

Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinde İklim Verilerinden Yararlanılarak Ekim Zamanının Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma

Arzu EKERYILMAZ*

Ali Osman DEMİR**

ÖZET

Bu çalışmada, Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde kuru koşulda tarımı yapılan ve münavebeli olarak yetiştirilen ayçiçeği ve kışlık buğday bitkileri için uygun ekim zamanlarının belirlenmesine çalışılmıştır. Çalışmada ekim zamanı belirleme kriterleri olarak; toprak nemi, toprak sıcaklığı ve don olasılığı seçilmiştir. Toprak nemi; bitki kök derinlikleri ve toprak işleme derinliği dikkate alınarak, nem denge modelini temel alan bir bilgisayar programı ile tahminlenmiştir. Model parametrelerinden birisi olan evapotranspirasyonun belirlenmesinde ise, Modifiye Penman Monteith Yöntemi kullanılmıştır.

Bu çalışmaya göre; ayçiçeği bitkisi için 11-20 Mart, buğday bitkisi için Ekim ayının son 10 günü en uygun ekim zamanı olarak belirlenmiştir.

Anahtar Sözcükler: Ekim zamanı, tarımsal meteoroloji, evapotranspirasyon, tarla kapasitesi, Penman Monteith Yöntemi, kışlık buğday, ayçiçeği.

* Araş. Gör.; U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.

** Yrd. Doç. Dr.; U.Ü. Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü.

SUMMARY

A Research on the Estimation of the Sowing Time Using the Climatic Data in the Field of Agricultural Research and Application Centre of Uludağ University

In this research, the most suitable sowing time of sunflower and winter wheat grown in rotation under dry farming conditions in the field of Agricultural Research and Application Centre of Uludağ University was tried to be determined. In the study, the moisture and temperature of the soil and the frost probability were chosen as the estimation criteria of the sowing time. Soil moisture was estimated by the computer programme based on the soil water balance model with taking into account the root depth of the crops and plough depth. Modified Penman Monteith Method was applied in the estimation of evapotranspiration, which is one of the model parameters.

According to this study, the most suitable sowing period has been estimated as the mid ten days of March for sunflower and as the last ten days of October for winter wheat.

Key Words: Sowing time, agrometeorology, evapotranspiration, field capacity, Penman Monteith Method, winter wheat, sunflower.

GİRİŞ

Tarımsal üretimin büyük ölçüde iklim koşullarına bağlı olduğu bilinmektedir. Yağış, sıcaklık ve nem gibi iklim etmenlerinin üretim sırasında denetim altına alınamaması, üreticilerin üretim işlemlerini bu koşullara uydurmasını zorunlu kılmaktadır (Arın ve Kayışoğlu 1985). Nitekim geçtiğimiz yüzyıl içerisinde, meteorolojik tekniklerin tarımsal çalışmalara uygulanmasıyla ilgili birçok örnek mevcuttur. Bunların içerisinde en önemlilerinden birisi de ekim ve hasat zamanlarının programlanmasıdır. Ayrıca, önceden kaydedilen meteorolojik bilgilerden yararlanarak toprak nemi tahmin edilebilmektedir. Bu faktör, verim kalite ve kantitesini belirleyen önemli çevresel değişkenlerden birisi olmaktadır (Tanin ve ark. 1982).

Kültür bitkilerinde verimi etkileyen agronomik faktörlerden birisi de ekim zamanıdır. Ekim zamanı ve toprağın ekime hazırlanışı, hasatta elde edilecek ürünün miktarını büyük ölçüde etkilemektedir. Bir yörede yetiştirilecek bitki tür ve çeşidinin seçimi, toprak hazırlığı, ekim, bakım ve hasat gibi teknik işler doğrudan doğruya iklime bağlıdır. Ayrıca tohumların çimlenme koşulları ve çimlenmeye etki eden faktörler yine iklimle ilgilidir.

Bilindiği gibi yağış, önemli iklim faktörlerinden birisidir. Bitkisel üretimde, yağışa bağlı olarak toprak işlemesi, tohum ekimi, bakım, hasat ve

harman yöntemleri saptanır (Madran 1991). Ancak, toprak işlemesi yanında bitki veriminde de temel etmen olan yağışın; miktarından çok, toprakta bıraktığı nem düzeyi ve bitkinin vejetasyon devresindeki düzeni önemlidir.

İklim faktörlerinden birisi olan toprak sıcaklığı da çimlenme ve kök gelişiminde etkili olmaktadır. Tohumların, toprak sıcaklığı çimlenme optimumuna ulaştığı zaman ekilmeleri, hızlı bir çimlenmeye olanak sağlamakta ve aynı zamanda tohumlarda mantar ve diğer hastalık etmenlerinin ortaya çıkmasını engellemektedir (Tanin ve ark. 1982). Sıcaklığın bitkilere verebileceği en büyük zararlardan birisi de don zararı olup; etkisi bitki cinsine göre değişmektedir. Tahıllarda donun en tehlikeli olduğu devre, toprağa atılan tanelerin çimlenme dönemidir (Madran 1991).

Ekim zamanı tahminleme çalışmalarında, tohumların çimlenmeleri için gerekli toprak neminin bulunması yanında, tarlanın sürülebilir olması büyük önem taşımaktadır. Bunun bir göstergesi olarak genellikle toprak nemi seçilmektedir (Tulu ve ark. 1974, Hetz ve ark. 1983, Von Bargen ve ark. 1986, Işık 1988, Işık ve Sabancı 1989).

Bitki gelişmesinde; toprak suyu ile ilgili uygun olmayan koşullar bazen ortaya çıkmaktadır. İstenmeyen bu durum; coğrafik bölge, toprak özellikleri, bitki özellikleri ve iklim koşullarına bağımlı olarak değişmektedir. Bunlar arasında; yağış ve zamana bağlı olarak bitkiler tarafından kullanılan su miktarı birinci derecede önem taşımaktadır. Yukarıda belirtilen etmenler nedeniyle, özellikle tarımsal açıdan hangi koşullarda ne ölçüde toprak-su düzeyinin oluşacağı önem taşır. Bu türden bilgiler, konunun çok değişkenli olması nedeniyle, model olarak istatistik yaklaşım ve matematiksel olasılık tanımları ile belirlenmeyi gerektirmektedir. Bu yöntemi izlemedeki zorunluluk; özellikle yağışların yöresel olarak ve zaman içindeki beklenen değerlerden büyük sapmalar göstermesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Tülücü 1979).

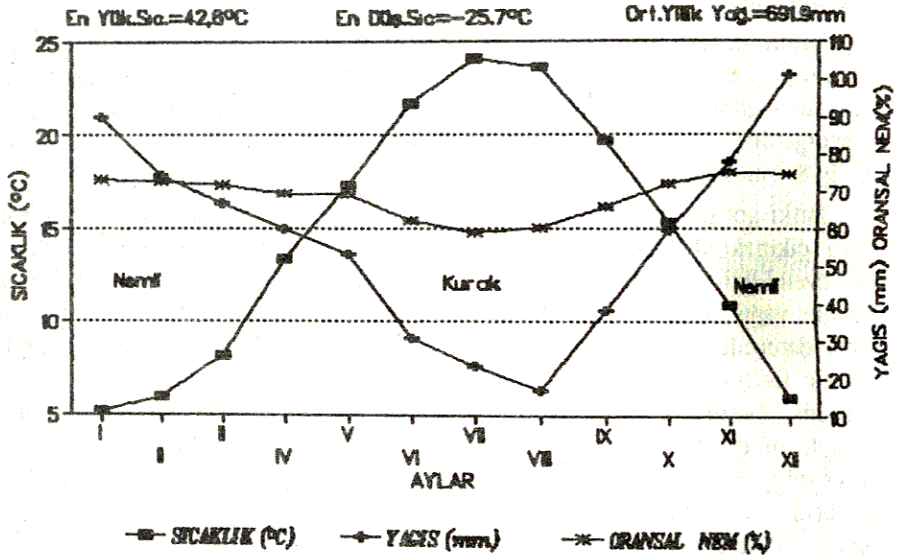
Bu çalışmada, U.Ü. Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi arazisinde kuru koşullarda münavebeli olarak tarımı yapılan ayçiçeği ve kışlık buğday bitkileri için, toprak nem denge modeli temel alınarak; 20 yıllık günlük iklim verileri, bitki özellikleri ve araştırma alanının toprak özelliklerinin kullanılmasıyla, toprak nemi ve çimlenme sıcaklıkları kriterlerine göre, en uygun ekim zamanının belirlenmesine çalışılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal

Araştırma alanı, Marmara bölgesinin Bursa Merkez Görükle Bucağı arazisi içinde, Bursa-İzmir karayolunun 15. km'sinde Nilüfer çayına kadar uzanan seritvari bir alanı kapsamaktadır.

Bursa ovası, Akdeniz iklimi genel karakterini taşıyan bir iklime sahip olmakla birlikte, bölgenin ortalama sıcaklığı düşük, yağış dengesi düzenlidir (Korukçu ve ark. 1989). Bursa Meteoroloji istasyonunun uzun yıllık iklim verilerine göre yörenin yıllık yağış ortalaması 691.9 mm olup, bunun % 38'i kış, % 26'sı ilkbahar, % 10'u yaz ve % 25.4'ü sonbaharda düşmektedir. İlkbahar donları Mart ayında, sonbahar donları ise Kasım ayında görülmektedir. Yılın en yağışlı geçen ayları Aralık, Ocak, Şubat, en kurak ayları ise; Haziran, Temmuz, Ağustos ve Eylül'dür. Çok yıllık (66 yıl) iklim verilerinden yararlanılarak hazırlanan, Bursa iline ilişkin iklim diyagramı Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil: 1
Bursa iline ilişkin iklim diyagramı

Araştırma alanından alınan toprak örneklerinde yapılan analiz sonucunda; toprakların % 91.4'ünün killi, % 4.9'unun kumlu killi tın ve % 1.7'sinin de tınlı bünyede oldukları belirlenmiştir. Bu verilere göre; araştırma alanı topraklarının ağır bünyeli oldukları görülmektedir. Ayrıca anılan alanda yapılan planlama toprak etüdlerine göre, 4 farklı toprak grubunun olduğu belirlenmiştir. Bunlar; vertisol, rendzina, kahverengi orman ve aluviyal grubu topraklardır (Katkat ve ark. 1984).

Araştırma alanında buğday ve ayçiçeği ekim bölgelerinden alınan toprak örneklerine ilişkin tarla kapasitesi ve hacim ağırlığı sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge: 1**Araştırma Alanı Topraklarına İlişkin Bazı Fiziksel Analiz Sonuçları**

Katman Derinliği (cm)	Hacim Ağırlığı (gr/cm ³)	Tarla Kapasitesi	
		(%)	(mm)
0 - 15	1.35	30.00	60.75
0 - 30	1.42	30.30	129.08
30 - 60	1.47	30.70	135.39
60 - 90	1.67	30.10	150.80

Arazinin güney ve doğusu orta eğimli olup; güneydeki araziler kuzeye, doğu kesimindeki araziler ise batıya doğru eğimlidir. Çiftlik arazisinin güney kesiminde yer alan topraklar hafif eğimli olup, ortalama eğim % 3 civarındadır. Bu bölümün güney sınırında % 5-6 olan eğim, kuzeye doğru giderek azalmakta ve Nilüfer çayı civarında % 0.5-1.0'a düşmektedir (Katkat ve ark. 1984). Arazinin ortalama yüksekliği 100 m'dir. Göbelye Köyü sınırında ise yükseklik 150 m'ye ulaşmaktadır (Değirmenci 1990).

Çiftliğin tarla tarımına ayrılan arazisinde; yaklaşık % 48 kuruda buğday, % 46 kuruda ayçiçeği, % 1 şekerpancarı, % 0.4 yonca, % 3 çim, % 1 kuruda nohut, % 0.6 fasülye yetiştirilmektedir.

Yöntem

Çalışmada; toprağın mevcut nem içeriğini belirlemek amacıyla, toprak nemi denge modelinden yararlanılmıştır. Tülücü'den (1979) alınan bu eşitlik şu şekilde ifade edilmektedir:

$$S_{st} = S_{st-1} - ET + R - P$$

Eşitlikte, topraktaki mevcut nem (S_{st}); bir önceki gün toprakta bulunan mevcut nem (S_{st-1}) ve yağış (R) toplamından; evapotranspirasyon (ET), yüzey akış ve derine sızma ile kaybolan su miktarları toplamının (P) çıkarılmasıyla bulunmaktadır. Modeldeki toplam kayıp bileşeninin (P); topraktaki nem birikimi açısından, uzun devrede bir önemi kalmamaktadır. Nitekim; doygun bir toprak 48 - 72 saat sonra tarla kapasitesine ulaşmakta, bu süre kumlu topraklarda killi topraklara göre kısa sürede gerçekleşmektedir (Elliot ve ark. 1977, Hetz ve ark. 1983, ASAE 1987, Benami ve Ofen 1995). TK değerinin arazide tayin edilmesi amacıyla Tüzüner (1990) tarafından bildirilen yöntem uygulanmış ve sonuçta suyla doygun hale getirilmiş toprakların 48 saat sonra TK nem düzeyine ulaştığı

gözlenmiştir. Bu nedenle, toprağı doyunluk ve daha üst nem düzeylerine ulaştıracak yoğunlukta ve sürede yağış düşmesi ve bu yağışı izleyen devrede 48 saat içerisinde yağış olmaması durumunda model; toprak nem düzeyini irdelenen toprak derinliğı için tarla kapasitesine indirgemekte ve izleyen süreçte birikimli olarak çalışmaya devam etmektedir. İrdelenen periyot ve toprak derinliğı için yine anılan yoğunlukta toprak nem düzeyine rastlanması koşulunda, model aynı işlemleri yinelemektedir. Kısacası; arazide yüzey akışı sağlayacak yeterli eğimin ve drenaj sisteminin bulunması (Değirmenci 1990) nedeniyle, modelde yüzey akış ve derine süzülme kayıpları bakımından serbest drenaj koşullarının sağlandığı düşünülmüştür.

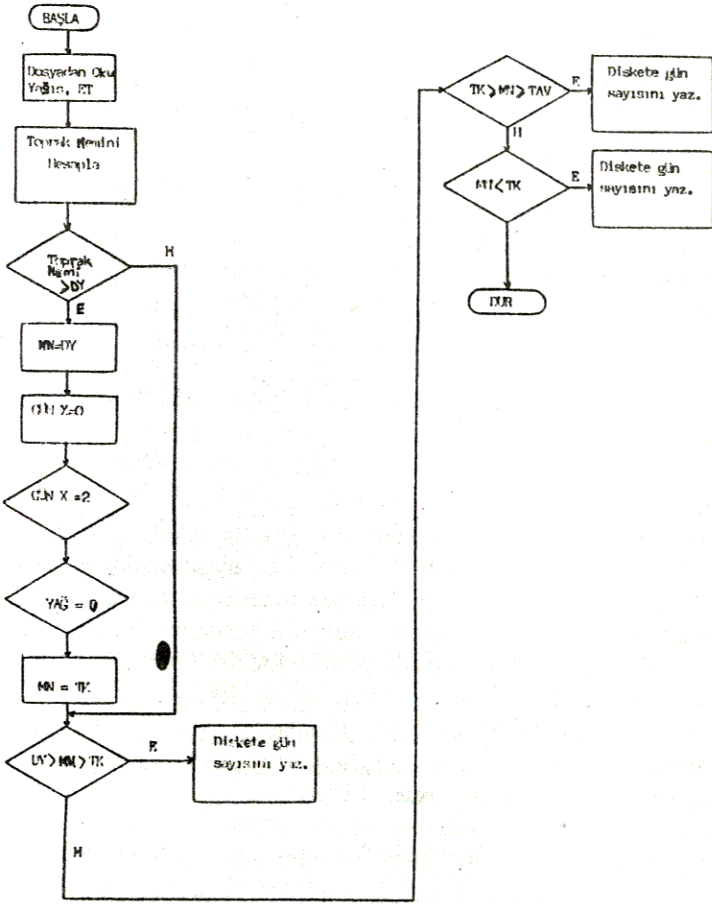
Modelin kullanımını kolaylaştırmak amacıyla, Şekil 2'de akış şeması verilen bilgisayar programı hazırlanmıştır. Hazırlanan bilgisayar programı ile toprak nemi denge modeli her gün için mevcut toprak nemini (MN) tahminlemekte ve sonuçları; tarla kapasitesi (TK), toprak tava (TAV) ve doyunluk yüzdesi (DY) gibi toprak nem sabitelerine bağılı olarak, 4 farklı toprak nem sınırı [(MN>DY), (DY≥MN≥TK), (TK≥MN≥TAV), (MN<TAV)] ile karşılaştırmaktadır. Daha sonra bu nem sınırları içinde kalan toprak nem değerlerinin görüldüğü gün sayıları, her yıla ait 10'ar günlük periyotlar için belirlenmekte ve sonuçlar toplam 20 yıl üzerinden değerlendirilmektedir.

Toprak nemi denge modelinde, toprak nem kaybına etki eden parametrelerden birisi olan evapotranspirasyonun belirlenmesi amacıyla, Modifiye Penman-Monteith yöntemini temel alan Cropwat bilgisayar paket programı kullanılmıştır. Modelde kullanılan yağış verileri; günlük toplam (mm) değerler olarak (1971-1990) Bursa Devlet Meteoroloji İstasyonu kayıtlarından alınmıştır.

Modelin çalıştırılmasına 1 Ocak 1971 tarihinde başlanarak, bir önceki günde (31 Aralık 1971) toprağın nem içeriğı tarla kapasitesi olarak alınmıştır. Hesaplamalar, yılın bitkisiz dönemlerinde toprak işleme derinliğı (30 cm'lik üst toprak katmanı), bitkili dönemlerde ise; kök gelişim derinliğindeki toprak katmanları dikkate alınarak yapılmış ve 31 Aralık 1990 tarihine kadar sürdürülmüştür.

Çalışmada tohumların çimlenebilmesine uygun minimum toprak sıcaklıkları ise; 1971-1990 yıllarına ait günlük toprak sıcaklığı (5 cm) verilerinden, hazırlanan bir bilgisayar programı ile taranmış ve ekim aylarına ilişkin 10'ar günlük periyotlarda frekansları belirlenmiştir. Tohumların ve genç fidelerin zararlanmasına neden olabilecek kritik sıcaklıkların belirlenmesinde ise yine bu program kullanılmıştır.

Araştırmada kullanılan tarla kapasitesi ve doyunluk yüzdesi değerleri Tüzüner'e (1990) göre belirlenmiş, toprak tava nem yüzdesi ise; Uzunoğlu'nun (1993), değişik bünyeli topraklarda tav durumu ile bazı fiziksel toprak kriterleri arasındaki ilişkiyi saptamak amacı ile yaptığı çalışmadan alınmıştır.



Şekil: 2
Modelin çözümüne ilişkin akış şeması

Ayrıca bu araştırmada, toprak nemi açısından ekim işlemlerine ve bununla birlikte ayçiçeği ile buğday tohumlarının çimlenme sıcaklık isteklerine bağlı olarak ele alınan toprak nemi ve çimlenme sıcaklık koşullarına ilişkin 20 yıllık iklim verilerinden yararlanılarak bulunmuş sonuçların; 10'ar günlük periyotlardaki görülme frekanslarını istatistiksel olarak yorumlamak amacıyla varyans analizleri ve LSD testleri yapılmıştır (Yurtsever 1984).

ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

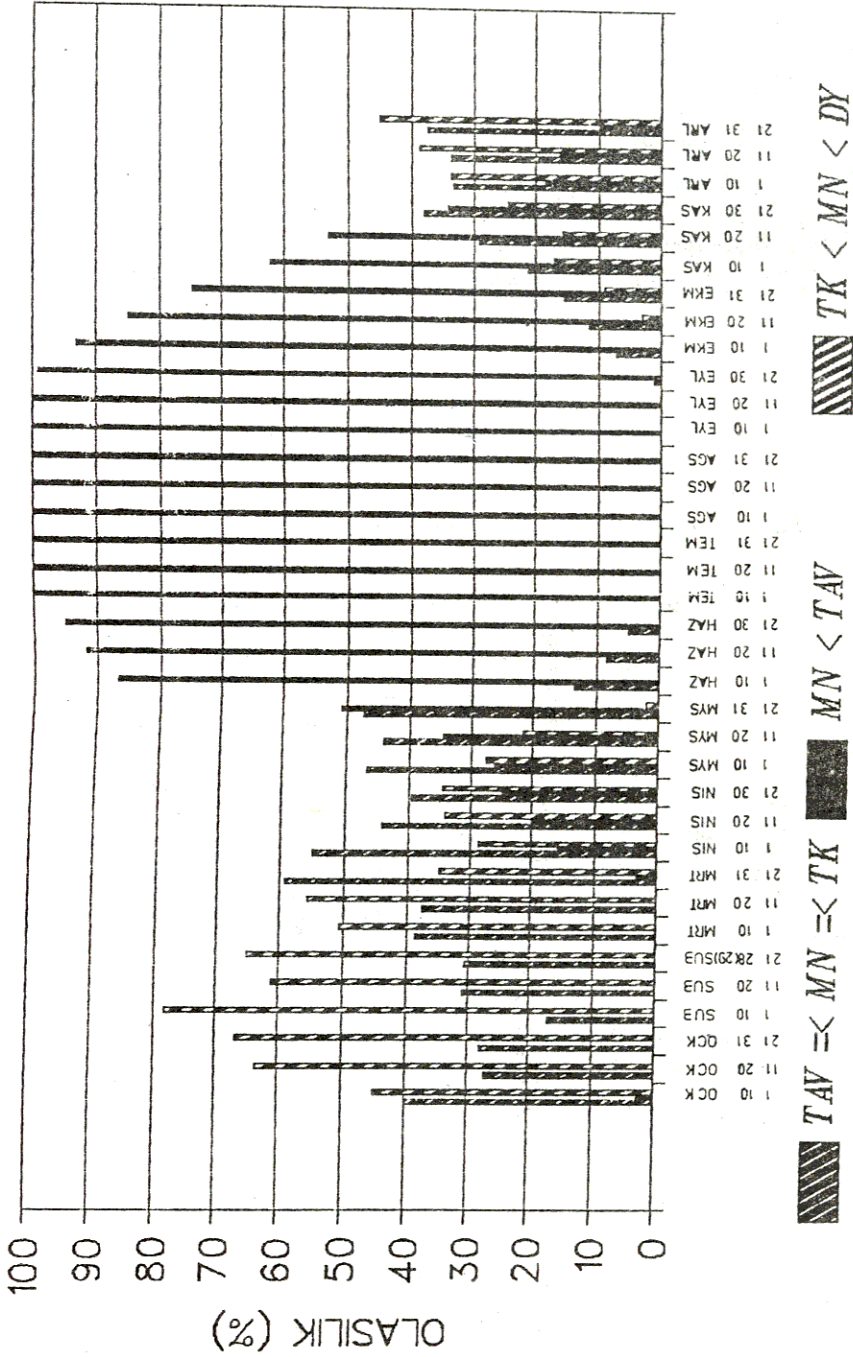
Ekim işlemleri ve çimlenme bakımından en uygun toprak nem düzeyinin TK-TAV arası nem düzeyi olduğu bilinmektedir (Güngör ve Yıldırım 1987).

Toprak nemi denge modeline göre, 20 yıl boyunca her yıl için belirlenen TK-TAV nem düzeyi ve diğer toprak nem düzeylerine (<TAV, DY-TK, >DY) ilişkin olma olasılıkları (%) grafiksel olarak Şekil 3'te verilmiştir. Ayrıca Şekil 3'teki olasılık değerlerinden yararlanılarak, Şekil 4'teki alansal olasılık grafiği elde edilmiştir.

Şekil 3 ve 4'ten de görüleceği gibi; Mart ayının ilk iki periyodunda toprak neminin TK-TAV düzeyinde olma olasılığı yaklaşık % 38, TK üstü nem düzeyinin görülme yüzdesi ise; 1-10 Mart periyodunda % 50.5, 11-20 Mart periyodunda ise; % 55.5 bulunmuştur. İlerleyen periyotlarda toprak nemi azalma göstermekte ve TK-TAV arası nem düzeyine ait görülme olasılığının en yüksek olduğu periyodun; % 59.1'lik bir değerle 21-31 Mart dönemi olduğu görülmektedir. Anılan dönemde, toprak neminin TK'nin üstünde görülme olasılığı % 35 iken, nem düzeyinin TAV altında görülme olasılığı % 3.2, doygunluk ve üzerinde görülme olasılığı ise % 2.7'dir. Ayrıca, Nisan ayına ilişkin 10'ar günlük periyotlarda TK-TAV nemi görülme olasılığı sırasıyla % 55, % 44 ve % 39.5'dir. Toprak tavından daha düşük nem düzeyinin görülme olasılığı; Mayıs ayının ilk periyodunda % 26'ya, Mayıs sonunda ise % 51'e ulaşmaktadır. Burada, Nisan ayından itibaren toprağın hızlı bir biçimde nem kaybına uğradığı ve kuruda yetiştiriciliğin yapıldığı bu bölgede, anılan dönemden itibaren artan oranda bitki su ihtiyacının karşılanamayacağı görülmektedir. Toprak nem düzeyi, 1-10 Haziran periyodundan itibaren tamamen kurak devreye girmektedir. Anılan periyotta; TK-TAV arası nem düzeyinin görülme olasılığı % 13.5 iken, TAV altı nem düzeyinin görülme olasılığı ise % 86.5'e ulaşmaktadır. Daha sonraki dönemlerde kuraklık oldukça artmakta, 1-10 Temmuz periyodundan, 11-20 Eylül periyoduna kadar olan dönemde toprak nem düzeyinin TAV altında görülme olasılığı % 100'e ulaşmaktadır. İlerleyen dönemlerde toprak nem düzeyinin arttığı ve 1-10 Ekim döneminden itibaren TK-TAV değerlerinin görülmeye başladığı izlenmektedir.

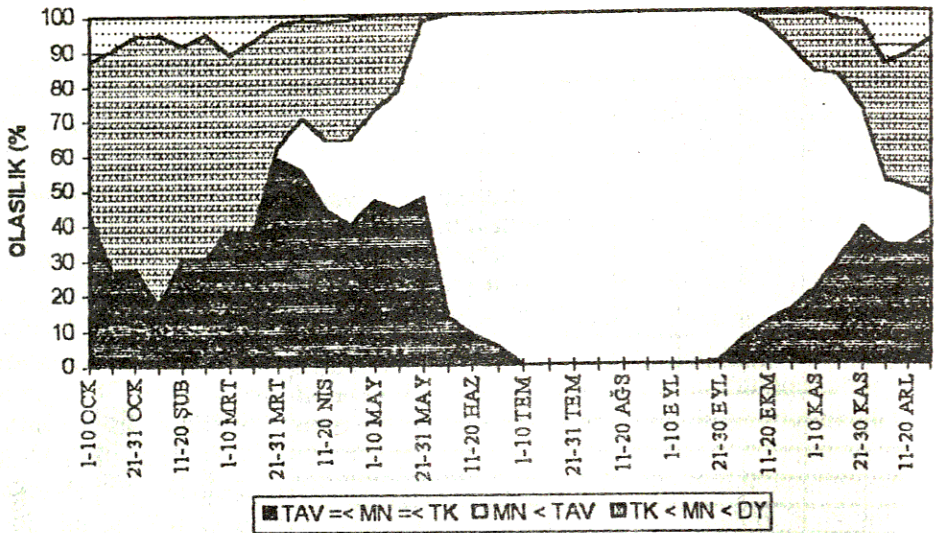
Uygun ekim zamanının belirlenmesinde topraktaki nem düzeyi kadar, toprak sıcaklığı da önemli bir faktördür (Kaygısız 1995). Toprak nem düzeyleri yanında ayçiçeği tohumu için minimum çimlenme sıcaklığı olan 8°C (Robinson 1978) ve buğday için ise 5°C (Yürür 1994) ve üstü sıcaklıkların olma olasılık grafikleri hazırlanarak Şekil 5 ve 6'da verilmiştir.

Şekil 5 incelendiğinde; 11-20 Mart döneminde % 40 olasılıkla ekim işlemleri için uygun toprak nemi, % 50 olasılıkla da çimlenmeye uygun toprak sıcaklığı ve % 85.5 düzeyinde de don olmama olasılığı görülmektedir. Ayrıca bu dönemin başında ekimin yapılması ve fidelerde % 97 don olmama olasılığı dikkate alındığında optimum toprak nem düzeyi ve minimum çimlenme sıcaklığı açısından, araştırma alanında ayçiçeği yetiştiriciliği için (ayçiçeği - buğday münavebeli) en uygun ekim döneminin 11-20 Mart olduğu görülmektedir.

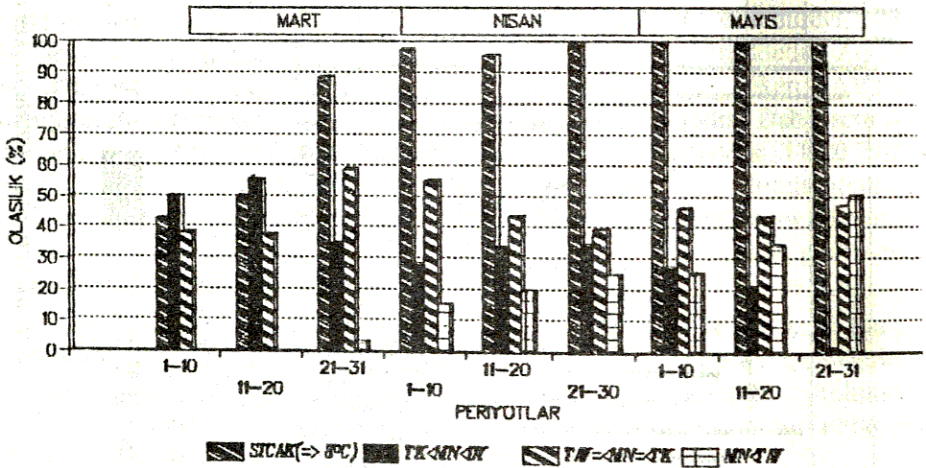


Şekil: 3

Toprak nem düzeylerine ilişkin olma olasılıkları



Şekil: 4
Farklı toprak nem düzeyleri için alansal olasılık grafiği

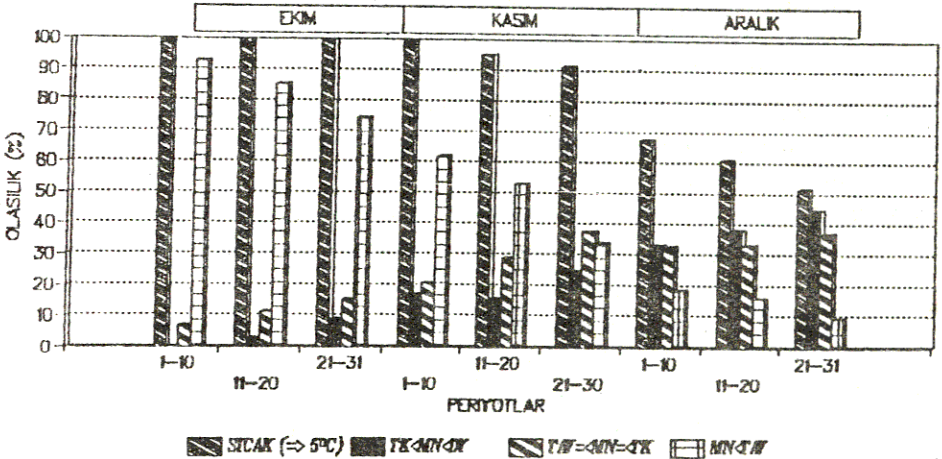


Şekil: 5
Ayçiçeği bitkisi için çimlenmeye uygun sıcaklık ve olası nem koşulları

Şekil 6'da görüldüğü gibi, buğday bitkisi için TK-TAV arası nem düzeyine ait görülme olasılığının en yüksek olduğu dönem % 38 ile 21-31 Kasım, en düşük olduğu dönem ise, % 7 ile 1-10 Ekim'dir. Anılan dönemde TAV altındaki toprak nem düzeylerinin görülme olasılığı % 93 iken, bu değer ilerleyen dönemlerde göreceli olarak azalmakta, 21-31 Aralık döneminde % 9.55'e

düşmektedir. Şekil 3'ten de izlenebileceği gibi, Şubat ayının ilk periyodunda ise; TK üstü nem düzeyi % 78 ile en yüksek olasılık değerine ulaşmaktadır. Bu koşullarda; Aralık ayı süresince toprak neminin ekim işlemleri açısından yüksek değerlerde olabileceği söylenebilir. Yine Şekil 6'dan görüleceği gibi; 1 Ekim - 30 Kasım tarihleri arasında, buğday bitkisinde çimlenme için minimum ve üstü toprak sıcaklıklarının ($\geq 5^{\circ}\text{C}$) görülme olasılığı % 90 ve daha fazladır.

Araştırma alanında buğday bitkisi için (ayçiçeği - buğday münavebeli) en uygun ekim zamanının belirlenmesine yönelik, optimum toprak nem düzeyi ve minimum çimlenme sıcaklığı esas alınarak 20 yıllık iklim verileri ile yapılan çalışma sonucuna göre; Aralık ayında çimlenmeye uygun toprak sıcaklığı ile ekim işlemleri ve çimlenme için uygun toprak nemi açısından ortalama % 50 riske girileceği gözönünde bulundurulmalıdır. Ekim ayının son periyodunda ekim yapılması durumunda, % 16 olasılıkla toprağın ekime uygun olması ve ilerleyen periyotlarda ise; toprak neminin artış göstereceği ve aynı zamanda sıcaklıkta herhangi bir problem olmayacağı görülmektedir. Bu durumda ekim işlemlerinin, Ekim ayının son 10 günlük periyodunda tamamlanması; bu dönemde tohum çimlenmesine uygun sıcaklık koşullarının görülmesi ve daha sonra görülecek yeterli etkili yağışlardan bitkilerin faydalanması açısından uygun görülmektedir. Erken ekim yapılması durumunda, % 75-90 toprak tavidan düşük nem olasılığı söz konusu olup; kuruya ekim yapılmış olacaktır. Bu durumda; özellikle ekim zamanlarında yeterli yağış almayan bölgemizde, sonbahar mevsimi başlangıcında alata durumuyla karşılaşılabilecektir.



Şekil: 6

Buğday bitkisi için çimlenmeye uygun sıcaklık ve olası toprak nem koşulları

KAYNAKLAR

- ARIN, S. ve B. KAYIŞOĞLU 1985. Tekirdağ İli'nde Ayçiçeği Ekiminde Uygun Günler Olasılığının Saptanması Üzerine Bir Araştırma. Tarımsal Mekanizasyon 9. Ulusal Kongresi (20-22 Mayıs 1985), s. 378-384, Adana.
- ASAE 1987. ASAE D230 - 4. Agricultural Machinery Management Data. Standards, 34th Ed. American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, MI 49085-9659, USA.
- BENAMI, A. ve A. OFEN 1995. Irrigation Engineering. Michlol, Ltd. Technion City, Haifa, Israel.
- DEĞİRMENÇİ, H. 1990. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezi Arazisinin Drenaj Sorunları ve Çözüm Yolları Üzerinde Bir İnceleme. Yüksek Lisans Tezi. Fen Bilimleri Enstitüsü Kültürteknik Anabilim Dalı, Bursa.
- ELLIOT, R.L., W.D. LEMBKE ve D.R. HUNT 1977. A Simulation Model for Predicting Available Days for Soil Tillage. *Trans of The ASAE* 20 (1): 4-8, USA.
- GÜNGÖR, Y. ve O. YILDIRIM 1987. Tarla Sulama Sistemleri. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları: 1022, Ankara.
- HETZ, E.J., A. GOLD ve L.E. REESE. 1983. Computer Prediction of Suitable Work Days for Mechanized Winter Wheat Operations in Chile. *AMA* 14 (3): 62-66.
- İŞİK, A. 1988. Sulu Tarımda Kullanılan Mekanizasyon Araçlarının Optimum Makina ve Güç Seçimine Yönelik İşletme Değerlerinin Belirlenmesi ve Uygun Seçim Modellerinin Oluşturulması Üzerinde Bir Araştırma. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi), Adana.
- İŞİK, A. ve A. SABANCI 1989. Uygun Tarla Çalışma Günlerinin Bilgisayarla Tahmini. Tarımsal Mekanizasyon 12. Ulusal Kongresi Bildiri Kitabı: 430-440, Tekirdağ.
- KATKAT, A.V., F. AYLA ve İ. GÜZEL 1984. U.Ü. Zir. Fak. Uygulama ve Araştırma Çiftliği Arazisinin Toprak Etüdü ve Verimlilik Durumu. *U.Ü. Zir. Fak. Dergisi, Cilt: 3*, s. 71-78, Bursa.
- KAYGISIZ, H. 1995. Tohum Çimlenmesinde Isı Faktörü. *Hasad Aylık Gıda, Tarım ve Hayvancılık Dergisi*, Haziran 1995, Yıl: 11, Sayı: 121.
- KORUKÇU, A., İ. ARICI, S. YAZGAN ve K. GÜNDOĞDU 1989. Bursa ve Yöresinde Su Kaynaklarına İlişkin Sorunlar. Marmara Bölgesinde Tarımın Verimlilik Sorunları Sempozyumu, Milli Produktivite Merkezi Yayınları, 387, Ankara.
- MADRAN, N. 1991. Yeni Tarım Kılavuzu, Hacettepe Taş Yayınları, Ankara.

- ROBINSON, R.G. 1978. Production and Culture. In: Sunflower Science and Technology. J.F. Carter. Soil Science Society of America, Inc., Publishers Madison, s. 89-132, Wisconsin.
- TANIN, Y., N. ÜNAL ve M.İ. KACAR 1982. Tarımsal Meteoroloji I. Met. Tekn. Lis. Ders Kitabı, Ankara.
- TULU, M.Y., J.B. HOLTMAN, R.B. FRIDLEY ve S.D. PARSONS 1974. Timeliness Cost and Available Working Days Shelled Corn. *Trans of the ASAE* 17(5): 798-800, 804, USA.
- TÜLÜCÜK, K. 1979. Çukurova İklim Koşullarında Çeşitli Kültür Bitkileri İçin Tarımsal Kuraklık ve Sulama Gereksinimi Olasılıkları Üzerinde Bir Araştırma (Doçentlik Tezi). Ç.Ü. Zir. Fak., Adana.
- TÜZÜNER, A. 1990. Toprak ve Su Analiz Laboratuvarları El Kitabı, T.O.K.B. Köy Hizmetleri Gen. Müd., Ankara.
- UZUNOĞLU, S. 1993. Değişik Bünyeli Topraklarda Tav Durumu İle Bazı Fiziksel Toprak Kriterleri Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Araştırma Raporları (1993), Proje No: 152-1/A-002, Ankara.
- VON BARGEN, K., J. MENG ve M.A. SCHROEDER 1986. Field Working Time for Agricultural Equipment Management in Nebraska. ASAE Paper No: 86-1024, USA.
- YÜRÜR, N. 1994. Serin İklim Tahılları (Tahıllar-1). U.Ü. Basımevi, Bursa.