

## ZARARLI YÖNETİMİNDE KARAR VERMENİN EKONOMİSİ (1)

Hikmet Özbek (2)

Zararlı yönetimde karar verme, diğer ekonomik meselelerde olduğu gibi insan ihtiyaçlarını karşılayacak olan kıt kaynakların tahsisi ile alakalıdır. Başlangıçta, böcek ve diğer zararlıların yönetimde kıt para veya işçi imkânlarının ne zaman ve nasıl kullanılacağına kararlaştırılmasında tercih önem arz etmektedir. Diğer kaynaklar da kıt olabilir; bununla beraber, pestisitlere hassas böcek ırkları, çevre kirliliğinin olmaması veya zararlı enfeksiyonunun derecesi ile ilgili bilgileri gibi hususlar da kararın arzu edilen şekilde olmasında rol oynamaktadır.

Zararlıların yönetimde ekonominin iki dalı (pozitif ve normatif) kullanılmaktadır. Pozitif ekonomi, tanımlayıcıdır; ekonomik gerçekler ve münasebetlerle ilgilidir. Bir pestisid fiyatındaki artışın belirli bir mücadele stratejisini nasıl etkilediği sorusu gibi sorulara cevap araştırır. Aksine normatif ekonomi ise kural koyucudur; ne yapılması gerektiğini tayin etmek için değer hükümlerini birleştirir. Bunu, spesifik ve subjektif ölçüye göre bir stratejinin diğerinden daha iyi olduğunu belirterek yapar.

Zararlı yönetim faaliyetlerinin meydana getirilmesinin taktirinde ve önerilerde bulunmada ekonominin her iki (pozitif ve normatif) yönünün faydalı olduğu entomolojistler için dikkat edilecek önemli noktadır. Keza, fiyat ve kâr ne kadar dikkatle tayin edilirse edilsin entomolojist, gerçek zararlı yönetim kararlarının normatif tetkiklere dayandığını ve bu yüzden subjektif olduğunu bilmelidir. Sonuç olarak, zararlı yönetimde karar vermenin ekonomisi, sadece zararın parasal değeri ve zararlı ile mücadele için sarfedilen para ile ilgili değil, zararlılarla savaşa karar verecek kişilerin davranış ve hedefleri ile de ilgilidir.

Zararlı yönetimde karar vericiler, her biri tek bir alanla ilgilenen çiftçi, yönetici ve kontrat yapımcılardan, bölgesel veya ulusal politika izleyen endüstri ve kamu görevlilerine kadar değişik düzeylerdeki insanlardan oluşmaktadır. Bu makalede, esas olarak çiftçi düzeyinde karar vermenin ekonomisine ağırlık verilecek-

(1) Mumford, J.D, and G.A. Norton. 1984. Economics of Decision Making in Pest Management. Ann. Rev. Entomol. 29: 157-174.

(2) Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Erzurum.

tir. Bununla beraber, bu prensiplerden bazıları, diğer düzeylerdeki ilgilerin karar vermelerinde de geçerli olabilir. Bu konuya 25 yıldan bu yana esas yardımı olan hususlardan dört ekonomik model tesbit edilmiştir. Bunlar: a) ekonomik eşik modeli, b) marjinal analiz (optimizasyon) modeli, c) karar teori modeli ve d) davranışsal karar modelidir.

Bu modellerin her birinin, gelişmesi, tahminler ve gerekli bilgiler ve bu bilgilerin farklı karar verme durumlarındaki ilgileri tartışılacaktır.

### Ekonomik Eşik Modeli

Zararlılarla mücadeleye karar vermede ekonomik eşik kavramı iki yönlü gelişme göstermektedir. Birisi, çoğunlukla entomolojistlerin yardımlarıyla, diğeri de ekonomistlerin ki ile ilgili olmaktadır. Bu yaklaşımların güç olmaları nedeniyle "ekonomik eşik" deyimini, entomoloji literatüründe kullanıldığı anlamda kullanılacaktır. Ekonomistlerin yardımı, marjinal analiz (optimizasyon) modeli bölümünde tartışılacaktır.

Stern et al (34), ekonomik eşik kavramını integre kontrol felsefesinin kati bir unsuru olarak ilk defa 1959 yılında ortaya koymuşlardır. Bu yazarlar, ekonomik eşiği ilâç atmayı haklı görecekt zararlı popülasyonunun yoğunluğu olarak tanımlamışlardır. "Haklı görecekt" ifadesi ile ne kastedildiği o zaman tümüyle açıklanmamıştır; bununla beraber sonradan gelen yazarlar, "haklı görecekt" ifadesine; mücadele masraflarını geçen zararlının ekonomik eşik yoğunluğu ile ilgili kayıp şeklinde anlam vermişlerdir (1,22). Madem ki ilâçlama ürün kaybını azaltmada tümüyle etkili olmayabiliyor, bu eşiğin kesin ekonomik tarifi, ilâçlamanın meydana getirdiği kazancın ilâçlama masrafını hemen geçtiği yerdeki zararlı popülasyon yoğunluğu şeklinde yapılmaktadır.

Ekonomik eşik modelinin temel unsurlarını izah etmek için patates sist nematodunun bir nematosid olan DD kullanarak kontrol altına alınması ile ilgili oldukça basit bir karar problemi kabul edilsin. Nematosisid kullanma kararı ve nematosisidin tatbiki, bitki tarlaya dikilmeden önce hatırlanma mecburiyetindedir. Bununla beraber mademki, (a) zararlı toprakta sist içerisindeki yumurtalar halinde kışı geçiriyor, (b) toprak koşulları popülasyonun büyümesine az etkili oluyor ve c) nematodun öncemli bir tabii düşmanı yok, dikimden önce topraktaki yumurta sayısı, daha sonra meydana gelecek olan nematod hücumunun düzeyi hakkında çok iyi endikasyon verecektir. Ayrıca ürün kaybı arız olmanın linear fonksiyonu olduğuna göre (3), dikimden önce topraktaki nematod yumurtalarının tesbitiyle muhtemel ürün kaybı tahmin edilebilir. Nematosisidin etkinliği (15), nematosisidin değeri, patatesin fiyatı, DD uygulaması için ekonomik eşik ile ilgili bilgiler aşağıdadır.

$$PDKQ = C$$

(Mücadelenin kazancı) (Mücadelenin masrafı)

P= Patatesin ton fiyatı (1200 dolar)

D= Her gram toprakta 1 yumurta (0,1) ile ilgili olarak patatesteki ürün kaybı (ton/hektar)

K= DD uygulaması sonucu zararlı hücumunda başarılan azalma (% 80)

Q= Zarar düzeyi (yumurta/gram toprak)

C= DD uygulamasının hektar başına masrafı (300 dolar)

Ekonomik eşik

$$Q = \frac{C}{PDK}$$

Parantezler içerisindeki değerleri yukarıdaki formülde yerine koyduğumuz zaman ekonomik eşik 31 yumurta/gram toprak çıkar. Bu örneğe göre Q, 31'in altında olduğu zaman DD kullanılması bir değer ifade etmemekte, 31'in üstünde olduğu zaman DD kullanılması olumlu olmaktadır. Eşitlikteki herhangi bir değişiklik (patates fiyatı veya mücadele masrafları gibi), ekonomik eşik değiştirir.

Ekonomik eşik kavramındaki bu boşluk, entomolojist ve bitki patolojistleri tarafından iş veya çalışma karar kaidesi olarak geliştirilmiştir. Yukarıdaki örnekte de görüldüğü gibi zarar fonksiyonu, mücadelenin etkinliği, ürün fiyatı ve mücadele masrafı hakkında bilgilere ihtiyaç vardır. Bu bilgilerin elde edilmesi, patates cyst nematodu için kolaydır. Fakat diğer zararlılar için bu çok kez zor olmaktadır. Örneğin, belirli bir zararlı popülasyon düzeyinde ilaç uygulamanın kazancını hesaplamak için ilaçlanmamış popülasyondaki değişiklikler ve ilaçlamanın etkinliğinin tayin edilmesine zaruret vardır. Zararlıların doğal düşmanlarının faaliyetlerinin önemli olduğu alanlarda bu, daha karmaşık bir ekonomik eşik modeline ihtiyaç duymaktadır (8,33).

Nematod örneğinden farklı olarak sezon boyunca birden fazla aplikasyon olduğu zaman bir başka komplikasyon ortaya çıkmaktadır. Bu aplikasyonların zamanlanması ve sayısı, eşik ile tesbit edilmekle barebe soru hâlâ kendini göstermektedir. Acaba ekonomik eşik karar kaidesi ilaçlama için en iyi stratejiyi oluşturur mu? Aplikasyon sayısındaki değişme probleminden dolayı kimi zirai ekonomistler, marjinal ekonomik teoriyi kullanmaya başlamışlardır.

### Marjinal Analiz (Optimizasyon) Modeli

Ekonomistlerin yaklaşımlarını geliştirdiği teorik esasları değerlendirmek için genel marjinal teoriyi kısaca gözden geçirmeğe ihtiyaç vardır. Ekonomi ders kitaplarında belirtildiği gibi, ticari firmaların davranışlarıyla ilgili olan pozitif ekonomi prensipleri birçok tahminlere dayanmaktadır. Bir tahmine göre, firmaların gayesi, kazancı maksimuma çıkarmaktır. Bununla beraber, daha sonra göreceği-

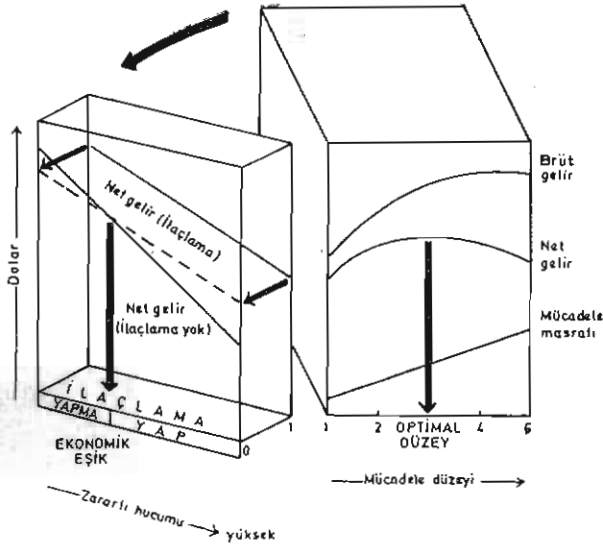
miz gibi bu tahmin her zaman tasdik görmemektedir. Şimdilik biz ona çiftçilerin malul görüşü olarak bakabiliriz. İkincisi, ekonomistlerin yaptığı geleneksel tahmin ki üretim münasebetlerine bakıldığında firma fevkalade bilgiye sahiptir. Bunun anlamı; örneğin, bir firma fazla işçi çalıştırarak veya ilâve makina koyarak girdilerini arttırdığı zaman bunların verime ne etki yapacağını bilir. Tekrar, eğer tümüyle doğru değilse, çok defalar bu akla uygun tahmin olabilir. Marjinalitenin üçüncü temel prensibi, azalan kazancın fiziksel kanunudur. Çok kısa olarak, üretim sürecinde hektar başına atılan nitrojenli gübre miktarında artış gibi girdi kaynaklarının artması, ilâve girdilerin verim veya ürün artışının düşük olarak gerçekleşmesi durumunu yaratır.

Hillebrandt (14), 1960 yılında marjinalite kavramını, tarımsal savaşa uygulayan ilk kişidir. Hillebrandt, pestisidin değişik dozları ile ilgili pestisid uygulamasına atfedilen ürün gelirindeki doz-cevap eğrisini tarif etmiş ve mütaakip pestisid uygulamasının ilerde geliri nasıl azalttığını göstermiştir. Hillebrandt bunu göstermek için nazarı bir örnek kullanmış; Southwood ve Norton (32), Kogan (16) ve Walker (37) gibi araştırmacılar, pratikte olabilen zarar unsuru ve mücadele ilişkilerine ait formları açıklamak için gerçek dökümanlar kullanmışlardır. Hillebrandt, kazancın maksimuma çıkması ile ilgili olarak pestisid uygulamasının meydana getirdiği ilâve kazancın, masrafı tam geçtiği yerde optimum düzeyde pestisid uygulaması olduğunu göstermeği takip etmiştir. Bunun da ötesinde, dah fazla pestisid uygulamasının masrafı, onun meydana getirdiği kazancı geçmekte ve uygulamak için rasyonel olmayan seviyeye çıkmaktadır.

Headley (13)'in 1972'de kullandığı marjinalite kavramında muğlaklık minimum düzeyde tutulmuş ve kesin bir ekonomik eşik tanımı geliştirilmeğe çalışılmıştır. Stern et al (34)'un aksine Headley, ekonomik eşiği, marjinal gelirin marjinal masrafı tam geçtiği noktayı elde etmek için verilen zararlı popülasyonunun, düşürülmesi gereken popülasyon düzeyi olarak tarif etmektedir. Maalesef ekonomistlerle entomolojistlerin problemin farklı yönleri ile karşı karşıya gelmeleri nedeniyle bu durum meselelerin karıştırılmasına vesile olmuştur.

Şekil 1'de bu farklılık gösterilmeye çalışılmıştır. Zararlı popülasyonu, ne seviyede olduğunda belirli mücadele işlemi yapılacağı (ekonomik eşik) sorununu, entomolojistler ortaya koymuşlardır. Ekonomistler, zararlı popülasyonunu, verilen ve sorulan şeklinde ele almaktadırlar. Hangi düzeydeki mücadele belli bir zararlı yoğunluğu için en kazançlıdır? (optimal düzeyeki mücadele). Karışıklığa meydan vermemek için "ekonomik eşik" terimini, Stern et al (34)'un karar kaidesi ve biraz önce belirtilen formüle rağmen sadece fasıla anlamında kullanılabileceğini önetiyoruz.

Şimdi optimalitedeki tahminleri daha yakından gözden geçirelim. Birden fazla ilâçlama tatbik edildiğinde, bu ilâçlama zamanlarının optimal olması mükemmel bilginin tahmininin bir yönüdür. Bununla açıkça ilgilenme çabasında Hall ve



Şekil 1. Ekonomik eşik ve optimal mücadele seviyesi arasında farklılığı gösteren grafik. Net gelir = brüt gelir - ilaçlama masrafı.

Norgaard (11), 1973'de Headley'in teorik modelini kullanmış ve böylece pestisid uygulamasının tatbik zamanını birleştirmişlerdir. Bununla beraber Borosh ve Talpaz (2)'m belirttikleri gibi, Hall ve Norgaard'ın ulaştıkları sonuç, kritik olarak modelin teferruatına bağlıdır. Zararlı popülasyonu, çok hızlı büyüdüğünde mücadelenin etkinliğini veya fiyatın zamana bağlı olarak değişeceği farz edilmediği müddetçe çözüm en erken ilaçlamadır.

Gerçek zararlının popülasyon dinamiği göz önüne alındığında, daha gerçekçi bir yaklaşımı sağlamada Shoemaker (30) ve Conway et al (7), mücadele uygulamalarının zaman ve sayı n da optimal çözüm elde etmek için dinamik programlama kullanmışlardır. Bununla beraber, bu ve diğer egzersizler optimal mücadele stratejisine etki eden genel hususiyetlerin iç dırumu kavramayı sağlarken, keza Hall ve Norgaard (11)'in ulaştığı neticeyi teyit eder görünmektedirler. Bu araştırmacılara göre (daha fazla realist olduğunda) matematiksel modeller çok hızlı bir şekilde yönetilemez duruma gelmektedir.

Bu çıkmazdan kurtulmanın bir yolu, optimalite ile ilgili olarak fazla ihtiraslı olmamak, biyolojik olarak daha realist olan ve geniş çapta biyolojik ve yönetim parametre değerlerini tayin etmede değişik stratejilerin oluşmasına imkân tanıyan taklit modelleri kurmaktır (29). Böyle modellerin döküman ihtiyaçları, çok hallerde istenmiyerek karşılanacağına göre, eğer ideal bir karar usulü yoksa, ekonomik eşik yaklaşımı bir çare olarak yerini alabilecektir. Diğer taraftan, ekonomik eşikğin pratik olarak yürütülmesi, zararlıyı izlemek ve ekonomik eşik oluştuğunda derhal cevap vermek için zararlı yöneticisine ihtiyaç duyulmaktadır. Çok hallerde bunu

yapmak mümkün olmamakta, o durumda alternatif karar modellerine gereksinim duyulmaktadır.

### Karar Teori Modeli

Daha önceki bölümde tartışılan zararlı mücadelesine karar verilmesine yaklaşım, katiyetin tahminine dayanmaktadır. Pratikte, karar veren kişi, zararlı ile mücadeleye karar verirken önemli bir tereddüt ile karşı karşıya kalmaktadır. Örneğin, prophylactic (koruyucu) insektisid seçimi, zararlı ortaya çıkmadan çok önce uygulanmakta, zararlının ne kadar zarar yapacağı, insektisidin ne derece etkili olacağı veya lâçlanan bitkinin ürün değerinin ne olacağı gibi hususlar, bilinmediği için bariz bir şekilde tereddüt söz konusu olmaktadır. Bu tip zararlı mücadele kararı için ekonomik eşik kullanılamaz. Marjinal modelde yapıldığı gibi katiyet tahmini, istemiyerek tatminkâr olacaktır. Bu yüzden açıkça muğlaklık (şüphe) içeren bir modele ihtiyaç vardır.

Bayesian karar teorisi, iş kararlarında geniş çapta kullanılmakta olan bir oyun teori formudur (12,17). Karar verici yönünden mevcut her faaliyet ve vuku bulacak zararlı hücumunun belirli düzeyi gibi her tabii durum için kesin bir sonuç meydana gelmektedir. Karar verici, zararlı düzeyinin ne olacağını önceden bilmediği için belirsizlik ortaya çıkmaktadır. Bununla birlikte, geçmişteki tecrübesine dayanarak meydana gelen belirli düzeydeki zararın olasılığını tayin edebilir. Bir olasılığın ağırlıklı ortalama sonucu (beklenen sonuç), o zaman her iş için beklenen en iyi sonucun seçilmesine müsaade etmek suretiyle hesaplanabilmektedir.

Hesaplamayı izah etmek için zararlı var veya zararlı yok olmak üzere iki doğal durumu olan basit bir zararlı-ürün ilişkisi olsun. Daha önceki deneyimlerin ışığı altında bu iki durumun olasılığının 0,25 ve 0,75 olabileceği hesaplanabilir. Mücadele yapılmadığında karar verici, zararlı yokken 10 000, zararlı varken sıfır dolarlık bir gelir bekleyebilir. Böylece beklenen sonuç  $(13.000 \text{ dolar} \times 0,75) + (0 \text{ dolar} \times 0,25) = 7.500 \text{ dolar}$  olur.

Şimdi zararlı mevcut ve zararlının sezon içerisinde sebep olacağı kaybı % 50'ye kadar düşürecek olan koruyucu insektisit için 1000 dolar harcandığı seçeneği gözönüne alındığında, bu iş için beklenen gelir:

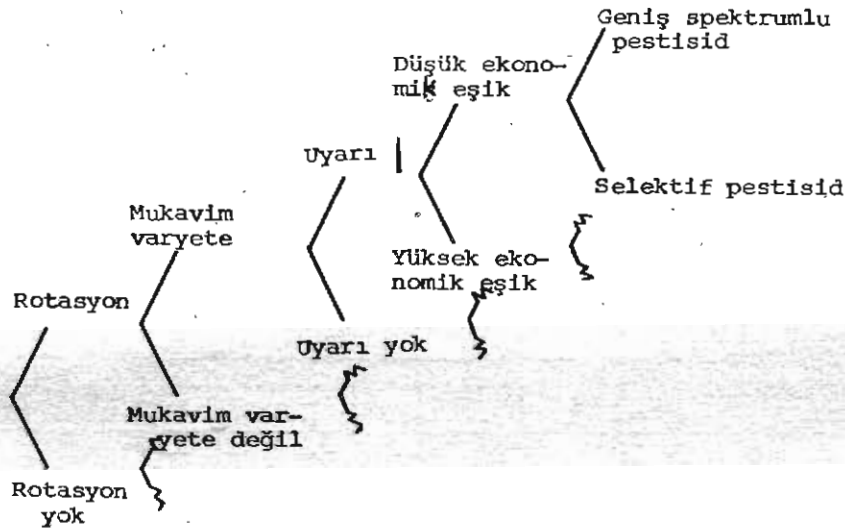
$$(10,000 \text{ dolar} - 1,000 \text{ dolar}) \times 0,75 + (5,000 \text{ dolar} - 1,000 \text{ dolar}) \times 0,25 = 7,750 \text{ dolar.}$$

Bu işlemler, zararlı durumu ve tahmin edilen gelir "payoff matrix" de (Tablo 1) özetlenmiştir. Tahmin edilen gelire göre ilâç uygulaması 250 dolar daha fazla gelir sağlamakta, bununla beraber, maksimum gelir ilâç uygulaması olmadığı zamanlardan 1000 dolar daha az ve minimum gelir ise ilâç uygulamasının olmadığı zamanki işlemde 4000 dolar daha fazladır. Bu dökümanlarla karar verici, seçimini kendi kişisel görüşüne göre yapabilmekte, bu tahmin edilen geliri, maksimuma çıkarmakta veya en fazla kaybı minimuma indirmektedir.

Tablo 1. İki işlem ve zararının iki durumda payoff matrix.

İşlem	Zararlı durumu		Beklenen sonuç
	Zararlı yok P=0.75	Zararlı var P=0.25	
İlaçlanmış	10.000 dolar	0 dolar	7.500 dolar
İlaçlanmamış	9.000 dolar	4.000 dolar	7.750 dolar

Yukarıda verilen basit örnekteki prensipler, daha kompleks durumlara uygulanabilir. Karar teori modeli, kural koyucu (prescriptive) bir yapı arz etmektedir. Bununla beraber, karar teori modeli zararlı kontrol kararlarının sıra ve sonucunu açıklamak için tanımlayıcı (descriptive) yol olarak da kullanılabilir. Örneğin, şekil 2'de gösterilen karar ağacı, seçilmesi gereken tercihleri sıra halinde grafikte göstermektedir. Bu seçeneklerin tam analizi için soldan sağa doğru her yolun net gelirinin tesbit edilmesi ve her zararlı durumu için mukayese edilmesi zorunludur. Böyle bir analiz için daha sonra bir örnek verilecektir.



Şekil 2. Bitki korumada karar ağacının şematik izahı.

Zararlı ile mücadeleye karar vermede Bayesian karar teorisinin en eski uygulaması Carlson tarafından 1969 da olmuştur (4-6). Carlson, Kaliforniya'lı 76 şeftali yetiştiricisinden, şeftali kahverengi çürüklüğü (*Monilinia fructicola*)'nün sebep olduğu kayıp miktarının olasılığı üzerinde subjektif kararlar elde etmiştir. Hastalık için mümkün olan beş ilaç uygulamasının etkinliği üzerinde arazi denemelerinden bilgi temin edilmiş, mücadele masrafları ve ürün değeri yetiştiricilerin sürveyinden

alınmıştır. Bu rakamları kullanarak hastalık olmadığında beklenen gelir çıkarılabilmekte ve her hastalık düzeyinde değişik faaliyetler için sonuçlar hesaplanabilmektedir. Marysville (Kaliforniya)'da şeftaliler için payoff matrix neticeleri, tablo 2'de gösterilmiştir. Captan ilâcı ile yapılan tek ilâçlama beklenen en büyük değeri vermektedir.

Şeftali yetiştiricilerinin verdiği, hastalıklar nedeniyle meydana gelen kayıpların subjektif ihtimalleri (Tablo 2), tarihi tecrübelerle dayanmaktadır. Bununla beraber, bir sezon içerisinde hastalık ihtimalinin endirekt endikasyonu hasattan önceki yağışlardan elde edilebilmektedir. Bu durum, tarihi ihtimallerin kullanılmasının geliştirilmesidir ve yetiştirici ilâçlamaya karar verdiği zaman yapılabilmektedir. Bu, yetiştiriciyi karar vermek için daha iyi bir pozisyona koymasına rağmen yağışa göre tahmin mükemmel olmayacak ve böylece yetiştirici hâlâ belirli olmayan durumla karşılaşacaktır. Bu durumda, bir başka payoff matrix oluşturulabilir, bu da belirli bir ihtimalle ilgili olarak çeşitli zararlı durumlarının (state of nature) değişikliğe uğratılmış ihtimallerini kullanarak yapılmaktadır. Bu koşullar altında en iyi kazancı veren iş seçilebilmektedir.

Karar teorisini kullanarak en iyi mücadele faaliyetini tayin etmede, zararlı mücadele kararlarının birbirini izleyen birçok çalışmaları bitki hastalıkları esas alınarak sürdürülmektedir. Norton (34), İngiltere'nin dört bölgesinde patates mildiyösü (*Phytophthora infestans*)'nün analizini göstermiş, Webster (38) de aynı ülkede buğdaydaki *Septoria* kontrolü hakkındaki önerileri tesbit etmiştir.

Tablo 2. Marysville (Kaliforniya)'da çok erkenci şeftalilerde kahverengi çürüklük hastalığı için payoff matrix<sup>a</sup>.

İlâçlama	Kahverengi çürüklüğün neden olduğu muhtemel zarar yüzdesi					Beklenen değer
	0—5 (p <sup>b</sup> =0,76)	5—10 (0,128)	10—20 (0,034)	20—30 (0,032)	30—100 (0,046)	
İlâçlama yok	76 <sup>c</sup>	39	—16	—89	—383	42 <sup>c</sup>
1 sulfur	77	54	19	—27	—212	55
2 sulfur	74	58	33	0	—132	59
1 captan	75	61	40	12	—100	62
2 captan	63	52	35	12	—79	52

a Carlson (4)

b Yetiştiricinin subjektif tahminlerini esas alan ihtimaller.

c Acre başına net gelir (dolar).

Şimdiye kadar çiftçinin gayesinin kazancını maksimum yapmak olduğu farz edildi. Bu durumda, beklenen en yüksek değer seçilmesi stratejisi anlamı çık-



maktadır. Bu, çok kez pratikte böyle olmamaktadır. Aslında Carlson (4), çalışmasında şeftali yetiştiricilerinin çoğunun riske girmeye muhalif olduklarını tesbit etmiştir. Vaziyet böyle olduğunda, çiftçinin esas gayesi, gelirlerindeki değişmeyi azaltmaktır. Carlson'un örneğinde, bu iki gaye; beklenen geliri maksimuma çıkarma ve değişikliği minimuma indirme, seçilecek farklı işlemlere sebep olmaktadır. Tablo 2'de izah edilen durumda en az değişiklik işlemi, Captan ilacı ile iki defa ilaçlamakta olmaktadır.

Çiftçilerin davranışlarındaki riski tayin etmede, bazı ekonomistler, çiftçiler için yarar fonksiyonları formu oluşturmaya çalışmışlardır. Bir yarar fonksiyonu, muayyen miktarda paraya istinat eden bir bireye ait fayda veya değeri tanımlar ve bir bireye bir sonucun değer yargısını basit parasal üniteden daha iyi verir. Örneğin, eğer bir çiftçi, bir riski üstleniyorsa bu çiftçi fayda fonksiyon formuna sahip olabilmektedir.

$$U = (M/1000)^2$$

Burada U fayda ve M de parasal bir gelir olmaktadır. Bu durumda, Tablo 1'deki payoff matrix'de fayda değerleri:  $100(10,000 \div 1000)^2$  ilaçlama olmadığında işlem (aksiyon) 0, ilaçlama yapıldığında ise 81 ve 16 olacaktır. Faydayla ilgili olarak iki işlemin her birinin beklenen değerleri,  $75(100 \times 0,75 + 0 \times 0,25) = 64,75$  olacaktır. Böylece ilaçlama yapılmaması uzun vadede beklenen parasal değer tarafından tayin edilenin aksine en iyi tercih olmaktadır. Fayda fonksiyonları, karar vericiler için muayyen sonuçların değerinin belirtilerini çok iyi verirken, ölçümleri genel olarak güç olduğu için bunlar, pratikte arasıra kullanılmaktadırlar.

Entomoloji ile ilgili literatürde, Norton (25), karar teorisinin muhtemel zararlı hücumundan korumak için tohum ilaçlamasına nasıl tatbik edildiğini göstermiştir. Aynı zamanda Valentine et al (36), New England ormanlarında *Limantria dispar*'ın mücadelesi ile ilgili birbirini izleyen iki kararın analizini yapmışlardır. Bu kararlardan birincisi, yumurta paketlerinin bölgesel surveyi yapılarak zararlının ne düzeyde olabileceğinin tesbit edilip edilemeyeceği, ikinci karar ise kontrol yönteminin seçimi, bu, hiç mücadele yapılmaması, bakteri uygulaması veya kimyasal savaş şeklinde olmaktadır.

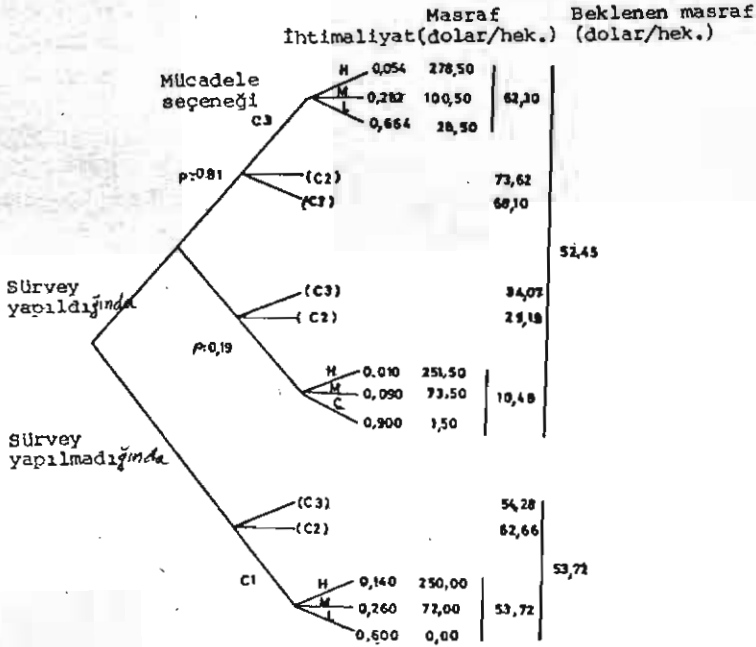
Bir zararlı mücadele analizinin yürütülmesinde, değişik doğal durumlardaki ihtimallerin tayini, analiz sonuçları için belirgin bir şekilde önem arz etmektedir. İhtimallerin tayininde Valentine et al, iki yaklaşım kullanmışlardır. Birisi objektif tahminlere, diğeri de subjektif tahminlere dayanmaktadır. Objektif ihtimallerde tarihi kayıtlar esas alınmakta ve zararlı salgınının meydana gelme sıklığını yansıtmaktadır. Bu durumda, *L. dispar* belirli ormanlarda salgın yapmaktadır. Bununla beraber, birçok hallede danışman veya karar vericiler tarafından tayin edilen subjektif ihtimaller, daha uygun olabilmektedir. Örneğin, eğer koşulların geçmişe ait periyoda uymadığını düşünmek için yeterli sebep varsa veya elde edilebilecek tarihi kayıtlar yoksa o zaman subjektif ihtimaller kullanılmalıdır.

Valentine et al (36), tarihi kayıtların kısmen yardımı ile yumurta paketleri sürveyleri ve mücadele tercihleri için iki kademeli karar analizlerinde subjektif ihtimalleri kullanmışlardır. Karar ağacı şekil 3'de gösterilmiştir. Burada  $C_1$  lâçlama yapılmamış,  $C_2$  bakteri uygulaması ve  $C_3$  de kimyasal ilâçlamayı göstermektedir. Negatif sürveyin ihtimaliyet sonucu 0,19, pozitif sürveyinki 0,81'dir. İhtimaliyatlar hafif, orta ve ağır düzeyde yapraksızlanma şeklinde gösterilmiş ve sonuçlar, mücadele masrafları, etki ve yapraksız kalma şeklinde sıralanmıştır. Suboptimal mücadele durumu parantez içirisinde gösterilmiştir. Sürvey yapılma seçeneğinde hektar başına beklenen masraf 52,45 dolar, sürvey yapılmaması seceneğinde ise 53,72 dolar olmaktadır. Bu analiz esas alındığında Valentina et al, önerilerinde yumurta paketi sürveyinin yapılmasının iyi olacağını, fakat eğer sürvey negatif ise mücadele yöntemlerinin uygulanmamasını, sürvey pozitif ise kimyasal mücadelenin yapılmasını belirlemekte ve bütün tahminlerde gayenin net masrafları minimuma indirmek olduğuna değinmektedirler.

Karar teori modelini kullanırken tercihlerin hassaslığının incelenmesi önem taşımaktadır. Mücadelenin etkinliği ile ilgili tahminlerde güçlü olmayan stratejilerin seçiminden kaçınmak gerekir. Bir duyarlılık analizi, analizin farklı ihtimallerle, farklı mücadele etkinlikleri ile tekrarlanması suretiyle kritik farklılıkların nereden kaynaklandığını görerak kolayca yürütülebilmektedir. Örneğin, *L. dispar* çalışmasında en iyi stratejinin beklenen değeri, alternatifi olan 1,27 dolar/hektar'dan daha iyi olmaktadır. Hektar başına değerin 278,50 dolardan 0,00 dolara kadar sıralanmasında muhtemel sonuçların tanzimi ile mukayese edildiğinde; 1,27 dolar çok az olmaktadır. Yumurta paketi sürveyinin pozitif/negatif sonuçlarının subjektif hesaplanmasında hafif bir değişiklik, diyelim 0,81/0,19'dan 0,84/0,16'ya kaydırma, sürvey stratejisinin beklenen değerini 54,01'e çıkaracaktır. Halbuki, sürvey yapılmadığı zaman değer 53, 72 de kalmaktadır. Bu durumda sürveyin yapılmaması daha iyi olacaktır.

Valentina et al'in analizlerinde tartışmadıkları bir diğer durum da başka galyelerin göz önüne alınma ihtimalidir. Eğer amaç en kötü sonucun masrafını minimuma indirmek ise, o zaman sürvey yapıldığında en kötü değer 278,50 dolar iken sürvey yapılmadığında en kötü değer 250,50 dolar olduğu için sürvey yapılmaması daha iyi olacaktır. Bir diğer alternatif de, muayyen "felaket düzeyi" ihtimalini minimuma indirmektir. Eğer sonucun 250,00 dolarlık değeri geçmesi halinde felâket olacağına karar verilseydi, bunu aşan sürvey strateji ihtimali 0,064 olurdu. Diğer taraftan, sürvey yapılmaksızın bu düzeyi geçme şansı 0,14 tür. Böylece sürvey, hektar başına olan 250 dolarlık felaket değerini, kabaca yarıya indirmiş olacaktır.

Karar teori modelleri, kontrol yöntemleri arasında bir ana prensip seçmede olduğu kadar, yeni gelişmelerin uygulanma imkânını tayinde de kullanılabilirlerdir. Meselâ, İngiltere'de çiftçiler için geliştirilmiş, aphid-virüs önceden tahmin projesinin değerini tayin etmek için Mumford (18) tarafından yürütülen ana-



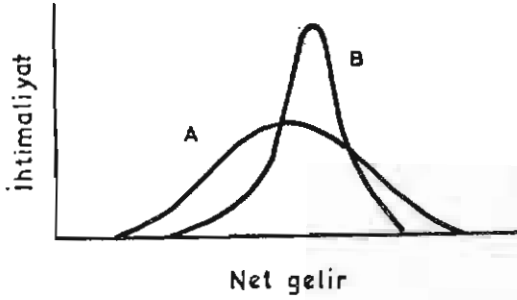
Şekil 3. *Limantria dispar*'ın yumurta sürveyi ve mücadele için karar ağacı. C1= ilaçlama yok, C2= bakteri uygulaması, C3= kimyasal mücadele, L= hafif yapraksızlanma, M= orta düzeyde yapraksızlanma, H= ağır bir şekilde yapraksızlanma.

liz göz önüne alındığında; Mumford, zararlı hücum ihtimalleri elde etmiş ve aphid-virüs kompleksinin önceden mükemmel bir şekilde tahminini yapmış veya böyle bir tahmin olmadığı zaman sonuçları göstermek için payoff matrixleri oluşturmuştur. Sonra Mumford, beklenen değerlerin, arız olmanın bölgesel ihtimallerine, çiftçilerin gayelerine ve önceden tahminin zamanına bağlı olarak nasıl değiştiğini tayin etmiştir. Arız olma düzeyinde, muhtemel dağılım daha üniform oldukça, yani zararlının arız olması daha az belirli ve çiftçiler riske daha fazla karşı oldukça önceden tahminin değeri o oranda artmaktadır.

Feder (10), marjinal ve karar teori modelleri arasında bir uzlaşma geliştirmiştir. Zararlıların yönetimine karar vermede ve çiftçinin değişik muhtemel amaçlarında belirsizliğin derecesini hesaplamaya girişirken Feder, geleneksel marjinal ekonomik model, sabit zarar ve kontrol fonksiyonu ile zararlı düzeyi için ortaya konan tesadüfi unsurlar, zararlı başına zarar ve kontrol yönteminin etkinliğini almıştır. Çiftçinin hasar tehlikesindeki tutumunun, kendi faydalılık fonksiyonu ile ilgili olarak neticelerin değerini tayin eden bu kararsızlık ile ilgili olduğu kabul edilmektedir. Feder, şöyle sonuca varmaktadır; tereddüt bir neticenin faydasını azaltır, bu nedenle çiftçiler tereddütü azaltmak için pestisid kullanımını düşürecek

danışma ücreti ödemeye arzulu olmalıdırlar. Bu demektir ki, pestisid kullanımı tereddütü azaltma eğilimini meydana getirdiğine göre aynı düzeydeki faydaya ulaşmak veya çiftçinin tatmini için fiyat ve elde edilme imkanlarına bağlı olarak danışma, pestisidlerin yerini alabilecektir.

Danışman, pestisidler ve diğer zararlıların yönetim aktivitelerinin, tereddüt üzerine etkileri şekil 4'de gösterilmiştir. Zararlı yönetim girdileri olmaksızın bir ürünlerdeki gelir (A), zararlı, hava koşulları, fiyat vb. faktörlere bağlı olarak bir dizi mümkün olabilen kıymetlere sahip olmaktadır. Bu faktörlere ihtimal dağılımı, objektif tarihi bilgiler veya subjektif tahminler uydurulabilir. "B" eğrisinde gösterildiği gibi eğer zararlı yönetimi yürütülürse bu dağılım değişir, gerçekte sonuç, daha büyük ortalama ve daha düşük varyans olur. Her muhtemel kontrol işlemi veya bunların kombinasyonu kendine has bir dağılıma sahip olacak ve en uygun dağılım, çiftçinin yararlı fonksiyonuna bağlı olacaktır.



Şekil 4. Zararlı yönetiminin ürün gelirinin ihtimaliyet dağılımına etkisi A= ilâçlama yok, B= ilâçlama var.

Karar teori modelini kullanan bütün yazarlar, beklenen en yüksek değerin objektifliğini karar verilecek veya verilmesi gereken bir işin kriteri olarak ya farzeder veya tartışır. Valentina et al'dan başka çoğu, objektife muhalif oldukları kadar riski de göze almaktadırlar. Norton (24,27), bir başka yaklaşım ortaya koymuştur. Bunda çiftçi karar eylemini kabul edebilir, "tatmin edici" yaklaşım (9). Norton, pratikte çiftçilerin beklenen değeri maksimuma çıkarmayı veya varyansı minimuma düşürmeği araştırmadıklarını ileri sürmekte, fakat geçmişte "tatminkâr olmayan" sonuçları veren stratejileri deneme ve yanılma yoluyla elemine ettiklerini belirtmektedir.

Şimdiye kadar tartışılan modellerin her biri farklı koşullarda uygulanabilir. Optimizasyon modeli, optimal çözümü tayin etmede mükemmel bilgi ve kârı artırmayı kabul eden bir teorik modeldir. Ekonomik eşik modeli, karar vericinin kısa vadede neyin vuku bulacağını, güvenilir bir şekilde hesap etmesini sağlamada kullanılan pratik bir kaidedir. Karar teori modeli, kararsızlığa müsaade etmekte

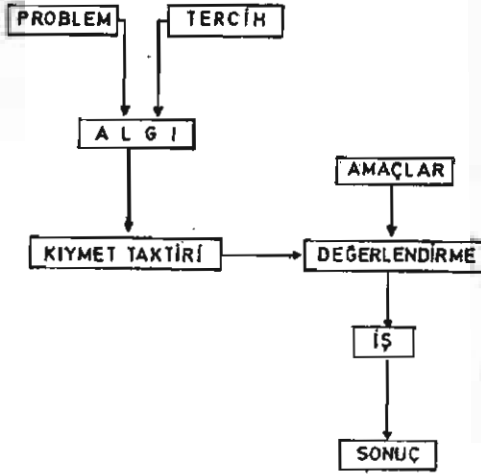
kullanılan çok sayıdaki amaçların her biri için bir optimal strateji tayin etmede kullanılabilir. Bu model, keza önceden tahmin, veya geliştirilmiş mücadele teknikleri gibi ilâve bilgilerin değerini hesaplamada da kullanılabilir. Bu kural koyucu (prescriptive) modeller, zararlılarla mücadele yöntemlerinde arzu edilir değişiklikler önerirken, bu değişiklikler sadece insan davranışlarındaki değişikliklerle uygulanabilir (23). Çok hallerde, çiftçilerin gerçek davranışları bu kural koyucu modellerin fikrine uymuyor görünmekte ve bu davranış sistemlerini anlamak için daha fazla tanımlayıcı (descriptive) modele ihtiyaç duyulmaktadır.

### Davranışla İlgili Karar Modeli

Pratikte zararlılarla mücadele, bazen işin ekonomik olmasına bakılmaksızın di-ekt olarak yürütülmektedir. Örneğin, Tait (35), çiftçiler ile ilgili sürdürdüğü bir sürveyde gerçek zararlı problemlerindeki farklılığa rağmen aynı çiftlikteki ürünler arasındaki farklılıktan daha çok çiftçiler arasında hektar başına kullanılan insektisid ve fungusid arasında farklılık olduğunu tesbit etmiştir. Mumford (21), benzer ilişkiyi herbisid, insektisid ve fungusid kullanımında İngiltere ve Yeni Zelanda'da izlemiştir. Mumford, yaptığı sürvey çalışmasında, muayyen bitkilerde herbisid kullanan çiftçilerin, herbisid kullananlardan daha fazla insektisid veya fungusid kullandıklarını tesbit etmiştir. Bir başka sürveyde Mumford (19,20). çiftçilerin şeker pancarı aphid problemine karşı mücadele davranışlarının, aphid probleminde gerçek durumu değil de çiftçilerin ferdi algılarını yansıttığını saptamıştır. Bütün bu çalışmalarda daha önce tartışılan ekonomik modeller, çiftçilerin davranışlarını izah etmede yeterli olamamaktadırlar.

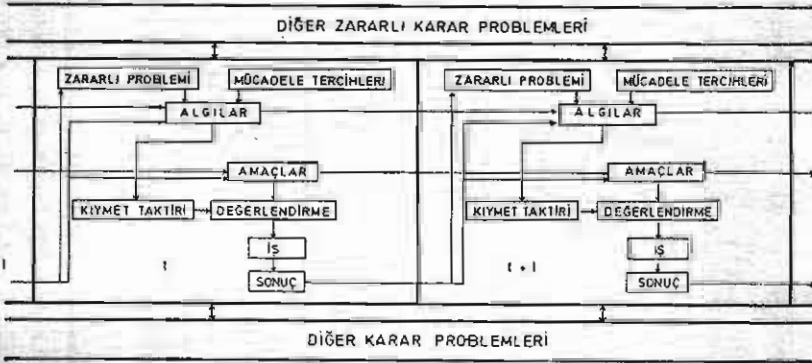
Bu şekildeki gözlemlerin sebebini anlama girişiminde Norton ve Mumford (28), statik model ve dinamik model olmak üzere iki formdan oluşan tanımlayıcı "davranış karar modeli" ni geliştirmişlerdir. Statik karar modeli (Şek. 5) meseleyi kavramak için gerçek problem ve gerçek tercih ile ilgilenmektedir. Bu problemin ve mevcut tercihlerin algılanmasının esası, gerçek problemi ve tercihleri yansıtır veya yansıtmayabilir (31). Beklenen neticeleri karar verici tayin etmektedir. Meselâ, bir çiftçi, hektar başına 20 dolarlık kazanç sağlamak için belirli bir problem-tercih durumu bekleyebilir. Çiftçi bunu, bu ve diğ. sonuçları değerlendirmesine bağlı olarak iyi, kötü veya tatminkâr olarak kabul edebilir. Bu değerlendirme yapılırken belirli bir çalışma seçilir. Elde edilen sonuçla karar vericinin taktiri arasındaki kabiliyetine, hava koşulları ve fiyat gibi tahmin edilmesi zor olan olaylardaki şansına bağlıdır.

Statik karar modelinde (Şek. 5), zararlı kontrol karar işlemi tek başına, tecrit edilmiş bir olay olarak görülmektedir. Pratikte, şüphesiz bir çiftçi, sezon boyunca benzer karar problemleri ile muhtemelen karşılaşmaktadır. Verdiği her kararda, daha önceki kararlar ve tecrübeleri etkili olmaktadır. Dinamik karar modelinde (Şek. 6) bu durum göz önüne alınarak önceki zaman periyodundan etkilenebilen belirli zaman periyodunda (t+1) verilecek kararda birçok



Şekil 5. Statik karar modeli.

yollar belirtilmektedir. Örneğin, mademki problem ve kontrol tercihleri sezon içerisinde veya yıldan yıla genelde aynı kalmakta, karar vericinin tahminleri de keza muhtemelen benzer durumda olmaktadır. Tekrar, çiftçilerin gayeleri, uzun zaman periodu içerisinde dahi oldukça sabit kalmaktır, çünkü onlar ekseri risk karşısında hakiki davranışlar tarafından belirlenirler. Bu sebeplerden dolayı, muhtemeldir ki zararlılarla mücadele işleminin kıymet taktiri ve değerlendirilmesi, farklı zaman periodlarında aynı kalacak ve pratikte yaygın bir şekilde görüldüğü gibi yıldan yıla benzer işlemlerle sonuçlanacaktır.



Şekil 6. Dinamik karar modeli.

Zararlılarla mücadele kararları arasındaki bu geçici ilişkiye ilâveten, şekil 6'nın orta kısmında gösterildiği gibi belirli zararlı mücadele kararları, başka faktörler tarafından etkilenebilmektedir. Meselâ, aynı üründeki diğer zararlı ile ilgili karar-

larda veya hasat zamanı, tatil durumu gibi diğer çiftlik kararlarının tümü belirli karara etki etmektedir. Böylece, bir çiftlikte herhangi bir zaman alınan çok sayıda ki yönetimle ilgili kararlar, çiftçinin zararlı ile mücadele kararlarının sık sık yapılmasında gerekli gayreti azaltan "standart yönetim yöntemlerine" adapte olmasına yeter miktarda baskı yapabilmektedir.

Mademki bu düşünceler, daha önce tarif edilen kural koyucu modellerin pratik ilişkilerini zorluyor, eğer uygun zararlı yönetim yöntemleri geliştirilip yürütülecekse; zararlı mücadelesinde çiftçilerin karar vermelerinin davranışsal karakteristیکlerinin taktiri çok önem arz etmektedir.

## Sonuç

Bu makalede, 25 yılı aşkın bir süreden bu yana, ekonomide ve zararlı mücadelesine karar vermede, meydana gelen temel gelişmeler izaha çalışıldı. Bu konuya ilk önemli yardımı, entomolojistler yapmışlardır. Bunlar, ekonomik eşik formu, birçok durumlara adapte olabilen pratik karar kaidesi gibi konulardır. Ekonomik eşik kavramında teorik esası, bazı ekonomistler terk etme arzusunu gösterdiklerinden bunlar, mücadelenin optimal düzeyini tarif etmek için marjinal analiz teorisini kullanarak bir alternatif geliştirmişlerdir.

Ekonomistler, çoğunlukla karışıklığa, muğlaklığı ve birçok zararlı problemindeki bilgi noksanlığını önemsemedikleri için bu kesin tarif sadece biyolojik uğraşlar ve pratik realitelerde elde edilmiştir. Gerçekte bu, taktire şayan bir durum, zira ideal değilse bile faydalı bir karar kaidesi olan ekonomik eşğin, ilk sırada gelişmesine yol açmıştır. Öyle olmasına rağmen, ekonomik eşik modelinin uygun olmadığı bazı durumlar mevcut; çiftçi zararlıları izleyememekte veya derhal önlem alamamaktadır. Bu durumda ekonomik eşik, değerlendiremeyen bir karar olmaktadır. Kalite kaybına neden olan zararlıların bulunması, zararlıların hastalık vektörü durumunda olması veya çok hızlı gelişme potansiyeline sahip olması veyahut da zararlıların devamlı eşğin üzerinde seyretmesi bu durumlara örnek teşkil etmektedir.

Bu durumlarda, çiftçiler sabit kontrol programını benimsemektedirler. Bunun için karar teori tekniği daha uygun bir model oluşturmaktadır. Bu, çiftçilikte bir karar kaidesi olmaktan ziyade, araştırma yapmada ve yayım tavsiyelerinde temel oluşturduğu için değeri çok fazla olmaktadır. Bununla beraber, bu karar teori yaklaşımının da özellikle bir çiftlikte mevsimden mevsime yüksek popülasyon oluşturma kapasitesi olan zararlılarla ilgili olarak kendi problemleri olmaktadır. Yine de karar teorisinin unsurları ve özellikle karar ağacı ve payoff matix fikri, zararlılarla mücadele kararlarının analizi için kıymetli bir kavramsal çatı oluşturmuştur. Karar analizinin bu yönü nedeniyle son olarak açıklama yapma gereği görülmüştür.

Zararlılarla mücadelede, araştırma ve yayım programları geliştikçe, çiftçilerin algıları, belirli tercihleri etkileyen zorlamalar ve çiftçilerin gayeleri üzerinde bilgi elde etmek için ilk çabanın gösterilmesi önemlidir. Çiftçinin problemi veya tercihleri algılamaları esas engel ise de, kıymetlendirilmiş tercihler geliştirilebilir ve nisbeten kolayca desteklenirse veya çiftçilerin amaçları başka bir yolla karşılanırsa, birisi çiftçilerle veya onların danışmanları ile konuşmak suretiyle problemin yapısının değerlendirilmesini daha iyi yapabilir. Gerçek zararlı mücadele kararının problemlerinin ana özelliklerini teşhis etmek için önerilen bu temel bilginin elde edilmesi eğer uygun ekonomik analiz takip edilecekse ana değeri oluşturmaktadır.

## LİTERATÜR

1. Bierne, B.P. 1966. Pest Management. Cleveland: CRC Press.
2. Borosh, I., Talpaz, H. 1974. On the timing and application of pesticides: Comment. Am. J. Agric. Econ. 56: 642-43.
3. Brown, E.B. 1969. Assesment of damage caused to potatoes by potato cyst eelworm. *Heterodera rostochiensis* Woll. Ann. Appl. Biol. 63: 493-502.
4. Carlson, G.A. 1969. A decision theoretic approach to crop disease prediction and control. Unpubl. PhD thesis. Univ. Calif. Davis.
5. Carlson, G.A. 1970., A decision theoretic approach to crop disease prediction and control. Am. J. Agric. Econ. 52: 216-23.
6. Carlson, G.A. 1970. The microeconomics of crop losses. Proc. Symp. Econ. Res. Pestic. Policy Decis. Making, Washington, DC, pp 89-101.
7. Conway, G. R., Norton, G.A., Small, N. J., King A.B.S. 1975. A systems approach to the control of the sugar cane froghopper. In study of Agricultural Systems, ed. G.E. Dalton pp. 193-229. London: Appl. Sci.
8. Croft, B.A. 1975. Integrated control of apple mites. Mich. State univ. Corp. Ext. Serv. Bull. E825.
9. Cyert, R.M., March, J.G. 1963. A Behavioral Theory of the Firm. Englewood Cliffs. NJ: Prentice-Hall.
10. Feder, G. 1979. Pesticides, information and pest management under uncertainty Am. J. Agric. Econ. 61: 97-103.
11. Hall, D.C., Norgaard, R.B. 1973. On the timing and application of pesticides. Am. J. Agric. Econ. 55: 198-201.
12. Halter, A. N., Dean, G.W. 1971. Decisions under Uncertainty, with Research Application. Cincinnati: Southwest. Publ.



13. Headley, J. C. 1972. Defining the economic threshold. In *Pest Control Strategies for the Future*, pp. 100-8. Washington DC: Nat. Acad. Sci.
14. Hillebrandt, P.M. 1960. The economic theory of the use of pesticides. Pt. 1. The dosage response curve, the rate of application and the area to be treated, *J. Agric. Econ.* 13: 464-72.
15. Jones, F.G.W. 1973. Management of nematode population in Great Britain. *Proc. Tall Timbers Conf. Anim. Control Habitat Manage.* 4: 81-107.
16. Kogan, M. 1976. Evaluation of economic injury levels for soybean insect pests. *World Soybean Res.*, Sept: 515-33.
17. Luce, R.D., Raiffa, H. 1967. *Games and Decisions*. New York: Wiley.
18. Mumford, J.D. 1980. Factors in pestcontrol decision making. Sugarbeet yellows virus control in England. *EPPO Bul. (Eur. Plant Prot. Organ.)* 10: 275-80.
19. Mumford, J.D. 1981. Pest control decision making, Sugar beet in England. *J. Agric. Econ.* 32: 31-41.
20. Mumford, J.D. 1981. A study of sugar beet growers pest control decisions. *Ann. Appl. Biol.* 97: 243-52.
21. Mumford, J.D. 1982. Perceptions and losses from pests of arable crops by some farmers in England and New Zeland. *Crop Prot.* 1: 283-88.
22. National Academy of Sciences. 1969. Insect-pest management and control. In *Principles of Plant and Animal Pest Control*. Publ. 1965. Washington DC: Natl. Acad. Sci.
23. Norgaard, R.B. 1976. The economics of improving pesticide use. *Ann. Rev. Entomol.* 21: 15-60.
24. Norton, G.A. 1976. Analysis of decision making in crop protection. *Agroecosystems* 3: 27-44.
25. Norton, G.A. 1976. Pest control decision making: an overview. *Ann. Appl. Biol.* 84: 444-47.
26. Norton, G.A. 1979. Background to agricultural pest management Modelling. In *Pest Management: Proc. Int. Conf.*, ed, G: A Norton, C.S. Holling, pp. 161-76 Oxford: Pergamon.
27. Norton, G.A. 1982. A decision analysis approach to integrated pest control. *Crop Prot.* 1: 147-64.
28. Norton, G.A., Mumford, J.D. 1983. Decision making in pest control. In *Applied Biology*, ed. T.H. Coaker, Vol. 8. New York: Academic. In Press.

29. Norton, G. A., Southerst, R. W., Maywald, G.F. 1983. A framework for Integratig control methods against the cattle tick. *Boophilus microplus*, in Australia. *J. Appl. Econ.* 20: In Press.
30. Shoemaker, C.A. 1979. Optimal management of an alfalfa ecosystem See Ref. 26, pp. 301-15.
31. Simon, H.A. 1959. Theories of decision-making in economics and Behavioral Science. *An. Econ. Rev.* 79-253-83.
32. Southwood, T.R.E., Norton, G.A. 1973: Economic aspects of pest management strategies and decisions. In *Insects: Studies in Population Management* ed. P. W. Geier, L.R. Clark, D. J. Anderson H.A. Nix, pp. 168-84. Canberra: Econ. Soc. Aust.
33. Stern, V. M. 1973. Economic threshold. *Ann. Rev. Entomol.* 18. 259-80.
34. Stern, V.M., Smith, R.F., van den Bosh, R., Hagen, K.S. 1959, the integrated control concept. *Hilgardia* 29: 81-101.
35. Tait, E. J. 1977. A methot for comparing pesticide usage patterns between farmers. *Ann. Appl. Biol.* 86: 229-40.
36. Valentina, W. J. Newton, C.M., Talevio, R.L. 1976. Compatible systems and decision models for pest management. *Environ. Entomol.* 5: 891-900.
37. Walker, P.T. 1977. Crop losses: some relationships between yield and infestation. *Maded. Fac. Landbouw et. Rijksuniv. Gent* 42: 919-26.
38. Webster, J.P.G. 1977. The analsis of risky farm management decisions: advising farmes about the use of pesticides. *J. Agric. Econ.* 28: 243-59.