

## Termal Zamanın ( $^{\circ}\text{C}$ -Gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı

Funda YOLDAŞ<sup>1</sup> Dursun EŞİYOK<sup>2</sup>

### Summary

#### The Use of Thermal Time ( $^{\circ}\text{C}$ -days) on Plant Production

Degree day units are often used in agronomy essentially to estimate or predict the lengths of the different phases of development. The concept of degree days is based on premise that the higher the temperature, the faster plants and insects grow. Degree days also called heat units.

Information on the total degree days required for a crop to reach maturity is often provided by the Company selling the seeds. Using the information, the approximate maturity date of the crop can be predicted by using the average number of degree days in the particular month for particular location.

**Key words:** Temperature, growing degree-days, thermal time.

### Giriş

Artan nüfus ile birlikte tarım ürünlerine olan talepteki artış, Dünyada ve Türkiye’de yeni alternatif ürünlerin devreye girmesi, üretim planlamasının daha bilinçli yapılması gerekliliğini ön plana çıkarmaktadır. Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesi ve seçilen ürünlerin doğru zamanlarda, doğru teknikler kullanılarak üretilmeleri gerekmektedir. Üretim yapılacak bölgede seçim için öncelikle iklimsel faktörler (sıcaklık, ışık, nem vb.) önem taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi de sıcaklıktır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak tür ve çeşitler seçilirken, o bölgenin max. ve min. sıcaklık değerleri irdelenip, değerlendirilmesi ve bitkinin sıcaklık ile ilişkisi bilinerek o bölge de üretime başlanması gerekmektedir.

<sup>1</sup>Dr., EÜ. Ödemiş Meslek Yüksekokulu, 35750, Ödemiş/İzmir  
fundayoldas@hotmail.com

<sup>2</sup>Prof.Dr., E.Ü.Z.F. Bahçe Bitkileri Bölümü, 35100, Bornova/İzmir

Ürünün o bölgede yetiştirileceği dönemdeki termal zaman ( $^{\circ}\text{C-gün}$ ) değerleri bilinirse ekim-dikimin ne zaman yapılacağı, bitkinin ne zaman çiçekleneceği ve ne zaman hasada geleceği ve pazarlanabileceği önceden tahmin edilebilir.

$^{\circ}\text{C-gün}$  birimi yetiştiricilikte gelişim dönemlerinin uzunluğunun önceden bilinmesi yada tahmininde sıklıkla kullanılmaktadır.  $^{\circ}\text{C-gün}$ , sıcaklık ve gelişim oranı arasındaki ilişki temeli üzerine kuruludur ve sıcaklık toplamları terimi de zaman zaman kullanılmaktadır. Büyüme ve büyüme öncesi tepkiler ve bunların belirlenmesi ile ilgili çalışmalarda  $^{\circ}\text{C-gün}$  toplamlarını kullanmak gerekmektedir (Bonhomme, 2000). Ürünler kritik dönemlerinde yüksek ve düşük sıcaklıklardan etkilenebilecekleri için ekim-dikim zamanları don ve sıcak zararını minimize etmek amacıyla ayarlanabilir, bu da termal zaman modelleri kullanılarak gerçekleştirilebilir. Hasat tarihi için kullanılan en yaygın yaklaşım  $^{\circ}\text{C}$  günlerdir. Ancak hasat tarihinin tahmini amacıyla, ürünlerin çoğu için kullanılmaya hazır mevcut bir metot yoktur. Tabii bunların bir çoğu belirli kritik hasat tarihine sahip değildir. Ancak bu tarihlerin belirli olması pazarlamaya kolaylık ve esneklik vermektedir. Bununla birlikte o bölgede ne zaman ve ne kadar ürünün pazara hazır olduğu konusundaki tahmin son zamanlarda önem kazanmaktadır.

Özellikle son yıllarda doğru ürün, doğru zamanda, doğru yerde nasıl yetiştirilebilir sorularının cevabını  $^{\circ}\text{C-gün}$  değerleri vermektedir. Pratikte  $^{\circ}\text{C-gün}$  toplamlarının etkisi oldukça büyüktür. Bu konuda çeşitli meyve, sebze ve tarla bitkilerinde yapılan bazı çalışmalar vardır.

### **Literatür Bildirişleri**

Hava tahminleri ile, bitki gelişimindeki kritik dönemlerde yüksek ve düşük sıcaklıklara maruz kalan ürünün riskini incelemek ve ekim tarihlerini ayarlamak mümkündür. Çiçeklenme dönemi uzunluğunun belirlenmesinde yada çiçeklenme oranları için bitkilerin sınıflandırılmasında da  $^{\circ}\text{C}$  günler kullanılmaktadır (Deriux ve Bonhomme, 1982a; 1982b).

Entomologlar da bir bölgede bir zararlının yaşam periyodundaki evrelerde sıcaklık toplamı isteklerini belirleme konusunda çalışmalar yapmaktadırlar. Termal zaman kavramının bitki korumada beklenen böcek gelişiminin daha iyi izlenmesinde kullanıldığı belirtilmiştir (Pruess, 1983).

Yapılan bir diğerk çalışmada tarla, bahçer bitkileri ve yabancı ot gibi bazı bitkiler için bir veri bankası oluşturulmuş, bununla, yeni yaprakların gözlenmesi, bazı yaprakların max. genişlemesi, yaprak yaşlanması ve ölümleri, bazı yapraklar ile nodyumların altındaki yeni internodyumların görülmesi üzerine termal zamanın etkileri belirlenmiştir (Pan-X ve ark., 1998).

### **Meyve Türlerinde Termal Zaman İle İlgili Araştırmalar**

Farklı meyve gelişim dönemlerinde şeftali çeşitlerinin termal zaman istekleri ve hasat zamanı tayini amacıyla yapılan bir çalışmada, çiçek tomurcuğundan hasada kadarki sürede termal zaman ilişkisi meyve gelişiminde de sürmüş, meyve gelişim periyodunda kaydedilen veriler hasat zamanı tahminlemede kullanılmış, tahminlerin 1-4 gün arasında değiştiğı sonucuna ulaşılmıştır (Marra ve ark., 1999). Termal zaman, çiçeklenmeden ticari hasada kadar ki sürede hesaplandığında, olgunlaşma zamanlarının meyve gelişim periyodunun uzunluğı ve tam çiçeklenme zamanlarına bağılı olduğı sonucuna ulaşılmış ve şeftali çeşitleri meyve gelişim periyotları ve termal zamana bağılı olarak sınıflandırılmışlardır. Erken olgunlaşanlarda Meyve Gelişim Periyodu (MGP) 83-98 gün, termal zaman 820-1066°Cg, orta geçi çeşitlerde MGP 109-128 gün, termal zaman 1022-1264°Cg ve geç olgunlaşan çeşitlerde MGP>130 gün, termal zamanı >1523°Cg olarak belirlenmiştir (Song ve ark.,1997).

Termal zaman ve hava değişimleri hurma meyvelerinin olgunlaşması ve gelişimi üzerine de etkilidir. Mayıs ve Haziran'daki düşük ortalama sıcaklıklar olgunlaşmayı geciktirip termal zamanı azaltmaktadır (Praveen ve ark., 2000).

### **Sebze Türlerinde Termal Zaman İle İlgili Araştırmalar**

İngiltere'de Marcus çeşidi fasulyede 8 farklı bölgede yapılan bir araştırmada ortalama termal zaman istekleri ekimden hasada kadar geçen sürede 2060 Ontario sıcaklık birimi (Ontario Heat Unit) olarak bulunmuştur (Dodd,1991). Pinto fasulyesinin verim ve verim komponentleri Yeni Zellanda koşullarında incelenmiş, çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan ortalama sıcaklık ve gelişim oranları arasında pozitif ilişki bulunmuştur. Ortalama termal zamanlar, çıkış-çiçeklenme, çiçeklenme-bakla oluşumu, bakla oluşumu-hasada ve ekim-hasada sırasıyla 306-79-392-974 °Cg olarak belirlenmiştir (Dapahh ve ark., 1999).

Brüksel lahanasında bulunan kuru maddenin fotoperiyot ve termal zamanla ilişkili olduğu belirlenmiştir (Hamer, 1991).

Havuçta laboratuvar, sera ve açık arazide yapılan üretimde, bitki gelişimi incelenmiş ve bitkilerin çiçeklenme oranlarının artan termal zaman ile artış gösterdiği belirlenmiştir. Çiçeklenmenin meydana gelebilmesi için yaklaşık 126°Cg ve %90 çiçeklenme için ise minimum termal zaman isteği 336°Cg olarak kaydedilmiştir (Craigon ve ark., 1990).

Kerevizde yaprak oluşum oranı, genç dönem vejetatif gelişim boyunca termal zamanla lineer olarak ilişkili bulunmuş, kökçük çıkışından gençlik devresinin tamamlanmasına kadar sürede ihtiyaç duyulan termal zaman 731°Cg-840°Cg olarak belirlenmiş ve ilk 17 yaprağın oluşması için 42°C-güne ihtiyaç duyulduğu görülmüştür (Ramin ve Atherton, 1991).

ABD’de farklı ekim zamanlarında yetiştirilen 4 yazlık kabak çeşidinin yaprak sayıları üzerine sıcaklık toplamlarının etkileri incelenmiş ve min. sıcaklık 8°C, max. sıcaklık 32°C kullanılarak termal zaman hesaplaması yapılmıştır. Termal zamanla yaprak sayıları arasında ilişki lineer olmuş ve 300°Cg’den sonra, yaprak sayısında artış kaydedilmiştir (NeSimith, 1997).

Soğanda baş oluşumu ve olgunluğun termal zaman toplamı ile ilişkili olduğu ve 600°Cg termal zaman ve 13.75 saat/gün foto periyodun baş oluşumu için gerekli olduğu belirlenmiştir (Lancaster ve ark., 1996).

Earligold kavun çeşidi yetiştiriciliğinde 11 malç ve sıra örtüsü kombinasyonlarının etkisi incelenmiş, tam çiçeklenme için tahmin edilen termal zamanın 335-391°Cg arasında değiştiği tespit edilmiştir (Jenni ve ark., 1996).

Bezelye için hasat programını bazı araştırmacılar derece gün değerlerine göre hazırlamıştır (Katz, 1946). Taze bezelye çeşitlerine ait farklı gelişim dönemlerinin sıcaklığa tepkileri incelenmiş, ürün çıkışı için yaklaşık 100°Cg, 4 yapraklı oluncaya kadar 260°Cg, 7 yapraklı oluncaya kadar 380°Cg ve 14 yapraklı oluncaya kadar 730°Cg ihtiyaç duyulduğu ve termal sıcaklık isteklerinin çeşitlere göre değiştiği belirlenmiştir (Olivier ve Anandale, 1998).

Düşük sıcaklıklar Cruciferae Familyasındaki sebzelerin vejetatif devreden generatif devreye geçmesinde, dolayısıyla çiçeklenmesinde etkili olmaktadır (Boztok, 1984; Eşiyok, 1986;

Günay, 1974; Şalk ve Vural, 1985). Genç ve hızlı büyüyen doku ve organların düşük sıcaklığa karşı daha hassas olduğu, bunun yanında dokularda su içeriğinin azalmasının soğuğa mukavemeti arttırdığı bildirilmektedir (Levitt,1956). Brokkoli gibi bazı ürünlerde vegetatif dönemden generatif döneme geçişin tahmini zordur. Bu nedenle çiçek oluşum zamanının tahmini amacıyla termal zaman modelleri kullanılmaktadır (Diputado ve Nichols, 1989; Fyffe ve Titley, 1989)

Brokkoli için çıkıştan çiçeklenme başlangıcına, çiçeklenmeden hasada ve çıkıştan hasada kadar geçen dönemdeki sürelerde günlük sıcaklık değerleri tespit edilmiş, tüm  $T_{g_{min}} < T_{min}$  olduğunda  $0^{\circ}\text{C}$ 'a ve  $T_{g_{max}} > T_{opt}$  olduğunda  $20^{\circ}\text{C}$ 'a eşit olduğu kabul edilmiştir (Arnold, 1974; Tan ve ark., 2000b; Titley, 1987; Wurr ve ark.,1991; Yoldaş, 2003). Farklı brokkoli çeşitlerinde tahminlenen taç (baş) boyutunun tanımlandığı bir çalışmada, toplam derece günler ve taç çapı arasında lineer ilişki bulunmuştur (Pearson ve Hadley, 1988). Yayılda yetiştirilen brokkolide termal zaman toplamları azaldıkça, toplam verimin arttığı, ova koşullarında ise tam tersi gözlenmiştir. Geç ekimlerin yapıldığı dönemlerde düşük gelişme sıcaklıklarının genç fizyolojik yaşta floral (olgunlaşmamış çiçek taslaklar) doğuşun başlamasına neden olduğu, bitkilerin ulaşabilecekleri vejetatif gelişme devresine ulaşmaksızın taç oluşturdukları, taçların küçük kaldığı ve olgunlaşma için daha fazla bir zaman aldıkları tespit edilmiştir (Yoldaş, 2003). Bir başka çalışmada brokkolide taç gelişiminin tahminlenmesinde toplam derece günlerin kullanılabileceği belirtilmiş, taç oluşumu üzerine toplam derece günlerin etkisi önemli bulunmuştur (Wurr ve ark., 1991). Değişken iklim koşullarının ürün olgunluğundaki değişimlere neden olduğundan, hasadın belirlenmesinde çiftçiye yardımcı olunabilmesi amacı ile brokkolide tahmin modelleri geliştirilmiştir. Termal zaman gereksinimleri çeşide özeldir ve termal zamandaki farklılıklar ile çeşitler arasında çiçeklenmeden hasada kadarki sürede küçüktür ve az bir pratik öneme sahiptir, fakat çıkıştan çiçeklenmeye kadar olan süredeki termal zamandaki farklar fazladır (Tan ve ark., 2000a; 2000b). Gençlik döneminin sonunun tahmin edilmesindeki zorluk nedeni ile brokkolide çiçek oluşumunun tahmininde termal zaman modelleri kullanılmaktadır (Diputado ve Nichols, 1989; Fyffe ve Titley, 1989; Pearson ve ark., 1994). Brokkolide farklı dikim

zamanlarının bitki gelişmesi ve verimine etkilerinin incelendiği çalışmada, şaşırtmadan taç oluşumuna ve taç oluşumundan hasada kadar geçen süredeki bitki gelişimlerinin sıcaklığa bağlı olduğu, her gelişim safhasında farklı termal zaman isteklerinin olduğu belirlenmiştir. Şaşırtmadan-taç oluşumuna 700-1200°Cg, taç oluşumundan hasada 300-400°Cg termal zaman değerleri elde edilmiştir (Kar ve Uzun, 2000). Brokkolide bitki gelişim modellerinin incelendiği bir başka çalışmada çeşitlere bağlı olarak tahmin edilen termal zaman istekleri Emperor, Caravel ve Shogun çeşitleri için sırasıyla 80-100-130°Cg olduğu belirlenmiştir (Grevsen ve ark., 1997).

*Allium ampeloprasum* L. spp. Iranicum W. Soğan çeşidinin çimlenmesi üzerine sıcaklığın etkisinin incelendiği bir araştırmada, çimlenme oranı ve sıcaklık arasında lineer bir ilişki olduğu ve termal zaman isteklerinin G<sub>50</sub> (%50 çimlenme) için 62,5-61,5°Cg olduğu belirlenmiş, final çimlenmesi için termal zaman 201,1-188°Cg bulunmuş ve çeşitlerin çimlenmeleri için gerekli termal zaman istekleri arasında istatistiki olarak fark bulunmamıştır (Ramin, 1997).

### **Tarla Bitkilerinde Termal Zaman İle İlgili Araştırmalar**

Soya fasulyesinde gelişim dönemleri üzerine sıcaklığın direkt etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, termal zamanın kuru madde akümülyasyonunun daha iyi belirlenmesini sağladığı belirlenmiştir (Mayers ve ark., 1991).

Yerfıstığının sıcaklık, foto periyot ve ışınım tepkilerinde çimlenme üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, ilk çiçekler gözlemlendiğinde 30°C üzerinde ki max. sıcaklıklar hariç tutulduğunda doğrusal termal zaman modelinin tanımlanabileceği belirlenmiştir (Bagnall ve King, 1991). Yerfıstığının fenolojik gelişimi için gerekli termal zaman gereksinimlerinin araştırıldığı bir başka çalışmada ise, çiçeklenme 1985 yılında 313°Cg ile başlarken, 1986'da 360°Cg' de başlamış ve %50 çiçeklenmede termal zaman toplamı 410-498°Cg olarak belirlenmiş, mevsimsel °Cg toplamı 1456-1672°Cg arasında değişiklik göstermiştir (Ketring ve Wheless, 1989). Yerfıstığının gelişiminde fenolojik gelişim ve fide çıkışı üzerine toprak sıcaklığının etkilerinin araştırıldığı çalışmada, 117°Cgünde çıkış tamamlanmıştır. Bununla birlikte serin topraklarda (18,1°C) fide çıkışı 96°Cg'de başlamış ve 237°Cg'de tamamlanmış ve yükselen termal zaman değerleri (134-1147°Cg) ana gövdede yaprak sayısını artırmıştır

(Awal ve Ikeda, 2002). Early Bunch çeşidi yerfıstığı'nın olgunluk tahmininde kullanılan 3 esas sıcaklık (9-29-39°C) potansiyel olarak incelenmiş, ekimden hasada kadarki süredeki termal zaman 1808(±23)°Cg olarak kaydedilmiştir (Bell ve Wright, 1998).

Hawaii'de patates yumru oluşumunu tahminlemek için yapılan bir çalışmada, yumru oluşum safhasına ulaşmak için geçen günler ve gereksinim duyulan sıcaklıklar toplamı arasındaki ilişki karşılaştırılmış, termal zaman toplamında ihtiyaç duyulan gün sayıları çeşitler arasında farklılık göstermiş, termal zaman toplamları sıcaklık değişimleri, çeşitler ve artan yükselti ile ilişkili bulunmuş ve yumru oluşumunun meydana gelebilmesi için gerekli termal zamanın karşılanması gerektiği ve bu termal zamana çeşit özelliklerinin de etkili olduğu belirlenmiştir (Manrique ve Hodges, 1989).

Erkenci, orta geççi ve geççi buğday çeşitleri ile yapılan bir çalışmada tam çiçeklenme ve olgunluk gün sayıları kaydedilmiş, derece günün faydası 2 dönem arasında da önemli bulunmuştur (956-937°Cg). Bununla birlikte tanımlanan bitki gelişim oranları üzerine sıcaklık en önemli faktördür sonucuna ulaşılmıştır (Manrique ve Hodges, 1991). Buğday çeşitlerinin geç ekimi vejetatif süreyi ve generatif gelişimi 17 gün geciktirmiştir. Fiziksel olgunlaşma döneminde toplanan termal birim ekim zamanlarına bağlı olarak 1542,9-1610,3°Cg, genotiplere bağlı olarak ta 1539,9-1620,4°Cg arasında değişiklik göstermiştir. Erken ekimlerde yüksek toplam derece gün değerlerine ulaşılmış, ekimlerin gecikmesi ile toplam °Cg azalma eğilimi gözlenmiştir (Singh ve ark., 2001).

Farklı ekim zamanlarında triticale'nin bitki gelişiminin incelendiği çalışmada, yaprak oluşumu, foto periyot<11 saatin altında olduğu zamanlar hariç, termal zamanla (0°C üzerinde) ilişkilidir (Naylor ve Su, 1998). Tricale ve arpada yapılan bir çalışmada ot veriminin ekim-biçim arasındaki süreyle pozitif ilişkide olduğu, dane veriminin kesim ile fiziksel olgunluk arasındaki G.D.D. (Growing-Degree-Days)'nin 1000°Cg'den düşük olduğunda keskin bir düşüş gösterdiği bildirilmektedir (Royo ve Tribo, 1997).

Şekerkamışında yapılan bir çalışmada, tarla gözlemlerinde sıcaklıklar min. opt. ve max. sıcaklıkların altında ve üstünde değişiklik gösterdiği zaman termal ve temel

sıcaklıkların tanımlanması için yeni bir teknik geliştirilmiş, şekerkamışının gelişimi için termal parametreleri (sürgün çıkışı, gövde uzaması ve yaprak oluşumu ve çiçek sapı uzaması) tanımlamak için kullanılmış ve farklı gelişim safhaları için temel sıcaklıklarda genotipik varyasyonlar olduğu belirlenmiştir (Liu ve ark., 1998). Şekerkamışında erken sürgün sayılarının termal zaman toplamı içindeki değişiklikler ve bunun yanında termal zamanın her bir ünitesinde ilave olan sürgün oranı ile toprak sıcaklığından hesaplanan termal zaman ile ilişkili olduğu belirlenmiştir (Bell ve ark., 1999).

Tropik sorgumda fenoloji ve yaprak alan gelişiminin incelendiği bir araştırmada, final yaprak sayısının lineer olarak termal zamanla ilişkili olduğu ve her 41,3°C bir yaprağın oluşum oranını belirlediği belirlenmiş, yaprak yaşlanmasının takvim zamanı ile termal zamandan daha iyi ilişkili olduğu belirlenmiştir (Muchow ve Carberry, 1990). Mali'de foto periyoda hassas sorgumun gelişmesi üzerine yapılan araştırmada, ana gövde üzerinde tam gelişmiş yaprak sayısının ekimden itibaren termal zamanla doğrudan ilişkili olduğu belirlenmiştir (min sıcaklık 8°C) (Vaksmann ve ark., 1998).

Lupende çiçeklenme zamanı ve ana gövdedeki yaprak sayısı üzerine sıcaklık ve gün uzunluğunun etkileri incelendiğinde, artan gün uzunluğu tüm çeşitlerde ekimden çiçeklenmeye kadar geçen günleri azaltmış, fakat çiçeklenmeye kadar olan dönemde termal zaman üzerine etkisi az olmuştur (Christiansen ve Jornsgard, 2002).

Kışlık arpada %90 fide çıkışının genellikle termal zaman 242°Cg olduktan sonra gerçekleştiği belirlenmiştir (Fernandez-Quintanilla ve ark., 2000).

Mısırdaki da hasat olgunluğunun tahmininde termal zaman kullanılmaktadır (Gilmore ve Rogers, 1958).

Mısırdaki fide çıkış zamanını tahmin etmek için ekim ile 4-6 yaprak oluşumuna kadarki zaman üzerine kök bölgesi sıcaklığının etkisi hesaplanmış, kök sürgün oluşumu için 5,3-7,8°C temel sıcaklık alınmış, fide çıkışı için 8,7°C termal sıcaklığa ve 66,8°Cg termal zamana ihtiyaç olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Bhatti, 1995). Tropikal mısırdaki bitki gelişiminde büyümenin irdelendiği çalışmada, büyüme ucunun görünme oranı gün uzunluğu ile etkilenmekte, fakat fazla genişleme termal zamanda oluşmaktadır (Manrique ve Hodges, 1991). Güney

İngiltere’de yetiştirilen mısır bitkilerinde dikim tarihi, fide yaşı ve çeşidin dane verimi üzerine etkilerinin araştırıldığı çalışmada, çeşitlerin fide yaşı ve dikim tarihlerinin uygun kombinasyonu, dane hasadı için termal zaman isteği ile karşılanabildiği belirlenmiştir (Dale ve Drennan, 1997). Mısır çeşitlerindeki tepe püskülü çıkarma süresinin G.D.D.(Growing-Degree-Days) ile ilişkisi üzerine yapılan bir başka çalışmada, G.D.D. indeks değerleri ekimden tepe püskülü çıkışına kadar geçen sürenin her günü için max. ve min. sıcaklık değerleri alınarak (Tosun ve ark., 1989), bir başka çalışmada bildirilen formül ( $G.D.D.=Günlük\ max.\ sıcaklık+Günlük\ min.\ sıcaklık/2-10$ ) kullanılarak hesaplanmış, hava sıcaklıklarının artışı tepe püskülü süresini kısaltmış, ekim zamanının gecikmesi ve çeşitlerin erkencilik özellikleri de bu azalışta rol oynamıştır. Temmuz başından itibaren GDD değerinin azalmaya başlaması ekim zamanının daha da geciktirilmemesi gerektiğini ortaya koymuştur (Choelho ve Dale, 1980). Tepe püskülü çıkarma süresi aynı zamanda sıcaklık toplamları ile ilişkili bulunmakta ve bunun saptanması için kullanılan yöntemde GDD olduğu anlaşılmaktadır (Kiniry ve Keener, 1982).

### **SONUÇ**

Termal zaman modelleri kullanılarak ne zaman, ne kadar ürünün piyasaya çıkarılabileceği tahmin edilebilmektedir. Termal zaman toplamları, her ülke ya da bölgede planlanan üretimlerde, farklı çeşitlerin kullanılması gerektiğini ve o çeşit için uygun olan doğru ekim-dikim zamanlarının belirlenmesi gerektiğini gösteren bir karakter olarak düşünülmelidir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda da, ürünlerin yetiştirilmesinde termal zaman modellerinin kullanımı, çeşit seçimi ve ekim-dikim zamanlarının belirlenmesi açısından yol gösterici olacaktır.

Sonuç olarak, bu çalışmalar bize, her ürün ve her çeşit için sıcaklık toplam gereksiniminin aynı olmadığını açıkça göstermiştir. O yüzden, yetiştiricilik yapılacak bölge için bu sıcaklık toplam değerlerini kullanarak, hem doğru çeşit hem de doğru ekim-dikim zamanlarını önermek daha uygun olacaktır.

### **Özet**

Derece gün yetiştiricilikte bitkinin farklı gelişim safhalarının uzunluğunun tahminlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır Derece gün, sıcaklık toplamları olarak da adlandırılmaktadır.

Tohum firmaları tarafından derece günler üreticilere bilgi olarak önerilmektedir. Ürünün olgunlaşması için istenilen toplam değerlerin bilinmesi, yaklaşık olgunlaşma süresinin tahminlenmesinde bir bölge için bölgenin belli kısmında belli aylara ait derece gün değerlerinin ortalaması verilir ve buna göre ürünün olgunlaşması ve benzeri tahminlemeler yapılabilir. **Anahtar Sözcükler:** Sıcaklık, derece gün, termal zaman.

### **Kaynaklar**

- Arnold, C.Y., 1974, Predicting Stages of Sweet Corn (*Zea mays* L.) Development. *J. Am. Soc. Hort. Sci.* 99(6), 501-505.
- Awal-MA; and Ikeda-T., 2002, Effects of Changes in Soil Temperature on Seedling Emergence and Phenological Development in Field-Grown Stands of Peanut (*Arachis hypogaea*). *Environmental-and-Experimental-Botany.* 2002, 47: 2, 101-113.
- Bagnall, D.J., and King, R.W., 1991, Response of Peanut (*Arachis hypogaea*) to Temperature, Photoperiod and Irradiance. I. Effect of Flowering. *Field Crop Research.* 26: 3-4, 263-277;
- Bell-MJ; Halpin-N; Cunningham-G; Garside-AL; Kingston-G; and Hogarth-DM., 1999. Proceedings of the 1999 Conference of the Australian Society of Sugar Cane Technologists, Townsville, Queensland, Australia, 27-30 April 1999, 139-148;
- Bell-MJ; and Wright-GC., 1998. Effect Of Wet Soil During Early Season Ratoon Establishment On Sugarcane Grown Under Different Trash Management Systems In Southern Canelands. *Experimental-Agriculture.* 1998, 34: 1, 113-124;
- Bhatti,AU.,1995,Influence of Temperature on Germination and Emergence of Corn and Prediction from Weather Data.Sarhad-Journal-of-Agriculture.1995,11:1,115-124
- Bonhomme,R. 2000, Bases and limits to using 'degree.day' units. *European Journal of Agronomy* 13(2000)1-10.
- Bozok, Ş.,1984, Ekim Zamanı ve Tohum Vernalizasyonunun Bazı Erkenci Karnabahar Varyetelerinde Tohum Verimine Etkisi Üzerinde Araştırmalar(Doktora) Bornova.
- Choelho, D.T. and Dale, R.F., 1980, An Energy-Crop Growth Variable and Temperature Function for Predicting Corn Growth and Development: Planting to Silking. *Agronomy J.* Vol. 72: 503-510.
- Christiansen JL;Jornsgard-B.,2002, Influence of daylength and Temperature on number of main Stem Leaves and Time to flowering in Lupin. *Annals of Applied Biology*,140:1,29-35
- Craigon,-J; Atherton,-JG; and Basher,-EA. 1990,Flowering and Bolting in Carrot. II. Prediction in Groth room, glasshouse and field enviroments. *Journal-of-Horticultural-Science.* 1990, 65: 5, 547-554.
- Dale-AE., and Drennan-DSH., 1997, Transplanted maize (*Zea mays*) for grain production in southern England. I. Effects of Planting Date, Transplant Age at Planting and Cultivar on Grain Yield *Journal-of-Agricultural-Science.* 1997, 128: 1, 27-35
- Dapahh,HK., McKenzie,BA., and Hill, GD., 1999, Effects of Irrigation and Sowing Date on Phenology and Yield of Pinto Beans (*Phaseolus vulgaris* L.) in Canterbury, New Zeland. *New Zeland Journal of Crop and Horticultural Science.* 1999, 24:4,297-305.
- Deriux M., and Bonhomme, R., 1982a, Heat Unit Requirements for maize hybrids in Europa: Results of the European FAO sub-network. I: Sowing Silking Period. *Maydica* XXVII, 59-77.
- Deriux M., and Bonhomme, R., 1982b, Heat Unit Requirements for Maize Hybrids in Europa: Results of the European FAO sub-network. II: Period from Silking to Maturity. *Maydica* XXVII, 79-96.
- Diputado, M.T., and Nichols, M.A., 1989. The Effects of Sowing Date and Cultivar on The Maturity Characteristics of Broccoli (*Brassica oleracea* var. *italica*). *Acta Hort.*247,59-66
- Dodd, M.,1991, Thermal Time Assesment of Suitable Areas for Neavy bean (*Phaseolus vulgaris*) Production in the UK.*Annals-of-Applied-Biology.*1991,119:3,521-531.

- Eşiyok, D., 1986, 'Brio osena' Erkenci Karnabahar Çeşidinde (Brassica oleracea var. botrytis cv. 'Brio osena') Farklı Uygulamaların Tohum Verimine Etkileri Üzerinde Araştırmalar. EÜZF. Bahçe Bitkileri Bölümü, Doktora Tezi.
- Fernandez-Quintanilla-C; Barroso-J; Recasens-J; Sans-X; Torner-C; and Sanchez-del-Arcos-MJ., 2000. Demography of *Lolium rigidum* in Winter Barley Crops: Analysis of recruitment, survival and reproduction. *Weed-Research-Oxford*, 40: 3, 281-291;
- Fyffe, D.C., and Titley, M.E., 1989, Phenology Studies and the Prediction of Harvest Dates of Broccoli in the Lockyer Valley. *Acta Hort.* 247, 53-58.
- Gilmore, E.C., and Rogers, J.S., 1958, Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. *Argon. J.* 50, 611-615.
- Grevsen-K; Stoffella-PJ (ed.); Cantliffe-DJ (ed.); and Damato-G. 1997, Modelling Plant Development of Broccoli. 8th International Symposium on Timing of Field Production in Vegetable Crops, Bari, Italy, 15-18 October, 1997. *Acta-Horticulturae*. 2000, No.533, 567-574;
- Günay, A., 1974, Lahanalarda Düşük Sıcaklığın Erken Çiçeklenmeye Etkileri Üzerinde Araştırmalar. *Ank. Üniv. Zir. Fak. Yay. No:*498.
- Hamer,-PJC. 1991, The IT Vegetable Farm. Part I. Models of The Potential growth and Yield of Brussels sprouts. Divisional-Note---AFRC-Institute-of-Engineering-Research. 1991, No DN 1595, 18p
- Jenni-S; Cloutier-DC; Bourgeois-G; and Stewart-KA. 1996, Heat Unit Model to Predict Growth and development of Muskmelon to anthesis of Perfect Flowers. *Journal-of-the-American-Society-for-Horticultural-Science*. 1996, 121: 2, 274-280; 25
- Kar-H; ve Uzun-S., 2000, Brokkolide Farklı Dikim Zamanlarının Bitki Gelişmesi ve Verime Etkisi. *Ondokuz-Mayıs-Üniversitesi, Ziraat-Fakultesi Dergisi.*, 15: 3, 53-61.
- Katz, Y.H., 1946, The Relationship Between Heat Unit Accumulation and Planting and Harvesting of Canning Peas. *Argon. J.* 38, 74-78.
- Ketring,-DL; and Wheless,-TG. 1989, The Thermal Time Requirements for Phenological Development of Peanut. *Agronomy-Journal*, 81: 6, 910-917
- Kiniry, J.R., and Keener, M.E., 1982. An Enzym Kinetic Equation to Estimate Maize Development Rates. *Agronomy Journal*. Vol. 74:115-119.
- Lancaster-JE; Triggs-CM; Ruiter-JM-de; Gandar-PW; and De-Ruiter-JM., 1996, Bulbing in Onions: Photoperiod and Temperature Requirements and Prediction of Bulb Size and Maturity. *Annals-of-Botany*. 1996, 78: 4, 423-430.
- Levitt, J., 1956, *The Hardiness of Plants*. Academic Pres Inc., New York.
- Lisson-SN; Mendham-NJ; and Carberry-PS., 2000, Development of a Hemp (*Cannabis sativa L.*) Simulation Model. 3. The Effect of Plant Density on Leaf Appearance, Expansion and senescence. *Australian-Journal-of-Experimental-Agriculture*. 2000, 40: 3, 413-417.
- Liu-DL; Kingston-G; and Bull-TA. 1998., A new Technique for Determining the Thermal Parameters of Phenological Development in Sugarcane, Including Suboptimum and Temperature Regimes. *Agricultural-and-Forest-Meteorology*. 1998, 90: 1-2, 119-139.
- Manrique,-LA; and Hodges,-T., 1989, Estimation of Tuber Initiation in potatoes Grown in tropical Environments based on Different Methods of Computing Thermal Time. *American-Potato-Journal*. 1989, 66: 7, 425-436
- Manrique,-LA; and Hodges,-T., 1991, Development and Growth of Tropical Maize at Two Elevations in Hawaii. *Agronomy-Journal*. 1991, 83: 2, 305-310;
- Marra, FP., Inglese, P., DeJong TM., and Jhonson, RS., 1999, Thermal Time Requirement And Harvest Time Forecast For Peach Cultivars With Different Fruit Development Periods. *ISH Acta Horticulture* 592, V. International Peach Symposium.
- Mayers,-JD; Lawn,-RJ; and Byth,-DE, 1991, Adaptation of Soybean (*Glycine max(L.) Merrill*) to the Dry Season of The Tropics. II. Effects of Genotype and Environment on Biomass and Seed Yield. *Australian-Journal-of-Agricultural-Research*. 1991, 42: 3, 517-530.
- Muchow,-RC; and Carberry,-PS. 1990, Phenology and Leaf Area Development in a Tropical Grain Sorghum. *Field-Crops-Research*. 1990, 23:3-4, 221-237.
- Naylor-REL; and Su-J., 1998, Plant Development in Triticale cv. Lasko at Different Sowing Dates. *Journal-of-Agricultural-Science*. 1998, 130:3, 297-306.

- NeSmith, D.S., 1997, Summer Squash (*Cucurbita pepo* L.) Leaf Number as Influenced by Thermal Time. *Scientia Horticulturae*. 1997,68:1-4, 219-225.
- Olivier, F.C., and Anandale, J.G., 1998, Thermal Time Requirements for the Development of Green Pea (*Pisum sativum* L.). *Field Crop Research*. 1998,56:3,301-307.
- Pan-X; Hesketh-JD; Huck-MG; and Alm-DM, 1998 *Photosynthetica.*, 35:3, 329-333.
- Pearson, S., and Hadley, P., 1988, Planning Calabrese Production. *Grower*, 110(9), 21-2.
- Pearson, S., and Hadley, P., and Wheldon, A.E., 1994, A Model of The Effects Temperature on the Growth and Development of Cauliflower (*Brassica oleracea* L. *botrytis*). *Scientia Hort.* 59, 91-106.
- Praveen-Singh; Mertia-RS; Singh-RS; and Singh-P., 2000, Thermal Time Investigations and effect of Weather Variables on Development and Maturity of Date-berry in Thar Desert. *Current-Agriculture*. 2000,24:1-2, 81-84.
- Pruess, K.P., 1983, Day-degree Methods for Pest Management. *Environmental Entomology* 12, 613-619.
- Ramin, A.A.; and Atherton, J.G. 1991, Manipulation of Bolting and Flowering in Celery (*Apium graveolens* L. Var. dulce) II. Juvenility. *Journal-of-Horticultural-Science*. 1991, 66: 6, 709-717; 34 ref.
- Ramin, A.A., 1997, The Influence of Temperature on Germination Taree Irani (*Allium ampeloprasum* L. Spp. *Iranicum* W.). *Seed-Science-and-Technology*. 1997, 25: 3, 419-426
- Royo-C; and Tribo-F., 1997, Tricale and Barley for Grain and for Dual-Purpose (forage+grain) in a Mediterranean type Environment II. Yield, Yield Components and Quality. *Australian-Journal-of-Agricultural-Research*. 1997, 48: 4, 423-432; 38 ref.
- Singh-AK; Padmakar-Tripathi; Mishra-SR; and Tripathi-P., 2001, Phenology, Growing Degree days and Phasic Development Model of Wheat (*Triticum aestivum* under rice (*Oryza sativa*) Wheat Cropping System. *Indian-Journal-of-Agricultural-Sciences*. 2001, 71: 6, 363-366.
- Song-ChiaWei; Ou-ShyiKuan; Song-CW; Ou-SK., 1997, Thermal Time Required for Fruit Development in low-chill Peaches. *Journal-of-Agricultural-Research-of-China*, 46: 1, 42-50.
- Şalk, A., ve Vural, H. 1985, Cruciferae Familyası Sebzelelerinde Tohum Üretimi ve Çeşit Muhafaza Method ve Sorunları. *Türkiye Sertifikalı ve Kontrollü Tohumluk Üretim ve Dağıtım Sorunları Sempozyumu. TÜBİTAK, TOAG. İzmir*, (s:531-543).
- Tan, D.K.Y., Birch, C.J., Wearing, A.H., and Rickert, K.G., 2000a, Predicting Broccoli Development I. Development is Predominantly Determined by Temperature Rather Than Photoperiod. *Scientia Horticulturae* 84(2000) 227-243.
- Tan, D.K.Y., Birch, C.J., Wearing, A.H., and Rickert, K.G., 2000b, Predicting Broccoli Development II. Comparison and Validation of Thermal Time Models. *Scientia Horticulturae* 86 (2000) 89-101
- Titly, M. E., 1987, The Scheduling of Fresh Market Broccoli in Southeast Queens. Land for Exporting to Southeast Asian Markets from May to September. *Acta Horticulture* 198: 235-242.
- Tosun, M., Ergin, İ.Z., ve Soya, H., 1989, Üç Mısır Çeşidindeki Tepe Püskülü Süresinin G.D.D. (Growing-Degree-Days) ile İlişkisi Üzerine Bir Araştırma. *EÜZF Der. Cilt:26 sayı:2*.
- Vaksmann-M; Traore-SB; Kouressy-M; Coulibaly-H; and Reyniers-FN., 1998, The Future of Photoperiodical Cereals for Sustainable Production in The Semiarid Tropics
- Wurr, D.C.E., Fellows, J.R., and Hambidge, A.J., 1991, The Influence of Field Environmental Conditions on Calabrese Growth and Development. *J. Hort. Sci.* 66(4), 495-504.
- Yoldaş, F., 2003. Brokkoli' de Sıcaklık Dikim Sıklığı Ekim ve Dikim Zamanlarının Generatif Gelişim ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkileri. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Eylül, 2003 (Doktora Tezi) 284 s.*