

Determination of the Best Forecast System for the Prediction of the Tomato Late Blight in the Tomato Fields of Balıkesir and Çanakkale Provinces

M. Hadi AYDIN* **Nedim ALTIN**** **M. Erhan GÖRE***** **Zafer UÇKUN******

* Siirt Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, 56100 Kezer/SİİRT

** Agricon Ziraat İlaç Deneme ve Danışmanlık Tic. Ltd. Şti, 35230 Konak/İZMİR

*** İ. B Üniversitesi, Ziraat ve Doğa Bilimler Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, BOLU

**** BASF, Product Manager, 35230 Konak / İZMİR

Accepted for publication November 7, 2014

ABSTRACT

A large number of late blight forecasting models exist and are currently used in many tomato and potato production areas throughout the World. The use of forecast systems to predict disease has the potential of reducing fungicide applications without reducing yield. This study carried out in the tomato growing areas of Balıkesir (Merkez, Manyas, Susurluk) and Çanakkale (Batak ovası) provinces between the years of 2006-2010. In the region where the automatic weather stations were located no fungicide applications were carried out in the control tomato fields until the occurrence of the first symptoms of the disease on the plants. Surveys were carried out once and sometimes twice a week to determine the occurrence of the first symptoms of the disease. Comparisons were made between the predictions of the model and the actual date of the occurrence of the blight late in the field, with aim to verify the suitability of the tested model. In study had used SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI, TOMCAST and Tomcast model was used with modification as named modified TOMCAST forecasting models which are predict infection conditions of tomato late blight, caused by *Phytophthora infestans*. These models were compared between the actual date when blight was found in the crop and predict infection date of these models. Thus, The most appropriate models were determined according to study areas. After result of study, modified TOMCAST model were found to be the suitable at Balıkesir regions. and SMITH model were found to be the suitable at Çanakkale regions.

Keywords: Late blight, Tomato, Forecast Models

GİRİŞ

Domates içerdiği besin değerleri ile insan beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Ülkemizde 2013 yılı verilerine göre 11.820.000 ton /yıl üretim ile sebze grubu içerisinde ilk sırayı almaktadır. Ayrıca tarımsal sanayinin özellikle salça üretiminde vazgeçilmez temel bir ürün haline gelmiştir. Ege bölgesi domates üretimi ve domatese bağlı sanayisi ile Marmara ve Akdeniz bölgesi ile beraber önemli bir potansiyeli oluşturmaktadır. Bölgemizde Çanakkale ve Balıkesir illerinin toplam üretim değeri 945.600 ton/yıl'dır. Bu iki ilin toplam üretim miktarı Türkiye genelinin yaklaşık % 8'ini oluşturmaktadır (Anonymus,2013).

Domates üretiminde de diğer kültür bitkilerinde olduğu gibi verime doğrudan etki eden önemli hastalıklar bulunmaktadır. Bu hastalıklardan birisi de *Phytophthora infestans* 'ın neden olduğu mildiyö hastalığıdır. Özellikle ılıman iklime sahip ve yağışlı, nemli yörelerde bu hastalık salgın yapabilme özelliğine sahiptir (Onoğur,1996). Bu

♦ Bu çalışma Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM) tarafından desteklenmiştir.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

etmen kışı çürümüş bitki artıklarında Oospor formunda geçirir. Oospor çimlenmesi primer enfeksiyonu başlatır. Etmenin domates tarlasında yayılması eşeysiz üreme şekli olan sporangifer ve sporangium oluşumu ile meydana gelir. Uygun çevresel koşullarda (≤ 20 °C, oransal nem % 95-100) bitkinin yaprak ve gövdesinde düzensiz açık yeşilden grimsi renge sahip lekeler ortaya çıkar ve hızlı bir şekilde diğer organlara geçer (Şekil 1). Hava sıcaklığının 30 °C'nin üzerine çıkması ve nemin düşmesiyle hastalığın gelişimi ve yayılması durur; İklim koşulların tekrar uygun hale gelmesiyle etmen tekrar gelişmeye devam eder (Trentin et al, 2009). Etmen epidemik yayılma olanağı bulunduğu, önlem alınmazsa %70'e varan ürün kaybına neden olabilmektedir (Onoğur,1996). Hastalık için uygun koşullar ortaya çıktığında hastalığın kontrolü için kimyasal ilaçlama yapmak gerekir. Fungisitlerin kullanımını çoğunlukla zamansız ve yüksek dozlarda olmaktadır. Bu durum çevresel kirlenmelere, ürünlerde kalıntı problemlerine ve ürünlerin üretim maliyetinin artmasına neden olmaktadır.

Çanakkale ve Balıkesir illerindeki domates üretim alanlarında bazı yıllarda bu hastalığın önemli zararlara neden olduğu görülmüştür. Nitekim 1997 yılında Balıkesir Merkez ve ilçelerinde, 1998 yılında ise Çanakkale ili Batak ovasında iklim koşullarının hastalık için uygun gitmesi nedeniyle epidemiler meydana gelmiştir (Şekil 2a). Üreticilerin bu hastalığın mücadelesine yönelik yeterli bilgiye sahip olmaması ve zamanında müdahale edememesinden dolayı hastalık salgın yapmış ve büyük verim kayıpları meydana gelmiştir.

Söz konusu etmenin yüksek üreme gücü ve kısa bir sürede yayılma özelliği dikkate alındığında bu hastalıkla mücadelede başarıya ulaşmak için ilk koşul; konukçu, patojen ve çevre koşulları arasındaki ilişkileri en iyi biçimde saptayarak doğru zamanda uygulama yapmaktır. Bu amaca ulaşmak için çeşitli ülkelerde tahmin-uyarı sistemlerini geliştirme ve uygulama yönünde yoğun çalışmalar yapılmıştır. Dünyadaki domates üretimi yapan gelişmiş ülkelere bakıldığında bu hastalığa karşı yaygın bir şekilde bu sistemleri kullandıkları görülmektedir (Agrios, 2005; Harrison, 1992 ve 1995).

Tahmin uyarı sistemlerinde; hava sıcaklığı, orantılı hava nemi ve yaprakların ıslak kalma süresi takip edilerek hastalık ile mücadelede en uygun zaman belirlenmeye çalışılmaktadır. Bunun yanında konukçu duyarlılığı, dikim zamanı ve tarladaki bulaşma ocaklarının sayısı da göz önünde tutulmaktadır (Wallin,1951; Hyre,1954; Smith,1956; Forsund,1983; Stevenson,1993; Fyr et al.,1983; Schepers,1996; Apaydın ve ark.,2000; Tosun ve ark.,2003).

Bu amaca yönelik olarak proje kapsamında Balıkesir ve Çanakkale illerine uygun olabileceği düşünülen SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI, TOMCAST ve modifiye TOMCAST modelleri kullanılmıştır. Modellerin enfeksiyon tahmini ile doğada gerçekleşen enfeksiyonlar karşılaştırılarak modellerin uygunluğu değerlendirilmiş ve Balıkesir ve Çanakkale koşullarında söz konusu hastalığın enfeksiyon zamanlarını en iyi tahmin eden model veya modeller belirlenmeye çalışılmıştır.

MATERYAL VE METOD

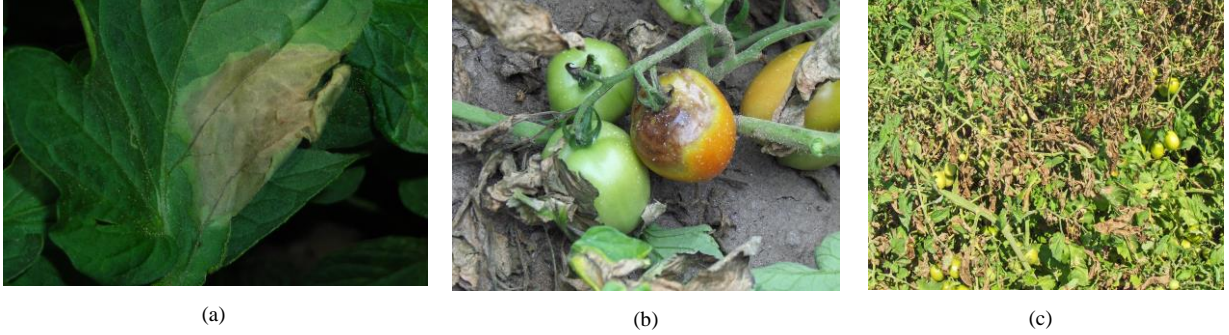
Materyal

Bu çalışmanın ana materyalini Balıkesir'de ve Çanakkale'de kurulu elektronik rasat istasyonları, domates bitkisi, tahmin uyarı modelleri (SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI ve TOMCAST ve modifiye TOMCAST), bazı besi ortamları (Rye A veya Rye B agar) ile gerekli laboratuvar malzemeleri oluşturmuştur.

Metot

İklim verilerinin elde edilmesi

İklim verileri Çanakkale ve Balıkesir Tarım İl Müdürlüğü tarafından Çanakkale Batak ovası ile Balıkesir ili Merkez, Susurluk ve Manyas ilçelerinde kurulan elektronik rasat istasyonlarından temin edilmiştir. Sıcaklık, nispi nem ve yaprak ıslaklık değerleri elektronik rasat istasyonu tarafından 12 dakikada bir ölçülerek kaydedilmiştir. Bu veriler GSM veri aktarımı sayesinde bilgisayara aktararak modellere uygulanmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanlarında görülen domatestede geç yanıklık hastalığının yaprakta (a), meyvede(b)ve tarladaki belirtileri(c) .



Şekil 2. Çanakkale Batak ovasında domates tarlasında, 1997 yılında *P. infestans*'ın neden olduğu epideminin görüntüsü(a), 2010 yılında üretim alanlarından bir görüntü(b)

Doğal enfeksiyonların saptanması

Çanakkale ili Batak ovası ile Balıkesir ili Merkez, Manyas ve Susurluk ilçelerinde yıllara göre farklı sayıda bölgeyi temsil edecek şekilde seçilen tarlalarda doğada gerçekleşen enfeksiyonları saptamak amacıyla üretim sezonu boyunca haftada bir, kritik dönemlerde ise birden fazla gözlem şeklinde hastalık gözlemleri yapılmış ve bu tarlalarda saptanan ilk belirti tarihleri ile modellerin verdiği uyarılar karşılaştırılmıştır. Seçili tarlaların dışındaki domates yetiştirilen tüm alanlarda üretim sezonu boyunca gözlem altında tutulmuştur. Hastalık gözlem çalışmaları seçilen tarlaların 1-5 da'lık kısmında yürütülmüştür. Bu alanda fungal hastalıklara karşı herhangi bir ilaçlama yapılmamış diğer uygulamalar çiftçi uygulaması şeklinde yürütülmüştür.

Erken Uyarı modelleri

Modeller tarlaya domates fidelerinin dikimi ile birlikte çalışmaya başlamış ve hasatla birlikte modellerin çalışması sonlandırılmıştır.

SMITH modeli'nde; iki gün üst üste ve toplam 21 saat boyunca %90 ve üzerinde nispi nem ve hava sıcaklığının 10 °C üstünde olması durumuna bakılmıştır. Burada iki koşul vardır. Birinci gün toplam 10 saat %90 ve üzeri nispi nem olmalıdır. Birinci günde toplam 10 saat % 90 ve üzerinde nispi nem olması %90 Smith periyodunu oluşturur. İkinci gün toplam 11 saat % 90 ve üzerinde nisbi nem olması gerekir. Bu koşulda %100 Smith periyodu oluşmaktadır. Uyarı %100 Smith periyodu oluştuğunda meydana gelmiştir. (Smith,1956).

IPI modeli; kış aylarında tarlada domates olmadığını ve baharda *Phytophthora infestans* bulunmadığını varsaymış ve arazide *Phytophthora infestans* artışını değerlendirmiştir (Bugiani et al., 1993). Hesaplamalar aşağıdaki formüllere göre yapılmaktadır.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

$$T \text{ Index} = (-2.19247 + 0.259906 \times T - 0.000139 \times T^3 - 6.095832 \times 10^{-6} \times T^4) Fc.$$

(Fc = Düzeltme faktörü = $0.35 + 0.05 \times T_{\min}$; T = Günlük ortalama sıcaklık (C))

$$RH \text{ Index} = -34.9972725 + 0.751 \times RH - 0.003909 \times RH^2$$

RH = Günlük ortalama nispi nem

$$R \text{ Index} = 0.006667 + 0.194405 \times R + 0.0002239 \times R^2.$$

R = Son 48 saatteki toplam yağış miktarı (mm)

T Index, RH Index ve R Index her gün hesaplanır ve birbirleri ile kombine edilir. Kombinasyon ya T Index ile RH Index'in çarpımıyla olur. Bu kombinasyon sonucu elde edilen rakam günlük IPI değerini oluşturur. Bu günlük IPI değerleri toplanarak toplam IPI değeri oluşturulur. Toplam IPI değeri 15'in üzerine çıkarsa model uyarı verir.

Fry Phytophthora Unit modeli

Model nispi nemin %90'ın üzerinde olduğu süreyi ve bu süre esnasındaki hava sıcaklığını dikkate alır. Sıcaklık ve nispi nem süreleri dikkate alınarak sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırmada 0 ile 7 arasında değer verilmiştir. 0 değeri enfeksiyon olmadığı 7 değeri ise ağır enfeksiyon olduğunu gösterir (Çizelge 1). İlk adım olarak bu model enfeksiyon dönemini belirlemiştir. Bu sonuçlar, Fry Units toplamında kullanılmış ve ilaçlama ihtiyacının olup olmadığını göstermiştir (Fry et. all.,1983). Modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için toplam indeks değerinin orta dayanıklı (MR) çeşitlerde 40, orta hassas (MS) çeşitlerde 35 ve hassas (S) çeşitlerde 30 olması gerekir.

Çizelge 1. Fry Phytophthora Unit modeline göre nispi nem ve sıcaklık değerinin günlük hesaplanması

Ortalama Sıcaklık (°C)	Çeşit dayanıklılığı*	Nispi rutubetin kesintisiz %90 ve üzerinde olduğu saat							
		0	1	2	3	4	5	6	7
>27	S	24	-	-	-	-	-	-	-
	MS	24	-	-	-	-	-	-	-
	MR	24	-	-	-	-	-	-	-
23-27	S	6	7-9	10-12	13-15	16-18	19-24	-	-
	MS	9	10-18	19-24	-	-	-	-	-
	MR	15	16-24	-	-	-	-	-	-
13-22	S	6	-	-	-	-	7-9	10-12	13-24
	MS	6	7	8	9	10	11-12	13-24	-
	MR	6	7	8	9	10-12	13-24	-	-
8-12	S	6	7	8-9	10	11-12	13-15	16-24	-
	MS	6	7-9	10	12	13-15	16-18	19-24	-
	MR	9	10-12	13-15	16-24	-	-	-	-
3-7	S	9	10-12	13-15	16-18	19-24	-	-	-
	MS	12	13-24	-	-	-	-	-	-
	MR	18	19-24	-	-	-	-	-	-
<3	S	24	-	-	-	-	-	-	-
	MS	24	-	-	-	-	-	-	-
	MR	24	-	-	-	-	-	-	-

*S: Hassas, MS: Orta derecede hassas, MR: Orta dayanıklı

TOMCAST modeli

TOMCAST erken uyarı modeli tarladaki hava sıcaklığı ile yaprak ıslaklığı değerlerini kullanarak enfeksiyon için uygun koşulların oluşup oluşmadığını tahmin etmektedir. Model bu iklim verilerini kullanarak günlük indeks değerlerini hesaplamaktadır (Çizelge 2). Günlük indeks değeri hesaplanırken yaprak ıslaklık süresi dikkate alınmaktadır. Ayrıca yaprak ıslaklığının devam ettiği süredeki ortalama sıcaklık da belirlenmektedir. Bu iki değer Çizelge 2'de çakıştırılarak günlük indeks değeri bulunmaktadır. Bu değer her gün üst üste toplanmış ve toplam indeks değeri elde edilmiştir. Toplam indeks değeri 18 olduğunda model uyarı vermiştir (Madden et. all.,1978).

Çizelge 2. TOMCAST İndeks Değerlerini (İD)Belirleme Tablosu

Ortalma Sıcaklık (°C)	Yaprak ıslaklığı süresi (saat)				
<13	13°C'nin altındaki hava sıcaklığında İD hesaplanmaz				
13-17	<7	7-15	16-20	>20	
18-20	<4	4-8	9-15	16-22	>22
21-25	<2	3-5	6-12	13-20	>20
26-29	<4	4-8	9-15	16-22	>22
	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri
	0	1	2	3	4

İD= İndeks değeri

Modifiye TOMCAST modeli

TOMCAST modelinden Modifiye edilerek kullanılan, Modifiye TOMCAST modeli, tarladaki hava sıcaklığı ile nisbi nemin %90 ve üzeri değerlerini kullanarak enfeksiyon için uygun koşulların oluşup oluşmadığını tespit etmektedir. Model bu iklim verilerini kullanarak günlük hastalık şiddeti değerlerini hesaplamaktadır (Çizelge 3). Günlük indeks değeri hesaplanırken nisbi nemin %90 ve üzerinde olduğu süre dikkate alınmaktadır. Ayrıca nisbi nemin %90 ve üzerinde olduğu süredeki ortalama sıcaklık da belirlenmektedir. Bu iki değer Çizelge 3'te karşılaştırılarak günlük indeks değeri bulunmaktadır. Bu değer her gün üst üste toplanmış ve toplam indeks değeri elde edilmiştir. Toplam indeks değeri 17 olduğunda modelin uyarı verdiği kabul edilmektedir.

Çizelge 3. Modifiye TOMCAST İndeks Değerlerini (İD)Belirleme Tablosu

Ortalma Sıcaklık (°C)	Nisbi nemin %90 ve üzerinde olduğu süre (saat)				
<13	13°C'nin altındaki hava sıcaklığında İD hesaplanmaz				
13-17	<7	7-15	16-20	>20	
18-20	<4	4-8	9-15	16-22	>22
21-25	<2	3-5	6-12	13-20	>20
26-29	<4	4-8	9-15	16-22	>22
	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri	İndeks Değeri
	0	1	2	3	4

İD= İndeks değeri

İzolasyon çalışmaları ve Teşhis

Hastalık gözlemleri sırasında domates tarlalarında ilk hastalık belirtileri görüldüğünde, hastalıklı bitkilerden örnekler alınmış ve laboratuvarında nemli ortamda 22-24 °C'de tutulmuştur. Bitki üzerinde gelişen fungus kolonileri mikroskop altında incelenmiştir. Gerekli görülmesi halinde Rye A veya Rye B agar ortamına da ekim yapılarak gelişen koloniler mikroskop altında teşhisi yapılmıştır (Fry, 1999).

SONUÇLAR VE TARTIŞMA**Sonuçlar**

Balıkesir ili Merkez, Susurluk, Manyas ilçeleri ile Çanakkale ili Batak ovasında domates üretim bölgelerinde 2006-2010 yıllarında yapılan çalışmalara domates fidelerinin tarlaya dikilişi ile başlanmıştır. Fideler dikildikten sonra elektronik rasat istasyonlarından GSM veri aktarımı sayesinde belirli aralıklarla iklim verileri alınmış ve bilgisayara aktararak modellere uygulanmıştır. Yine 2010 yılında uygulamaya verilen modellerin takibi için Balıkesir ilinde çalışmalar yürütülmüştür. Bu çalışma sonuçları yayında değerlendirilmiştir. Çalışmaya, Balıkesir ve Çanakkale illerinde dört tahmin uyarı modeliyle (SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI ve TOMCAST) başlamıştır. 2007 yılında ise Fry Phytophthora Unit modeli hariç diğer üç model ile çalışmalara devam edilmiştir. Bu modellerin çalışma süresince hastalığın enfeksiyon koşullarını tespit etmede farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Elde edilen iklim verileri üzerinde yapılan değerlendirmeler sonucunda TOMCAST modelinde bazı değişikliklere gidilerek Modifiye TOMCAST modelinin de çalışılmasına karar verilmiştir.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

Balıkesir İlinde Yürütülen Çalışmaları

2006-2009 yıllarında Balıkesir ilindeki hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarlalarda dikim tarihleri, çeşit isimleri ve tarlada ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler Çizelge 4’te verilmektedir.

Çizelge 4. Balıkesir ilinde 2006-2009 yıllarında yılında hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarlaların dikim tarihleri, çeşit isimleri ve ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Üretici Adı	Dikim Tarihi	Çeşit	İlk Hastalık Belirtilerinin Görüldüğü Tarih
2006	Merkez	Hasan KARAGÖZ	11.05.2006	27-10	Hastalık tespit edilmedi
		Mehmet KESKİN	18.05.2006	58-11	
		Mesut ÇATAL	28.04.2006	27-10	
	Manyas	M. Ali ÖZDEN	10.05.2006	74-91	04.07.2006
		Hüseyin ÖREN	13.05.2006	Şhasta	
	Susurluk	-----	05.05.2006	74-91	
		Hidayet BULUT	05.05.2006	Alta	
2007	Merkez	Mehmet KESKİN	09.05.2007	Alta	08.08.2007
		Hasan KARAGÖZ	07.05.2007	Alta	
	Manyas	M. Ali ÖZDEN	13.05.2007	98-88	19.07.2007
		Hüseyin ÖREN	15.05.2007	Şhasta	
		Nuri ESER	15.05.2007	-----	
	Susurluk	İlhami ÖZHAN	20.05.2007	Anatolia	02.08.2007
Hidayet BULUT		05.05.2007	27-10		
2008	Merkez	Mehmet KESKİN	19.05.2008	9491	Hastalık tespit edilmedi
		Celal BAYSAL	01.05.2008	2710	
		Ahmet GÖKÇAY	07.05.2008	Dallı Tokat	
		Hasan KARAGÖZ	10.05.2008	5811	
	Manyas	M. Ali ÖZDEN	10.05.2008	5822	08.07.2008
		Şerif Ali BORAN	10.05.2008	5811	
		Yener KAVAK	10.05.2008	Anatolia	
		Zekeriya ZEYTİNCİ	15.05.2008	9491	
		Nuri ESER	13.05.2008	5811	
	Susurluk	İlhami ÖZHAN	20.05.2008	Anatolia	09.07.2008
Hidayet BULUT		10.05.2008	2710		
2009	Merkez	Celal BAYSAL	01.05.2009	5811	06.08.2009
		Hasan YORULMAZ	20.05.2009	SÜPER A	
		Recep BAŞKURT	20.05.2009	6109	
		Abdullah YAHŞİ	28.05.2009	9491	
	Manyas	Cevat SERİN	10.05.2009	9888	04.07. 2009
		Nuri ESER	05.05.2009	Anatolia	
	Susurluk	İbrahim BORAN	22.05.2009	6200	05.07.2009
		İlhami ÖZHAN	04.05.2009	5811	
		Hidayet BULUT	05.05.2009	2710	

Balıkesir ilinde kontrol ve diğer tarlalarda tespit edilen ilk hastalık belirti tarihleri merkez ve ilçelere göre farklılık göstermiştir. Merkez ilçede 2006 ve 2008 yıllarında hastalık tespit edilmemiştir. Diğer iki yılda ise hasadın yaklaştığı dönemde ağustos ayının ilk haftasında kontrol tarlalarında hastalık belirtileri tespit edilmiştir. Manyas ve Susurluk ilçelerinde ise, Susurluk ilçesi 2007 yılı hariç, genellikle daha erken dönemde temmuz ayının ilk haftasında ilk hastalık belirtileri tespit edilmiştir. Bu tarihler dikkate alınarak, Balıkesir ilinde yürütülen çalışmalarda modellere göre alınan sonuçlar aşağıdaki verilmektedir.

SMITH modeli

Model, doğa koşullarında %100 smith periyodu oluştuğunda uyarı vermektedir. Bu model ile Balıkesir ilinde yürütülen çalışmalarda elde edilen sonuçlar Çizelge 5'te verilmektedir.

Çizelge 5. Balıkesir ilinde 2006-2009 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda SMITH modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği ve kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre %90 Smith periyodunun oluştuğu tarihler	Modele göre %100 Smith periyodunun oluştuğu ve modelin uyarı verdiği tarih	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler
2006	Merkez	----	----	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	----	----	04.07.2006
	Susurluk	08.06.2006	09.06.2006	04.07.2006
2007	Merkez	19.05.2007	20.05.2007	08.08.2007
		22.05.2007	23.05.2007	
		24.05.2007	25.05.2007	
		26.05.2007	27.05.2007	
	Manyas	21.05.2007	22.05.2007	19.07.2007
	Susurluk	21.05.2007	22.05.2007	02.08.2007
2008	Merkez	----	-----	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	07.06.2008	08.06.2008	08.07.2008
	Susurluk	07.06.2008	08.06.2008	09.07.2008
2009	Merkez	09.09.2009	10.09.2009	06.08.2009
	Manyas	04.06.2009	05.06.2009	04.07.2009
	Susurluk	-----	----	05.07.2009

Çizelge 5 incelendiğinde 2006-2009 yılları boyunca Balıkesir ilinde SMITH modelinin doğa koşullarında meydana gelen enfeksiyon koşullarını tahminde yetersiz kaldığı tespit edilmiştir. 2009 yılında Merkez ilçesi hariç, diğer bölgelerde doğa koşullarında hastalık çıkışı olmadan önce uyarı verdiği görülmektedir. Model, 2009 yılında Merkez ilçede ise Kontrol parsellerinde görülen ilk hastalık belirtilerinden bir ay sonra uyarı vermiştir. Bazı yıllarda, bazı ilçelerde hastalık çıkmasına rağmen, %100 Smith periyodunun oluşmadığı tespit edilmiştir.

Fry Phytophthora Unit modeli

Balıkesir ilinde yapılan çalışmalarda modele göre oluşması gereken enfeksiyon koşullarının tarihleri ve kontrol tarlalarındaki ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihleri Çizelge 6'da verilmektedir. Çizelge 6 incelendiğinde bu modelin duyarlılığı farklı olan çeşitlerde, hastalık çıkış tarihlerini tespit etmede erken davrandığı bazen de geç kaldığı tespit edilmiştir. Bu model sadece 2006 yılı çalışmalarında kullanılmıştır. Bu dönemde enfeksiyon koşullarının tahmininde sonuç alınamadığından ve bölgede üretimi yapılan çeşitlerin hastalığa karşı duyarlılıkları konusunda yeterli bilgilerin olmadığı kanısına varılmış ve diğer yıllarda çalışılmaması yönünde karar alınmıştır.

Çizelge 6. Balıkesir ilinde 2006 yılında Fry Phytophthora Unit modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği ve kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler

Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre enfeksiyon koşulunun oluştuğu tarihler			Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
	S	MS	MR	
Merkez	15.06.2006	24.08.2006	Oluşmadı	Hastalık tespit edilmedi
Manyas	25.05.2006	24.07.2006	Oluşmadı	04.07.2006
Susurluk	25.05.2006	15.06.2006	02.08.2006	04.07.2006

S: Hassas, MS: Orta hassas, MR: Orta dayanıklı

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

IPI modeli

Bu model ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar çizelge 7’de verilmiştir.

Çizelge 7. Balıkesir ilinde 2006-2009 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda IPI modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği ve kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre uyarı verilen tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
2006	Merkez	-----	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	-----	04.07.2006
	Susurluk	-----	04.07.2006
2007	Merkez	-----	08.08.2007
	Manyas	-----	19.07.2007
	Susurluk	-----	02.08.2007
2008	Merkez	-----	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	-----	08.07.2008
	Susurluk	-----	09.07.2008
2009	Merkez	11.09.2009	06.08.2009
	Manyas	29.08.2009	04.07.2009
	Susurluk	9.09.2009	05.07.2009

Çizelge 7 incelendiğinde, model her üç ilçede de 2006, 2007, 2008 üretim sezonu boyunca uyarı vermemiştir. Ancak hastalık gözlem tarlalarında 2006 ve 2008 yıllarda merkez ilçe hariç Manyas ve Susurluk ilçelerinde hastalık tespit edilmiştir. 2009 yılında ise model, merkez ilçesinde enfeksiyon koşullarının oluştuğu toplam indeks olan 15 değerine 11.09.2009 tarihinde, Manyas ilçesinde 29.08.2009 tarihinde ve Susurluk ilçesinde ise 09.09.2009 tarihinde ulaşmıştır. Ancak bu üç ilçede de kontrol tarlalarında hastalık daha erken dönemde görülmüştür. Böylece IPI modeli, Merkez, Manyas ve Susurluk’ta kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihlere göre enfeksiyon koşullarının tahmininde geç kalmıştır.

TOMCAST modeli

Modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için toplam indeks değerinin (İD) 18 olması gerekmektedir. Bu model ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar Çizelge 8’de verilmektedir.

Çizelge 8. Balıkesir ilinde 2006-2009 yıllarında TOMCAST modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği tarihler, kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler ve bu tarihlerde indeks değerleri

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre toplam hastalık şiddeti değerinin 18 olduğu tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler ve indeks değerleri
2006	Merkez	26.07.2006	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	24.07.2006	04.07.2006 - (13)*
	Susurluk	28.06.2006	04.07.2006 - (23)
2007	Merkez	07.06.2007	08.08.2007- (30)
	Manyas	28.07.2007	19.07.2007- (12)
	Susurluk	03.07.2007	02.08.2007- (50)
2008	Merkez	18 değerine ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	08.06.2008	08.07.2008 - (28)
	Susurluk	17.07.2008	09.07.2008 - (12)
2009	Merkez	08.08.2009	06.08.2009- (14)
	Manyas	04.07.2009	04.07.2009 - (18)
	Susurluk	06.07.2009	05.07.2009 - (17)

*Parantez içinde verilen rakamlar kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri görüldüğü tarihlerde toplam indeks değerini belirtmektedir.

Çizelge 8 incelendiğinde 2006 yılında merkez ilçede toplam hastalık şiddeti değeri 18’e, 26.07.2006 tarihinde ulaşmıştır. Ancak bu ilçede tüm üretim sezonu boyunca hastalık tespit edilmemiştir. Manyas ilçesinde uyarı 24.07.2006 tarihinde, Susurluk ilçesinde ise 28.06.2006 tarihinde verilmiştir. Kontrol tarlalarında ilk hastalık

belirtileri ise 04.07.2006 tarihinde tespit edilmiştir. Böylece merkez ilçede hastalık çıkmamasına rağmen model uyarı vermiş, Manyas ilçesinde ise uyarı geç dönemde verilmiştir. Mildiyö hastalığı etmeni *Phytophthora infestans*'ın domates bitkisine enfeksiyonundan sonra, bitkide ilk belirtilerin oluşmasına kadar geçen süre İnkübasyon periyodu olarak değerlendirilmektedir (Agrios, 2005). Bu süre hastalığın geliştiği bölgenin sıcaklık değerlerine bağlı olarak birkaç günden birkaç haftaya kadar çıkabilmektedir (Ek 1). Susurluk ilçesinde, hastalığın inkubasyon dönemi dikkate alındığında kontrol tarlalarında enfeksiyon koşullarının yaklaşık olarak 30.06.2006 tarihinde gerçekleşmesi gerekmektedir. Böylece model bu alanda enfeksiyon koşullarının tahmininde doğru sonuca çok yaklaşmıştır. 2007 yılında modelin uyarıyı, merkez ve susurluk ilçelerinde enfeksiyon koşullarının tespitinde erken vermiş; Manyas ilçesinde ise geç kalmıştır. 2008 yılında model, Merkez ilçede uyarı vermemiştir. Yine bu bölgede sezon boyunca hastalık tespit edilmemiştir. Manyas ilçesinde, uyarının erken yapıldığı görülmüştür. Susurluk ilçesinde ise model tersi bir sonuç vermiş, kontrol tarlalarında hastalık çıkışından sonra uyarı vermiştir. 2009 yılında modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için gereken toplam indeks değerine çalışmanın yürütüldüğü bütün ilçelerde ulaşılmıştır. Yine bütün ilçelerde hastalık gözlem tarlalarında belirtiler tespit edilmiştir. Ancak Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler ile Modelin uyarı verdiği tarihler arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Merkez ilçede inkübasyon süresi dikkate alındığında geç dönemde, Manyas ilçesinde modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için gereken toplam indeks değerine, 04.07.2009 tarihinde ulaşılmıştır. Hastalık gözlem tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin yine aynı tarih ile çıktığı belirlenmiştir. inkübasyon süresi de göz önüne alındığında ilk enfeksiyon koşullarının oluştuğu tarihin tahmini olarak 01.07.2009 tarihinde olması gerekmektedir. Böylece modelin enfeksiyon koşullarının oluşumunun tespitini birkaç gün gecikmeyle tahmin ettiği belirlenmiştir. Susurluk ilçesinde de Manyas ilçesinde olduğu gibi model enfeksiyon koşullarını birkaç gün gecikmeyle tahmin ettiği belirlenmiştir. Tomcast modelinin bu bölgede yıllar itibarıyla farklı sonuçlar vermesi, doğa koşullarında meydana gelen enfeksiyon koşullarını tahminde yetersiz kaldığını göstermektedir.

Modifiye TOMCAST modeli

Çalışmaya, 2006 yılında Balıkesir ve Çanakkale illerinde dört tahmin uyarı modeliyle (SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI ve TOMCAST) başlamıştır. 2007 yılında ise Fry Phytophthora Unit modeli hariç diğer üç model ile çalışmalara devam edilmiştir. Bu modellerin çalışma süresince hastalığın enfeksiyon koşullarını tespit etmede farklı sonuçlar verdiği görülmüştür. Elde edilen iklim verileri üzerinde yapılan değerlendirme sonucunda TOMCAST modelinde kullanılan Hastalık şiddeti değerlerinin belirtildiği Çizelge 2'deki tabloda yaprak ıslaklığı yerine % 90 ve üzerinde nispi nem değeri dikkate alındığında, toplam indeks değerlerinin enfeksiyon koşullarının tahmininde daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür. Böylece TOMCAST modelinin modifiye edilerek çalışılmasına karar verilmiştir. Yine, 2006 yılı için elde edilen iklim verileri (sıcaklık, yaprak ıslaklığı ve nisbi nem) geriye doğru incelenerek modifiye TOMCAST modeline uyarlanmıştır. Modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için toplam indeks değeri de 17 olarak alınmıştır. Bu model ile ilgili elde edilen bulgular Çizelge 9'da verilmiştir.

Çizelge 9. Balıkesir ilinde 2006-2009 yılında modifiye TOMCAST modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği tarihler, kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler ve bu tarihlerde indeks değerleri

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre toplam indeks değerinin 17 olduğu tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih ve indeks değerleri
2006	Merkez	17 değerine ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	30.06.2006	04.07.2006 (18)*
	Susurluk	30.06.2006	04.07.2006 (19)
2007	Merkez	29.07.2007	08.08.2007 (22)
	Manyas	04.07.2007	19.07.2007(19)
	Susurluk	16.07.2007	02.08.2007 (23)
2008	Merkez	17 değerine ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Manyas	22.07.2008	08.07.2008 (14)
	Susurluk	24.07.2008	09.07.2008 (13)
2009	Merkez	11.07.2009	06.08.2009 (23)
	Manyas	10.07.2009	04.07.2009 (15)
	Susurluk	10.07.2009	05.07.2009 (15)

* Parantez içinde verilen rakamlar kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri görüldüğü tarihlerde indeks değerini belirtmektedir.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

Çizelge 9. incelendiğinde model 2006 yılında merkez ilçede uyarı vermemiştir. Hastalık gözlem tarlalarında da sezon boyunca hastalık belirtileri tespit edilememiştir. Manyas ve Susurluk ilçelerinde uyarı 30.06.2006 tarihinde verilmiştir. Hastalık gözlem tarlalarında ilk hastalık belirtileri ise her iki ilçede 04.07.2006 tarihinde tespit edilmiştir. İnkubasyon periyodu da dikkate alındığında enfeksiyon koşullarının yaklaşık olarak 30.06.2006 tarihinde meydana geldiği düşünülmektedir. Böylece modelin enfeksiyon koşullarını zamanında tespit yaptığı belirlenmiştir. 2007 yılında hastalık gözlem tarlalarında ilk belirtilerin tespit edildiği tarih ile, modelinin vermiş olduğu uyarı tarihleri arasında 6 ile 17 günlük fark bulunduğu görülmektedir. Hastalığın inkubasyon süresi de göz önüne alındığında uyarıların kontrol tarlalarında hastalık çıkışından önce veya yakın zamanda verildiği tespit edilmiştir. 2008 yılında Merkez ilçede model uyarı vermemiş ve tarlalarda hastalık görülmemiştir. Manyas ve Susurluk ilçelerinde model, uyarıyı sırasıyla 22.07.2008 ve 24.07.2008 tarihlerinde vermiştir. Hastalık gözlem tarlalarında ilk hastalık belirtileri ise 08.07.2008 ve 09.07.2008 tarihlerinde bulunmuştur. Bu tarihler dikkate alındığında bu ilçelerde modelin enfeksiyon koşullarının tespitinde geç kaldığı görülmektedir. Ancak, Balıkesir ilinde bu dönemde, 2006 ve 2007 yıllarından farklı olarak Karacabey ve Mustafakemalpaşa ovalarında da gözlemler yapılmıştır. Bu gözlemlerde Mustafakemalpaşa ilçesinin bazı domates tarlalarında 04.07.2008 tarihinde hastalık belirtileri bulunmuştur. Bu belirtilerin ilk enfeksiyonlar olmadığı, hastalığın bu tarihten önce oluştuğu ve bölgeye yayıldığı kanısına varılmıştır. Yine Bu dönemde yöredeki hakim rüzgarın Mustafakemalpaşa ovasından Karacabey, Susurluk ve Manyas ovalarına doğru estiği gözlemlenmiştir. bu tespitten ardından 08.07.2008 tarihinden sonra Manyas, Susurluk ve Karacabey ovasındaki domates tarlalarında hastalık belirtileri görülmeye başlanmıştır. Bu belirtilerin genelde domates bitkisinin üst yapraklarında olduğu görülmüştür. Geçmiş yıllarda ilk belirtiler domates bitkisinin alt yapraklarında ortaya çıkmakta ve buralarda ocaklar oluşmaktaydı. Domates tarlalarında bitkilerin üst yapraklarındaki bu belirtilerin dışarıdan gelen sporların sekonder enfeksiyonları sonucunda oluştuğu tahmin edilmektedir. Temmuz ayının başında oluşan bu enfeksiyonların ardından ilerleyen dönemlerde bu tarlalarda sekonder enfeksiyonların da oluşması nedeniyle hastalık gözlem tarlalarında ilk belirtilerin tespiti konusunda güçlükler yaşanmasına rağmen bazı çiftçi tarlalarında modifiye TOMCAST modelinin uyarı tarihine uygun olarak ilk belirtiler tespit edilmiştir. Bu durum Balıkesir merkez ovasında yaşanmamıştır. Balıkesir ovası ile Mustafakemalpaşa ovası arasında dağların bulunması ve rüzgarın farklı yönde esmesi nedeniyle spor uçuşlarının buraya ulaşmadığı düşünülmektedir. Sezon boyunca yapılan gözlemlerde burada hastalık tespit edilmemiştir. Modellerde burada uyarı vermemiştir. 2009 yılında model bütün ilçelerde uyarı vermiştir. Merkez ilçede toplam indeks değerinin 17 olduğu 11.07.2009 tarihten sonra 06.08.2009 tarihinde kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerini görülmüştür. Böylece bu model bu dönemde erken uyarı vermiştir. Manyas ve susurluk ilçelerinde toplam indeks değerine, 10.07.2009 tarihinde ulaşılmıştır. Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri sırasıyla 04.07.2009 ve 05.07.2009 tarihlerinde tespit edilmiştir. Modele göre enfeksiyon koşullarının oluştuğu tarih ile hastalık gözlem tarlalarında ilk enfeksiyon koşullarının oluştuğu tahmini tarih karşılaştırıldığında bu iki bölgede de modelin enfeksiyon koşullarının oluşumunun tespitinde biraz geç kaldığı görülmüştür.

Balıkesir Merkez, Susurluk ve Manyas ilçelerinde, 2006-2009 yıllarında çalışmalar sonucu hastalığın tespitinde öne çıkan TOMCAST ve modifiye TOMCAST modelleri dikkate alınarak 2010 yılında da çalışmalara devam edilmiştir. Kontrol parsellerinde hastalığın ortaya çıkışı ile modellerin uyarı verdiği tarihler karşılaştırılmıştır. Bu modellerle ilgili bulgular Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 10. Balıkesir ilinde 2010 yılında yapılan çalışmalar sonucunda TOMCAST ve Modifiye TOMCAST modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği tarihler, kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler ve bu tarihlerde indeks değerleri

MODELLER	Çalışmanın yürütüldüğü ilçeler	Modellerin uyarı verdiği tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih ve indeks değerleri
TOMCAST	Merkez	09.07.2010	30.06.2010 (10)*
	Manyas	18.06.2010	23.06.2010 (24)
	Susurluk	24.06.2010	25.06.2010 (18)
Modifiye TOMCAST	Merkez	23.06.2010	30.06.2010 (24)
	Manyas	19.06.2010	23.06.2010 (23)
	Susurluk	20.06.2010	25.06.2010 (20)

* Parantez içinde verilen rakamlar kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri görüldüğü tarihlerde indeks değerini belirtmektedir.

Çizelge 10 incelendiğinde 2010 yılında Balıkesir'in her üç ilçesinde de kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin haziran ayının son haftasında ortaya çıktığı görülmektedir. Tomcast modelinin merkez ilçede uyarıyı geç verdiği, Manyas ilçesinde ise kontrol tarlasında hastalık çıkışından 5 gün önce uyarı verdiği belirlenmiştir.

Etmenin İnkübasyon peryodu dikkate alındığında Manyas ilçesinde uyarının doğru zamanda verildiği belirlenmiştir. Susurluk ilçesinde ise model uyarıyı kontrol parsellerinde hastalık belirtilerinin tespit edilmesinden 1 gün önce vermiştir. Böylece bu bölgede model hastalığın gelişim dönemini bir kaç gün gecikmeyle tahmin etmiştir; Ancak, kimyasal mücadeleye başlamak için önemli bir kriter olan ilk hastalık belirtilerinin ortaya çıktığı dönemde uyarı vermiş olması önemli bulunmuştur. Modifiye TOMCAST modeli ise, her üç ilçede de hastalığın kontrol tarlalarında tespit edilmesinden 5-7 gün önce uyarı vermiştir. Hastalığın bitkide ilk belirtilerini oluşturmadan önceki gelişim süreci dikkate alındığında uyarıların uygun zamanlarda verildiği görülmektedir.

2010 yılında Ege bölgesi genelinde epidemi koşulları oluşmuş ve bu dönemde önlem alınmayan veya zamansız uygulama yapılan tarlalarda büyük oranda zarar meydana gelmiştir. Hastalığın ortaya çıktığı bu dönemde, Balıkesir, Merkez ve ilçelerinde kontrol parsellerinde ve bazı çiftçi tarlalarında nem, sıcaklık ve yağış durumu incelenmiş ve grafikler üzerinde verilmiştir.

Grafiklerde Balıkesir Merkez, Susurluk ve Manyas ilçelerinde hastalığın kontrol tarlalarında tespit edildiği dönemde (Haziran ayının son haftası) yağış ve nem değerleri ile birlikte sıcaklık değerleri görülmektedir. Hastalığın ortaya çıkmaya başladığı bu dönemde (21-27 haziran) Gün boyunca sıcaklığın 18-22 °C arasında seyrettiği görülmektedir. Yine yağış ve nem oranında artış olduğu görülmektedir. Sıcaklık başta olmak üzere bu değerlerin hastalığın ortaya çıkmasında ve yayılmasında önemli rol oynadığı kanısına varılmıştır.

Çanakkale Çalışmaları

Çanakkale Batak ovasında, domates bitkisi, dikim tarihlerine göre iki dönemde yetiştirilmektedir. Birinci dönemde dikimler ilkbahar mevsiminde nisan ayı içinde yapılmaktadır. İkinci dönem sonbahar dikimlerine ise haziran ayında başlanılmaktadır. Çalışmalar her iki dönemde domates fidelerinin tarlaya dikilmesiyle başlamıştır. Fideler dikildikten sonra elektronik rasat istasyonlarından GSM veri aktarımı sayesinde belirli aralıklarla iklim verileri alınmış ve bilgisayara aktarılarak modellere uygulanmıştır. Ancak 2006 yılında Rasat istasyonunun kurulum aşamasında yaşanan sorunlar nedeniyle veriler alınamamıştır. Bununla birlikte çalışma alanında üretici tarlalarında genel gözlemler yapılmıştır.

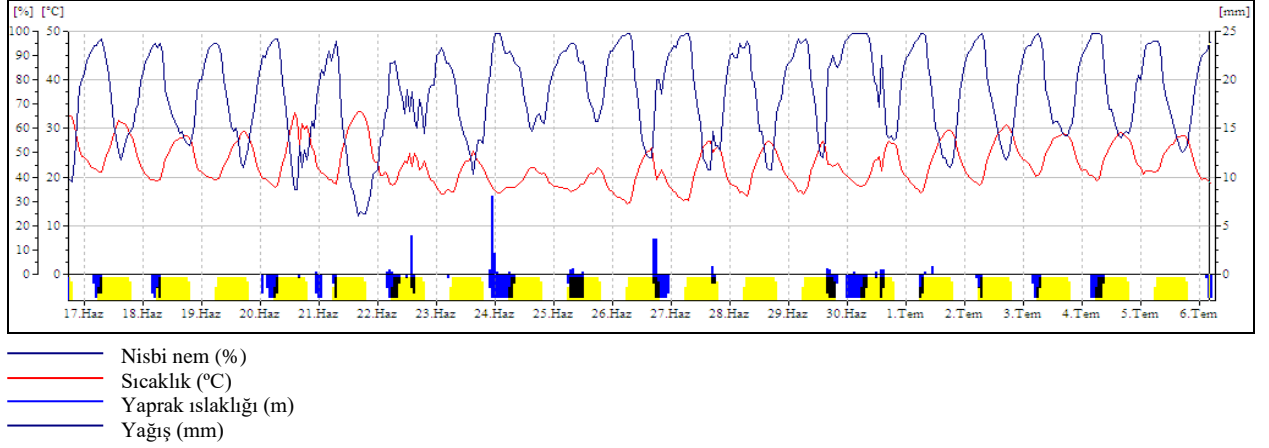
2006-2009 yıllarında Çanakkale ilindeki hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarlalarda dikim tarihleri, çeşit isimleri ve tarlada ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler Çizelge 11'de verilmektedir.

Çizelge 11. Çanakkale ilinde Batak ovasında, 2006-2009 yıllarında hastalık gözlemlerinin yapıldığı tarlalarda dikim tarihleri, çeşit isimleri ve ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler

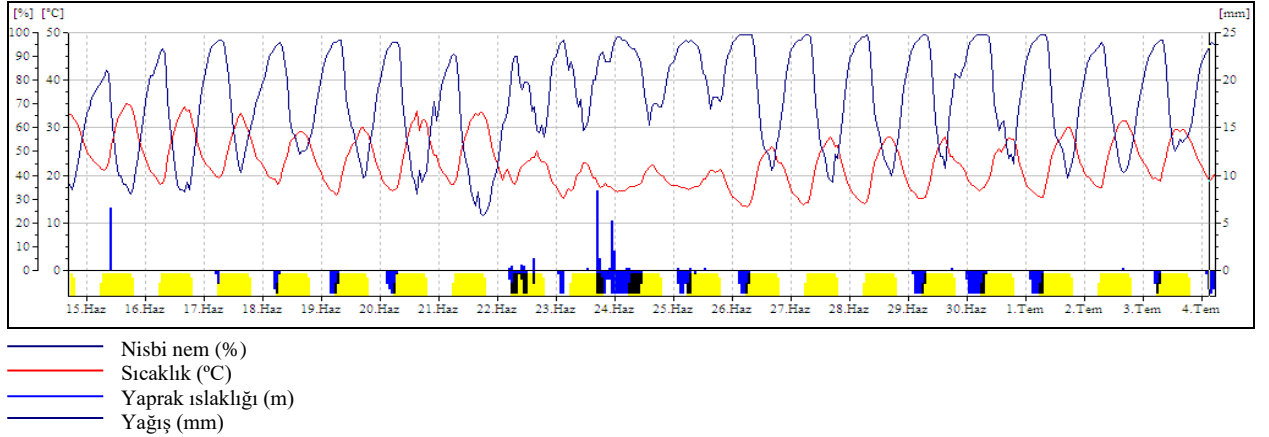
Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü Dönem	Üretici Adı	Dikim Tarihi	Çeşit	İlk Hastalık Belirtilerinin Görüldüğü Tarih
2006	İlkbahar dönemi	Mehmet Doğan	20.04.2006	Truva	Hastalık tespit edilmedi.
	Sonbahar dönemi	İsmail Şevik	15.06.2006	Yakut	6.10.2006
		Halil Özkurt	15.06.2006	83-54	
2007	İlkbahar dönemi	Rafet Gündoğan	27.06.2006	Süper ret	18.06.2007
		İsmail Köseoğlu	20.04.2007	83-54, İmpala	
	Reşat Özenç	19.04.2007	83-54, İmpala		
	Sonbahar dönemi	İsmail Taşel	22.06.2007	Süper-ret	
		Ahmet Şaşmaz	21.06.2007	Süper-ret	
		Zühtü Mutlu	25.06.2007	Süper-ret, 83-54	
2008	(İlkbahar dönemi)	Mehmet Kalımbacak	25.06.2007	-----	15.10.2008
		Vahit Yücel	1.05.2008	Saden	
	İsmail Doğan	22.04.2008	İmpala		
	(Sonbahar dönemi)	Kadir Akpınar	06.06.2008	83-54	
Ahmet Şaşmaz		20.06.2008	Süper-ret		
2009	(İlkbahar dönemi)	Necmi Mutlu	25.06.2008	Süper-ret	13.09.2009
		Nevzat Sevik	02.05.2009	İmpala	
		Nevzat Göngör	01.05.2009	Samba	
	(Sonbahar dönemi)	Ahmet Davutlar	02.05.2009	İmpala	
		Ahmet Davutlar	06.06.2009	83-54	
		Süleyman Duran	06.06.2009	Süper-ret	
Nevzat göngör	15.06.2009	Süper-ret	13.09.2009		
	Nevzat Sevik	05.07.2009		Süper-ret	

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

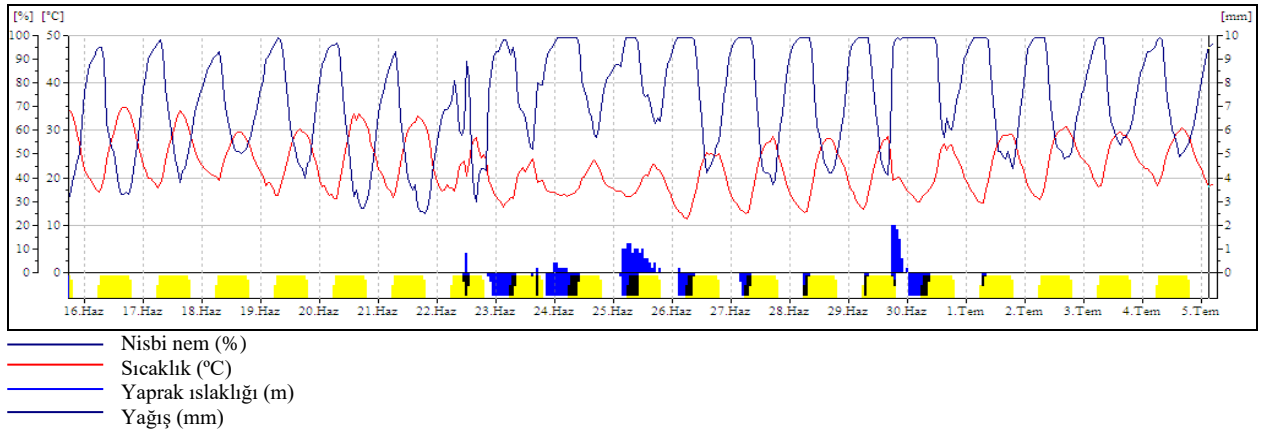
Çanakkale ili Batak ovasında çalışmanın yürütüldüğü kontrol ve diğer tarlalarda ilk hastalık belirtileri ilkbahar döneminde 2007 yılı hariç diğer yıllarda ortaya çıkmamıştır. 2007 yılında ise 18 Haziran tarihinde tespit edilmiştir. Sonbahar döneminde ise kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri 2009 yılının eylül ayında görülmüş; diğer yıllarda ise ekim ayında tespit edilmiştir. Batak ovası domates üretim bölgesinde hastalığın ortaya çıkış tarihleri dikkate alınarak modellere göre alınan sonuçlar aşağıdaki verilmiştir.



Şekil 3. Manyas ilçesinde 2010 yılında elektronik rasat istasyonundan elde edilen iklim verileri



Şekil 4. Susurluk ilçesinde 2010 yılında elektronik rasat istasyonundan elde edilen iklim verileri



Şekil 5. Merkez ilçede 2010 yılında elektronik rasat istasyonundan elde edilen iklim verileri

SMITH modeli

Model, doğa koşullarında %100 smith periyodu oluştuğunda uyarı vermektedir. Bu model ile Çanakkale ilinde yürütülen çalışmalarda elde edilen sonuçlar çizelge 12’de verilmiştir.

Çizelge 12. Çanakkale ilinde 2007-2009 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda SMITH modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği ve kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler.

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre %90 Smith periyodunun oluştuğu tarih	Modele göre %100 Smith periyodunun oluştuğu tarih	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
2006		Sadece genel gözlem yapılmıştır.		6.10.2006
2007	İlkbahar Dönemi	21.05.2007	22.05.2007	18.06.2007
		23.05.2007	24.05.2007	
		25.05.2007	26.05.2007	
		06.06.2007	07.06.2007	
	Sonbahar dönemi	21.10.2007	22.10.2007	23.10.2007
2008	İlkbahar Dönemi	-----	-----	Hastalık tespit edilmedi
	Sonbahar dönemi	23.09.2008	24.09.2008	15.10.2008
		14.10.2008	15.10.2008	
	İlkbahar Dönemi	-----	-----	Hastalık tespit edilmedi
2009	Sonbahar dönemi	09.09.2009	10.09.2009	13.09.2009
		15.10.2009	16.10.2009	

Çizelge 12 incelendiğinde 2007 yılı ilkbahar döneminde sırasıyla 22.05.2007, 24.05.2007, 26.05.2007, 07.06.2007 ve sonbahar döneminde 22.10.2007 tarihlerinde olmak üzere 5 kez %100 Smith periyodu oluşmuş ve model uyarı vermiştir. Hastalık gözlem tarlalarında yapılan surveylerde ise ilk hastalık belirtileri ilkbahar döneminde 18.06.2007 tarihinde sonbahar döneminde ise 23.10.2007 tarihinde görülmüştür. Modele göre ilkbahar döneminde 07.06.2007 tarihinde yapılan uyarı, inkübasyon periyodu da dikkate alındığında ilk belirtinin görüldüğü tarihe yaklaşmıştır. Sonbahar döneminde ise model ilk belirtilerin görüldüğü 23.10.2007 tarihinden hemen bir gün önce 22.10.2007 tarihinde uyarı vermiştir. 2008 yılı sonuçlarına göre ilkbahar döneminde model uyarı vermemiştir. Hastalık gözlem tarlalarında hastalık belirtileri tespit edilmemiştir. Sonbahar döneminde ise modele göre 23.09.2008 ve 14.10.2008 tarihlerinde oluşan %90 Smith periyodunu takiben 24.09.2008 ve 15.10.2008 tarihlerinde 2 kez %100 Smith periyodu oluşmuş ve model uyarı vermiştir. Hastalık gözlem tarlalarında ilk hastalık belirtileri 15.10.2008 tarihinde tespit edilmiştir. Bu durumda ikinci uyarı ile hastalığın çıkış tarihi çakışmaktadır. 2009 yılında İlkbahar döneminde %100 Smith periyodunun oluşmadığı ve modelin uyarı vermediği görülmektedir. Kontrol tarlalarında, ilkbahar döneminde hastalık belirtileri tespit edilmemiştir. Sonbahar döneminde ise modele göre %100 Smith periyodunun 10.09.2009 ve 16.10.2009 tarihlerinde oluştuğunu ve modelin bu tarihlerde uyarı verdiği belirlenmiştir. Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri 13.09.2009 tarihinde tespit edilmiştir. Modele göre enfeksiyon koşullarının oluştuğu tarih ile belirtilere göre enfeksiyon koşullarının oluştuğu tahmini tarih karşılaştırıldığında modelin verdiği uyarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, Smith modelinin Çanakkale ili Batak ovasında 2007-2009 yıllarında verdiği uyarıların hastalığın kontrol parsellerinde tespit edildiği dönemlere yakın ve genellikle uygun olduğu belirlenmiştir.

IPI modeli

Bu model ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar Çizelge 13’te verilmiştir.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

Çizelge 13. Çanakkale ilinde 2006-2009 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda IPI modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği ve kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarihler.

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre Toplam Index değerinin 15 olduğu tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
2006		Sadece genel gözlem yapılmıştır.	06.10.2006
2007	İlkbahar Dönemi	20.05.2007	18.06.2007
	Sonbahar dönemi	22.10.2007	23.10.2007
2008	İlkbahar Dönemi	15'e ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Sonbahar dönemi	05.10.2008	15.10.2008
2009	İlkbahar Dönemi	15'e ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Sonbahar dönemi	13.09.2009	13.09.2009

Modele göre 2007-2009 yıllarında enfeksiyon koşullarının oluştuğu tarihler ile belirtilere göre ilk enfeksiyon koşullarının oluştuğu tahmini tarihler karşılaştırıldığında modelin enfeksiyon koşullarının tahmininde uyarıyı bir kaç günlük gecikmeyle verdiği belirlenmiştir. IPI modeli, sonbahar dönemlerinde uyarıyı genellikle kontrol tarlalarında ilk hastalık çıkışından birkaç gün sonra veya aynı dönemde vermiştir.

TOMCAST modeli

Bu model ile yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar çizelge 14'te verilmiştir.

Çizelge 14. Çanakkale ilinde 2007-2009 yıllarında yapılan çalışmalar sonucunda TOMCAST modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği tarihler.

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre toplam hastalık şiddeti değerinin 18 olduğu tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
2006		Sadece genel gözlem yapılmıştır.	06.10.2006
2007	İlkbahar Dönemi	30.07.2007	18.06.2007
	Sonbahar dönemi	14.08.2007	23.10.2007
2008	İlkbahar Dönemi	18 değerine ulaşmadı	Hastalık tespit edilmedi
	Sonbahar dönemi	29.07.2008	15.10.2008
2009	İlkbahar Dönemi	25.06.2009	Hastalık tespit edilmedi
	Sonbahar dönemi	07.07.2009	13.09.2009

2007 yılında modelin hem ilkbahar döneminde hem de sonbahar döneminde kontrol parsellerindeki hastalığın çıkışını tahmin edemediği görülmektedir. İlkbahar döneminde geç uyarı verilmiş, sonbahar döneminde ise uyarı erken dönemde meydana gelmiştir. 2008 yılında modele ilkbahar döneminde uyarı vermemiştir. Kontrol tarlalarında hastalık belirtileri tespit edilmemiştir. Sonbahar döneminde ise toplam indeks değeri 18'e 29.07.2008 tarihinde ulaşılmıştır. Hastalık gözlem tarlalarında ise ilk hastalık belirtileri 15.10.2008 tarihinde görülmüştür. Böylece modelin enfeksiyon koşullarının oluşumunun tespitini erken yaptığı belirlenmiştir. 2009 ilkbahar döneminde modele 25.06.2009 tarihinde uyarı vermiştir. Ancak hastalık gözlem tarlalarında hastalık belirtileri bulunamamıştır. Böylece hastalık çıkmamasına rağmen bu dönemde model uyarı vermiştir. Sonbahar döneminde ise enfeksiyon koşullarının oluşması için gereken değere 07.07.2009 tarihinde ulaşılmıştır. Hastalık gözlem tarlalarında ise ilk hastalık belirtileri 13.09.2009 tarihinde görülmüştür. burada da modelin enfeksiyon koşullarının oluşumunun tespitini çok erken yaptığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, Tomcast modeli, bu bölgede kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin tespitinde uyarıları uygun dönemde vermediği ve yetersiz kaldığı belirlenmiştir.

Modifiye TOMCAST modeli

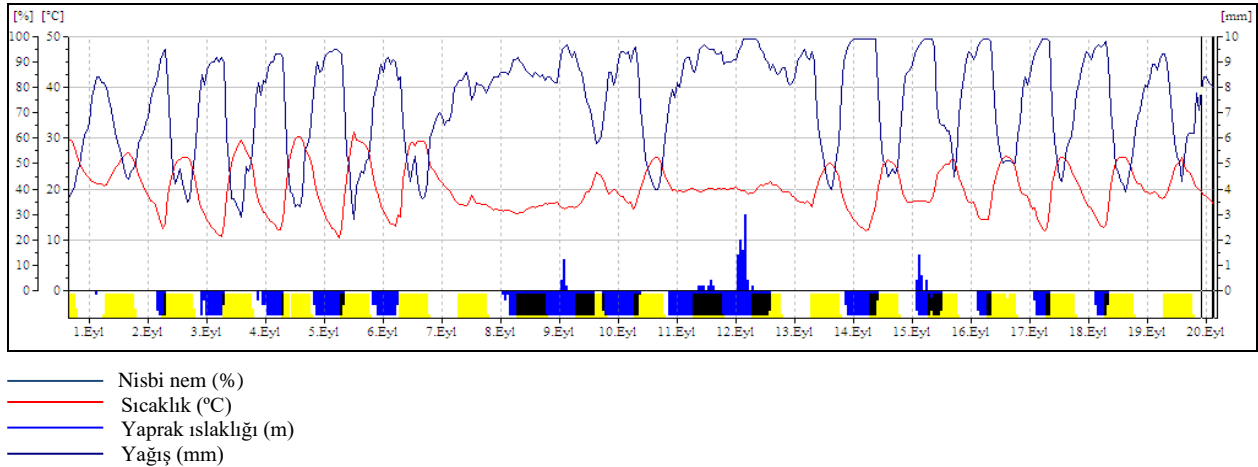
Modele göre enfeksiyon koşullarının oluşması için toplam indeks değerinin 17 olması gerekmektedir. Bu model ile ilgili bulgular Çizelge 15'de verilmiştir.

Çizelge 15. Çanakkale ilinde 2007-2009 yılında modifiye TOMCAST modelinin enfeksiyon koşullarını tahmin ettiği tarihler.

Çalışmanın Yürütüldüğü Yıl	Çalışmanın yürütüldüğü ilçe	Modele göre toplam indeks değerinin 17 olduğu tarihler	Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin görüldüğü tarih
2006		Sadece genel gözlem yapılmıştır.	06.10.2006
2007	İlkbahar Dönemi	12.06.2007	18.06.2007
	Sonbahar dönemi	13.10.2007	23.10.2007
2008	İlkbahar Dönemi	17 değerine ulaşmadı (2)	Hastalık görülmedi
	Sonbahar dönemi	17.09.2008	15.10.2008
2009	İlkbahar Dönemi	27.06.2009	Hastalık görülmedi
	Sonbahar dönemi	06.07.2009	13.09.2009

Çizelge 15 incelendiğinde 2007 yılında ilkbahar ve sonbahar döneminde hastalık gözlem tarlalarında ilk belirtilerin tespit edildiği tarih ile, modifiye TOMCAST modelinin vermiş olduğu uyarı tarihleri arasında 6 ile 10 günlük fark bulunduğu görülmektedir. Hastalığın inkubasyon süresi de göz önüne alındığında uyarıların doğruya yakın zamanda verildiği görülmektedir. 2008 yılında ilkbahar döneminde model uyarı vermemiştir. Hastalık gözlem tarlalarında yapılan incelemelerde de hastalık belirtileri bulunamamıştır. Sonbahar döneminde ise uyarı 17.09.2008 tarihinde ulaşılmıştır. Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri 15.10.2008 tarihinde görülmüştür. Modelin enfeksiyon koşulları tespitini erken yaptığı belirlenmiştir. 2009 yılında ilkbahar döneminde uyarı, 27.06.2009 tarihinde verilmiştir. Ancak kontrol tarlalarında hastalık belirtileri görülmemiştir. Sonbahar döneminde ise uyarı, 06.07.2009 tarihinde verilmiş; Kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtileri ise 13.09.2009 tarihinde görülmüştür. Model, hastalık çıkışından önce uyarı vermiştir. Sonuç olarak, Modifiye Tomcast modelinin bu bölgede kontrol tarlalarında hastalık çıkış dönemlerini tahmininde yıllar itibarıyla yetersiz kaldığı belirlenmiştir.

Çanakkale ilinde 2009 yılında hastalığın kontrol parsellerinde tespit edildiği Eylül ayında nem, sıcaklık ve yağış durumu grafik üzerinde verilmiştir.

**Şekil 6.** Çanakkale Batak ovasında 2009 yılında elektronik rasat istasyonundan elde edilen iklim verileri

Şekil 4'te Batak ovasında hastalığın kontrol tarlalarında hastalığın tespit edildiği dönemde yağış ve nem değerleri ile birlikte sıcaklık değerleri görülmektedir. Günlük sıcaklık, 7- 14 eylül tarihleri arasında 18-20 °C ve nisbi neminde % 90'ın üzerinde seyrettiği görülmektedir. Bu sıcaklık ve nem değerleri hastalığın ortaya çıkmasında önemli rol oynadığı ve Smith modelinin verdiği uyarıya uygun olduğu tespit edilmiştir.

TARTIŞMA

Dünya'nın birçok ülkesinde önemli bitki hastalıklarına karşı farklı özellikte tahmin uyarı sistemleri kullanılmaktadır (Schepers,1996). Bu sistemlerin genel amacı, mildiyö hastalığının enfeksiyon koşullarının oluşmaya başladığını saptamak ve bu bilgileri tarla gözlemleriyle destekleyerek bildirmektir. Böylece mücadele programları oluşturulmaktadır. Bu çalışmanın yürütüldüğü Balıkesir ve Çanakkale domates üretim bölgelerinde

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

kurulu rasat istasyonlarından alınan verilerin toplandığı bilgisayarlarda SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI ve TOMCAST modelleri bulunmaktadır. Yine TOMCAST modeli modifiye edilerek “ modifiye TOMCAST” modeli oluşturulmuştur. Seçilen tarlalarda ilk hastalık belirtilerin tespit edildiği tarihler ile bu modellerin uyarı verdiği tarihler karşılaştırılmıştır. Genel olarak kontrol tarlalarında hastalık belirtilerin ortaya çıktığı dönemlerde, çalışmanın yürütüldüğü bölgelere ve yıllara göre modellerin birbirinden farklı sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Balıkesir bölgesinde (Merkez, Susurluk ve Manyas ilçeleri), SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI tahmin uyarı modelleri hastalık çıkışını tahmin etmede yıllara ve ilçelere göre farklı sonuçlar vererek başarısız olmuşlardır. Tomcast ve Modifiye Tomcast modelleri ise diğer modellere göre doğa koşullarında hastalık çıkışını tahmininde daha ümitvar sonuçlar vermişlerdir. Bu iki modelin bazı yıllarda hastalığın tahmininde sapmalar göstermesinin farklı nedenleri olabilir. Etmene karşı dayanıklı çeşitler olmamasına rağmen bazı çeşitlerin etmene karşı gösterdiği duyarlılıklarda farklılıklar olabilir (Stevenson, 1993). Bazı çeşitlerde hastalık belirtileri daha geç ortaya çıkabilir. Yine son yıllarda patojenin farklı virulenslikte strainlerinin varlığı ortaya konulmuştur (McLoad et al.,2001). Bu strainlerin bitkide meydana getirdiği belirti ve zarar derecesinde de farklılıklar olabileceği düşünülmektedir. Böylece bazı yıllarda model uygun uyarı vermesine rağmen diğer yılda birkaç günlük gecikme veya erken uyarı vermesi bu durumdan kaynaklanmış olabilir. Nitekim modifiye Tomcast modeli 2006, 2007 ve 2010 yıllarında hastalığın çıkışından önce uyarı vermesine rağmen 2009 yılında 4-5 günlük gecikmeyle uyarı vermiştir. Bu modelin 2008 yılında verilen uyarı döneminde ise kontrol parsellerinde, proje alanın dışında rüzgarla gelen sporangiumların enfeksiyonu sonucu sekonder enfeksiyonlar meydana gelmiştir. Bu yüzden ilk belirtilerin tespitinde zorluklar yaşanmıştır. Ancak uyarının verildiği dönemde bazı çiftçi tarlalarında ilk enfeksiyonların görülmesi, modelin bu dönemde de uygun uyarı vermiş olabileceğini düşündürmektedir. Türkiye’de ilk kayıt olarak, yapılan mating tip testleri sonucunda A2 mating tipinin olduğu saptanmıştır. Ege ve Akdeniz bölgelerinde elde edilen toplam 160 *P. Infestans* izolatından 59 tanesinin (% 36.9) A2 mating tipi, 101 tanesinin (% 63.1) ise A1 mating tip olduğu belirlenmiştir (Tosun ve ark, 2007). Dünya genelinde de A2 mating tipinin, A1’e göre daha sonra yayıldığı ve yaygın bir şekilde görüldüğü bildirilmektedir (McLoad et al.,2001). Meksika’dan bir çok ülkeye yayılan A2 tipinin Kuzey ve Güney Amerika, Avrupa, Japonya gibi yerlerde tespit edildiği bildirilmekte ve A2 tipinin A1’den daha saldırgan daha şiddetli epidemilere neden olduğu belirtilmektedir (Fry and Goodwin, 1997). Aynı tarlada A1 ve A2 mating tiplerinin bulunmasının mümkün olduğu bildirilmektedir (Peters et al,1998). A2 tipinin yayılmasındaki bu artış *P. Infestans* populasyonunda genetik çeşitliliğe neden olmuştur. Bu durum mücadele yönetiminde yeni bazı kriterlerin ele alınmasına da sebep olmuştur.

Tahmin uyarı modelleri çalışmalarında genellikle uygun bir model seçildikten sonra ilaçlama programı hazırlanır ve bunun geleneksel çiftçi uygulamalarıyla karşılaştırılması yapılarak ilaçlama sayısının düşürülmesi hedeflenir. Nitekim Tosun ve ark.(2003), Bursa ilinde salçalık domates üretim bölgelerinde yaptıkları çalışmada Tomcast modelini kullanmışlardır. Modelin uyarılarına göre 5 ilaçlama önerilirken, geleneksel çiftçi uygulamalarında ise ilaçlamaların sayısının 8’i bulduğunu belirtmişlerdir. Balıkesir ilinde de proje süresince kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtilerinin tespit edilmesiyle ilaçlama uyarıları verilmiştir. 2010 yılında kontrol tarlalarındaki belirtiler ve Modifiye Tomcast’ın uyarısı dikkate alınarak Manyas ve Susurluk ilçelerinde üreticiler ilaçlama yapma konusunda uyarılmıştır. Haziran ayının aşırı yağışlı ve nemli geçmesinden dolayı hastalık bu dönemde Türkiye’nin birçok bölgesinde domates üretimi yapılan alanlarda epidemi yaparak önemli derecede verim kayıplarına neden olmuştur. Ancak Manyas ve Susurluk ilçelerinde zamanında ilaçlama uyarısı verildiğinden dolayı zarar oranı son derece düşük kalmıştır. Farklı ülkelerde de benzer yaklaşımlar mevcuttur. Örneğin, A.B.D ve Meksika’da kullanılan erken uyarı sistemi yardımıyla ilaçlama sayıları en aza indirilirken, domates geç yanıklığı hastalığıyla başarılı bir şekilde mücadele gerçekleştirilmektedir. Çiftçi uygulamalarına göre fungusitlerle ilaçlama sayıları azaldığı için domateste önemli bir sorun olan fungusit kalıntıları da güvenli bir düzeye indirilmiştir (Bolkan and Reinert,1994).

Modeller, genellikle patojen için enfeksiyon koşulları oluştuğunda uyarı vermektedir. Bulaşıcı hastalıkların dönemlerinden inkubasyon (kuluçka) dönemi, hastalanmanın başlangıcından ilk hastalık belirtilerin görüldüğü zamana kadar geçen süreyi ifade eder. Bu dönemde patojen konukçu bünyesinde gelişir ve yayılır. inkubasyon dönemi çevre koşullarına bağlı olarak değişkenlik gösterir. Burada sıcaklık faktörü önemlidir. inkubasyon süresinin hava sıcaklığı optimuma göre arttıkça ve azaldıkça uzamaktadır. Örneğin; *Phytophthora infestans*’ın inkubasyon süresi 22 °C’de 3.5 gün iken, 12 C’de 13 gün, 30 C’de 10 gün olmaktadır (Ek 1). Bir hastalığın kuluçka dönemini bilmenin kimyasal savaşım açısından pratik bir yararı vardır. İlaçlama kuluçka döneminde ya da daha önce yapılmalıdır. Geç kalındığı zaman ilaçlamanın etkiliginde düşme olacaktır (Baykal,

1995; Ullrich and Schrodter, 1966). Bu yüzden modellerin bölgelere göre sonuçları değerlendirirken, kontrol tarlalarında hastalık çıkışı ile modelin uyarı tarihleri çakışmasında sıcaklığa bağlı olarak patojenin kuluçka dönemi de dikkate alınmaktadır.

Balıkesir bölgesinde sanayi tipi salçalık domates üretimi yapılmakta ve sezon sonunda tek veya iki seferde hasat edilmektedir. Fide dikimleri çoğunlukla Mayıs ayının ilk haftasında, hasat ise eylül ayı içinde yapılmaktadır. Kısaca domates üretim sezonu yaz döneminde (Mayıs-Eylül) yapılmaktadır. İlk hastalık belirtileri Manyas ve Susurluk ilçelerinde temmuz ayının ilk haftasında ya da 2010 yılında olduğu gibi yağışlı ve nemli geçen dönemde haziran ayının son haftasında ortaya çıkmıştır. Merkez ilçede ise yine 2010 yılı hariç ya hastalık gelişme imkanı bulamamakta ya da ağustos ayı içerisinde ortaya çıkmaktadır (Çizelge 4, Çizelge 10). Bu tarihlerde, hastalığın ortaya çıkışında yağış ve nisbi nem artışının yanında asıl önemli faktörün sıcaklık olduğu kanısına varılmıştır. Karasal iklimin hakim olduğu bu bölgede mayıs aylarında gece hava sıcaklıklarının 10 °C'nin altında olması, yine haziran-Temmuz aylarında gündüz sıcaklıklarının günün belli saatlerinde 30 °C'nin üzerine çıkması hastalığın gelişmesi ve yayılmasını yada epidemi koşullarına geçmesini engellemektedir. Ancak hastalığın ortaya çıktığı dönemleri incelediğimizde, örneğin, 2010 yılında hastalığın tespit edildiği ilçelerde, 20-27 haziran tarihleri arasında gündüz sıcaklıklarının düştüğü ve gece sıcaklıklarının da yükseldiği, ortalama 18-22 °C'yi bulduğu grafikler üzerinde görülmektedir (Şekil 3,4,5). Bu sıcaklık değerleri nem ve yaprak ıslaklığı ile beraber *P.infestans*'ın gelişmesi ve yayılması için uygun değerlerdir. (Trentin et al., 2009).

Çanakkale ilinde Batak ovasında erken dikimlerde (İlkbahar dönemi) 2007 yılı hariç hastalık tespit edilmemiştir. 2007 yılında hastalık çıkmasına rağmen daha sonra yayılma göstermemiştir. Proje süresince kontrol parsellerinde hastalık çıkışı genellikle geç dönemde Eylül-Ekim aylarında meydana gelmiştir. Bu dönemde, yağışlar artmakta, nem yükselmekte ve sıcaklıklar düşmektedir. Ayrıca bu iklimsel faktörler belli bir süre devam etmektedir. Yine bu dönemlerde sıcaklık etmeninin gelişmesini ve yayılmasını sağlayacak değerlere ulaşmaktadır. Örneğin; 2009 yılında hastalığın ortaya çıktığı dönemde, 6-14 Eylül tarihleri arasında gece-gündüz sıcaklıkları birbirine yakın seyretmiş ve ortalama 18-20 °C olmuştur (Şekil 6). Hastalığın ortaya çıktığı bu dönemlerde Tomcast, Modifiye Tomcast ve Fry Phytophthora Unit, tahmin uyarı modelleri hastalık çıkışını tahmin etmede başarısız olmuşlardır. SMITH ve IPI modelleri ise uyarıyı hastalık çıkışına yakın dönemde vermişlerdir. Batak ovasında SMITH modelinin hastalık koşullarının ortaya çıkışını tahmin etmede en etkili model olduğu belirlenmiştir. Sıcaklığın 10 °C'nin üzerinde ve en az 48 saat boyunca devam etmesi ve bu sırada % 90'nın üzerinde yüksek nisbi nemin de en az 21 saat boyunca devam etmesi gerekmektedir. Bu koşullar altında fungus sporangium üretir ve çevredeki bitkileri enfekte eder. Bu bölgede Smith modelinin uyarı tarihleri ile hastalığın ortaya çıkış tarihlerinin birkaç günlük ara ile birbirine yakın olması bu durumu açıklamaktadır. Patojenin yaşam çemberinde sıcaklığın çok önemli olduğu bazı araştırmalarla ortaya konulmuştur. Sıcaklık belirgin bir biçimde spor çimlenmesini, miselyal gelişme oranını, inokulum oluşumunu ve canlılığı etkileyebilmektedir. 20 °C'nin altındaki sıcaklıklar, optimum 12-13 °C arasında, sporangium çimlenmesini indirekt olarak teşvik etmektedir. Zoospor oluşumunun 20 °C'nin üzerindeki sıcaklıklar 24 °C'de optimum olarak direkt çimlenmeyi teşvik eder (Harrison and Lowe, 1989; Sato, 1994).

Çanakkale Batak ovasında bazı yıllarda kontrol parsellerinde ve bazı çiftçi tarlalarında hastalık ortaya çıkmasına ve bazı parsellerde ilaçlama yapılmamasına rağmen daha sonra bu alanlarda hastalığın gelişip yayılmadığı görülmüştür. Bu durum şu şekilde açıklanabilir; bölgede 1998 yılında şiddetli bir epidemi yaşanmış ve binlerce dekarlık domates tarlaları yok olmuştur. (Şekil 2a) Bu olay daha sonraki yıllarda üreticilerin bilinçsiz bir şekilde aşırı ilaçlama yapmalarına neden olmuştur. Bu şekilde yapılan aşırı ilaçlamalar sonucunda hastalığın inokulum kaynaklarının azaldığı düşünülmektedir. Yine, geçmişte karık usulu sulamalar yerine, günümüzde bütün ovada damlama sulama şeklinde sulamalar yapılmaktadır. Bu şekilde yapılan sulama bitkinin alt kısımlarında nemi azaltmaktadır. Bitki sıra arası mesafelerin geçmişe göre geniş tutulduğu, yine Çanakkale boğazına paralel uzanan ovanın sürekli rüzgara açık olması nedeniyle nemin ve yaprak ıslaklığının uzun süre devam etmesini engellemektedir (Şekil 2b). Böylece etmenin sporlarının çimlenmesi veya sporangium oluşturarak yayılması engellenmektedir. Nitekim mildiyö hastalığının gelişmesi için öncelikle fungal sporların çimlenmesi gerekmektedir. Bunun için uygun sıcaklık, bitki yüzeyinde su tabakası, çiğ ve yağış gibi yüksek orantılı neme ihtiyaç vardır. Patojenin penetrasyonu için nemli koşulların belli bir süre devam etmesi gerekmektedir, aksi takdirde patojen yaşama imkanı bulamamaktadır. Spor çimlenmesinden sonra oluşan sekonder sporlar (zoosporlar) başarılı bir penetrasyonu yapabilmek için hareket etmeleri gerekmektedir. Yaprak üzerinde suyun varlığı, birçok yaprak patojeninde olduğu gibi mildiyö hastalığı etmeni *Phytophthora infestans*'ın etkinliğini artırmaktadır. Bu yüzden, yaprak ıslaklığı periyodunun süresi, mildiyö hastalığının epidemi oluşturma riskinin bir kritik saptayıcısı olarak

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

yaygın biçimde erken uyarı sistemlerinde kullanılmaktadır (Agrios, 1997; Harrison, 1992 and 1995). **Sonuç olarak**, Bu proje süresince elde edilen veriler incelendiğinde, çalışılan modeller içinde **Balıkesir ilinde Modifiye Tomcast modeli, Çanakkale ilinde ise Smith modelinin** doğada meydana gelen enfeksiyonların tahmininde diğer modellere göre daha iyi sonuç verdiği belirlenmiştir.

ÖZET

Balıkesir ve Çanakkale İllerinde Tarla Domatesi Yetiştiriciliğinde Geç Yanıklık (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) Hastalığına Karşı En Uygun Erken Uyarı Sisteminin Belirlenmesi

Dünya’da patates ve domates üretiminde önemli kayıplara neden olabilen Mildiyö (Geç Yanıklık) hastalığına karşı hem etkili bir mücadele yapabilmek hem de uygulanan fungusit sayısını azaltabilmek için çok sayıda tahmin uyarı modeli geliştirilmiş ve günümüzde kullanılmaktadır. Bu çalışma 2006-2010 yılları arasında Balıkesir ili merkez, Susurluk, Manyas ilçeleri ve Çanakkale ili Batak ovasında domates üretimi yapılan tarlalarda yürütülmüştür. Rasat istasyonlarının bulunduğu bölgelerde seçilen kontrol tarlalarında ilk hastalık belirtisi görülünceye kadar ilaçlama yapılmamıştır. Surveyle ilk belirtiler görülünceye kadar haftada bir bazen iki defa yapılmıştır. Modellerin tahmini enfeksiyon tarihleri ile arazide tespit edilen ilk hastalık belirtileri karşılaştırılmış olup, denenen modellerin uygunluğu test edilmiştir. Çalışmada domates mildiyösü hastalığı etmeni olan *Phytophthora infestans*’ın doğa koşullarında tahminine yönelik SMITH, Fry Phytophthora Unit, IPI, TOMCAST ve Tomcast modeli modifiye edilerek, modifiye TOMCAST tahmin uyarı modelleri kullanılmıştır. Modellerin enfeksiyon tahmini ile doğada gerçekleşen enfeksiyonlar karşılaştırılarak modeller değerlendirilmiştir. Böylece çalışma alanlarına göre uygun modeller belirlenmiştir. Çalışmalar sonucunda Balıkesir bölgesinde modifiye TOMCAST modeli, Çanakkale ilinde ise SMITH modeli en uygun modeller olarak belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Mildiyö (Geç yanıklık), Domates, Tahmin Uyarı Modelleri

TEŞEKKÜR

Bu projenin yürütülmesinde sundukları katkılarından dolayı Balıkesir Tarım İl Müdürlüğü ve Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü Bitki Koruma Şubesi teknik elemanlarına teşekkür ederiz.

Bu araştırmanın TAGEM-BS-06/04-04/02-09 no’lu projesi olarak yürütülmesinde verdikleri destek ve katkılar için T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü’ne ve Bornova Zirai Mücadele Araştırma İstasyonu Müdürlüğü’ne teşekkür ederiz.

LİTERATÜR LİSTESİ

- Agrios, G., 2005 Plant Pathology. 5th ed. Academic Pres, Inc. San Diego, CA, 925 p
- Anonymus., 2013, www.tuik.gov.tr, 2.11.2014
- Apaydın, A., O. Çakır., H. Kar., C. Özdemir., ve A.Gemici, 2000. Karadeniz Bölgesinde Domates Mildiyösünün Tahmin Uyarıya Esas Teşkil Edecek Kriterlerinin Araştırılması, Sonuç Rap., K.T.A.E.-Samsun.
- Baykal, N., 1995. Fitopatoloji, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 47-49s. Bursa
- Bolkan, H. and W.R. Reinert.,1994. Developing and Implementing IPM Strategies to Asist Farmers: An Industry Approach. Plant Disease, 78 (6), 545-550.
- Bugiani, R., P. Cavanni, and I. Ponti.,1993. An advisory service for the occurrence of *Phytophthora infestans* on tomato in Emilia- Romagna region. Bulletin OEPP/EPPO Bulletin 23, 607-613
- Forsund, E.,1983. Late bligt forecasting in Norway 1957-1980. EPPO Bull. 13 (2) 255-258

- Fry, W. E., A. E. Apple, and J. A. Bruhn.,1983. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. *Phytopathology* 73:1054-1059.
- Fry, W.E., S.B. Goodwin., 1997. Re- emergence of potato and tomato blight in the United States. *Plant disease*, 81: 1349-1357.
- Fry, W. E.,1999. <http://ppathw3.cals.cornell.edu/fry>
- Harrison, J.G. and R. Lowe.,1989. Effect of humidity and air speed on sporulation of *P. infestans* on potato leaves. *Plant Pathology* 38: 585-591.
- Harrison, J.G., 1992. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage. *Plant pathology*, 41:384-416.
- Harrison, J.G., 1995. Factors involved in the development of potato late blight diseases (*phytophthora infestans*) Pages 215-236 in *Potato Ecology and Modelling of Crops Under Conditions Limiting Growth*. A.J. Haverkort and D.K.L. McKerron, eds. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.
- Hyre, R.A.,1954. Progress in forecasting late blight of potato and tomato. *Plant Disease Reporter*, 38: 245-253
- Mcload, A., S. Denman., A. Sadie., F.D.N. Denner. 2001. Characterization of South african Isolates of *phytophthora infestans*. *Plant dis.*, 85:287-291.
- Madden, L., S.P. Pennypacker and A. MacNab, 1978, Tom-cast, tomato disease forecaster. *Phytopathology* 68: 1354-1358
- Onoğur, E., 1996, Bitki Fungal Hastalıkları 1., E.Ü.Zir. Fak. Ofset Basımevi, 214s.
- Peters, R.D., H.W. Plant., R. Hall, 1998. Characterization of changes in populations of *phytophthora infestans* in canada during mating types and metalaxyl sensitivity markers. *Can J. Of Plant Pathology*, 20: 259-273.
- Sato, N. 1994. Effect of sporulating temperature on the limit temperature in indirect germination of the sporangia of *P. infestans*. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*. 60:60-65.
- Schepers, H.T.A.M., E. Bouma., C.B. Bus,1996. State of the art of *Phytophthora infestans* control in Europe Erno Bouma & Huub Schepers (eds) *Proceedings of the Workshop on the European network for development of an integrated control strategy of potato late blight Lelystad, The Netherlands 30 September - 3 October*
- Smith, L.P., 1956. Potato blight forecasting by 90 % humidity criteria. *Plant Pathology* 5:83-87
- Steveenson, W.R., 1993. Management of Early Blight and Late Blight. In: *Potato Health Management*. Ed: R.C. Rowe. APS Pres, 141-147.
- Tosun, N., H. Turkusay., H. Saygılı., B. Tanyolaç., 2003. Sanayi domatesi yetiştiriciliğinde geç yanıklık (*Phytophthora infestans* (Mont.) deBary) hastalığının kontrolünde erken uyarı sisteminin kullanılması üzerinde araştırmalar. Ege Üniversitesi bilimsel araştırma proje raporu, 2000/Bil/005, İZMİR. (Yayınlanmamış Rapor)
- Tosun, N., A.Yıldırım., H. Turkusay., B. Tanyolaç., 2007. Genetic variation among *Phytophthora infestans* (Tomato Blight) isolates from western Turkey revealed by inter simple sequence repeat (ISSR) and random amplified polymorphic DNA (RAPD) markers. *Pak. J. Bot.*, 39(3): 897-902.
- Trentin, G., A.B. Heldwein., L. Streck., G.F. Maass., S.Z. Radons., R. Trentin,2009. Controlling potato cv. 'Asterix' late blight base on forecast systems. *Ciencia Rural*, v.39, n.2, p.393-399.
- Ullrich, J. and H. Schrodter, 1966. Das problem der Vorhersage des Auftretens der Kartoffelkrutfaule (*Phytophthora infestans*) und die MoglichkietvseinervLosung eine Negativprognose. *Nechricten Dt Pflanzenschutzdienst (Braunschweig)*, 18:33-40.
- Wallin, J.R. and P.E. Waggoner, 1951. The influence of climate on the develepmont and spread of *Phytophthora infestans* in articially inoculated potato plots. *Plant Disease Reporter Suppl.* 190: 19-33.

DETERMINATION OF THE BEST FORECAST SYSTEM FOR THE PREDICTION OF THE TOMATO LATE
BLIGHT IN THE TOMATO FIELDS OF BALIKESIR AND ÇANAKKALE PROVINCES

İNKUBASYON CETVELİ

Ortalama sıcaklık	Gün
12	13
13	12
14	10
15	9
16	7
17	6
18	6
19	5
20	4.5
21	4
22	3.5
23	4
24	4.5
25	5
26	6
27	7
28	8
29	9
30	10

EK 1. İnkübasyon cetveli