkarılması sonucunda reel faiz % 5 bulunmuştur. Ayrıca, HT ekipmanları için ekonomik ömür 5 yıl alınmıştır (Sındır ve Tekin, 2002).

HT uygulamasının Türkiye’de mısır üretiminin en çok yapıldığı bölge olan, Çukurova Bölgesinde, HT’in ekonomik olduğu alan büyüklüklerinin belirlenmesi amacıyla 25 ha – 500 ha’lık alanlar arasındaki 11 farklı alan büyüklüğü için ayrı ayrı maliyetler belirlenmiştir. Farklı büyüklükteki alanlar için, ne kadarlık verim artışıyla veya ne kadarlık gübre, ilaç ve tohum azaltmasıyla HT maliyetinin karşılınıp karşılanamayacağı ortaya konulmuştur. Ayrıca, HT teknolojisinin uygulanmasında toprak verimliliğine etkili parametrelere bağlı olarak tarladaki alt limiti + % 5, üst limiti + % 50 ve ara değerler olarak + % 10 ve + % 20 değişkenlik aralığı içindeki değişkenliğin, denge verim artışı nasıl ve hangi ölçüde etkileyeceğini belirlemek için duyarlık analizi yapılmıştır.

HT teknolojilerinin tarımsal üretimde kullanılan değişik aşamaları mevcuttur. Bu aşamalar ürün verimi, toprak özellikleri ve bitki parametrelerinin belirlenmesiyle değişken düzeyli girdi uygulamasıdır. Bu aşamalara göre bir yatırım maliyeti söz konusudur. HT teknolojilerine ilişkin yatırım maliyeti, kullanılması düşünülen araçlara ve bu araçların özelliklerine göre değişmektedir. Hem yatırım maliyeti hem de bu maliyeti karşılayacak olan ekonomik fayda, Kısmi Bütçeleme “KB” metodu ile belirlenmektedir. HT’da kârlılığın belirlenmesi için ha başına KB uygulanmaktadır. KB’de sadece değişen maliyetler hesaba katılmaktadır. KB’de üç tip değişim söz konusudur:

1. Ürünün ikamesi,
2. İkamesiz yatırımdaki değişiklik,
3. Girdi (faktör) ikamesidir (Barnard ve Nix, 1988).

Girdi ikamesi, çoğunlukla üretim tekniğinde

değişimin olduğu durumlarda kullanılmaktadır. Bu çalışmada, girdi ikamesi yoluyla KB üzerindeki etki incelenmiştir. Burada yatırım maliyetleriyle, bu maliyetlerin kullanılmasıyla elde edilen ilave kazançlar KB metoduyla karşılaştırmalı olarak belirlenmiştir.

Bulgular

HT teknolojilerinin Çukurova Bölgesinde mısır üretiminde ekonomik kullanılabilme olanaklarının incelendiği bu çalışmada, yapılan çeşitli hesaplamaların sonuçları aşağıda verilmiştir.

Toplam Test Maliyeti (TTM): Yapılan hesaplama sonucu elde edilen toplam test maliyetleri (TTM) değerleri Çizelge 6’da verilmiştir. Çizelge 6’dan izlenebileceği gibi, € kurundaki değişime bağlı olarak TTM yıllar itibarıyla değişmektedir.

Ekstra Ekipman Maliyeti (EEM): 100 ha alan için kombine sistemde ekstra ekipman maliyeti ve birim hektar başına ekstra ekipman maliyeti değerleri Çizelge 7’de verilmiştir. Çizelge 7’den görüleceği üzere ilaçlama sisteminin maliyeti toplam 2572,5.- €’dur. Bu değer 2002-2008 yılları arası € kurlarıyla çarpılmasıyla elde edilen değeri, 25 ha’dan başlayarak 500 ha büyüklüğe sahip işletmelerin alan büyüklüğüne bölünerek, birim ha başına maliyetleri hesaplanarak, ilaçlama, gübreleme, tohum ekimi ve kombine sistem için ekstra ekipman maliyetleri belirlenmiş ve Çizelge 8, Çizelge 9, Çizelge 10 ve Çizelge 11’de verilmiştir. Çizelge 8’den görülebileceği gibi EEM, alan büyüklüğü arttıkça hızla azalmaktadır. 2008 yılı 25 ha’lık alanda EEM 220,29 TL ha⁻¹ iken 200 ha’lık alanda 27,53 TL ha⁻¹’e ve 500 ha’lık alanda 11 TLha⁻¹’e kadar düşmüştür. Çizelge 9’dan görülebileceği gibi EEM, 100 ha’lık alanda 2002 yılında 42,11 TL ha⁻¹ iken, 2005 yılında bu değer 38,89 TL ha⁻¹’a düşmüştür. Çizelge 10’dan izlenebileceği gibi, 300 ha’lık alanda 2008 yılında 16,61.- TL ha⁻¹ olan EEM değeri 2002 yılında 13,37.- TL ha⁻¹ olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 11’den izlenebileceği gibi, 200 ha alana sahip bir işletmenin EEM olarak; 2002 yılında 35,80 TL ha⁻¹ ödeyecek iken, 2005 yılında 33,06 TL ha⁻¹ ve 2008 yılında ise 44,57 TL ha⁻¹ ödeyeceği belirlenmiştir.

Çizelge 6. Toplam test maliyetleri (TL ha⁻¹)

Table 6. Total soil test costs

Yıllar	TTM (TL ha ⁻¹)
2002	42,97.-
2003	43,94.-
2004	45,58.-
2005	39,69.-
2006	46,29.-
2007	42,76.-
2008	53,52.-

Çizelge 7. Ekstra ekipman maliyeti (100 ha için)

Table 7. Extra cost of equipment

Gerekli Sistemler	İlaçlama		Gübreleme		Tohum ekimi		Kombine Sistem	
	(€ yıl ⁻¹)	(€ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	(€ yıl ⁻¹)	(€ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	(€ yıl ⁻¹)	(€ha ⁻¹ yıl ⁻¹)	(€ yıl ⁻¹)	(€ha ⁻¹ yıl ⁻¹)
Verim kayıt ve izleme sistemi (DGPS ile birlikte)	1 225.-	12,25.-	1 225.-	12,25.-	1 225.-	12,25.-	1 225.-	12,25.-
VRA Ekipmanı	857,5.-	8,575.-	735.-	7,35.-	612,5.-	6,125.-	2 205.-	22,05.-
Bilgisayar ve Yazılım	367,5.-	3,675.-	367,5.-	3,675.-	367,5.-	3,675.-	367,5.-	3,675.-
Hizmet, bakım ve diğer	122,5.-	1,225.-	122,5.-	1,125.-	122,5.-	1,225.-	367,5.-	3,675.-
Toplam	2 572,5.-	25,725.-	2 450.-	24,50.-	2 327,5.-	23,275.-	4 165.-	41,65.-

Çizelge 8. İlaçlama sistemi için ekstra ekipman maliyeti (TL ha⁻¹)

Table 8. Spraying systems for extra cost of equipment

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	176,88	88,44	44,22	29,48	22,41	17,69	14,74	12,63	11,05	9,83	8,84
2003	180,84	90,42	45,21	30,14	22,61	18,08	15,07	12,92	11,30	10,05	9,04
2004	187,62	93,81	46,90	31,27	23,45	18,76	15,63	13,40	11,72	10,42	9,38
2005	163,35	81,68	40,84	27,22	20,42	16,34	13,61	11,67	10,21	9,07	8,17
2006	190,52	95,26	47,63	31,75	23,81	19,05	15,88	13,61	11,91	10,58	9,53
2007	175,98	87,99	43,99	29,33	21,99	17,60	14,66	12,57	11,00	9,78	8,79
2008	220,29	110,14	55,06	36,71	27,53	22,03	18,35	15,73	13,77	12,25	11,00

Çizelge 9. Gübreleme sistemi için ekstra ekipman maliyeti (TL ha⁻¹)

Table 9. Fertilizer application systems for extra cost of equipment

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	168,46	84,23	42,11	28,08	21,06	16,84	14,04	12,03	10,53	9,36	8,42
2003	172,23	86,12	43,06	28,71	21,53	17,22	14,35	12,30	10,76	9,57	8,61
2004	178,68	89,34	44,67	29,78	22,33	17,87	14,89	12,76	11,17	9,93	8,93
2005	155,57	77,79	38,89	25,93	19,45	15,56	12,96	11,11	9,72	8,64	7,78
2006	181,45	90,72	45,36	30,24	22,68	18,14	15,12	12,96	11,34	10,08	9,07
2007	167,60	83,80	41,90	27,93	20,95	16,76	13,97	11,97	10,47	9,30	8,38
2008	209,80	104,90	52,45	34,96	26,22	20,98	17,49	14,99	13,10	11,65	10,49

Çizelge 10. Tohum ekim sistemi için ekstra ekipman maliyeti (TL ha⁻¹)

Table 10. Seeding systems for extra cost of equipment

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	160,03	80,02	40,01	26,67	20,00	16,00	13,37	11,43	10,00	8,89	8,00
2003	163,62	81,81	40,91	27,27	20,45	16,36	13,64	11,69	10,23	9,09	8,18
2004	169,75	84,87	52,55	28,29	21,22	16,97	14,15	12,12	10,61	9,43	8,49
2005	147,79	73,90	36,95	24,63	18,47	14,78	12,32	10,56	9,24	8,21	7,39
2006	172,37	86,19	43,09	28,73	21,55	17,24	14,36	12,31	10,77	9,58	8,62
2007	159,22	79,61	39,80	26,54	19,91	15,92	13,27	11,37	9,95	8,84	7,95
2008	199,31	99,65	49,82	33,23	24,92	19,93	16,61	14,24	12,46	11,07	9,95

Çizelge 11. Kombine sistem için ekstra ekipman maliyeti (TL ha⁻¹)

Table 11. Combine systems for extra cost of equipment

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	286,38	143,19	71,59	47,73	35,80	28,64	23,86	20,45	17,90	15,91	14,32
2003	292,80	146,40	73,20	48,80	36,60	29,28	24,40	20,91	18,31	16,27	14,64
2004	303,76	151,88	75,94	50,63	37,97	30,38	25,31	21,70	18,99	16,88	15,91
2005	264,48	132,24	66,12	44,08	33,06	26,45	22,04	18,89	16,53	14,69	13,22
2006	308,46	154,23	77,11	51,41	38,56	30,85	25,70	22,03	19,28	17,14	15,42
2007	284,92	142,46	71,23	47,49	35,61	28,49	23,74	20,35	17,80	15,84	14,25
2008	356,66	178,33	89,16	59,45	44,57	35,67	29,71	25,48	22,29	19,82	17,83

Toplam Değişimi Karşılama İçin Gereken Alan Maliyeti (TDK_{am}): Toplam test maliyeti ve ekstra ekipman maliyeti değerinden yararlanılarak, yapılan hesaplama sonucu elde edilen, toplam değişimi karşılamak için gereken alan maliyeti “TDK_{am}” Çizelge 12, Çizelge 13, Çizelge 14 ve Çizelge 15’de verilmiştir. Çizelge 12’de görüldüğü gibi, TDK_{am} değeri, alan büyüdükçe azalmaktadır. 2008 yılı 25 ha’lık alanda TDK_{am} 273,81 TL ha⁻¹ iken 200 ha’lık alanda 81,05 TLha⁻¹e ve 500 ha’lık alanda 64,52 TL ha⁻¹’ye kadar düşmüştür. Çizelge 13’den görüleceği gibi, TDK_{am} değeri, yıllar

itibarıyla değişiklik göstermektedir. Bu değer 250 ha alan için, 2002 yılında 59,81 TL ha⁻¹ iken, 2004 yılına kadar artmış, 2005 yılında en düşük seviyesine inmiş ve 2006 yılından itibaren tekrar yükselmiştir. Çizelge 14’den izleneceği gibi, yatırım yapacak işletmeler için, HT bazı yıllar daha cazip hale gelmiştir. 2005 yılı, tohum ekim sistemi için en cazip yıl olmuştur. Çizelge 15’den görüleceği gibi, TDK_{am} değeri, yıllar itibarıyla değişiklik göstermektedir. 2002 yılından 2004 yılına kadar artmış, 2005 yılında en düşük seviyesine inmiş ve 2006 yılından itibaren tekrar yükselmiştir.

Çizelge 12. İlaçlama sisteminde TDK_{am} (TL ha⁻¹)

Table 12. Spraying systems for total return required to area cost

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	219,85	131,41	87,19	72,45	65,08	60,66	57,71	55,60	54,02	52,80	51,81
2003	224,78	134,36	89,15	74,08	66,55	62,02	59,01	56,86	55,24	53,99	52,98
2004	233,20	139,39	92,48	76,85	69,03	64,34	61,21	58,98	57,31	56,00	54,96
2005	203,04	121,37	80,53	66,91	60,11	56,03	53,30	51,36	49,90	48,76	47,86
2006	236,81	141,55	93,92	78,04	70,10	65,34	62,17	59,90	58,20	56,87	55,82
2007	218,73	130,74	86,74	72,08	64,75	60,36	57,41	55,32	53,75	52,54	51,55
2008	273,81	163,66	108,58	90,23	81,05	75,55	71,87	69,25	67,29	65,77	64,52

Çizelge 13. Gübreleme sisteminde TDK_{am} (TL ha⁻¹)

Table 13. Fertilizer application systems for total return required to area cost

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	211,43	127,20	85,08	71,05	64,03	59,81	57,01	55,00	53,50	52,33	51,39
2003	216,17	130,06	87,00	72,65	65,47	61,16	58,29	56,24	54,70	53,51	52,55
2004	224,26	134,92	90,25	75,36	67,91	63,45	60,47	58,34	56,75	55,51	54,51
2005	195,26	117,48	78,58	65,62	59,14	55,25	52,65	50,80	49,41	48,33	47,47
2006	227,74	137,01	91,65	76,53	68,97	64,43	61,41	59,25	57,63	56,37	55,36
2007	210,35	126,55	84,65	70,68	63,70	59,51	56,73	54,73	53,22	52,06	51,13
2008	263,32	158,42	105,97	88,48	79,74	74,50	71,01	68,51	66,62	65,17	64,01

Çizelge 14. Tohum ekim sisteminde TDK_{am} (TL ha⁻¹)

Table 14. Seeding systems for total return required to area cost

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	203,00	122,99	82,98	69,64	62,97	58,97	56,34	54,40	52,97	51,86	50,97
2003	207,56	125,75	84,85	71,21	64,39	60,30	57,58	55,63	54,17	53,03	52,12
2004	215,33	130,45	88,02	73,87	66,80	62,55	59,73	57,70	56,19	55,01	54,07
2005	187,48	113,59	76,64	64,32	58,16	54,47	52,01	50,25	48,93	47,90	47,08
2006	218,66	92,58	89,38	75,02	67,84	63,53	60,65	58,60	57,06	55,87	54,91
2007	201,97	122,36	82,55	69,30	62,66	58,68	56,03	54,13	52,71	51,60	50,71
2008	252,83	153,17	103,34	86,75	78,44	73,45	70,13	67,76	65,98	64,59	63,47

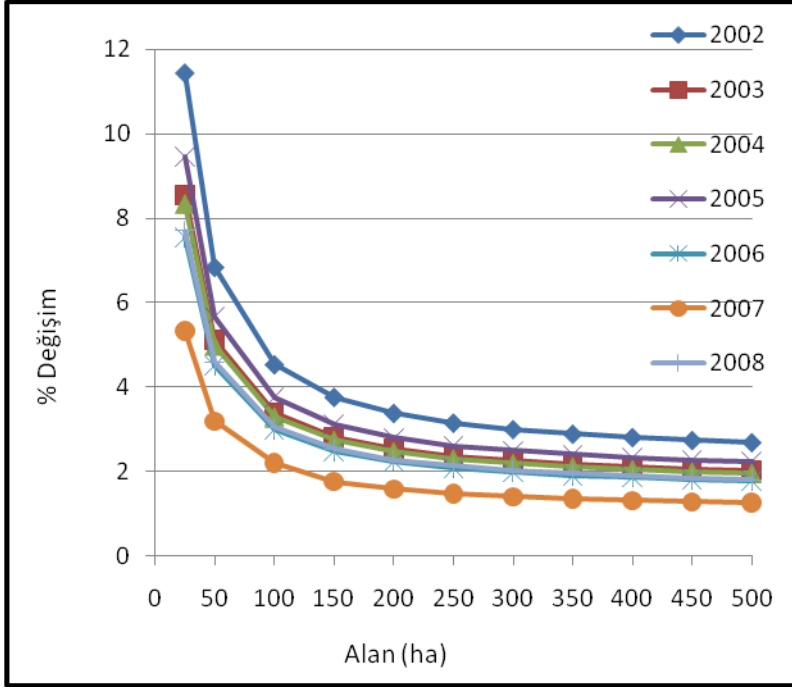
Çizelge 15. Kombine sistemde TDK_{am} (TL ha⁻¹)

Table 15. Combine systems for total return required to area cost

ha Yıllar	25	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500
2002	329,35	186,16	114,56	90,70	78,77	71,61	66,83	63,42	60,87	58,88	57,29
2003	336,74	190,34	117,34	92,74	80,54	73,22	68,34	64,85	62,24	60,21	58,58
2004	349,34	197,46	121,52	96,21	83,55	75,96	70,89	67,28	64,28	62,46	60,77
2005	304,17	171,93	105,81	83,77	72,75	66,14	61,73	58,58	56,22	54,38	52,91
2006	354,75	200,52	123,40	97,70	84,85	77,14	71,99	68,32	65,57	63,43	61,71
2007	327,67	185,21	113,98	90,25	78,36	71,25	66,49	63,11	60,56	58,59	57,00
2008	410,18	231,85	142,68	112,97	98,09	89,19	83,23	79,00	75,81	73,34	71,35

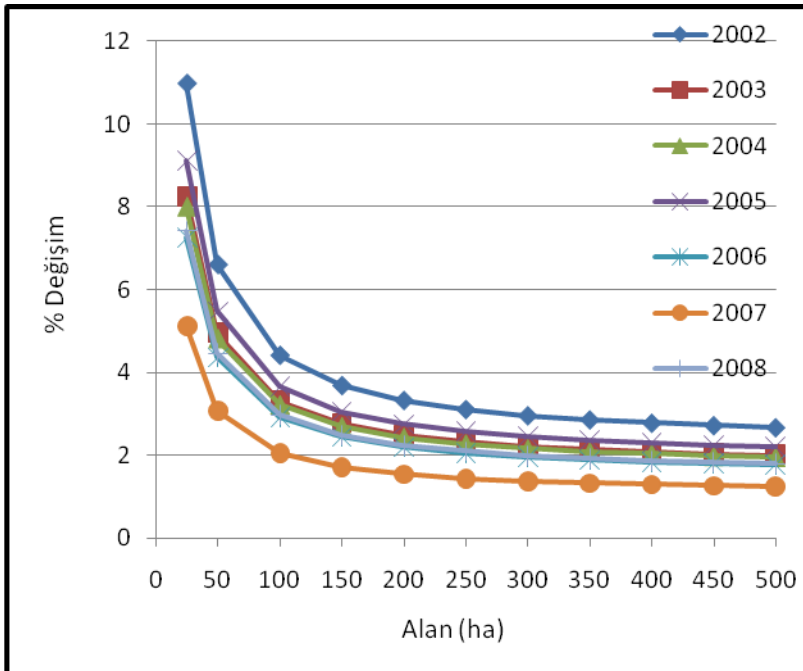
Denge Verim Artışı (DV_{ar}): Mısır için ilaçlama, gübreleme, tohum ekimi ve kombine sistemde, Çizelge 4'de verilen, mısırın yetiştirildiği bölgedeki o yıla ait verim değerlerinin, satış değeriyle çarpılmasıyla elde edilen üretim değerlerinin, Çizelge 12, Çizelge 13, Çizelge 14 ve Çizelge 15'de verilen TDK_{am} ile toplam aynı verim değerinin üretim değerine bölünmesiyle DV_{ar} değerleri elde edilmektedir. Bu şekilde elde edilen denge verim artışı değerlerinin değişimi Şekil 1, Şekil 2, Şekil 3

ve Şekil 4'de verilmiştir. Şekil 1'den görülebileceği gibi, 2008 yılında DV_{ar} değerleri % 7,70 - % 1,81 değerleri arasında değişmektedir. Şekil 2'den görülebileceği gibi, 2008 yılında DV_{ar} değerleri % 7,41 - % 1,80 değerleri arasında değişmektedir. Şekil 3'den görülebileceği gibi, 2008 yılında DV_{ar} değerleri % 7,11 - % 1,79 değerleri arasında değişmektedir. Şekil 4'den görülebileceği gibi, 2008 yılında DV_{ar} değerleri % 11,54 - % 2,01 değerleri arasında değişmektedir.



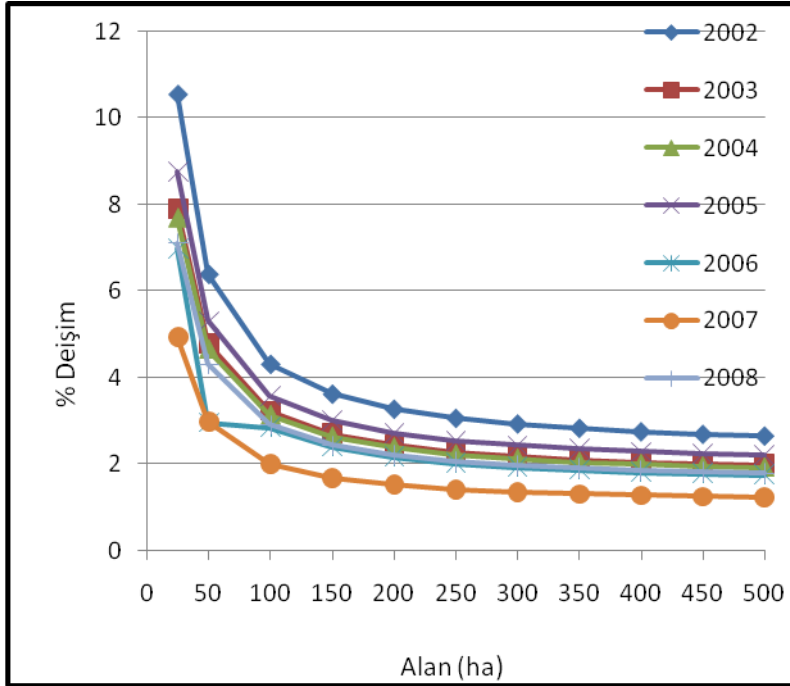
Şekil 1. İlaçlama sisteminde denge verim artışı

Figure 1. Spraying systems for equivalent yield increase



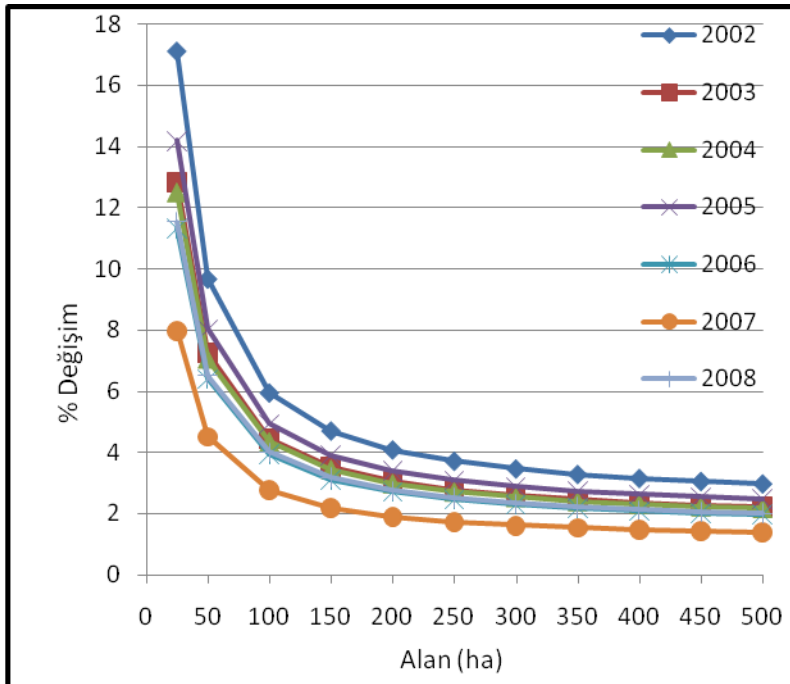
Şekil 2. Gübreleme sisteminde denge verim artışı

Figure 2. Fertilizer application systems for equivalent yield increase



Şekil 3. Tohum ekim sisteminde denge verim artışı

Figure 3. Seeding systems for equivalent yield increase



Şekil 4. Kombine sistemde denge verim artışı

Figure 4. Combine systems for equivalent yield increase

Denge Gübre Azaltma (DG_{az}): Mısır için, Çizelge 13'de verilen gübreleme sisteminde

TDK_{am} değerinin, mısıra ait Çizelge 5'de verilen gübre maliyetine bölünmesiyle DG_{az} değeri elde

edilmektedir. Bu şekilde elde edilen denge gübre azaltma değeri Şekil 5’de verilmiştir. Şekil 5’den görülebileceği gibi, 2008 yılında DT_{az} değerleri % 46,42 - %11,29 değerleri arasında değişmektedir.

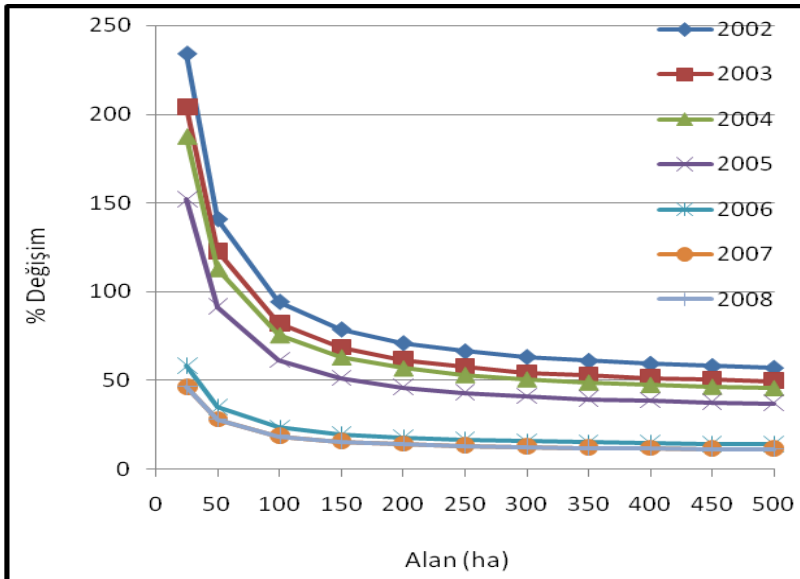
Denge İlaç Azaltma (DI_{az}): Mısır için, Çizelge 12’de verilen ilaçlama sisteminde TDK_{am} ’nin, mısıra ait Çizelge 5’de verilen ilaç maliyetine bölünmesiyle denge ilaç azaltma değerleri elde edilir. Bu şekilde elde edilen denge ilaç azaltma değeri Şekil 6’da verilmiştir. Şekil 6’dan görülebileceği gibi, 2008 yılında DI_{az} değerleri % 202,37 - % 47,69 değerleri arasında değişmektedir.

Denge Tohum Azaltma (DT_{az}): Mısır için, Çizelge 14’de verilen tohum ekim sisteminde TDK_{am} ’nin, mısıra ait Çizelge 5’de verilen tohum maliyetine bölünmesiyle DT_{az} değerleri elde edilir. Bu şekilde elde edilen denge tohum azaltma değeri, Şekil 7’de verilmiştir. Şekil 7’den görülebileceği gibi, 2008 yılında DT_{az} değerleri % 80,37 - % 20,17 değerleri arasında değişmektedir.

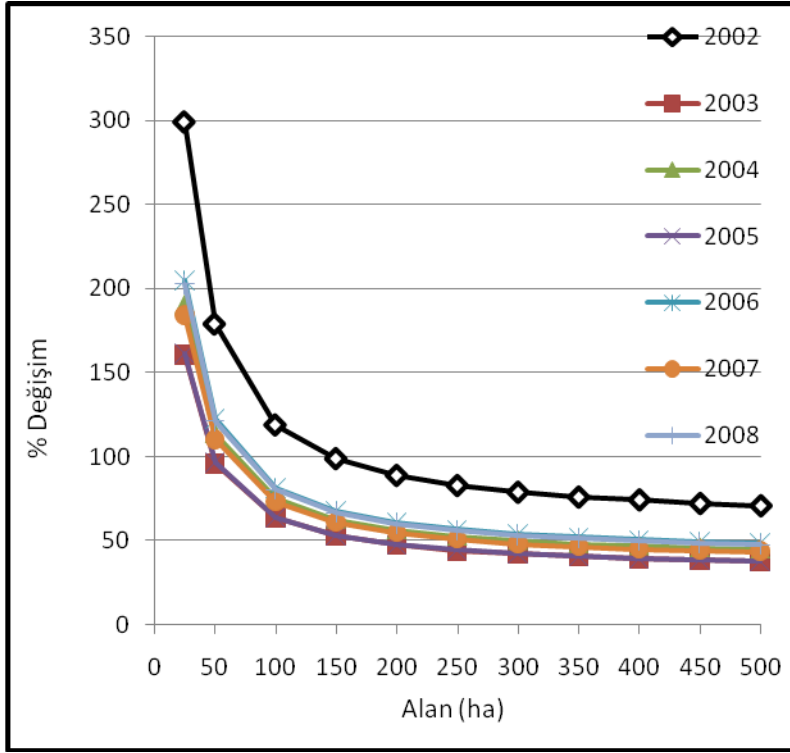
Denge Tüm Maliyetlerde Azaltma (DTM_{az}): Mısır için, Çizelge 15’de verilen kombine sistemde TDK_{am} ’nin, mısıra ait Çizelge 5’de verilen toplam maliyete bölünmesiyle DTM_{az} değerleri elde edilir. Bu şekilde elde edilen denge tüm maliyetlerde azaltma değerleri, Şekil

8’de verilmiştir. Şekil 8’den görülebileceği gibi, 2008 yılında DTM_{az} değerleri % 34,55 - % 6,01 değerleri arasında değişmektedir.

Duyarlık Analizi: Mısır için, Çizelge 4’de verilen üretim değerlerinin, + % 5, + % 10, + % 20 ve + % 50 değişkenlik olması durumunda elde edilecek değerlerin, Çizelge 12, Çizelge 13, Çizelge 14 ve Çizelge 15’de verilen TDK_{am} değerlerine bölünmesiyle elde edilir. Bu şekilde elde edilen 2008 yılı için mısır için ilaçlama, gübreleme, tohum ekimi ve kombine sistemde denge verim artışı duyarlık analizi değerleri Şekil 9, Şekil 10, Şekil 11 ve Şekil 12’de verilmiştir. Şekil 9’dan görülebileceği gibi, 2008 yılında mısır için ilaçlama sistemi duyarlık analizi DV_{ar} değerleri, + % 50 değişkenlikte 0,46 - 0,11 t ha⁻¹ değerleri arasında değişmektedir. Şekil 10’dan görülebileceği gibi, 2008 yılında mısır için gübreleme sistemi duyarlık analizi DV_{ar} değerleri, + % 50 değişkenlikte 0,44 - 0,11 t ha⁻¹ değerleri arasında değişmektedir. Şekil 11’den görülebileceği gibi, 2008 yılında mısır için tohum ekim sistemi duyarlık analizi DV_{ar} değerleri, + % 50 değişkenlikte 0,43 - 0,11 t ha⁻¹ değerleri arasında değişmektedir. Şekil 12’den görülebileceği gibi, 2008 yılında mısır için kombine sistemi duyarlık analizi DV_{ar} değerleri, + % 50 değişkenlikte 0,69 - 0,12 t ha⁻¹ değerleri arasında değişmektedir.

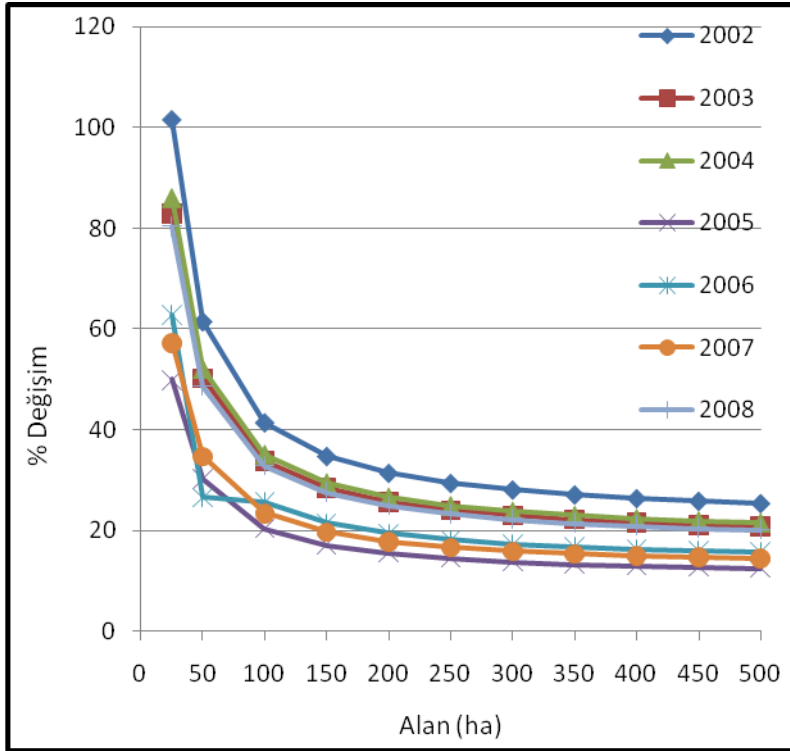


Şekil 5. Denge gübre azaltma
Figure 5. Equivalent fertilizer decrease



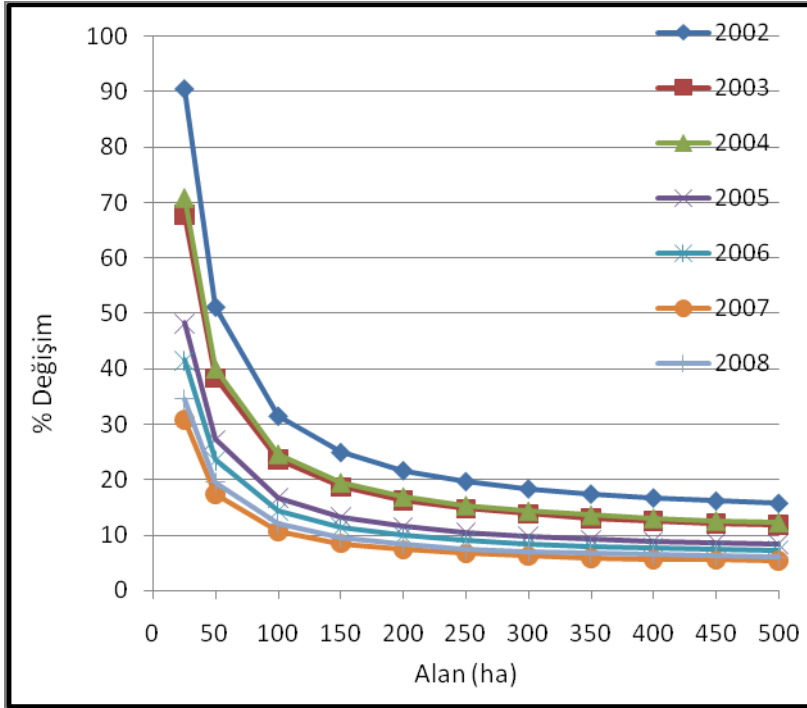
Şekil 6. Denge ilaç azaltma

Figure 6. Equivalent spray decrease



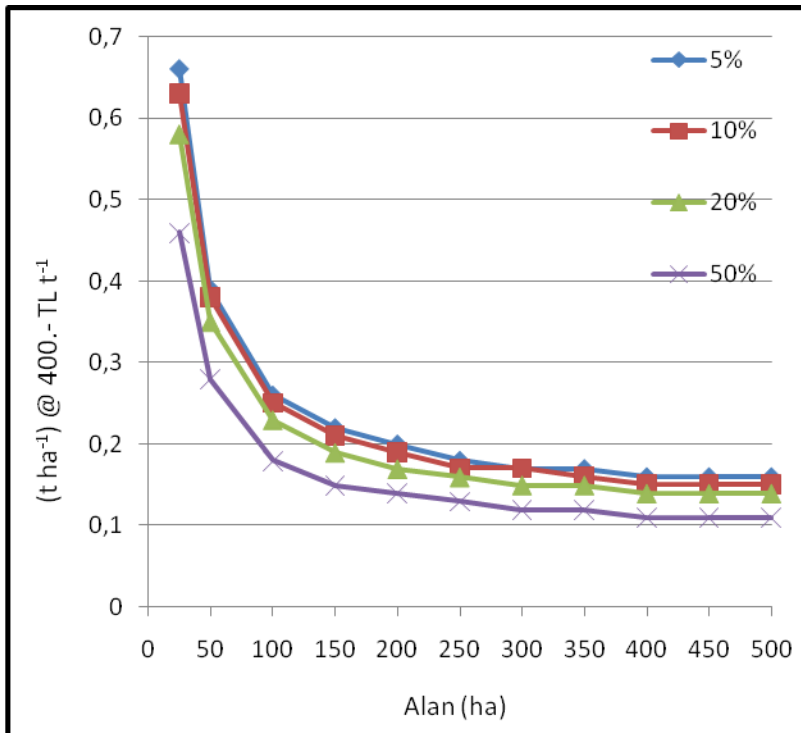
Şekil 7. Denge tohum azaltma

Figure 7. Equivalent seed decrease



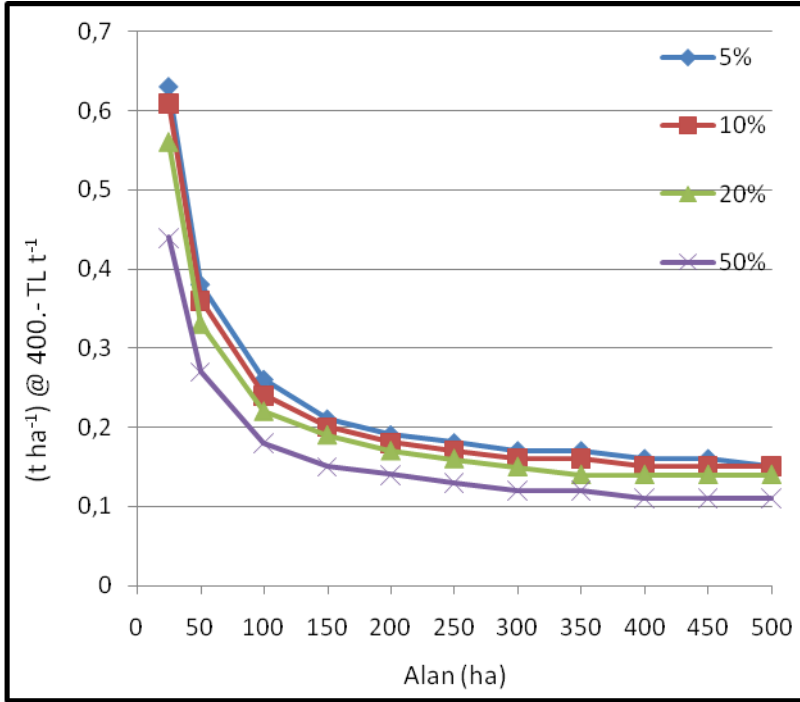
Şekil 8. Denge tüm maliyetlerde azaltma

Figure 8. Equivalent overall cost decrease



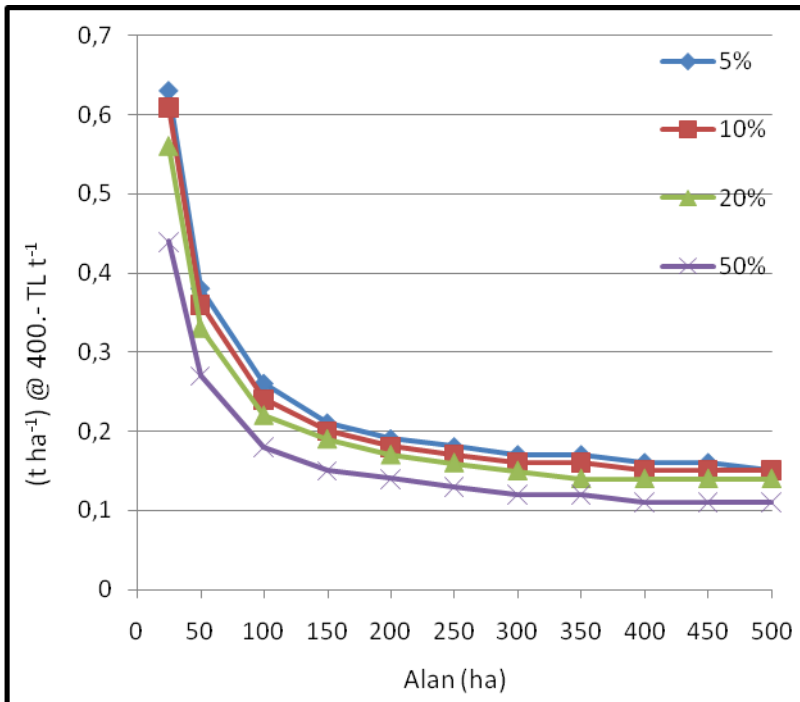
Şekil 9. 2008 yılı ilaçlama sistemi için duyarlık analizi ($t\ ha^{-1}$)

Figure 9. Spraying systems for sensitive analysis in 2008



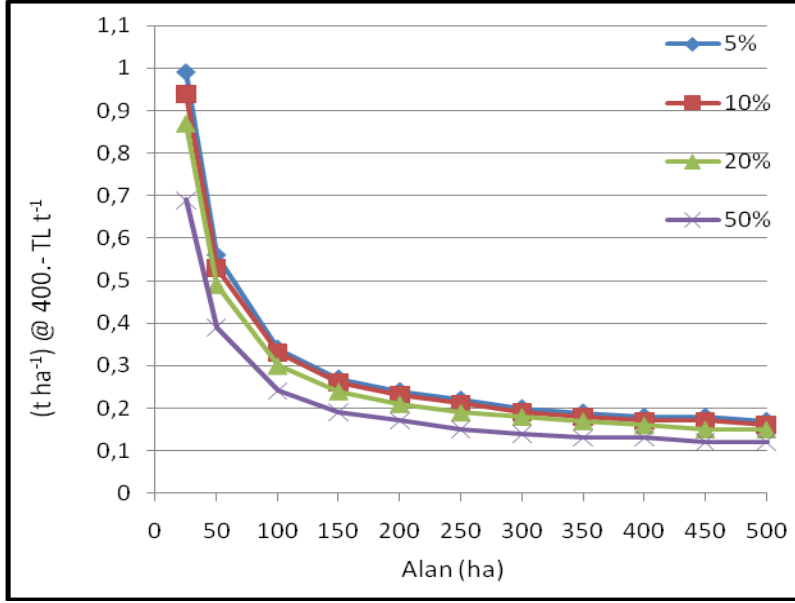
Şekil 10. 2008 yılı gübreleme sistemi için duyarlık analizi ($t ha^{-1}$)

Figure 10. Fertilizer application systems for sensitive analysis in 2008



Şekil 11. 2008 yılı tohum ekim sistemi için duyarlık analizi ($t ha^{-1}$)

Figure 11. Seeding systems for sensitive analysis in 2008



Şekil 12. 2008 yılı kombine sistem için duyarlık analizi ($t\ ha^{-1}$)

Figure 12. Combine systems for sensitive analysis in 2008

Sonuç

Çukurova Bölgesi'nde mısır için HT teknolojileri kullanımının değişik alan büyüklüğü ve girdi miktarları için getirebileceği ekonomik potansiyeli ortaya koymak amacıyla yapılan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- HT teknolojilerinin, maliyetleri yüksek olduğundan mevcut durumda, ancak kârlı ürünlerde ve kârlılığı sağlayacak yeterli arazi büyüklüğüne sahip olan geniş parsellerde ekonomik şekilde uygulanabileceği belirlenmiştir. Arazi büyüklüğü arttıkça birim alan başına EEM'nin hızla düştüğü tespit edilmiştir. Aynı değerlerin yıllar içerisinde de € kuruna bağlı olarak değiştiği belirlenmiştir.
- Çukurova bölgesinde mısır üretiminde HT uygulanabilmesi için gerekli ilaçlama, gübreleme, tohum ekimi ve kombine sistemleri için gerekli maliyeti karşılayabilmek için gerekli verim artışı değerleri, yıllar içerisinde değişiklik göstermiş ve 2007 yılında en düşük seviyesine inmiştir. 2007 yılında bu değerler, 25 ha'lık alanda sırasıyla % 5,33; % 5,13; % 4,93; % 7,99; 250 ha'lık alanda sırasıyla % 1,47; % 1,45; % 1,43; % 1,74, 500 ha'lık alanda sırasıyla % 1,26; % 1,25; % 1,24; % 1,39'luk verim artışı HT maliyetini karşılayabilmektedir.

- 2008 yılında, 250 ha'lık alanda, % 13,13'lük gübre azaltması, % 55,84'lük ilaç azaltması, % 23,35'lik tohum azaltması, % 7,51'lik tüm maliyetlerde azaltma değerleri HT maliyetini karşılamaktadır.
- 100 ha büyüklüğündeki bir işletmenin, tarlasında sırasıyla + % 5, + % 10, + % 20 ve + % 50 değişkenlik olduğunda, 2008 yılı kombine sistemde mısır için denge verim artışı, değeri % 4,01 iken, duyarlık analizi denge verim artışı % 3,82, % 3,65, % 3,34 ve % 2,68 seviyelerine inmiştir.
- HT teknolojileri, modern dünyanın pek çok alanda yararlandığı, koruma gibi kavramların çok önem taşıdığı günümüz teknolojileridir. Yetişmiş eleman sorunu giderildikten sonra, özellikle TİGEM'e bağlı işletmeler ve büyük arazilere sahip önder çiftçilerle yapılacak olan gösteri niteliğindeki çalışmalarla ülke çiftçisinin konuya ilgi duyması sağlanmalıdır. Sonrasında çiftçilerin bu sürece katılmaları ve uygulama alanları genişletilmelidir. Tarım Bakanlığı tarafından verilen destekler kapsamına HT alet, ekipman ve cihazlarının da alınması, bu alanda yatırım yapacakları cesaretlendirecektir.

Kaynaklar

- Anonim, 2009. € kurları. <http://www.tcmb.gov.tr>. Erişim Tarihi: 17.01.2009.
- Barnard, C.S. and J.S. Nix, 1988. Farm Planning and Control. 2nd Ed., Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Bilgili, M.E., 2002. Çukurova Bölgesinde 2002 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2003. Çukurova Bölgesinde 2003 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2004. Çukurova Bölgesinde 2004 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2005. Çukurova Bölgesinde 2005 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2006. Çukurova Bölgesinde 2006 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2007. Çukurova'da Yetiştirilen Bazı Tarım Ürünlerinin 2007 yılı Üretim Girdi ve Maliyetleri. T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Bilgili, M.E., 2008. Çukurova Bölgesinde 2008 yılı Ana Ürün Mısırın Dekara Ortalama Üretim Girdi ve Maliyetleri (Yayınlanmamış). T.C.Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü Toprak ve Su Kaynakları Tarsus Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Mersin.
- Güçdemir, İ., U. Türker, A. Karabulut ve Ç. Arcak, 2004. Hassas Tarım Teknolojilerinin Türkiye'deki Uygulamaları. Toprak Gübre ve Su Kaynakları Araştırma Enstitüsü. Ankara.
- Kıral, T., H. Kasnakoğlu, F. Tatlıdil, H. Fidan ve E. Gündoğmuş, 1999. Tarımsal Ürünler İçin Maliyet Hesaplama Metodolojisi ve Veri Tabanı Rehberi. Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü. Yayın No:37, Ankara, sayfa: 23.
- Sındır, K.O. ve A.B. Tekin, 2002. Economics of Variable Rate Fertilizer Application. International Scientific Conference, 04-06 April 2002, Rousse, Bulgaria.
- Stafford, J.V., R.M. Lark and H.C. Bolam, 1998. Using Yield Maps to Regionalize Fields into Potential Management Units. In Precision Agriculture: Proceedings of the 4th International Conference, Part A, St. Paul, MN, July 1998, pp: 225-237.