

“TOMGRO” Sera Domates Büyüme Modelinin Çukurova Örtüaltı Yetiştiriciliği Koşullarında Test Edilmesi

Sevilay TOPÇU, A. Nafi BAYTORUN

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Balcalı, Adana - TÜRKİYE

Geliş Tarihi: 12.01.1998

Özet : Son yıllarda geliştirilen sera içi iklimi ve bitki gelişimi modelleri, seracılığın gelişme gösterdiği bölgelerde iklim kontrolü ve bitki yetiştiriciliğinde optimum stratejilerin belirlenmesinde kullanılmaktadır. Bu çalışmada, İsrail’de kontrollü sera koşullarında yetiştirilen sınık domates çeşidinin gelişimi ve verimini tahmin eden TOMGRO domates büyüme modeli Çukurova koşullarında test edilmiştir. Model için gerekli iklim ve yetiştiricilik parametreleri, 1995-1996 üretim sezonunda yürütülen sera denemesinden elde edilmiştir. Çalışma sonucunda, simule edilen ile gözlemlenen boğum sayısının uyum sağladığı belirlenmiştir. Modelle elde edilen yaprak sayısı ve yaprak gelişimi, gözlenen değerlerden daha yüksek olurken, ölçülen ve kestirilen haftalık ile toplam verim değerleri arasında iyi bir uyum elde edilmiştir. Kestirilen değerlerin, gözlemlenen değerlerden olan sapma değeri; hasat tarihleri için 1-2 gün, toplam verim için ise %1-2 arasında olmuştur.

Evaluation of the Greenhouse Tomato Growth Model TOMGRO Under Çukurova Protected Cultivation Conditions

Abstract : In recent years, models of the greenhouse environment and of crops have been used to determine optimal strategies for environment control in regions where new greenhouse industries are developing. In this study, the tomato crop growth model TOMGRO, which was developed to describe the growth and yield of an indeterminate tomato variety under controlled conditions of greenhouse cultivation in Israel, was evaluated under Çukurova conditions. The input parameters for the model were observed from a greenhouse experiment conducted during 1995-1996 growing season. There was good agreement between the simulated and observed number of nodes. The simulated number of leaves and the development of the leaf area were higher than those measured. The model predicted weekly and final yield satisfactorily. The deviations of simulated data from the measured data were recorded as 1-2 days for the harvesting time and 1-2% for the total yield.

Giriş

Dünyada önlenemeyen nüfus artışına karşın gıda maddeleri üretiminin yetersiz kalması ve pazar koşullarında kıyasıya yaşanan rekabet, tarımda yetiştiricileri eldeki kaynakları daha ekonomik kullanarak üretim maliyetlerini düşürmeye ve daha çok ürün almaya yönelik çabalara zorlamaktadır. Bu amaçla yeni çeşitlerin kullanılması, iklim kontrolü ve bitki büyüme süresinin uzatılması gibi yeni tekniklere gereksinim duyulmaktadır. Bitkisel üretimde çevre kontrollü üretimin en yaygın ve etkin uygulaması seralarda gerçekleştirilmektedir. Bitkiler için gerekli ışık, sıcaklık, nem ve havanın CO₂ içeriğinin tüm yıl boyunca optimum düzeyde tutulabilmesine olanak veren seralarda anılan optimizasyonun gerçekleştirilmesi beraberinde yetiştiricilik maliyetlerinde artışı getirmektedir. İklim etmenlerinin kontrolünün ekonomik ve sürdürülebilir olması seralarda konstrüksiyonun yanısıra sulama ve gübreleme gibi kültürel işlemlerin de kontrollü yapılmasını gerektirmektedir.

Türkiye’de seracılığın yaygın olduğu Akdeniz, Ege ve Marmara Bölgeleri başta olmak üzere, seralarda üretimi yapılan sebzeler arasında domates % 57 lik bir oranla başattır (1). Serada domates yetiştiriciliği oldukça karmaşık bir işlemdir, ancak bitki genetik özellikleri ile çevre koşulları arasındaki ilişkinin sera içi ikliminin kontrolü ile düzenlenmesi de mümkün olabilmektedir. Kaynakların ekonomik kullanımı ve optimum bitki yetiştirme şartlarının sağlanması için izlenmesi gereken işletme yolunun ise önceden belirlenmesi genellikle güçtür (2).

Bitki büyüme simülasyon modelleri, bitki fizyolojisinin ayrıntıları ile bunların çevre koşullarına bağlılık durumlarını birleştirerek, farklı işletme stratejilerinin incelenmesinde yardımcı olmaktadır (3). Modeller yardımıyla sera işletmeciliğinde ekonomik optimizasyon ve genel karar desteklemesinin sağlanması olanaklı hale gelmektedir. Günümüzde ülke bazında ürün tahmininden,

işletme bazında strateji geliştirmeye ve araştırma kurumlarında bilimsel çalışmalara dek bir çok farklı alanlarda modellerden yararlanılmaktadır. Önceleri model çalışmalarında mısır, buğday, pamuk, soya, pirinç gibi önemli tarla bitkileri ele alınırken, yapılan çalışmalar ile Akdeniz ülkeleri için iç ve dış satımda ayrı bir öneme sahip domates bitkisinin serada yetiştiriciliği de irdelenmiş ve böylece model çalışması yapılan ürün yelpazesine domates te eklenmiştir. Açıkta üretime kıyasla daha yüksek maliyet gerektiren sera domates yetiştiriciliğinde simulasyon modellerinin kullanımı ile verim ve kaliteyi olumsuz etkilemeksizin enerji tasarrufu sağlamak ve dolayısıyla çevre dostu bir işletmecilik için alınması gerekli önlemlerin kısa sürede belirlenmesi mümkün olabilecektir.

Domates bitkisinin gelişimi ve veriminin modellenmesine yönelik çalışmalara ilk kez Acock ve ark., (4) tarafından geliştirilen, bitkilerde fotosentezin, ışık ve sıcaklığın bir fonksiyonu olarak tahmin edilmesi ile başlanmıştır. Bu çalışmayı, domates büyümesini günlük aralıklarla tanımlayan model (5) ile Gent ve Enoch (6) tarafından geliştirilen, domatesin vejetatif gelişimini simule eden model izlemiştir. Gent ve Enoch (6) modellerinde, fotosentez ile kuru madde gelişimini, ışık, sıcaklık ve CO₂'e bağlı olarak hesaplamışlardır. Wolf ve ark., (7), domates bitkisinin ekiminden çiçeklenip olgun bir meyve oluşuna kadar olan fenolojik gelişimini, - sıcaklığı temel çevresel değişken alarak- tahmin eden bir model geliştirmişlerdir. Daha sonra sera çevre koşullarının kontrolünü de amaçlayan, fotosentez, solunum ve meyve gelişiminin ışık, sıcaklık ve CO₂ konsantrasyonuna bağlı olarak hesaplandığı, deterministik bir model oluşturulmuştur (8). Yukarıda açıklanan çalışmalar ve bitkinin farklı organları için kuru madde dağılımının potansiyel/mevcut ilişkisinden gidilerek başarıyla hesaplanabilir olması (9), modelleme konusunda çalışan araştırmacıları bitki büyümesinin, durum değişkenlerinin farklı devrelerinin de dahil edilerek daha gerçekçi bir biçimde simule edilebileceği sonucuna götürmüştür.

TOMGRO domates bitki büyüme modeli, İsrail de serada özel çevre koşulları altında yetiştirilen sırik domates çeşidinin büyümesini tanımlamak amacıyla geliştirilmiştir. Domates bitkisinin gelişimi ile verim ve kalitesinin oluşumunda sera içi ısıtma, soğutma ve CO₂ yönünden zenginleştirilmesi ve kontrolü gibi etmenler büyük rol oynar. Bu model, işletmedeki bu faktörlerin etkilerini, kuru madde dağılımı ve yığılımı yönünden ayrıntılı olarak açıklamaktadır (10).

Bitki büyüme modellerinin her yöre ve bitki çeşidi için uygulanabilirliğinin kontrol edilmesi diğer bir ifadeyle test edilmesi gerekmektedir. Model test çalışmasının sonuçları, modelin mevcut işlerliği ve modelde yapılması gerekli değişiklik ile düzeltmeler hakkında yönlendirici bilgiler içermelidir. Bir model ancak test edildikten sonra uygunluğunun kanıtlandığı sınırlar dahilinde kullanılmalıdır (11). Kullanıma sunulmuş bitki büyüme modellerinden bazıları (pamuk, buğday ve mısır bitkileri için) değişik araştırmacılar tarafından ülkemiz koşullarında test edilmiştir (12-14).

Bu çalışma TOMGRO sera domates büyüme modelinin, Çukurova örtüaltı yetiştiriciliğinde kullanılabilirliğini test etmek amacıyla yürütülmüştür. Farklı su ve gübre uygulamalarının incelendiği sera denemesinde elde edilen veriler kullanılarak, modelin yöre koşullarına uyumlu hale getirilmesi amaçlanmıştır.

Materyal ve Metot

Bu bölümde model ve modelin test edilmesi için gerekli verilerin elde edildiği sera denemesi iki alt başlık altında sırasıyla açıklanmıştır.

Modelin Tanıtımı ve Yapısı

TOMGRO modelinin ilk versiyonunda yer alan matematiksel ilişkiler, Jones ve Ark. (15) ile Dayan ve ark. (10) tarafından İsrail de özel sera koşullarında yetiştirilen sırik domates çeşitlerinin gelişimini tanımlamak için geliştirilmiştir. İsrail deki araştırma koşullarında optimum düzeye yakın değerlerde bitki besin maddesi ve sulama suyu bitkiye sağlandığı ve hastalık-zararlı popülasyonu kontrol altında tutulduğundan, TOMGRO modelinde su ve besin maddesi yetersizliğinin bitki gelişimine etkileri incelenmemiştir (10). Fortran77 programlama diliyle yazılmış, dinamik bir model olan TOMGRO, 16 alt programdan oluşmakta ve model girdileri (input) sırasıyla iklim (CLİMAT), bitki (CROPPARM) ve yetiştiriciliğe (MGT.TOM) ilişkin bilgileri içeren 3 ayrı alt dizin altında toplanmaktadır. Her üç alt dizinde gereksinim duyulan model girdileri aşağıda listelenmiştir.

Model Girdi Parametreleri

CLİMAT (İklim Parametreleri) : CLİMAT alt dizininde modelin iklim girdileri okunmaktadır. File1 ismindeki bu dosyada; sırasıyla simulasyon yılı, yılın günü, solar radyasyon (MJm⁻²d⁻¹), maksimum sıcaklık (°C), minimum

sıcaklık (°C), yağış (mm, sera koşullarında sıfır) ve fotosentetik aktif radyasyon ($Em^{-2}d^{-1}$) verileri bulunmaktadır.

CROPPARM (Bitki Parametreleri) : Bu alt dizinde yeralan parametrelerin bir çoğu genellikle bitkilerin genetik özelliklerine bağlı olarak değişmekle beraber, bir kısmı deneme süresince yapılan gözlemler sonucunda elde edilebilmektedir. Anılan parametrelerden başlıcaları şunlardır; -yaprak sayısı, -salkım sayısı, -meyve sayısı, -meyve dökümüne neden olan sıcaklık sınır değeri, -ilk yan dal başlangıcından itibaren yaprak başına düşen salkım sayısı, -ilk meyve salkımına kadar olan boğum sayısı, -spesifik yaprak alanının maksimum değeri, -spesifik yaprak alanının minimum değeri, -ilk salkım oluşumu ile bu salkım üzerinde meyve oluşumu arasında geçen süre, -olgun meyve ağırlığı, -meyve bağlama oranının düşmeye başladığı sıcaklık sınır değeri, -hastalık veya budamaya bağlı yaprak ölüm oranı, -hastalık veya budamaya bağlı meyve ölüm oranı.

MGT.TOM (Yetiştiricilik Parametreleri) : MGT.TOM alt dizini, modelde aynı zamanda yetiştiriciliğe ilişkin bilgilerin girildiği dosyadır. Simulasyonun gerçekleştirilebilmesi için bu dosyada bulunması gerekli veriler; -ekim tarihi veya simulasyon başlangıcı (yılın günü), -vejetasyon süresi (gün), -simulasyon aralığı (gün), -hızlandırılmış simulasyon aralığı (saat), -sera örtü malzemesinin geçirgenliği, -bitki yoğunluğu (bitki/m²), -bitki sıra arası uzaklık (m), -plastokron indeksi başlangıç değeri (boğum sayısı / bitki), -başlangıç yaprak sayısı (yaprak sayısı/bitki) ve başlangıç yaprak ağırlığı (g/bitki) şeklinde sıralanabilir.

Isıtma, soğutma ve CO₂ uygulamalarının yapıldığı sera koşullarında bitkilerin gelişme zamanı, verim ve kalitesinin doğrudan etkilendiği bilinmektedir. Bu nedenle modelde anılan çevre etmenlerinin domates gelişimine etkileri ayrıntılı bir şekilde ele alınmıştır. Yaprak meyve ve gövde gelişiminin, her bir organ için kuru madde dağılımı ve yığılmasının, fotosentez oranı ve solunumun hesaplanabildiği modelle; yaprak alan indeksi, yaprak sayısı, yaprak ağırlığı, kuru madde yığılması, fotosentez, meyve sayısı, meyve ağırlığı, karbondioksit değişim oranı simule edilebilmektedir. TOMGRO-Modelinin girdileri ve çıktıları genel akış diyagramı halinde Şekil 1 de gösterilmiştir.

Sera Denemesi

Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü Deneme Alanında kurulan araştırma, 15 x 24 m boyutlarında, kuzey-güney yönünde

kurulmuş, yay çatılı bir plastik serada yürütülmüştür. Serada örtü malzemesi olarak UV katkılı PE plastik kullanılmıştır. Merkezi ısıtma sistemine sahip serada, araştırma süresince sadece dondan koruma amacıyla ısıtma yapılmış ve böylece sera iç sıcaklığının 5°C'nin altına düşmesi önlenmiştir.

Araştırmada bitkisel materyal olarak F 144 veya Fantastik isimleriyle tanınan İsrail orijinli domates çeşidi kullanılmıştır. Denemede bitkiler 27 Eylül 1995 tarihinde kasalara ekilmiş, 6 Ekim 1995 tarihinde tüplere şaşırtılmış ve 3 Kasım 1995 tarihinde de seraya dikilmiştir.

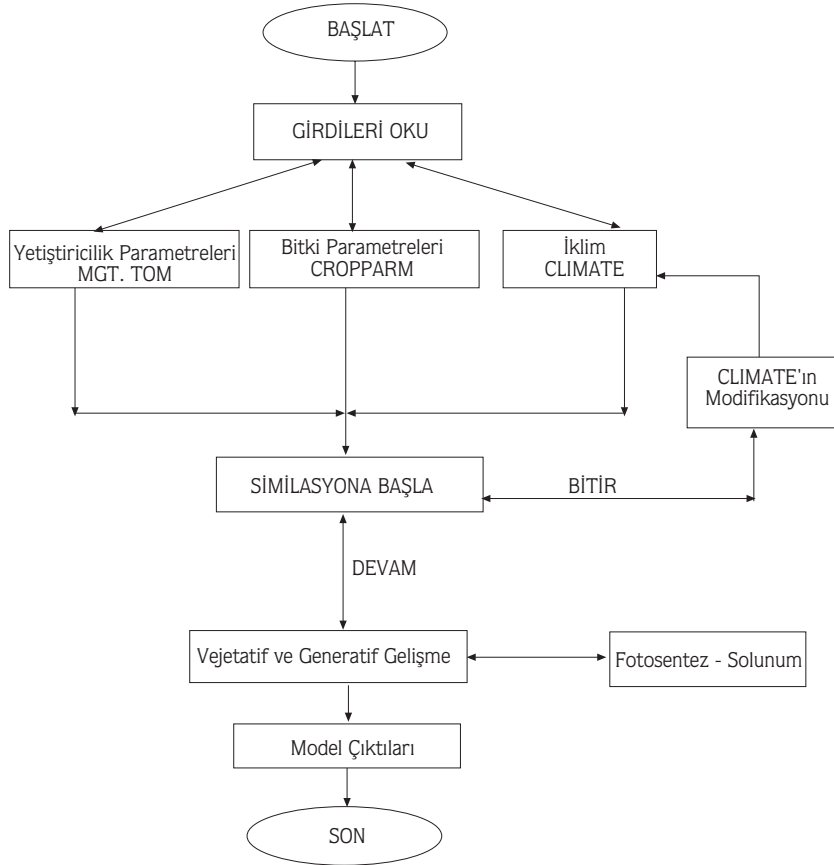
Sera Toprağının Özellikleri

Deneme serası toprağı, ağır kil bünyeli Mutlu Serisi olup, çoğunlukla smectite tipi kil içeren Palexerollic Chromoxeret topraklardır. Orta derecede geçirgenliğe sahip, su tutma kapasiteleri yüksek, verimli tarım toprakları olarak nitelendirilen toprakların diğer temel fiziksel ve kimyasal özellikleri Tablo 1 de verilmiştir.

Sera içine ve dışına yerleştirilen algılayıcılarla sıcaklık (NiCr-Ni), oransal nem (psikrometre), toplam solar radyasyon (solarimetre), rüzgar hızı (anemometre) değerleri birer dakikalık aralıklarla tüm deneme süresince ölçülmüş ve veri kaydedici (Data logger, tip CR10) kullanılarak saatlik ortalamalar halinde disketlere kaydedilmiştir. Kaydedilen değerler daha sonra analiz edilerek, modelde kullanılacak format ve birimlere dönüştürülmüştür.

Araştırma iki farklı sulama (50 kPa (A) ve 70/50 kPa (B) toprak su tansiyonları) ve dört farklı azot düzeyi (0, 100, 150, 200 mg.l⁻¹), konularını kapsayacak biçimde (A0, B0, A150, B150 konuları) tesadüf parselleri deneme desenine göre kurulmuştur. Sulamalar, lateralleri iki bitki sıra arasına döşenmiş, damlatıcı aralığı 30 cm olan damla sulama sistemiyle yapılmıştır. Bitkilerin seraya şaşırtılmasının hemen ardından 8 lt/bitki can suyu uygulanmıştır. Sulama zamanının belirlenmesinde tansiyometrelerden yararlanılmış ve toprak su içeriği nötron su ölçme yöntemi ile deneme süresince izlenmiştir.

Konulara farklı konsantrasyondaki gübreler, sera dışındaki tanklardan, herbir konu için ayrı pompa kullanılarak uygulanmıştır. Konulara göre azot konsantrasyonlarının 0 mg.l⁻¹ , 100 mg.l⁻¹ , 150 mg.l⁻¹ ve 200 mg.l⁻¹ olarak değiştiği çalışmada fosfor ve potasyum her azot dozu için sırasıyla 30 mg.l⁻¹ ve 200 mg.l⁻¹ olarak sabit dozda uygulanmıştır. Serada hastalık



Şekil 1. TOMGRO - Modelinin Akış Diyagramı.

Derinlik cm	Kum %	Silt %	Kil %	OC %	TN %	TK cm ³ cm ⁻³	SN cm ³ cm ⁻³	As g cm ⁻³	pH
5	28	21	51	0.25	0.098	0.30	0.18	1.15	7.8
15	28	21	51	0.50	0.090	0.30	0.18	1.15	7.8
30	28	21	51	0.45	0.080	0.30	0.18	1.15	7.8
60	28	19	53	0.30	0.050	0.30	0.21	1.49	7.7
90	28	19	53	0.30	0.050	0.45	0.21	1.49	7.7

Tablo 1. Deneme Serası Topraklarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.

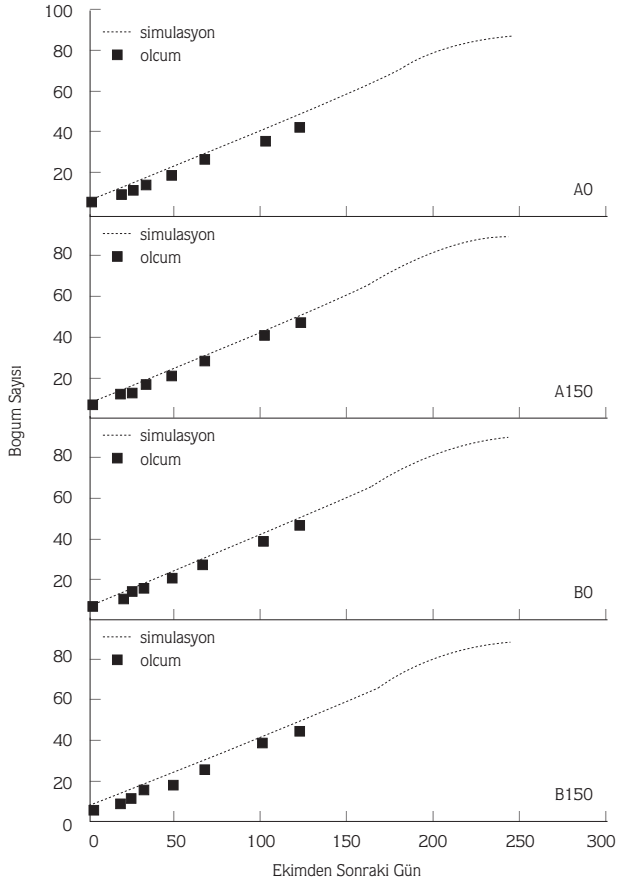
OC : Organik Karbon, TN : Toplam Azot, SN : Solma Noktası,
TK : Tarla Kapasitesi, As : Toprak Kuru Hacim Ağırlığı

ve zararlı görüldükçe bitkilere tarımsal savaşım ilaçları uygulanmış ve böylece hastalık ve zararlıların verime ve kaliteye vereceği hasarın en aza indirgenmesine çalışılmıştır. Verim değerleri, kenar etkisini ortadan kaldırmak amacıyla her parselin ortasında bulunan 16 bitkiden alınmış ve birim alandan alınan ürün gram/m² şeklinde belirlenmiştir. Farklı deneme konularından seçilen örnek bitkilerde; bitki boyu, gövde çapı ve gövde kuru ağırlığı, yaprak sayısı, yaprak alanı, yaprak yaş ve

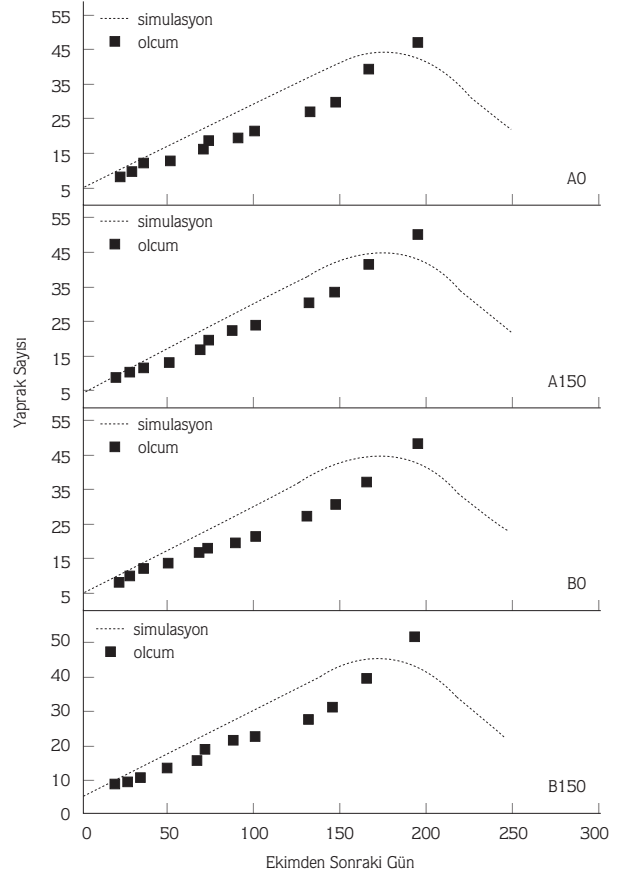
kuru ağırlığı, salkım sayısı, salkımdaki çiçek ile meyve sayısı, meyve yaş ve kuru ağırlığı gibi fenolojik ve morfolojik özellikler belirli aralıklarla gözlemlenmiştir.

Bulgular ve Tartışma

Simule edilen ve sera denemesinde gözlemlenen boğum sayıları Şekil 2 de grafiklenmiştir. Şekilden de görüldüğü gibi model ile kestirilen boğum sayısı değerleri,



Şekil 2. Simüle edilen ve ölçülen boğum sayısı değerleri.



Şekil 3. Simüle edilen ve ölçülen yaprak sayısı değerleri.

gözlemlenen boğum sayısı değerleri ile uyum göstermektedir. Bu uyum, modelin morfolojik yapılandırılmasında bilgi ve matematiksel ilişkilerin detaylı bir şekilde incelenmiş olmasının bir sonucudur. Zira modelde domates bitkisi için farklı çeşitlere ilişkin bilgileri içeren genetik katsayılar, ayrıntılı bir şekilde irdelenmiştir.

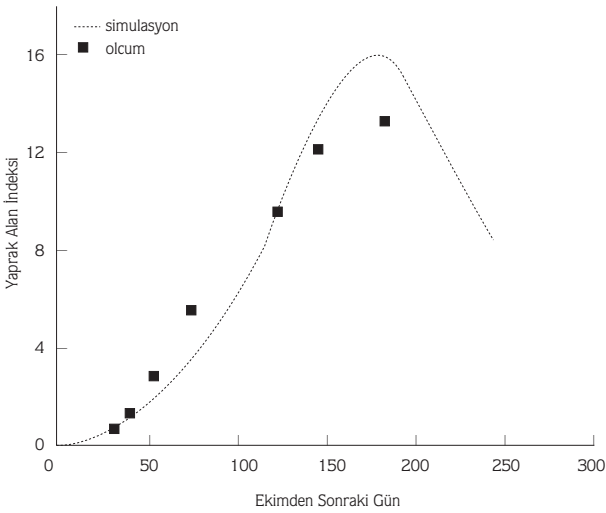
TOMGRO Modelinde yaprak gelişimi, yaprakların 20 yaş sınıfına ayrılmasının yanısıra canlı, kuru ve koparılmış yapraklar olarak farklı kategorilerde incelenmektedir. Şekil 3 de model ile kestirilen ve gözlenen canlı yaprak sayıları grafiklenmiştir. Model ile kestirilen değerler farklı sulama ve gübreleme konularında sistematik olarak gözlemlenen değerlerden yüksek olmuştur. Ancak su ve gübre stresinin olmadığı A150 konusunda gözlemlenen değerler ile kestirilen değerler birbiri ile diğer konulara kıyasla daha iyi bir uyum göstermişlerdir. Bu durum da modelin geliştirilme aşamasında daha önce Materyal ve Yöntem bölümünde de anlatıldığı gibi- bitki gelişiminin

simulasyonunda bu iki kültürel önlemin optimumunda tutulmasından kaynaklanmaktadır. Modelde gelişime ilişkin tüm varsayım ve matematiksel ilişkiler; su ve gübrenin kısıtlayıcı faktörler olmadığı durumlar için geliştirilmiştir.

Yukarıda değinilen nedenlerden ayrı olarak yaprak sayısındaki (özellikle A150 konusu için) bire birlik uyumdan sapmanın diğer önemli bir nedeni de, modelde yaprak gelişiminin hesaplanmasında 20 yaş sınıfının kullanılması ile hastalık ve zararlıların etkisi gösterilebilir. Zira yaprak sayılarının gözlemlendiği tarihlerde bitki üzerinde olan yapraklardan bir kısmı hafif sararmaya başladığında bu yaprakların birkaç gün sonra diğer bir yaş sınıfına gireceği düşünüldüğünden yapraklar canlı yaprak olarak kaydedilmemiştir. Su ve gübrede olduğu gibi hastalık ve zararlılarla mücadelenin bitki gelişimini hiç etkilemeden yapıldığı koşullarda geliştirilen model sonuçlarının, 1995-96 sezonunda yürütülen sera

denemesinde olduğu gibi ancak belli bir zararlanmanın görülmesinden sonra yapılan mücadele sonrasında elde edilen sonuçlarla çok iyi bir uyum göstermemesinin, modelin uygunluğundaki eksiklikten çok gözlemlenmedeki gecikme ve yanılsamalardan olduğu düşünülmektedir.

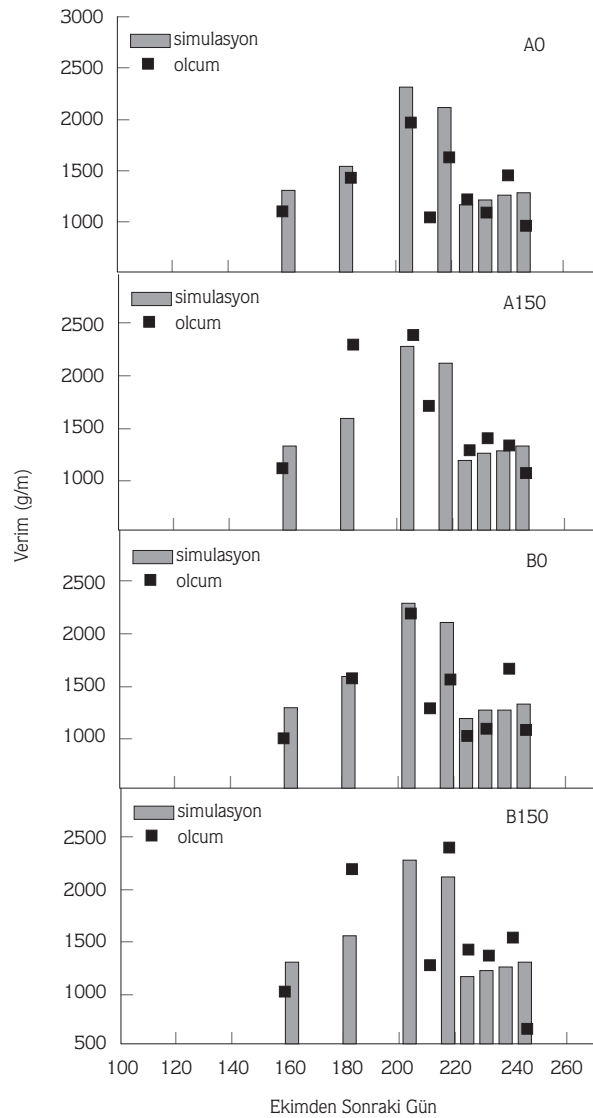
Sera denemesinde deneme parsellerinde bitkilerin az sayıda olmasından dolayı yaprak alanı değerleri su ve gübrenin tam uygulandığı kenar parsellerden belirli aralıklarla alınan örneklerde belirlenmiştir. Bu nedenle sadece bir parselde bulunan bitkilerden elde edilen yaprak alanı ölçüm değerleri ile modelden elde edilen değerler Şekil 4 de grafiklenmiştir. Model ile kestirilen yaprak sayısı değerlerinin gözlemlenen değerlerden daha yüksek olmasının sonucunda simule edilen yaprak alan indeksi değerleri de aynı oranda olmasa da gözlemlenenlerden daha yüksek olmuştur. Şekilden de görüldüğü gibi dördüncü ve son ölçüm değerlerindeki sapmalar tüm değerler içinde en çok sapma gösteren değerler olmuştur. Model boğum sayısını tamamiyle ve yaprak sayısını da kısmen morfolojik yapılanma alt programında hesaplarken; yaprak alan gelişimini daha çok fotosentez oranına bağlı olarak hesaplamaktadır. Sera denemesinde sera içi CO₂ ölçümü teknik olanaksızlıklar nedeniyle gerçekleştirilememiştir. Bu nedenle gündüz havalandırmanın yapıldığı ve ek olarak CO₂ gübrelemesinin yapılmadığı koşullara uygun olarak sera CO₂ giriş değeri 350 (mol mol⁻¹ olarak alınmıştır. Ölçülen maksimum yaprak alanı değerlerinin, kestilen değerlerden daha düşük olması modelin CO₂ miktarına duyarlı olmasından da kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Simule edilen ve ölçülen yaprak alan indeksi değerleri.

Şekil 5'de ölçülen ve simule edilen bazı haftalık verim değerleri grafiklenmiştir. Sera denemesinde hasatlara Temmuz ayında da devam edilmiştir. Ancak anılan aya ilişkin iklim verilerinin, veri kaydedicide oluşan teknik arızadan dolayı ölçülememesinden dolayı model, Haziran ayı sonuna kadar çalıştırılmıştır. Bu nedenle tüm deneme boyunca alınan haftalık verim değerleri yerine sadece bu dönemden önce alınan verimler grafiklenmiştir.

Model ile kestirilen verimler, gübre uygulanmayan konularda (AO ve BO) az da olsa ölçülen değerlerden daha yüksek olmuştur. Daha önce de değinildiği gibi bu durum modelde gübre ve suyun bitki gelişimi ve verimini



Şekil 5. Simule edilen ve ölçülen haftalık verim değerleri.

kısıtlayıcı faktör olarak alınmamasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca modelde kestirilen meyvelerin hasat olgunluğuna ulaşma tarihi ile gerçek hasat tarihleri arasındaki 1-2 günlük fark da bu küçük uyumsuzlukların nedeni olarak sayılabilir. Her iki gübresiz konudan elde edilen toplam verim değerlerine bakıldığında ise kestirilen ve ölçülen değerler arasındaki farkın sadece %1 ve %2 olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar modelin TOMGRO Modeli ile sera domates yetiştiriciliğinde verimin başarıyla tahmin edilebildiğini göstermektedir.

Gübrelemenin yapıldığı ancak iki farklı su düzeyine sahip A150 ve B150 konularından elde edilen verim değerleri ise modelle kestirilen değerlerden daha yüksek olmuştur. Grafikte kestirilen ile ölçülen değerler arasındaki farkın en yüksek olduğu dönem (2. bar/nokta) incelendiğinde, modelin ilk hasatta ölçülenden daha çok, ikinci hasatta ise daha az sayıda meyvenin hasat olgunluğuna geldiğini simüle ettiğini görüyoruz. Ölçülen

ve simüle edilen değerler arasındaki bu fark, genelde denemede ve modelde hasat olgunluğunun göstergesi olarak kullanılan meyve kızarıklığının belirlenmesindeki küçük görsel farklılıklardan kaynaklanmaktadır.

Sonuç olarak bu çalışma ile TOMGRO Modelinin seralarda iklimlendirme ile ilgili stratejilerin belirlenmesinin yanısıra Çukurova sera domates yetiştiriciliğinde domates gelişimi ve veriminin tahmin edilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Ancak sulama, gübreleme ve hastalık ve zararlıların etkisi gibi bitki gelişimini önemli ölçüde etkileyen ve pahalı girdiler olmaları nedeniyle üreticileri karar aşamasında yönlendiren etmenlerin, birer alt program ile modele entegre edilmesi modelin güvenilirlik sınırları ile kullanım alanını genişletecektir. Bu nedenle farklı disiplinlerden uzmanların birlikte yapacakları ve sunulan bu çalışmadan elde edilen sonuçlar üzerine kurulacak yeni çalışmalar Çukurova seracılığına önemli katkılar sağlayacaktır.

Kaynaklar

1. Baytorun, A.N., Abak, K., Tokgöz, H., Güler, Y., Üstün, S., Seraların kışın iklimlendirilmesi ve denetimi üzerinde araştırmalar. Tübitak Projeleri, TOAG-993, 98s., 1995.
2. Challa, H., Van de Vooren, A Strategy for climate control in greenhouses in early winter. *Acta Hort.*, 106, 159-164, 1980.
3. Seligman, N.G., The crop model record: promise or a poor show? In *Theoretical production ecology: Reflections and prospects*, eds R. Rabbinge, J. Goudriaan, H. van Keulen, F.W.T. Penning de Vries & H.N. van Laar. Simulation monographs no. 34, Pudoc, Wageningen, The Netherlands, pp. 149-63, 1990.
4. Acock, B., Charles-Edwards, D.A., Fitter, D.J., Hand, D.W., Ludwig, L.J., Warren-Wilson J., Withers, A.C., The contribution of leaves from different levels within a tomato crop to canopy net photosynthesis: An experimental examination of two canopy models. *J. Exp. Bot.*, 29, 815-827, 1978.
5. Hoogenboom, G., Simulation of the growth of tomatoes in a greenhouse. Department of theoretical production ecology, Agricultural University, Wageningen, Netherlands, 1980.
6. Gent, M.P.N., Enoch, H.Z., Temperature dependence of vegetative growth and dark respiration: A mathematical model. *Plant Phys.* 71:562-567, 1983.
7. Wolf, S., Rudich, J., Marani, A., Rekah, Y., Predicting harvesting date processing tomatoes by a simulation model. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111(1): 11-16, 1986
8. Kano, A., Van Bavel, C.H.M., Desing and test of a simulation model of tomato growth and yield in a greenhouse. *J. Japon Soc. Hort. Sci.* 56:408-416, 1988
9. Hesketh, J.D., Jones, J.W., Status of computer simulators for plant growth. *Ecol. modeling* 2:235-247, 1976
10. Dayan, E., Van Keulen, H., Jones, J.W., Vipori, I., Shmuel, D., Challa, H., TOMGRO-A Greenhouse- Tomato Simulation Model. Simulation Report 29, CABO-DLO, Wageningen, 1993.
11. Topçu, S., Tekinel, O., Bitki Büyümesinin Modelleştirilmesi, Model Tipleri ve Kullanım Alanları. *Toprak Dergisi*, 94/1, 14-18, 1994.
12. Topçu, S., Allison, B. E., Calibration of the Cotton Growth Simulation Model COTTAM Under Furrow Irrigation in South-Turkey. *Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft*, 30:2, 163-178, DLG Verlag, Germany, 1995.
13. Topçu, S., "CORNF" Mısır Bitki Büyüme Simulasyon Modelinin Almanya Güney Bölgesi İçin Kalibrasyonu ve Validasyonu. *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 20:2, 99-105, 1996.
14. Yazar, A., Sezen, S. M., Verification and Validation of CERES-Wheat Model Under Çukurova Conditions, *Tr. J. of Agriculture and Forestry*, 21:4, 335-343, 1997.
15. Jones, J.W., Dayan, E., Allen, L.H., Van Keulen H., Challa, H., A dynamic tomato growth and yield Model (TOMGRO). *Trans. ASAE*, 34,663-672, 1991.