

HASAT ZAMANI TAHMİNİ PROGRAMI

Yüksel NADAROĞLU, Dr. Osman ŞİMŞEK, Hanifi AYYACI

Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Araştırma Dairesi Başkanlığı,
06120 Kalaba, Keçiören, Ankara, TÜRKİYE

ÖZET

Tarımda sürdürülebilir, yüksek verim ve kalitede üretim yapabilmek için tarımsal üretim planlaması büyük önem taşımaktadır. Tarımsal üretim planlamasında kullanılan yöntemlerden birisi de Büyüme Derece Gün veya Termal Zaman olarak da bilinen Etkili Toplam Sıcaklık değerlerinin kullanılmasıdır. Bu amaçla tarımsal faaliyetlerde bulunan üreticiler ve araştırmacılar için Hasat Zamanı Tahmini programı hazırlanmıştır. Böylelikle bitkilerin gelişim süreci ve bu süreç içerisinde ihtiyaç duyulan toplam sıcaklıklar göz önüne alınarak, hasat zamanı tahmini, uygun ekim alanlarının ve bitki türünün tespiti, bitki zararlılarıyla mücadele gibi konularda hizmet verilerek üretimin önceden planlanabilmesi ve tarımsal verimliliğin artırılması planlanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Etkili Toplam Sıcaklık, Büyüme Derece Gün, Tarımsal Planlama

HARVEST TIME ESTIMATION PROGRAM

ABSTRACT

Agricultural planning has a great importance in order to make sustainable, high efficiency and quality production in agriculture. One of the methods used in agricultural production planning, also known as growing degree days or thermal time is the use of an effective total temperature values. For this purpose, Harvest Time Estimation Program has been prepared for manufacturers and researchers in agricultural activities. Thus, the plants which will be needed in the development process, and the process temperatures, taking into account the estimated time of harvest, determine the appropriate planting are as and plant species, plant production, pre-planning of providing services such as the fight against pests and planned to increase agricultural productivity.

Key Words: Effective Heat Summation, Growing Degree Day, Agricultural Planning

1. GİRİŞ

Dünya nüfusundaki artış ve olağanüstü hava olaylarının etkisiyle tarımda meydana gelen üretim azalması, dünya gıda piyasalarında önemli dalgalanmalara neden olmuş ve ürün fiyatları büyük ölçüde etkilenmiştir. Yaşanan bu gelişmeler tarımda planlamanın önemini ve üretimde meteorolojinin vazgeçilmezliğini bir kez daha göstermiştir. Üretim planlamasının daha bilinçli yapılabilmesi için, yetiştirilecek ürünlerin doğru seçilmesi, seçilen bu ürünlere doğru zamanlarda, doğru kültürel işlemlerin uygulanması gerekmektedir. Tüm bu aşamalarda iklim faktörleri (sıcaklık, yağış, rüzgâr, ışık, nem vb.) büyük önem taşımaktadır. Bunlardan en önemlisi de sıcaklıktır. Özellikle yetiştiriciliği yapılacak bitki tür ve çeşitleri seçilirken, o bölgenin en yüksek ve en düşük sıcaklık değerleri irdelenmeli, bitkinin sıcaklık istekleri karşılanabiliyorsa o bölgede üretime başlanmalıdır.

Tarımda ürün kalitesini önemli ölçüde etkileyen meteorolojik şartların göz önünde bulundurulması ve en uygun yetiştirme zamanı ve alanların tespit edilmesinin önemi büyüktür. Meyve ağaçlarında çiçeklenme dönemi donları ve uygunsuz hava şartlarından kaynaklanan döllenme yetersizlikleri, soğuklanma ihtiyacının yetersiz olması, uygunsuz hasat zamanı ve süresi, yetersiz etkili sıcaklık toplamları, stres gibi çeşitli faktörler ürün kalitesine yansiyarak ekonomik anlamda kayıplara neden olmaktadır. Bölgesel anlamda ürün deseni, üretim planlaması, pazara arzının süresi ve miktarları gibi faktörler modern yetiştiricilik açısından göz ardı edilmemesi gereken önemli hususlardır.

Tarımsal üretim planlamasında kullanılan metotlardan biriside etkili sıcaklık toplamının hesaplanmasıdır. Etkili sıcaklık toplamı farklı büyüme ve gelişme dönemlerinin ve özellikle hasat zamanının önceden belirlenmesinde, kültür bitkilerinin uygun ekim alanların tespit edilebilmesinde, ürünler arasında münavebe yapılmasında, suyun faydalı etkileri yönünden çeşitli devrelerinde sulama zamanlarının tayin edilmesinde ve böcek gelişmelerinin daha iyi takip edilerek bitki korumada kullanılmaktadır.

Etkili sıcaklık toplamı veya büyüme derece gün (Growing Degree Day-GDD); çimlenme veya tomurcukların kabarmasından ilk hasat dönemine kadar geçen sürede bitkilerin toplam sıcaklık isteğidir. Toplam sıcaklık ise bu dönemdeki, her günün ortalama hava sıcaklığı ile bitkinin gelişmesi için ihtiyaç duyduğu minimum (taban) sıcaklığın farkların toplanmasıyla bulunur.

Her türün kendine ait genotipik kardinal ve toplam sıcaklık isteği bulunmakta ve busıcaklık isteği o türün adaptasyonunda en etkili faktör olmaktadır (Bierhuizen and Wagenvoort, 1974; Garcia-Huidobro et al., 1982a).

Tür veya çeşidin çimlenmesine etki eden en önemli faktör toplam sıcaklık isteğidir. Düşük toplam sıcaklık değerlerinde hızlı, yüksek toplam sıcaklık değerlerinde ise yavaşbir çimlenme meydana gelmektedir (Wagenvoort and Bierhuizen, 1977).

Sıcaklık, bitkilerde büyüme, gelişme ve verim üzerine etkili olan en önemli faktörlerdenbiridir. Bitkilerin sıcaklığa karşı olan tepkilerinin bilinmesi, başarılı bir ürün sistemmodeli geliştirme ve uygulamada kolaylık sağlamaktadır (Yan and Hunt, 1999).

Bitkiler gibi bitkilerde zarar yapan haşere ve böcekleringelişimi de takvim zamanına göre değil sıcaklık değişimi ile gerçekleşmektedir. Kış uykusundan sonra hava sıcaklıklarının yükselmeye başlamasıyla bitkiler ile böcek ve haşerelerde büyüme ve gelişme başlar. Tarım uzmanları bu gelişmeleri takip ederek böceklerinde bitkiler üzerinde zarar yapıcı şekilde etkin olacakları dönemi tahmin etmek için Büyüme Derece Gün (BDG) değerlerini kullanmaya başlamışlardır(www.psu.edu/).

Yörenin etkili sıcaklıktoplamı ile bölgede yetiştirilecek çeşitlerin etkili sıcaklıktoplamı isteklerinin bilinmesi, yetiştirici için yöreye uygundur ve çeşitlerin seçilmesinde yardımcı olacaktır(Çelik, M. 1995).

Akkaya (1994), normal vejetasyon süresine sahip olan yazlık buğdayların 1550-1600 °C GDD'ye ihtiyaç duyduğunu, ekim tarihi ve çeşide bağlı olarak değişmek üzere kışlık buğdayların 2000-2500 °CGDD'ye ihtiyaç duyduklarını belirtmektedir.

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 ya da çiçeklenme oranları için bitkilerin sınıflandırılmasında da °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). Mısırdaki hasat olgunluğunun tahmininde termal zaman kullanılmaktadır (Gilmore ve Rogers, 1958).

2. MATERYAL VE YÖNTEM

Hasat Zamanı Tahmini Programı, Microsoft Visual Studio ile 2006 yılında geliştirilmiştir. Sunum arayüzü olarak Web arayüzü kullanılmakta ve arka planda MS-SQL veritabanı kullanılmaktadır. Programın bünyesinde uzun yıllar günlük ortalama sıcaklık, aktüel bir yıllık günlük ortalama sıcaklık verileri, bitki tür ve çeşitleri ile istasyon bilgilerinden oluşan tablolar kullanılmaktadır.

Bu program ile birlikte, ilk defa güncel ve uzun yıllara ait meteorolojik veriler internet üzerinden üreticilerin ve araştırmacıların kullanıma açılmıştır. Programın sunum arayüzü, kullanıcıların kolaylıkla istediği bilgilere ulaşabileceği sadelikte ve araştırmacıların daha fazla deneme sonucuna ulaşabilmesi için değiştirilebilir sıcaklık kutularından oluşmaktadır (Şekil 1). Program arka planda değişik veritabanlarını kullanarak tahmini hasat zamanını hesaplamaktadır. Program veritabanını oluşturan tablolar şunlardır;

İstasyon Bilgileri Tablosu: Üreticilerin veya araştırmacıların bitkisel üretimde buldukları veya çalışma yapacakları yeri, il ve ilçe olarak seçebilecekleri tablolardır. Ülkemizdeki 81 il ve meteoroloji gözlem istasyonu bulunan toplam 261 yerleşim yeri tabloda bulunmaktadır. Tablonun güncellemesi, yeni istasyon eklenmesi veya istasyon bilgilerinin değişmesi gibi işlemler, ihtiyaç duyulduğunda veritabanında yapılmaktadır.

Bitki Tür ve Çeşitleri Tablosu: Bitki tür ve çeşitleri ile bunların büyüme taban, tavan sıcaklıkları ve gerekli toplam sıcaklık bilgilerini içeren tablodur. Etkili sıcaklık toplamının bulunmasında, ülkemizin 261 il ve ilçe merkezindeki 1970–2005 yılları arasındaki 35 yıllık ortalama günlük sıcaklıklar ile içinde bulunan tarım yılına ait gerçekleşen günlük ortalama sıcaklık değerleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi'nden alınan taban, tavan ve etkili sıcaklık toplam değerleri kullanılmıştır.

Uzun Yıllar Günlük Ortalama Sıcaklık Tablosu: İstasyon bilgileri tablosunda yer alan yerleşim yerlerinin uzun yıllar günlük ortalama sıcaklıkları içeren verilerdir. Sistem içerisinde tahmini hasat zamanını bulmak, güncel verisi olmayan istasyonlar ve gelecekteki dönemleri içeren tarihler için kullanılacaktır.

Aktüel Veriler Tablosu: Bulunulan tarihe göre bir gün öncesinden itibaren son bir yıllık günlük ortalama sıcaklık verilerini içermektedir. Bu tablonun güncellemesi belirlenen saatte çalışan bir programla günlük yapılmaktadır.

Şekil 1. Hasat Zamanı Tahmini Programı giriş sayfası

Etkili toplam sıcaklık hesaplamalarında günlük ortalama hava sıcaklık toplamları dikkate alınmakta olup, bu değerler sıcaklığa bağlı olarak bitki gelişimini ve hasat zamanı tahminine imkân tanımaktadır. Toplam sıcaklık (derece-gün) hesaplamalarında genel olarak kullanılan yöntem, günlük ortalama hava sıcaklığından bitkilerin minimum büyüme sıcaklığının çıkarılmasıyla bulunmaktadır.

$$\text{Toplam sıcaklık} = T_{\text{ort}} - T_{\text{eşik}} \quad (2.1)$$

Eşitlik 2.1'deki ortalama sıcaklık (T_{ort}) geçtiğimiz yıllardaki birçok araştırmada günlük maksimum ve minimum hava sıcaklıklarının ortalaması olarak hesaplanmış ve kullanılmıştır (AspiazuandShaw, 1972; Swan et al., 1987; Swansonand Wilhelm, 1996; Mc Master and Wilhelm, 1997).

$$\text{Günlük ortalama hava sıcaklığı} (T_{\text{ort}}) = (T_{\text{mak}} + T_{\text{min}}) / 2 \quad (2.2)$$

Eşitlik 2.2 içinde yer alan ortalama günlük hava sıcaklığı hesabı, günde sadece 3 defa ölçüm yapan meteoroloji gözlem istasyonlarına ait verilere uygulanmaktadır. Günümüzde meteorolojik parametreleri anlık olarak ölçen otomatik gözlem istasyonları yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu istasyonlar ve bağlı oldukları bilgisayar sistemleri anlık ölçümlerden hesaplanmış günlük ortalama hava sıcaklığı değerlerini farklı formatlarda ilgililere sunmaktadır. Hasat Zamanı Tahmini Programı, otomatik gözlem istasyonlarından alınan günlük ortalama hava sıcaklığı değerlerinden hesaplanan toplam sıcaklık (derece-gün) değerlerini kullanmaktadır.

Buğdayda her bir gelişme dönemi için GDD değerlerinin hesaplanması; herhangi bir güne ait ortalama sıcaklıktan, temel sıcaklığın çıkarılması şeklinde bulunmuştur (Öktem, A., 2006).

Toplam sıcaklık hesaplamalarında temel bilgilerden olan eşik değeriyle ilgili olarak çok sayıda araştırma olmasına rağmen (Brown and Bootsma, 1993; Nieldand Newman, 1999; Angel, 1997), tavan sıcaklık (üst sıcaklık) ile ilgili yeterince çalışma

yapılmamıştır. Tavan sıcaklığın aşıldığı durumlarda bitkilerdeki büyüme ve gelişmenin durduğunu veya sabit kaldığını kabul eden yöntemlerin yanında gelişmenin yavaşladığını fakat tamamen durmadığını kabul eden yaklaşımlarda mevcuttur. Hasat zamanı programında araştırmacılara kullanım kolaylığı sağlamak için tavan sıcaklığı değerleri konmuş fakat bu kullanıcı tarafından değiştirilebilir hale getirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Bitkilerin ekimden hasada kadarki dönemde belirli bir sıcaklık toplamına ihtiyaçları vardır ve bu toplam, bitkinin tür ve çeşidine göre değişmektedir. Bu durumu temsil eden fizyolojik zaman, genellikle toplam sıcaklık veya derece-gün olarak isimlendirilen birimler vasıtasıyla açıklanmaktadır. Bu fikrin temelini ilk ortaya atan Fransız bilimcisi Reaumur (1735)'dir (Bonhomme, 2000). Reaumur, gelişme aşamasının bir bölümünden sonraki bir bölümüne kadar olan günlük sıcaklıklar toplamının hemen hemen sabit olduğunu düşünmüştür (Mather, 1974; Kadioğlu ve Şaylan, 1998). Günlük gelişme sıcaklık değerlerinin bilinmesi; bölgeye uygun çeşitlerin seçimi, hastalık ve zararlı tahmini, ekim zamanı, kültürel işlemler ve hasat zamanının belirlenmesinde yol gösterici olabilmektedir (Soler et al., 2005).

Program, dünyada birçok meteoroloji ve tarım ile ilgili internet sitelerinde olduğu gibi sadece günlük toplam sıcaklık değerlerini (derece-gün) vermek yerine toplam sıcaklık değerlerinin tarımsal planlamada kullanılmasını sağlayacak şekilde 4 işlem türünden meydana gelmiştir. Bunlar;

1) Hasat Zamanı Tahmini: Bitki türü, çeşidi ve başlangıç tarihi kullanıcı tarafından girildiğinde bitkiye ait belirlenmiş taban, tavan ve etkili toplam sıcaklık değerleri veri tabanından gelmektedir. Kullanıcı eğer isterse veri tabanından gelen bu değerleri değiştirebilmektedir. Kullanıcı "Göster" butonuna tıkladığında, Başlangıç tarihinden, bulunduğu günün bir gün öncesine kadar olan zaman aralığı için "Aktüel veriler tablosu", bulunduğu günden etkili toplam sıcaklık elde edilene kadar olan dönem için de "Uzun yıllar günlük ortalama sıcaklık tablosu" kullanılarak, toplam sıcaklığın elde edileceği gün hesaplanmaktadır.

Örnek olarak Tekirdağ ilinde 22 Ekim 2012 tarihinde ekimi yapılan kışlık buğdaya ait tahmini hasat zamanı öğrenmek için program 27 Şubat 2013 günü çalıştırıldığında aşağıdaki ekran görüntüsü gelecektir (Şekil 2.). Program oluşturduğu yeni "Sonuçlar" sayfasında seçilen değerlere ilave olarak yerleşim yerinin denizden yüksekliği (4m), gerçekleşen toplam sıcaklık (818°C) ve kalan toplam sıcaklık (1188°C), değerlerini gösterecektir. Ayrıca seçilen bitkinin vejetasyon süresiyle ilgili olarak gerçekleşen vejetasyon süresini (127 gün), kalan vejetasyon süresini (114 gün) ve toplam vejetasyon süresini (241 gün) ekrana getirecektir. Sayfanın en alt kısmında belirgin bir şekilde ve büyük puntolu kırmızı yazı ile tahmini hasat zamanını gösteren "Seçtiğiniz buğday bitkisi için tahmini hasat zamanı başlangıcı 21 Haziran 2013 tarihidir." bilgisi yer almaktadır.

Böylelikle üretici ürününün aylar öncesinden belirlenen tahmini hasat tarihine göre varsa biçerdöver ve diğer aletlerini bu tarihe göre bakımını ve ayarlarını yaptıracaktır. İşletme büyüklüğüne göre çalışanlarını veya geçici işçilerini hazırlayacaktır. Eğer işletme biçerdöverine sahip değilse ülkemizde yaygın bir meslek grubu olan biçerdöver

müteahhitleriyle görüşmeler yaparak bu tarih başlangıç olacak şekilde hasat işlemlerini planlayacaktır.



Şekil 2. Hasat Zamanı Tahmini işlem türüne ait çıktı sayfası

2) Toplam Sıcaklık (Gerçekleşen Günlük Değerler):Bitki türü, çeşidi, başlangıç ve bitiş tarihi kullanıcı tarafından girilmelidir. (Eğer bitiş tarihi girilmezse bulunduğu günün bir gün öncesi bitiş tarihi olarak kendiliğinden girilmektedir.) Taban, tavan ve toplam sıcaklık değerleri veri tabanından otomatik olarak gelmektedir. Kullanıcı “Göster” butonuna tıkladığında, başlangıç tarihinden bitiş tarihine kadar (veya bulunduğu günün bir gün öncesi güne kadar) olan zaman aralığı için “Aktüel veriler tablosu” kullanılarak toplam sıcaklık hesaplanmakta ve sonuç bölümünde görüntülenmektedir.

Bu işlem türü ile yıllar arasındaki toplam sıcaklık farklılıklarını rahatça görebiliriz. Örneğin bir önceki tarım yılındaki (2011-2012) etkili toplam sıcaklık değerleri ile 2012-2013 tarım yılındaki değerleri karşılaştırabiliriz. Tekirdağ ilinde 22 Ekim- 27 Şubat tarihleri arasında etkili toplam sıcaklık değerlerini incelediğimizde 2011-2012 tarım yılında 529°C gerçekleşmiş iken (Şekil 3.) 2012-2013 tarım yılında bu değer 818°C olmuştur (Şekil 2.). Buradan kolaylıkla anlaşıldığı gibi 2012-2013 tarım yılı ile 2011-2012 tarım yılı arasında sıcaklık yönünden çok büyük farklılık bulunmaktadır. Üretici ve araştırmacılar bu işlem türü ile yıllar arasındaki sıcaklık değişikliklerini inceleyebilmektedirler.



Şekil 3. Etkili Toplam Sıcaklık (Gerçekleşen Günlük Değerler)

3) Toplam Sıcaklık (Uzun Yıllar Ortalama Değerler): Üretici veya araştırmacılar herhangi bir bölge için belli tarihler arasındaki uzun yıllar ortalama etkili toplam sıcaklık değerlerini bu işlem türü ile öğrenebilirler. Diğer taraftan yıllık toplam sıcaklık istekleri belirlenmiş olan bitki türü veya çeşitlerinin tarımsal faaliyet yapmayı planladıkları bölge ile uyumlu olup olmadığını da buradan araştırabilirler. Bu işlem türünde de kullanıcı gerekli bilgileri seçip etkili toplam sıcaklık değerini hesaplamak istediği tarihleri belirlediğinde, program uzun yıllar ortalama günlük sıcaklık değerlerine göre sonuç bölümünde göstermektedir. Örneğin Tekirdağ ilinde 22 Ekim ile 1 Temmuz tarihleri arasındaki uzun yıllar ortalama etkili toplam sıcaklık değerinin 1939 °C olduğunu program göstermektedir(Şekil 4.).



Şekil 4. Etkili Toplam Sıcaklık (Uzun Yıllar Ortalama Değerler)

4) Üretim Planlaması (Uzun Yıllar Ortalama Değerler): Program etkili toplam sıcaklık değeri bilinen bitkilerin hangi tarihlerde ekim yapıldığında ne zaman hasat olgunluğuna geleceğini uzun yıllar ortalama değerlerine göre hesaplamaktadır. Kullanıcı gerekli bilgiler girip “Göster” butonuna tıkladığında, başlangıç tarihinden, toplam sıcaklık elde edilene kadar olan dönem için “Uzun yıllar günlük ortalama sıcaklık tablosu” kullanılarak, toplam sıcaklığın elde edileceği gün hesaplanarak sonuç bölümünde “Seçtiğiniz bitkisi için uzun yıllar verilerine göre planlanan üretim dönemi -tarihleri arasındadır.” şeklinde görüntülenmektedir.

Program işlem türlerinde örnek olarak verdiğimiz Tekirdağ ilinde 22 Ekim tarihinde ekilen kışlık buğdayın, programın belirlediği 2000°C toplam sıcaklık değerini uzun yıllar değerlerine göre 5 Temmuz tarihinde tamamladığı görülmektedir(Şekil 5.). Genel olarak buğdayın toplam sıcaklığı araştıran çalışmalarda eşik sıcaklık olarak 0°C kullanılmıştır(Rawson ve Macpherson, 2000; Curtin ve Fraser, 2003; Ball ve diğ., 2004). Buğdayın en düşük büyüme sıcaklığının 5-6 °C olduğu değerlendirildiğinde bitkiler için alternatif olarak literatürde en çok tercih edilen ikinci eşik değer olan 3°C'nin (Rao ve diğ., 2000) kullanılması daha uygun olacaktır. Örnekte görüldüğü gibi eşik sıcaklık 3°C ve toplam sıcaklık 2000°C belirlendiğinde hesaplanan tahmini hasat zamanı geçmişte yapılan çalışmalarla(Akkaya, 1994., Öktem, 2006., Çaldağ, 2009.) uygun olduğu görülmüştür. Çaldağ (2009) Tekirdağ ilinde 1977-2005 yılları ortalama sıcaklık verileriyle yaptığı çalışmada (T_{eşik}=3°C) kışlık buğdayın 22 Ekim-1 Temmuz tarihleri arasındaki etkili toplam sıcaklık değerini 2010.2°C olarak hesaplamıştır. Bu değer programın aynı tarih aralığı için hesapladığı değerle benzerlik göstermektedir(1939°C). Aralarında 71.2°C fark olması, kullanılan uzun yıllar ortalama verilerinin farklı periyotlarda olmasındandır.



Şekil 5. Üretim Planlaması (Uzun Yıllar Ort. Değerler)

4. SONUÇ

Hasat Zamanı Tahmini Programı ile ilk defa aktüel meteorolojik değerlerler internet üzerinden kullanıma açılmıştır. Böylelikle üreticilerimiz kendilerine enyakın istasyon değerlerinden faydalanarak belirlizaman ve sıcaklık aralığındaki ortalama sıcaklık değerlerini kullanarak tahmini hasat tarihini hesaplayabilecek ve buna bağlı olarak yapacakları tarımsal faaliyetlerin yer ve zamanını planlayabileceklerdir. Araştırmacılarımız ise ihtiyaç duydukları sıcaklık değerlerine internet üzerinden kolayca ulaşarak ve sağlanan kullanım kolaylığından faydalanarak ülke ekonomisine büyük katkılar sağlayacağına inandığımız önemli bilimsel çalışmalar yapabileceklerdir.

Programdan maksimum fayda sağlanabilmesi için en önemli ihtiyaç meteorolojik gözlem ağının her ilçeyi hatta tüm mikroklima bölgeleri kapsayacak şekilde genişletilmesidir. Programın gelecekte daha etkin ve faydalı olacak şekilde “Büyüme Derece Saat” hesaplamaları yapabilmesi ve bitkilere zararlı böcek gelişiminin izlenmesiyle ilgili işlem türünün eklenmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Akkaya, A. 1994. Buğday Yetiştiriciliği. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniv. Genel yay. No: 1 Kahramanmaraş.
- Anonim. 2002. Buğday ve arpa tarımı. Tarım İşlemeleri Genel Müdürlüğü, Ankara.
- Angel, J., 1997. Performance of commercial dent corn hybrids in Indiana. Bulletin No: B757, Department of Agronomy Univerdity, W. Lafayette, IN 47907-1150
- Asar, M., Yalçın, S., Yücel, G., Nadaroğlu, Y. ve Erciyas, H. 2007. Zirai Meteoroloji Ders Kitabı. DMİ Genel Müdürlüğü Zirai Meteoroloji Şube Müdürlüğü. Ankara.
- Aspiazu, C. and R.H. Shaw. 1972. Comparisons of several methods of growing degree day unit calculation for corn. Iowa State College J. Of Sci. 46:435-442
- Ball, D.A., Frost, S.M. and Gitelman, A.I., 2004. Predicting timing of downy brome (*Bromus tectorum*) seed production using growing degree days. Weed Science 52(4):518-524
- Bierhuizen, F. and Wagenvoort. W.A., 1974. Some aspects of seed germination in vegetables. I. The determination and application of heat sums and minimum temperature for germination. Sci. Hort. 2, 213-219.
- Bonhomme,R. 2000, Bases and limits to using ‘degree.day’ units. European Journal of Agronomy 13(2000)1-10.
- Curtin, D. and Fraser, P. M., 2003. Soil organic matter as influenced by straw management practices and inclusion of grass and clover seed crops in cereal rotations. Australian Journal of Soil Research 41, (1): 95-106.
- Çelik, M. 1995. Ankara Koşullarında Bazı Sert Çekirdekli Meyve Türlerinin Etkili Sıcaklık Toplamı İsteklerinin Belirlenmesi. J. Of Agriculture and Forestry 23(1999)1-5
- Çaldağ, B., 2009. Trakya Bölgesi'nin Tarımsal Meteorolojik Özelliklerinin Belirlenmesi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi.
- Deriux M., and Bonhomme, R., 1982a-1982b, Heat Unit Requirements for maize hybrids in Europa: Results of the European FAO sub-network. I: Sowing Silking Period. Maydica XXVII, 59-77.
- Eser, D. ve Geçit, H.H. 2007. Ekoloji, Ankara Üni.Zir. Fak. Yay. Yayın No: 1559, Ankara.

- Garcia-Huidobro, J., Monteith J.L. and Squire, G.R., 1982a. Time, temperature and germination of pearl millet (*Pennisetum typhoides* S.&H.). I. Constant temperature. *J. Exp. Bot.* 33, 288-296.
- Gilmore, E.C. and Rogers J.S., 1958. Heat Units as a Method of Measuring Maturity in Corn. *Agronomy Journal*, 50:611-615.
- <http://www.psu.edu>.
- Kadıoğlu, M. ve Şaylan, L., 1998. Türkiye’de Farklı Bitkiler için Büyüme Derece- Gün Değerlerinin Belirlenmesi, Tarım ve Orman Meteorolojisi’98 Sempozyumu, 21-23 Ekim 1998, İstanbul.
- Kün, E., 1985. Sıcak İklim Tahılları. A.Ü.Z.F. Yayınları No:680, A.Ü. Basımevi. Ankara.
- Lutgens, F. K. and Tarbuck, E. J., 1979. *The Atmosphere-An Introduction to Meteorology*. Prentice Hall, New Jersey, 491 pp.
- Mather, J.R., 1974. Degree-Days; Snowmelt Plant Development, Fuel Consumption, Climatology Fundamentals and Applications, Newyork.
- Mc Master, G.S. and Wilhelm, W.W., 1997. Growing degree-days:one equation, two interprestations. *Agricultural and forest meteorology*. 87:291-300.
- Nield, E.R. and Newman, E.J., 1999. Growing season characteristics and requirements in the corn belt. www.agcom.purdue.edu/Agcom/Pubs/NCH/NCH-40html.
- Öktem, A. ve Ağırmatlıoğlu, A., 2006. Farklı Tarihlerde Ekilen Farklı Tarihlerde Ekilen Buğday (*Triticum ssp.*) Genotiplerinde Bazı Gelişme Dönemleri İçin Gerekli GDD (Growing Degree Days) Değerlerinin Belirlenmesi. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.* 37(1), 29-37.
- Özgürel, M. ve Pamuk Mengü, G., 2009. Tarımsal Meteoroloji. Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayın No: 567. İzmir.
- Soler, C.M.T., Santelhes, P.C. and Hgoogenboom, G., 2005. Thermal time for phenological development of four maize hybrids grown off-season in a subtropical environment. *Journal of Agricultural Science*, 143, 169-182.
- Swan, J.B., Schneider, E.c., Moncrief, J.F., Paulson, W.H. and Peterson, A.E., 1987. Estimating corn growth, yield and grain moisture from air growing degree days and residue. *Agron. J.* 79:53:60.
- Swanson, S.P. and Wilhelm. W.W. 1996. Planting date and residue rate effects on growth, partitioning and yield of corn. *Agron. J.* 88:205-210.
- Rawson, H. M. and Macpherson, H. G., 2000: *Irrigated Wheat (Managing Your Crop)*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, ISBN92-5-104488-0.
- Rao, S. C., Coleman, S. W. and Volesky, J. D., 2000: Yield and Quality of Wheat, Triticale, and Elytricum Forage in the Southern Plains. *Crop Science* 40:1308-1312.
- Pruess, K.P., 1983. Day-degree methods for pest management. *Env. Ent.* 12, 613-619.
- Wagenvoort, W.A. and Bierhuizen, J.F., 1977. Some aspects of seed germination in vegetables. II. The effect of temperature fluctuation depth of sowing, seed size and cultivar heat sum and minimum temperature for germination. *Sci. Hort.* 259-270.
- Yan, W. and Hunt, L.A., 1999. An equation for modelling the temperature response of plant using only the cardinal temperatures. *Annual of Botany* 84, 607-614.
- Yoldaş, F. ve Eşiyok, D. 2005. Termal Zamanın (°C-Gün) Bitkisel Üretimde Kullanımı. *Ege Ün.Ziraat Fak. Derg.* 42(3):207-218.