



Modeling of Growth Degree-Day Values of Tomato (*Solanum lycopersicum L.*) Plant: The Case of Çukurova Region[#]

Ali Yücel^{1,a}, Atılğan Atılğan^{2,b,*}, Hakan Aktaş^{3,c}

¹Construction, Osmaniye Vocational School, Osmaniye Korkut Ata University, 80000 Merkez/Osmaniye, Turkey

²Department of Agricultural Structures and Irrigation, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32000 Isparta, Turkey

³Department of Horticulture, Faculty of Agriculture, Isparta University of Applied Sciences, 32000 Isparta, Turkey

*Corresponding author

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p>[#]This study was presented as an oral presentation at the 13th National, 1th International Field Crops Conference (Antalya, TABKON 2019)</p> <p><i>Research Article</i></p> <p>Received : 19/11/2019 Accepted : 05/12/2019</p> <p>Keywords: Tomato Modelling Çukurova Temperature and Rainfall GDD</p>	<p>In this study, tomato plant, which is among the most grown vegetables in our country, was chosen as the subject of the research. In the production of tomato, Çukurova region has an increasing production potential in recent years. Therefore, Çukurova region was chosen as the study area. In this study, the long-term temperature and rainfall values of the provinces in the research area constituted the material of the study. Growing Degree-Day (GDD) method was used in the study. The base temperatures were selected for the developmental stages of the tomato plant. GDD values were calculated according to the base temperature values of tomato plant in the developmental periods. The calculated values were examined and the suitability of the provinces in the research area was determined. In line with this information, it was concluded that the province of Mersin stands out. Predetermination of crop production areas and production according to these areas will affect the yield positively. Therefore, the increase of the producer's income will also contribute to the national economy in a positive way. In addition, multiple nonlinear regression equations were developed according to the basic temperature values selected for the growth stages of tomato plant. As a result, by using these equations, it was concluded that the variables that affect GDD values of tomato plant will be informed about the development of tomato in advance.</p>

Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi 7(sp2): 23-28, 2019

Domates (*Solanum lycopersicum L.*) Bitkisinin Büyüme Derece-Gün Değerlerinin Modellenmesi: Çukurova Yöresi Örneği

MAKALE BİLGİSİ	ÖZ
<p><i>Araştırma Makalesi</i></p> <p>Geliş : 19/11/2019 Kabul : 05/12/2019</p> <p>Anahtar Kelimeler: Domates Modelleme Çukurova Sıcaklık ve Yağış BDG</p>	<p>Çalışmada ülkemizde en çok yetiştirilen sebzeler arasında yer alan domates bitkisi araştırmanın konusu olarak seçilmiştir. Domates üretiminde Çukurova yöresi son yıllarda giderek artan bir üretim potansiyeline sahiptir. Dolayısıyla çalışma alanı olarak Çukurova yöresi seçilmiştir. Çalışmada araştırma alanındaki illere ait uzun yıllık sıcaklık ve yağış değerleri çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Çalışmada Büyüme Derece-Gün (BDG) yöntemi kullanılmıştır. Domates bitkisinin gelişim evreleri için denge sıcaklıkları seçilmiş, gelişim dönemlerindeki denge sıcaklık değerlerine göre BDG değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler irdelenerek araştırma alanındaki illerin yetiştiricilik açısından uygunluğu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışmadan elde edilen veriler doğrultusunda Mersin ilinin ön plana çıktığı kanısına varılmıştır. Bitkisel üretim alanlarının önceden belirlenmesi ve bu alanlara göre üretim yapılması verimi olumlu yönde etkileyecektir. Dolayısıyla üreticinin gelirinin artması ülke ekonomisine de olumlu yönde katkı sağlayacaktır. Ayrıca, domates bitkisinin gelişim evreleri için seçilen temel sıcaklık değerlerine göre çoklu doğrusal olmayan regresyon denklemleri geliştirilmiştir. Sonuç olarak, geliştirilen bu denklemler kullanılarak domates bitkisinin BDG değerlerini etkileyen değişkenler sayesinde domatesin gelişimi hakkında önceden bilgi sahibi olunacağı kanısına varılmıştır.</p>

^a ayuce1965@gmail.com
^c aktashakan33@gmail.com

^b <https://orcid.org/0000-0002-4543-4123>
^b <https://orcid.org/0000-0001-8280-5758>

^b atilganatilgan@isparta.edu.tr

^b <https://orcid.org/0000-0003-2391-0317>



Giriş

Anavatanı Güney Amerika olan domates bitkisi sebze üretimi ve tüketimi içerisinde hem ülkemizde hem de dünya genelinde en çok üretilen ve tüketilen bitkiler arasında yer almaktadır. Aynı zamanda gıda sanayisinde de en çok işlem gören hammaddelerden biri olarak ön plana çıkmaktadır. Ülkemizde de hemen hemen her bölgede domates yetiştiriciliği yapılmaktadır (Kazak ve ark., 2018). Dolayısıyla domates bitkisi ülkemizde üretim, tüketim ve ekonomik bakımdan tarımsal faaliyeti yapılan sebzeler içerisinde ilk sırada kendine yer bulmuştur. Araştırmacılar domates bitkisinin yetiştiriciliği yapılan alanlarda üreticilerin önemli gelir kaynaklarından biri olduğunu bildirmişlerdir (Çelik ve Özbay, 2015). Bu ve benzeri avantajları nedeniyle domates bitkisi beslenme açısından önemli ve vazgeçilmez tarım ürünlerinden birisi olarak kabul edilmektedir (Ertürk ve Çirka, 2015; Güçgeldi, 2016)

Sıcaklık, yağış gibi meteorolojik faktörler bitkisel üretimin gerçekleşmesi sürecinde bitki gelişimi ve yetişmesi için önemli faktörlerdir. Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarında fiziksel ve fizyolojik süreçlerin sıcaklığa bağlı olduğunu bildirmişlerdir (Yoldaş ve Eşiyok 2005; Parthasarathi, ve ark., 2013). Dolayısıyla, bitkilerin fenolojik dönemlerdeki gelişmelerini ölçmek için Büyüme derece-gün veya Büyüme derece-saat gibi sıcaklık indisleri çalışmalarda kullanılmaktadır (Synder ve ark., 1999; Payero, 2017). Ayrıca araştırmacılar BDG değerlerinin bitkilerin ve böceklerin yetiştirme periyodları boyunca büyüme ve gelişmelerini tahmin etmede kullanılabileceklerini belirtmişlerdir. Bitkilerin sıcaklık stresi tahmininde, herhangi bir bitkinin herhangi bir bölgeye uygunluğunun belirlenmesinde, bitkilerin meyve olgunlaşması ve hasat tarihlerinin belirlenmesinde de BDG değerlerini kullanılabileceklerini bildirmişlerdir (Kadioğlu ve Şaylan, 2001). Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de en çok yetiştiriciliği yapılan sebzeler arasında yer alan domates bitkisinin BDG değerlerinin hesaplanmasında kullanılacak denklemlerin geliştirilmesidir. Bu amaçla korelasyon ve en iyi alt denklem analizleri yapılarak domates bitkisinin her bir fenolojik evresinde BDG değerlerinin tahmininde kullanılacak denklemler geliştirilmeye çalışılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışmada ülkemizde en çok yetiştirilen sebzeler arasında yer alan domates bitkisi araştırmanın konusu olarak seçilmiştir. Araştırma alanı olarak da yadsınamayacak miktarda domates üretim alanına sahip olan Çukurova bölgesi (Adana, Mersin Osmaniye) seçilmiştir. Çalışmada araştırma alanındaki illere ait uzun yıllık sıcaklık (Tmak, Tört, Tmin) ve yağış (Pt-ort, Pmak, Port) değerleri çalışmanın materyalini oluşturmuştur. Araştırma alanında açıkta domates yetiştiriciliğinin başlangıç tarihi 5 Mart olarak belirlenmiştir (Çizelge 1).

Büyüme Derece-Gün (BDG) Metodu

Tarımsal çalışmalarda sıcaklık değerlerinden yararlanarak bitki gelişiminin daha önceden tahmin edilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Büyüme Derece-Gün (BDG) metodu en çok kullanılan yöntemlerden birisidir. BDG metodu, meteoroloji

stasyonlarında ölçülen günlük maksimum (Tmak) ve minimum sıcaklık (Tmin) değerlerinden yararlanarak hesaplanmaktadır. BDG değerleri aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanmıştır.

$$BDG = \sum_{i=1}^n \left(\frac{T_{mak} + T_{min}}{2} - T_o \right) \quad (1)$$

Burada; Tmak günlük maksimum sıcaklık değeri (°C), Tmin günlük minimum sıcaklık değeri (°C), To domates bitkisinin farklı fenolojik dönemleri için önerilen sıcaklık değeri (°C) ve n ise yıl gün sayısıdır. Eşitlik 1’deki $(T_{mak} + T_{min})/2 > T_o$ olması durumunda Büyüme derece-gün (BDG) değeri hesaplanır. Yani bitkide büyümenin olduğu belirlenmiş olur. $(T_{mak} + T_{min})/2 < T_o$ olması durumunda ise BDG değeri hesaplanmaz (McMaster ve Wilhelm, 1997; Snyder, ve ark., 1999; Kadioğlu ve Şaylan, 2001; Matzarakis, ve ark., 2007; Rulm, ve ark., 2010; de Souza, ve ark., 2011).

İstatistiksel Yöntemler

Korelasyon analizi (r): Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ikili ilişkinin olup olmadığını, eğer ilişki varsa bu ilişkinin derecesini ve yönünü sayısal olarak belirlememizi sağlayan istatistiksel bir tekniktir. Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin derecesine ise korelasyon katsayısı denir (Gomez ve Gomez, 1984; Şentürk ve Aşan, 2007; Sheskin, 2011). Korelasyon katsayısı (r);

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Burada; x_i bağımsız değişken, y_i bağımlı değişken, \bar{x} bağımsız değişken seri ortalaması, \bar{y} bağımlı değişken seri ortalaması ve n gözlem sayısıdır.

Olasılık değeri (p): Yapılan araştırma çalışmaları sonucunda elde edilen bir bulgunun araştırmacı açısından istatistiksel anlamlılığının önemli ya da önemsiz olma derecesini belirtir. Genel olarak fen bilimleri araştırmalarında p değeri %5 alınır. Çalışmadan elde edilen bir bulgunun araştırmacı açısından önemli olması için sonuçların $\leq 0,05$ ($\leq 0,05$)’den küçük olması istenir. p değeri küçüldükçe yapılan çalışmanın istatistiksel olarak anlamlı farklılığının kanıtı artar (Dawson ve Trapp, 2004; Kul, 2014; Wasserstein ve Lazar, 2016).

Çoklu Regresyon Analizi: Bağımlı değişkeni etkilediği kabul edilen bağımsız değişkenler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde çoklu doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon analizleri kullanılmaktadır. Tarımsal, meteorolojik, çevre, hidrolojik gibi çalışmalarda kullanım kolaylığı bakımından çoklu doğrusal regresyon analizi en çok tercih edilmektedir. Genel denklemler;

Çoklu doğrusal regresyon için,

$$Y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + \dots + b_n \cdot x_n + \varepsilon \quad (3)$$

ve çoklu doğrusal olmayan regresyon için,

$$Y = b_0 \cdot x_1^{b_1} \cdot x_2^{b_2} \cdot \dots \cdot x_n^{b_n} + \varepsilon \quad (4)$$

Burada; Y bağımlı değişken, x_1, x_2, \dots, x_n bağımsız değişkenler, $b_0, b_1, b_2, \dots, b_n$ çoklu doğrusal/doğrusal olmayan regresyon katsayıları ve ϵ hata (artık) terim'dir (Draper ve Smith, 1981; Yan ve Su, 2009; Proust, 2010; Montgomery ve ark., 2012).

En İyi Alt Denklem Modelleri Analizi (Best Subset): Bağımsız değişken ile birden fazla bağımsız değişkenler arasındaki ilişkiyi belirlemek amacıyla çoklu doğrusal veya doğrusal olmayan regresyon analizi yapılmaktadır.

Analiz sonucunda en iyi alt denklem modeli bağımsız değişken üzerine etkili olan bağımsız değişkenlere ve R^2 değerlerine göre sıralanır. Belirlenen tüm alt denklem modelleri içinde en az bağımsız değişken içeren en iyi alt denklem modeli R^2 değerleri arasında karşılaştırma yapılarak belirlenmektedir (Hocking ve Leslie, 1967; Draper ve Smith, 1981; Kleinbaum ve ark., 1998; Yan ve Su, 2009; Montgomery ve ark., 2012).

Çizelge 1 Çukurova bölgesi için domatesin yetiştirme periyotları, vejetasyon süresi ve sıcaklık istekleri
Table 1 Growing periods, vegetation and temperature requirements of tomato for Çukurova region

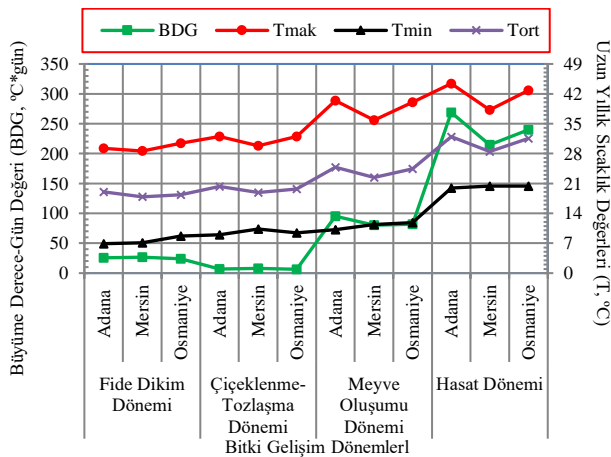
Yetiştirme Periyotları	Periyot Başlangıcı ve Sonu	Vejetasyon Süresi (Gün)	Sıcaklık İsteği (°C)
Fide Dikimi Dönemi	5 Mart-19 Mart	15	11-21
Çiçeklenme-Tozlaşma Dönemi	20 Mart-26 Mart	7	15-23
Meyve Oluşumu Dönemi	27 Mart-19 Mayıs	54	15-30
Hasat Dönemi	20 Mayıs-20 Temmuz	62	15-32
Toplam vejetasyon süresi		138	

Bulgular ve Tartışma

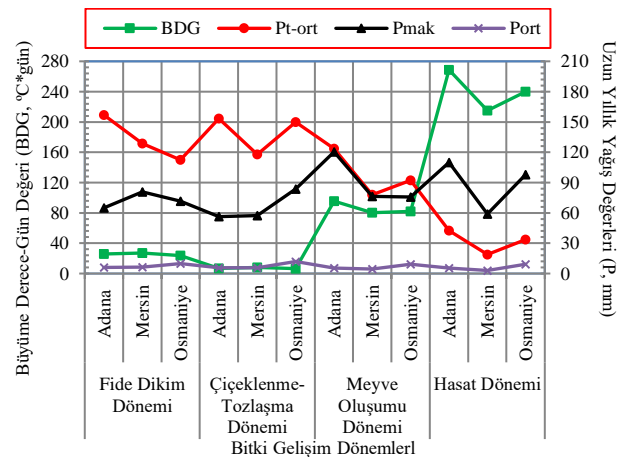
Araştırmada Çukurova bölgesine ait illerdeki uzun yıllık sıcaklık ile domates bitkisi için önerilen temel sıcaklık değerleri kullanılarak BDG değerleri hesaplanmıştır. Hesaplanan bu değerler ile birlikte çalışma alanındaki uzun yıllık maksimum (Tmak), minimum (Tmin) ve ortalama (Tort) sıcaklık değerlerinin gösterimi Şekil 1'de verilmiştir. Domates bitkisinin fide dikim döneminde en yüksek BDG değerlerinin (26,863°C*gün) Mersin ilinden elde edildiği belirlenmiştir. Bu dönemde elde edilen en düşük Tmak değeri de (28,6°C) Mersin İlinde gerçekleşmiştir. Fide döneminde, Tüzel ve ark (2009) domates bitkisinin ideal gelişiminin 13-20°C arasında sıcaklık isteklerinin olduğunu bildirmişlerdir. Tort sıcaklıklara baktığımızda bu değerleri her 3 ilimizin de sağladığı görülmektedir. Domates bitkisinin çiçeklenme ve tozlaşma döneminde yine en yüksek BDG değeri (8,061 °C*gün) Mersin ilinde gerçekleşmiştir. Bu ilimizi sırasıyla Adana ve Osmaniye illeri takip etmiştir. Bu yetiştirme periyodunda Tmak değerinin en düşük olduğu il yine Mersin olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar domates bitkisinin tozlaşma olayının en ideal sıcaklık değerleri olarak 18-21°C olarak belirtmişlerdir (Anonim, 2008). Ata (2015) ise döllenmenin gerçekleşebilmesi için sıcaklığın 16-17°C'den yüksek olması gerektiğini belirtmiştir. 10°C'den düşük sıcaklıklar

ile 38°C'den yukarı sıcaklıklarda polenin çimlenmesi, dolayısıyla döllenmenin olması güçleşir (Anonim, 2016). Tmin, Tmak ve Tort sıcaklık değerleri açısından bu koşullara en uygun alanın Mersin ili olduğu Şekil 1'den anlaşılmaktadır. Mersin ilinin bu üretim dönemine ait Tmak, Tort ve Tmin sıcaklık değerleri sırasıyla 29,8°C, 18,8°C ve 10,3°C olarak gerçekleşmiştir.

Meyve oluşumu döneminde en yüksek BDG değerleri ise Adana ilinde gerçekleşmiştir. Domates bitkisinin büyümesi için en uygun sıcaklık değeri 22-26°C olarak belirtilmektedir (Ata, 2015). Domates bitkisi için sıcaklık değerinin 15°C'nin altına ve 35°C'nin üstüne çıktığı zaman meyve tutumunda düzensizlikler olduğu yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Anonim, 2008; Ata, 2015). Bu periyoda ait Tmak sıcaklık değeri Adana'da 40,4°C olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). Adana ve Osmaniye illerinin sadece Tort sıcaklık değerleri açısından bu döneme ait önerilen sıcaklık değerlerini sağladığı belirlenmiştir. Mersin ilinde gerçekleşen Tmak sıcaklık değeri ise 35,8°C olarak belirlenmiştir. Mersin ili için Tmak değerinin sınır değeri olduğu göz önüne alındığında, bu ilimizin hem Tmak hem de Tort değerleri açısından önerilen sıcaklıklara daha uygun yetiştiricilik alanına sahip olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 1 Domates bitkisinin BDG ile sıcaklık değerlerinin değişimi
Figure 1 Change of GDD and temperature values of tomato plant



Şekil 2 Domates bitkisinin BDG ile yağış değerlerinin değişimi
Figure 2 Change of GDD and rainfall values of tomato plant

Çizelge 2 Bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon analizi sonuçları
 Table 2 Correlation analysis results between dependent and independent variables

Bağımlı Değişken	Bağımsız Değişkenler						
	Tmak	Tort	Tmin	Pt-ort	Pmak	Port	
Ham (Gerçek) Değerleri Arasında Yapılan Korelasyon Analizi							
Fide dikim dönemi							
BDG	r	-0,9999		-0,912	0,538		-0,921
	p	0,008		0,269	0,638		0,255
Çiçeklenme-Tozlaşma dönemi							
BDG	r	-0,956	-0,746	0,825	-0,927	-0,709	-0,737
	p	0,019	0,464	0,383	0,245	0,499	0,472
Meyve oluşum dönemi							
BDG	r	0,649	0,709	-0,941	0,978	0,993	
	p	0,551	0,498	0,221	0,133	0,025	
Hasat dönemi							
BDG	r	0,951	0,894	-0,887	0,983	0,942	
	p	0,201	0,296	0,306	0,017	0,217	
Logaritmik Dönüşüm Değerleri Arasında Yapılan Korelasyon Analizi							
Fide dikim dönemi							
BDG	r	-0,999		-0,913	0,587		-0,919
	p	0,022		0,268	0,600		0,259
Çiçeklenme-Tozlaşma dönemi							
BDG	r	-0,949	-0,736	0,800	-0,921	-0,722	-0,757
	p	0,021	0,474	0,410	0,255	0,487	0,453
Meyve oluşum dönemi							
BDG	r	0,652	0,710	-0,942	0,967	0,992	
	p	0,548	0,497	0,217	0,165	0,026	
Hasat dönemi							
BDG	r	0,956	0,906	-0,872	0,969	0,936	0,528
	p	0,190	0,279	0,326	0,019	0,230	0,646

Çizelge 3 Bağımlı ve bağımsız değişkenlere yapılan en iyi alt denklem modelleri analizi sonuçları
 Table 3 The results of the analysis of the best subset models for dependent and independent variables

Bağımlı Değişken	En İyi Alt Denklem Modeli	Korelasyon Katsayısı (r)	Standart Sapma (s)	Bağımsız Değişkenler					
				Tmak	Tort	Tmin	Pt-ort	Pmak	Port
Ham (Gerçek) Değerleri Arasında Yapılan En İyi Denklem Modelleri Analizi									
Fide dikim dönemi									
BDG	1	-0,9999	0,0266	X					
Çiçeklenme-Tozlaşma dönemi									
BDG	1	-0,956	0,3338	X					
Meyve oluşum dönemi									
BDG	1	0,993	1,3845						X
Hasat dönemi									
BDG	1	0,983	6,9879				X		
Logaritmik Dönüşüm Değerleri Arasında Yapılan En İyi Denklem Modelleri Analizi									
Fide dikim dönemi									
BDG	1	-0,999	0,0013	X					
Çiçeklenme-Tozlaşma dönemi									
BDG	1	-0,949	0,0216	X					
Meyve oluşum dönemi									
BDG	1	0,992	0,0076						X
Hasat dönemi									
BDG	1	0,969	0,0170				X		

Domates bitkisinin son periyodu olan hasat döneminde de en yüksek Tmak sıcaklık ile BDG değerinin Adana ilinde gerçekleştiği belirlenmiştir. Domates bitkisinin önerilen sıcaklık değeri 14°C derecenin altına düştüğü zaman olgunlaşmanın geciktiği ve verimin azaldığı belirtilmiştir (Ata, 2015). Bu üretim periyodunda Tmin değerleri açısından her üç ilimizde 14°C'nin üzerinde bir

sıcaklık değeri olduğu, Tmak değerlerinin ise 38°C'nin üzerinde olduğu Şekil 1'den anlaşılmaktadır.

Yine çalışmamızda BDG değerleri ile uzun yıllık Pmak, Port ve Pt-ort yağış değerlerinin domates bitkisinin her bir gelişim dönemine ait gösterimi Şekil 2'de verilmiştir. Her bir yetiştirme dönemindeki en yüksek Pt-ort yağış değerlerinin Adana ilinde olduğu, Mersin ilinin ise

fide dönemi hariç en düşük Pt-ort değerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla en az sulama suyu ihtiyacının Adana, en fazla sulama suyu ihtiyacının ise Mersin ilinde olduğu Şekil 2'den anlaşılmaktadır. Domates bitkisinin günlük su tüketim değerleri iklime bağlı olarak değişmektedir. Fidelerin dikiminden itibaren ilk 20 günde su tüketim miktarının 3-4 mm gün⁻¹ olarak belirtilmiştir (Anonim, 2016). Bu değer vejetatif gelişme döneminde 4-5 mm gün⁻¹, meyve bağlama ve hasat döneminde 7-8 mm gün⁻¹ ve hasat döneminde 5-6 mm gün⁻¹ olarak önerilmiştir (Anonim, 2016). Aynı şekilde diğer üretim periyotlarına baktığımızda domates bitkisinin günlük su tüketim değerlerinin meyve oluşumu ve hasat dönemi dışında sağlandığını söyleyebiliriz. Yine domates bitkisinin damla sulama ile sulandığı zaman 600 mm, salma sulama ile sulanırsa 700 mm sulama suyunun yeterli olduğu belirtilmiştir (Anonim, 2018). Dolayısıyla bu değere en yakın yağış miktarının Adana ilinde olduğu (473 mm) ancak bu ilimizde de sulamanın yapılması gerektiği belirlenmiştir.

Domates bitkisinin her bir gelişme dönemi için hesaplanan BDG değerleri (bağımlı değişken) ile sıcaklık ve yağış değerlerinin (bağımsız değişkenler) hem gerçek değerleri hem de logaritmik dönüşüm değerleri arasındaki ilişkilerin derecesini ve yönünü, istatistiksel olarak %5 önem seviyesinde BDG değerleri üzerine etkili bağımsız değişkenlerinden en çok etkili olanını belirlemek amacıyla korelasyon analizi yapılmıştır. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hem gerçek değerlerine hem de logaritmik dönüşüm değerlerine ayrı ayrı yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Domates bitkisinin her bir gelişme döneminde BDG değerine en çok etki eden bağımsız değişkenin belirlenmesi amacıyla; bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hem gerçek değerlerine hem de logaritmik dönüşüm değerlerine yapılan ayrı ayrı korelasyon analizi sonuçları sırasıyla (Çizelge 2); fide dikim döneminde T_{mak}, çiçeklenme-tozlaşma döneminde T_{mak}, meyve olgunlaşma döneminde P_{mak}, hasat döneminde ise Pt-ort olduğu, diğer bir ifadeyle bağımlı ve bağımsız değerlerin arasında çok yüksek korelasyonların bulunduğu belirlenmiştir. Tüm gelişme dönemlerindeki diğer bağımsız değişkenlerin r değerlerine göre önemli olmasına rağmen, P değerleri (<0,05) bakımından uygun olmamaktadırlar. Yapılan çoklu regresyon analizleri için ayrı ayrı yapılan korelasyon analizleri sonuçlarının birbirlerini destekledikleri belirlenmiştir. Fide dikim ve çiçeklenme-tozlaşma dönemlerinde BDG ile sıcaklık

arasında ters orantı olduğu, bu dönemlerde sıcaklıkların artması ile bitki gelişiminin yavaşladığı, meyve olgunlaşma ve hasat dönemlerinde ise BDG ile yağışların doğru orantılı olduğu ve yağışların bitki gelişiminde en çok etkili değişkenler olduğu belirlenmiştir. En iyi alt denklem modelleri analizinde, çoklu regresyon analizleri için belirlenen bağımlı değişken üzerine etkili olan bağımsız değişkenlerin hem gerçek değerlerine hem de logaritmik dönüşüm değerlerine en iyi ve az sayıda bağımsız değişken veya değişkenleri içeren en iyi alt denklem modellerinin belirlenmesi ve korelasyon analizi sonuçlarının istatistiksel desteklemesi amaçlanmıştır. Bu amaçla bağımlı ve bağımsız değişkenlerin hem gerçek değerlerine hem de logaritmik dönüşüm değerlerine ayrı ayrı yapılan en iyi alt denklem modelleri analizi (Best Subset) sonuçları Çizelge 3'te verilmiştir.

Domates yetiştiriciliğinde her bir gelişme dönemindeki bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gerçek ve logaritmik dönüşüm değerlerine ayrı ayrı yapılan en iyi alt denklem modelleri analizi sonuçlarında (Çizelge 3), bağımlı değişkene etkili olan bağımsız değişkenlerin sırasıyla; fide dikim döneminde T_{mak}, çiçeklenme-tozlaşma döneminde T_{mak}, meyve olgunlaşma döneminde P_{mak}, hasat döneminde ise Pt-ort değerinin olduğu belirlenmiştir. Yani bağımlı ve bağımsız değişkenlerin arasında ilişkilerin önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca en iyi alt denklem modelleri analizi ile korelasyon sonuçları birbirlerine paralellik göstermiştir. Standart sapma (s) değerlerine göre, her bir gelişme dönemi için geliştirilen çoklu doğrusal olmayan regresyon analizi denklemlerinin çoklu doğrusal regresyon analizi denklemlerine göre çok daha uygun oldukları belirlenmiştir. Bağımsız değişkenler kullanılarak oluşturulan genel çoklu doğrusal olmayan regresyon denklemleri; fide dikim ve çiçeklenme-tozlaşma dönemleri için $BDG = b_0 \cdot T_{mak}^{b_1}$, meyve oluşumu dönemi için $BDG = b_0 \cdot P_{mak}^{b_1}$ ve hasat döneminde ise $BDG = b_0 \cdot P_{t-ort}^{b_1}$ oldukları belirlenmiştir. Bölge için domates yetiştiriciliği her bir fenolojik dönemi için genel olarak geliştirilen BDG tahmininde kullanılabilecek çoklu doğrusal olmayan regresyon analizi denklemleri ve istatistiksel özellikleri Çizelge 4'te verilmiştir.

Dolayısıyla domates bitkisinin her bir gelişim periyodu için geliştirilen denklemler kullanılarak, her bir gelişim periyoduna ait BDG değerlerini olumlu ve olumsuz yönde etkileyen değişkenler sayesinde domates bitkisinin gelişimi hakkında önceden bilgi sahibi olunacağı kanısına varılmıştır.

Çizelge 4 Çoklu doğrusal olmayan regresyon denklemi ve istatistiksel özellikleri

Table 4 Multiple nonlinear regression equation and statistical properties

Bağımlı Değişken	Geliştirilen Denklem	r	s	F _{Hesap}	p
Fide dikim dönemi					
BDG	$BDG = 22855,988 \cdot T_{mak}^{-2,011}$	- 0,999	0,0013	860,39	0,022
Çiçeklenme-Tozlaşma dönemi					
BDG	$BDG = 47863,009 \cdot T_{mak}^{-2,560}$	- 0,949	0,0216	89,80	0,021
Meyve oluşum dönemi					
BDG	$BDG = 17,378 \cdot P_{mak}^{0,3552}$	0,992	0,0076	58,46	0,026
Hasat dönemi					
BDG	$BDG = 99,312 \cdot P_{t-ort}^{0,2598}$	0,969	0,0170	15,46	0,019

Sonuç

Çukurova bölgesinde domates bitkisinin her bir gelişim periyoduna ait BDG değerleri hesaplanmış ve sıcaklık ve yağış değerleri ile irdelenmiştir. BDG ve sıcaklık değerleri açısından Mersin ilinin yetiştiricilik açısından daha uygun olduğu kanısına varılmıştır. BDG ile yağış değerleri incelendiğinde her üç ilimizin de yağış değerleri açısından önerilen su tüketim değerlerinin yetersiz olduğu belirlenmiştir. Yine hesaplanan BDG değerleri (bağımlı değişken) ile sıcaklık ve yağış (bağımsız değişkenler) değerleri arasında korelasyon analizi ve en iyi alt denklem modelleri analizleri yapılmıştır. Dolayısıyla geliştirilen bu denklemler sayesinde açıkta domates bitkisinin her bir gelişim periyoduna ait BDG değerlerini olumlu ve olumsuz yönde etkileyen değişkenler sayesinde domates bitkisinin gelişimi hakkında önceden bilgi sahibi olunacağı kanısına varılmıştır.

Kaynaklar

- Anonim. 2008. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi, Bahçecilik-Domates Yetiştiriciliği, 63s, Ankara.
- Anonim. 2016. Saksı ve açık tarlada domates yetiştiriminin püf noktaları, Tarım ve Ziraat Bilgi Bankası, Date:25.10.2019, <https://www.tarimdanhaber.com/tarim-ve-ziraat-bilgi-bankasi/saksi-ve-acik-tarlada-domates-yetistirmenin-puf-noktaları-h3622.html>
- Anonim. 2018. Damla Sulama İle Sanayi Domatesi Yetiştiriciliği, NETAFİM, Erişim Tarihi: 25.10.2019, www.netafim.com.tr.
- Ata A, 2015. Örtüaltı Domates Yetiştiriciliği, T.C. Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar ve Politikalar Genel Müdürlüğü Alata Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsü, Erdemli.
- Çelik Ş, Özbay N. 2015. Almon Gecikme Modeli ile Domates Üretiminde Üretim-Fiyat İlişkinin Analizi: Türkiye Örneği, Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi, 2 (2): 207-213.
- Dawson B, Trapp RG. 2004. Basic & Clinical Biostatistics (LANGE Basic Science), McGraw-Hill Medical.
- de Souza AP, Ramos CMC, de Lima AD, Florentino H, Escobedo JF 2011. Comparison of Methodologies for Degree-Day Estimation Using Numerical Methods, Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, 33(3):391-400.
- Draper N, Smith H. 1981. Applied Regression Analysis, John Wiley and Sons Inc., 708 pp., USA.
- Ertürk YE, Çirka M. 2015. Türkiye’de ve Kuzey Doğu Anadolu Bölgesi (KDAB)’nde Domates Üretimi ve Pazarlaması, YYÜ Tarım Bilimleri Dergisi, 25 (1):84-97.
- Gomez KA, Gomez AA. 1984. Statistical Procedures For Agricultural Research, Second Edition, An International Rice Research Institute Book, A Wiley-interscience Publication, John Wiley & Sons. Inc., 690 pp., USA.
- Güçgeldi B. 2016. Türkiye’nin Domates İhracat Performansı ve Rekabet Gücü, Alınleri Dergisi, 31 (B):1-8.
- Hocking RR, Leslie RN. 1967. Selection of the Best Subset in Regression Analysis, Technometrics, 9(4):531-540.
- Kadioğlu M, Şaylan L. 2001. Trends of Growing Degree-Days in Turkey, Water, Air, and Soil Pollution, 126:83-96.
- Kazak G, Özşenler S, Artukoğlu MM, Yıldız Ö. 2018. Sanayi Domatesi Üretimi ve Pazarlamasında Karşılaşılan Sorunlar: İzmir İli Torbalı İlçesi Örneği, Tarım Ekonomisi Dergisi, 24 (2):215-223.
- Kleinbaum DG, Kupper LL, Muller KE, Nizam A. 1998. Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods, 3rd Edition, an Alexander Kugushev Book, Duxbury Press, USA.
- Kul S. 2014. İstatistik Sonuçlarının Yorumu: p Değeri ve Güven Aralığı Nedir? Plevra Bülteni. 8 (1):11-13.
- Matzarakis A, Ivanova D, Balafoutis C, Makrogiannis T. 2007. Climatology of Growing Degree Days in Greece. Climate Research, 34:233-240.
- McMaster G, Wilhelm W. 1997. Growing Degree-Days: One Equation, Two Interpretations. Agricultural and Forest Meteorology, 87:291-300.
- Montgomery DC, Peck EA, Vining GG. 2012. Introduction to Linear Regression Analysis, Fifth Edition, A John Wiley & Sons, Inc., 679 pp., New Jersey, USA.
- Parthasarathi T, Velu G, Jeyakumar P. 2013. Impact of Crop Heat Units on Growth and Developmental Physiology of Future Crop Production: A Review, Research & Reviews: A Journal of Crop Science and Technology, 2(1):1-11.
- Payero J. 2017. Introduction to Growing Degree Days, Clemson University Cooperative Extension, Agronomic Crops, AC 09-November 2017, 4 pp.
- Proust M. 2010. Modeling and Multivariate Methods, 1st Printing JMP® 9, SAS Institute Inc., Cary, NC, USA.
- Rulm M, Vukovic A, Milatovic D. 2010. Evaluation of different methods for Determining Growing Degree-Day Thresholds in Apricot Cultivars. International Journal of Biometeorology, 54(4):411-422.
- Sheskin D. 2011. Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures Test, Fifth Edition, Chapman and Hall / CR C, 800 pp.
- Snyder RL, Spano D, Cesaraccio C, Duce P. 1999. Determining Degree Day Thresholds from Field Observations. International Journal of Biometeorology, 42:177-182.
- Şentürk S, Aşan Z. 2007. Bulanık Mantıkta Korelasyon Katsayısı; Meteorolojik Olaylarda Bir Uygulama, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Müh. Mim. Fak. Dergisi, 20(1):149-158.
- Tüzel Y, Duyar H, Öztekin GB, Gül A. 2009. Domates Anaçlarının Farklı Dikim Tarihlerinde Bitki Gelişimi, Sıcaklık Toplamı İsteği, Verim ve Kaliteye Etkileri, Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 46 (2):79-92.
- Wasserstein RL, Lazar NA. 2016. The ASA Statement on p-Values: Context, Process, and Purpose, the American Statistician, 70(2):129-133.
- Yan X, Su XG. 2009. Linear Regression Analysis, Theory and Computing, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., 349 pp., Singapore.
- Yoldaş F, Eşiyok D. 2005. Termal Zamanın (°C-Gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı, Ege Üniversitesi Ziraat. Fakültesi Dergisi, 42(3):207-218.