

# Manisa'nın enerji bilançosu ve don olaylı günleri üzerine bir inceleme

LÜTFİ İHSAN SEZER

## Giriş

Aşağı Gediz oluğunun geniş alan kaplayan verimli alüvyal toprakları üzerinde kurulu bulunan Manisa'da, **frontal** faaliyetlerin hâkim olduğu kış yarı yılında yağışlı-ılık, açık-soğuk hava tipleri görülür. Buna karşılık, **frontoliz** etkinlik altında bulunan yaz yarı yılı, tamamiyle sıcak ve kurak geçer. % 21 gibi oldukça düşük karasallık değeriyle (SEZER,1990), denizel karakter de taşıyan iklim ve verimli topraklar, Manisa'da birçok kültür bitkisinin tarımına elverişli ortamın varlığına işaret eder. Nitekim, Manisa'da; **tahıllardan** (buğday,arpa) **baklagillere** (nohut, mercimek), **yağlı tohumlardan** (susam) **endüstriyel bitkilere** (tütün,pamuk) ve **meyvelere** (üzüm, zeytin) kadar çok çeşitli bitkinin tarımı yapılmaktadır. Bu nedenle Manisa, özellikle Ege bölgesinin tarımsal potansiyeli yüksek merkezlerinden birisi durumundadır. Ancak, **Orta iklim** kuşağında yer alan Manisa'da da bitki türlerinin dağılışını etkileyen ve vejetasyon süresini belirleyen en önemli ekolojik faktörlerden birisi, hiç şüphesiz sıcaklık ve dolayısıyla don olayıdır.

Bilindiği gibi **don olayı**, ya güneşin doğmasıyla birlikte gelen ışınların buharlaşmayı arttırmasıyla ortaya çıkan soğuma ile, ya da durgun havalı gecelerde, aşırı ergime durumunda bulunan çığ damlalarında var olan dengenin, doğan güneşin ilk ışınları ile birlikte bozularak, aniden donmasıyla sabahları meydana gelir. Toprak suyunun donmasıyla de oluşan don olayı, bitki türüne, **fenolojik dönem** ve mevsimler ile bitkinin ince dal , kök, yaprak ve meyvelerinin su bakımından zengin olup olmamasına bağlı olarak zararlı etkide bulunmakla birlikte, tarımsal etkinlikte bulunanların da ekonomik kayba uğramalarına neden olur. Don olayının etkileri, bunlarla da kalmayıp, insanların etkinliklerine sınırlama da getirir.

Don olayından korunmak, atmosfer olaylarıyla mücadeleyi gerektirdiğinden, pek kolay değildir. Ancak, don olayının meydana geleceği yer, gün, gün sayısı ve süresi ile bu süre içindeki şiddeti ve yıl olarak tekrarlama aralıkları, önceden bilinir ya da tahmin edilirse,

son derece kolaylaşır. Özellikle, kültür bitkilerinin don olayına karşı dayanabildikleri en düşük sıcaklık dereceleri, don olayının en erken, en geç ve ortalama başlama ve sona erme tarihleri ile don riskinin en çok % 20 olacağı efektif vejetasyon süresinin başlama ve sona erme tarihleri, don olayına karşı önlem alınabilmesi için bilinmesi gereken en önemli bilgilerdir. İşte bu yazı, söz konusu bilgilerin ortaya konulması amacıyla kaleme alınmıştır. Burada, fazla ayrıntıya girilmeden önce Manisa'nın sıcaklık koşullarını etkilemesi bakımından son derece önemli olan "insolasyon, radyasyon ve enerji bilânçosu" üzerinde durulacak ve daha sonra, 59 yılın (1929-1988) don olaylı dönemlerine ilişkin "günlük en düşük sıcaklık değerleri", extrem veri tiplerinden oldukları düşüncesinden hareketle, bu özelliği yansıtabilecek istatistik yöntemlerden **GUMBEL'in extrem probabillite (ihtimal) dağılım yöntemi** ile analize tabi tutularak, don olayına karşı önlem almada kullanılacak bilgilerin ortaya konulmasına çalışılacaktır.

### **Manisa'nın enerji bilânçosu**

Herhangi bir yerdeki sıcaklık koşullarını etkileyen birçok faktör bulunmakla birlikte, bunların içerisinde en etkin rol oynayanların güneşlenme/aydınlanma süresi, bu süre içinde güneş ışınlarının geliş açısı ve güneşlenme (insolasyon) şiddeti, yerin güneş ışınlarını yansıtma oranı ve efektif (gerçek) yer radyasyonu olduğu, şüphe götürmez bir gerçektir. Bu nedenle don olaylı günlerin analizine geçmeden önce, Manisa'nın insolasyon, radyasyon (ışınım) ve enerji bilânçosu (güneşlenme ve ışıma sonucunda yerde alıkonulan enerji) bakımından taşıdığı özelliklere kısa da olsa değinmek yerinde olacaktır.

#### **a) Güneş ışınları geliş açısı ve güneşlenme süresi**

Manisa, yıl içinde 28° (21 Aralık) ile 75° (21 Haziran) arasında değişen açı altında gelen güneş ışınlarıyla toplam olarak 2726 saat kadar aydınlanıp, güneşlenir. Buna göre, Manisa'nın yıllık güneşlenme oranı, % 31 kadardır. Bir başka sözle, Manisa'nın bir yılın yaklaşık olarak 1/3'ünde güneş enerjisinden yararlandığı belirtilebilir. Kış yarı yılında frontal faaliyetlerin etkin olması, bu dönemde bulutluluğun artmasına ve dolayısıyla güneşlenme süresinin azalmasına neden olur. Buna karşılık yaz yarı yılında frontoliz şartlarının etkisiyle bulutluluk azalır ve güneşlenme süresi artar. Bu şartlar altında; yıllık ortalamada 7.5 saat kadar olan güneşlenme süresi, ortalama

olarak, Temmuz ayında 12.6 saate çıkar ve Aralık ayında 2.8 saate düşer (ÇİZELGE 1).

### b) İnsolasyon (güneşlenme)

Manisa'da aktinometrik rasatların yapılamaması nedeniyle, insolasyon değerleri, **KILIÇ** bağıntıları ile MJ/m<sup>2</sup>-gün olarak hesaplanmış ve **cal/cm<sup>2</sup>-gün** birimine dönüştürülerek, ÇİZELGE 1 ve ŞEKİL 1 düzenlenmiştir (KILIÇ ve ÖZTÜRK 1980). Söz konusu şekil ve çizelge incelenecek olursa, 38°36'N paraleli üzerinde yer alan Manisa'nın **solar iklim** bakımından oldukça elverişli bir konumda bulunduğu açık bir şekilde anlaşılır. Nitekim, atmosfer dışında **yatay yüzeye** gelen yıllık ortalama güneş enerjisi, 686 cal/cm<sup>2</sup>-gün (6856 Kcal/m<sup>2</sup>-gün = 8 kWh/m<sup>2</sup>-gün) kadardır. Bu değer ortalama olarak yıl içindeki değişimi ise, 350 cal/cm<sup>2</sup>-gün (Aralık) ile 990 cal/cm<sup>2</sup>-gün (Haziran) arasında gerçekleşir. Ancak, atmosfer dışına gelen enerji, tamamiyle yeryüzüne ulaşamaz, bir kısmı atmosferi geçerken, atmosfer katmanlarında çeşitli gazlar ve bulutlar tarafından tutulur. Manisa için söz konusu tutulmanın yıllık ortalama oranı, % 48 civarındadır. Yıl içinde ise, söz konusu oran, Aralık ayında % 64'e yükselir ve Temmuz ayında % 39'a düşer. Bu tutulma oranlarına göre; yeryüzünde Manisa'ya ulaşan enerjinin atmosfer dışına gelen enerjiye oranlarının, yıllık ortalamada % 52, Temmuz ayında % 61 ve Aralık ayında % 36 olduğu söylenebilir. Ortalama yansıtma oranı, Manisa için % 20 alınacak olursa, absorbe edilen net ısı miktarının yıllık ortalaması 288 cal/cm<sup>2</sup>-gün; Temmuz ayı ortalaması 474 cal/cm<sup>2</sup>-gün ve Aralık ayı ortalaması 100 cal/cm<sup>2</sup>-gün olarak hesaplanabilir (ÇİZELGE 1; ŞEKİL 1). Bu değerlere göre, yazdan kışa geçerken, ısının yaklaşık olarak 4/5 oranında azaldığı anlaşılmaktadır.

### c) Efektif yer radyasyonu ve enerji bilançosu

Hava sıcaklığının toprak/yeryüzü sıcaklığından daha düşük olduğundan başlayarak, özellikle kışın ve gökyüzünün açık olduğu gecelerde kuvvetlenen ve kuvvetlendikçe de soğumanın artmasına yol açan efektif yer radyasyonunun Manisa'ya ilişkin değerleri, **KILIÇ** bağıntıları ile elde edilen insolasyon değerlerinden yararlanılarak, **PENMAN** bağıntıları (GÜREL, 1975) ile hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; yıllık ortalamada Manisa'nın efektif yer radyasyonu ile kaybettiği enerji tutarı, 143 cal/cm<sup>2</sup>-gün kadardır (0.3197 cal/cm<sup>2</sup>/dk ; 1.7 kWh/m<sup>2</sup>-gün). Bu değerden, yıllık ortalamada absorbe edilen güneş enerjisinin % 49.7 kadarının efektif yer ışıması ile

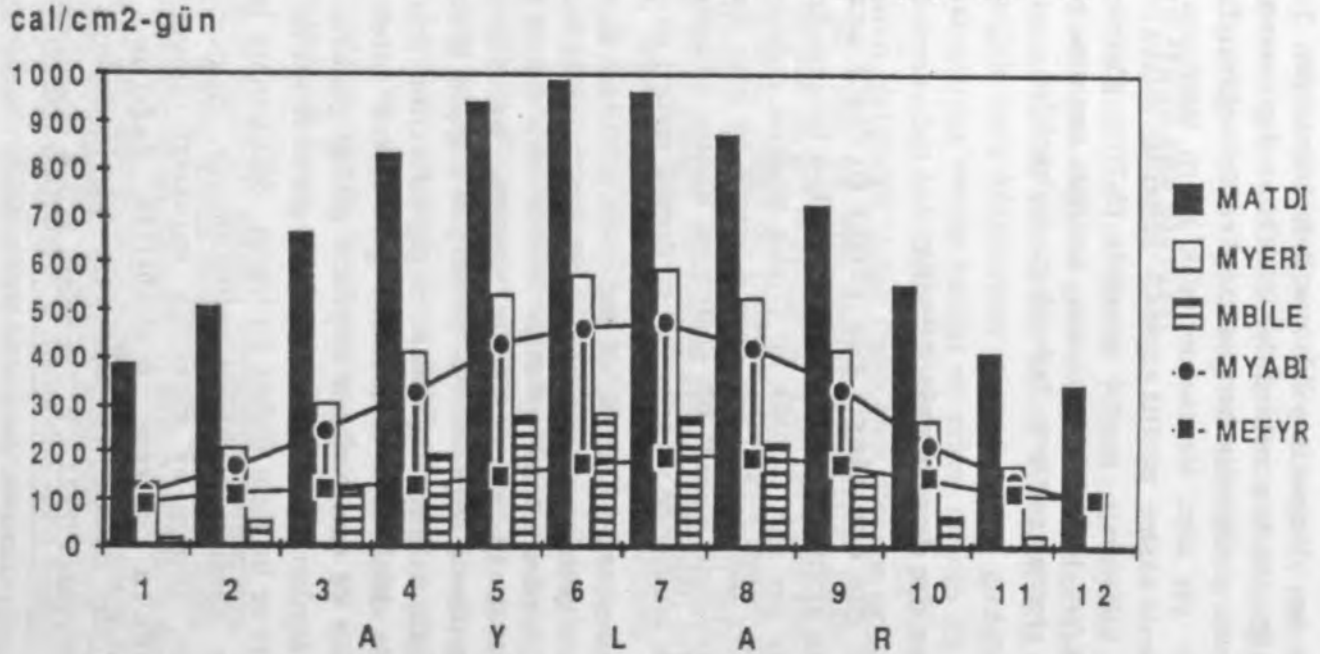
kaybedildiği, % 50.3 kadarının (145 cal/cm<sup>2</sup>-gün) ise toprakta/yeryüzünde alıkonulduğu anlaşılmaktadır. Bir başka sözle, Manisa'da yıllık ortalama enerji bilançosunun pozitif olarak kapandığı, bu nedenle de Manisa'da şiddetli bir soğumanın varlığından söz edilemeyeceği belirtilebilir. Yıl içindeki durum incelense bile, tutarların ya da bu tutarlara ilişkin oranların değişmesi dışında, bundan daha farklı bir sonuca ulaşılamaz. Nitekim, yıl içinde yaklaşık olarak 10 cal/cm<sup>2</sup>-gün (Aralık) ile 286 cal/cm<sup>2</sup>-gün (Haziran) arasında değişme gösteren enerji bilançosu, bütün aylarda pozitif değer taşır (ÇİZELGE 1; ŞEKİL 1).

**ERİNÇ**, yeryüzündeki enerji bilançosunun coğrafi dağılışı ve mevsimlik değişmelerini ayrıntılı bir şekilde incelemiş olan **SIMPSON**'a göre, yıllık enerji bilançosunun yaklaşık olarak 35°

AYLAR	MATDI	MGIGA	MGGÜS	MYERI	MYABI	MEFYR	MBİLE
OCAK	386.4	30.5	3.02	141.6	113.3	92.1	21.2
ŞUBAT	508.8	38.5	4.30	211.2	169.0	113.6	55.4
MART	669.6	49.0	5.36	309.6	247.7	125.3	122.3
NİSAN	832.8	60.8	6.55	412.8	330.2	133.9	196.3
MAYIS	945.6	70.2	9.09	537.6	430.1	152.6	277.5
HAZİRAN	991.2	74.5	11.36	580.8	464.6	179.0	285.6
TEMMUZ	967.2	72.6	12.37	592.8	474.2	193.2	281.1
AĞUSTOS	876.0	66.6	11.54	530.4	424.3	194.0	230.3
EYLÜL	727.2	53.6	9.36	422.4	337.9	177.4	160.5
EKİM	556.8	41.8	6.59	276.0	220.8	148.9	71.9
KASIM	415.2	32.5	4.39	177.6	142.1	114.9	27.2
ARALIK	350.4	28.4	2.48	124.8	99.8	90.1	9.7
<b>YILLIK</b>	<b>685.6</b>	<b>51.6</b>	<b>7.27</b>	<b>359.8</b>	<b>287.8</b>	<b>142.9</b>	<b>144.9</b>

**ÇİZELGE 1:** Manisa'ya ilişkin aylık ve yıllık ortalama insolasyon, radyasyon ve enerji bilançosu tutarları (cal/cm<sup>2</sup>-gün) ile güneş ışınları geliş açıları (derece) ve güneşlenme süreleri (saat/dakika). **MATDI:** atmosfer dışına gelen enerji; **MGIGA:** güneş ışınları geliş açısı; **MGGÜS:** gerçek güneşlenme süresi; **MYERI:** yeryüzüne ulaşan enerji; **MYABI:** % 20 yansıtma ile yeryüzünde/toprakta absorbe edilen enerji ve **MEFYR:** efektif yer radyasyonu ile kaybedilen enerji tutarları; **MBİLE:** absorbe edilen enerji ile efektif yer radyasyonu ile kaybedilen enerji arasındaki fark (enerji bilançosu).

ŞEKİL 1: Manisa'da insolasyon, radyasyon ve enerji bilançosu  
( $\phi = 38^{\circ}36' N$  ;  $h = 71$  m; yatay yüzeylerde)\*



(\*) Sembollerin karşılıkları, ÇİZELGE '1' deki gibidir.

paralelinde denkleştirdiğini belirtmektedir (ERİNÇ,1969, s.43). **FINCH** ve diğerleri ise, dünyanın yıllık enerji bilançosunun 37° paralelinde denkleştirdiğini ifade etmektedirler (FINCH ve diğerleri, 1957, p.35/36). Söz konusu görüşlerden hangisi kabul edilirse edilsin, 38°36'N paraleli üzerinde yer alan Manisa'nın yıllık enerji bilançosu bakımından, beklenilenin aksine **pozitif anomali** gösterdiği ortaya çıkar. Şu halde; termik bilançosu, pozitif anomali (2.7°C) gösteren Manisa'da **sıcaklık/ısı iklimi** bakımından, özellikle tarımsal etkinlikler için oldukça elverişli şartların bulunduğu söylenebilir.

## **Manisa'da don olaylı günler**

Bilindiği gibi **don olaylı gün**, günlük en düşük sıcaklık değerinin "0°C" nin altına düştüğü gündür ve sıcaklık bakımından sayılı günler arasında yer alır. Günlük en düşük sıcaklık değerleri, yaşamsal etkinlikler bakımından son derece önemli bir olay olan don ve don olaylı günlerin sayısal bir göstergesi olması nedeniyle, don olaylı günlerin analizinde yararlanılan en önemli verileri oluştururlar.

Bu incelemede de, Manisa'nın don olaylı günlerine ilişkin istatistiksel analizlere geçmeden önce, günlük en düşük sıcaklık değerlerinden hareketle, rasat süresi içerisinde 59 don olaylı dönem ayırt edilmiştir (1929-1988). Bu işlemde sonra, sırasıyla; uzunluğu, hüküm süren hava şartlarına bağlı olan ve yıldan yıla değişme gösteren don olaylı dönemlerin en erken başlama ve en geç sona erme tarihleri, bu tarihler arasında don olaylı dönemlerin gün olarak süreleri, bu süreler içerisinde de don olayının meydana geldiği günlerin aylık ve yıllık olarak sayıları, don olaylı dönemlerde gözlemlenen en düşük sıcaklık değerleri ve bunlara ilişkin tarihlerin 365 günlük bir yılın kaçınıcı gününe karşılık geldikleri belirlenmiştir. Belirlenen bu sayısal değerler, ekstrem ve süreklilik karakteri taşımaları nedeniyle, **GUMBEL'in ekstrem probabilitte dağılım yöntemi** ile istatistiksel analize tabi tutularak, değerlendirilmiş ve elde edilen sonuçlara göre ÇİZELGE 2, 3 ve ŞEKİL 2, 3, 4 düzenlenmiştir\*.

(\*) Burada ; GUMBEL yöntemine ilişkin olarak tanıtım, açıklama ve örnek işlemlere "metni uzatmamak amacıyla" yer verilmeyecektir. Bu nedenle, söz konusu yöntemle ilgilenecek olanlara, TÖMERTEKİN ve CÖNTÜRK (1957); ÖZAL (1972) ve ÖZDEMİR (1978)'in "**Kaynaklar**" bölümünde belirtilen makale ve yapıtlarına başvurmalarını önermekle yetinmeyi uygun görmekteyiz.

Konuya ilişkin olarak, **GUMBEL** yöntemine göre hazırlanan çizelge ve şekiller ile enerji bilançosuna ilişkin olarak verilen şekil ve çizelgenin birlikte incelenmesiyle ortaya çıkarılabilecek sonuçların aşağıda belirtildiği gibi, üç grup altında toplanması mümkündür:

#### **a) Sonbaharın erken don olayları**

Don olaylı günlerin başlama tarihlerinin yıldan yıla, o yılda hüküm süren hava şartlarına göre değişme gösterdiği bilinmektedir. Bu açıdan bakıldığında, Manisa'nın 59 yıllık rasat süresi içerisinde don olayına neden olacak soğuk hava kütlelerinin etkinliği altına girdiği ya da soğuk hava baskınlarına maruz kaldığı en erken tarihin 22 Ekim (1942) olarak gözlemlendiği belirtilebilir. Don olayları % 96 ihtimal ile bu tarihten itibaren görülmeye başlar. Daha önce görölme ihtimali ise, % 5'ten azdır. 25 yılda bir aynı tarihte görülebilir. Rasat süresi içerisinde don olayının en geç başladığı tarih ise, 24 Ocak (1953, 1970) olarak belirlenmiştir ki, ancak 80 yılda bir bu tarihe kadar gecikme olabilir. Don olayının bu tarihten sonraya gecikmesi ihtimali ise oldukça zayıftır (% 2 kadar). 30 Kasım olarak saptanan ortalama başlama tarihi, rasat süresi içinde bir kez gözlemlenmiş (1930) olmakla birlikte, % 57 ihtimal ile iki yılda bir görülebilir. Bu tarihten önce don olayı görölme ihtimali ise, % 43 kadardır. % 99 ihtimal ile don olaylı günler en erken 2 Ekim'de, en geç ise 30 Ocak'ta başlayabilir (ÇİZELGE 2,3; ŞEKİL 2). Söz konusu başlama tarihleri arasında olmak üzere, rasat süresi içerisinde kaydedilmiş olan en düşük günlük sıcaklık değeri, "-17.5°C" dir (4/5 Ocak 1942). Bu kadar düşük bir sıcaklık değerinin tekrar gözlemlenebilme ihtimali, oldukça zayıftır (% 2' den az). Yaklaşık olarak, % 99 ihtimal ile ancak 90 yılda bir gözlemlenebilir (ÇİZELGE 2).

Don riskinin en çok % 10-20 olduğu vejetasyon sürelerinin "efektif vejetasyon süresi" olarak kabul edilebileceği (ERİNÇ, 1969, s.454) düşünülürse; efektif vejetasyon süresinin % 10 don riski ile 5 Kasım'da ve % 5 don riski ile 26 Ekim'de sona ereceği belirtilebilir (söz konusu don riski yüzdeleri, vejetasyon süresinin sonlarına aittir). Çünkü, Sonbaharın en erken don olaylarının 5 Kasım'dan önce başlamasının ihtimali % 10 ve daha az, 26 Ekim'den önce başlamasının ihtimali ise % 5 ve daha azdır. Bir başka sözle; Sonbaharın en erken don olayları, % 90 ihtimal ile 5 Kasım'dan sonra; % 95 ihtimal ile de 26 Ekim'den sonra başlar. Bu değerlere göre, "5 Kasım", % 20 kadarlık don riski limiti bakımından, efektif vejetasyon süresinin en geç sona erdiği tarih olarak kabul edilebilir (ŞEKİL 2).

## **b) İlkbaharın son don olayları**

Don olaylı günlerin son bulma tarihleri de, başlama tarihleri gibi, hava şartlarına bağlı olarak yıldan yıla farklılık gösterir. Son don olayları, bu bakımdan ele alınacak olursa, rasat süresi içinde don olayına neden olan soğuk hava kütlelerinin Manisa'dan en erken çekildiği ve yerini tropikal kökenli sıcak hava kütlelerine terkettiği en erken tarihin 20 Ocak (1983), en geç tarihin ise 14 Nisan (1942) olarak gözlemlendiği belirtilebilir. Don olayının 20 Ocak'tan önce sona ermesi ihtimali % 1, 14 Nisan'dan sonra sona ermesi ihtimali ise % 5 kadardır. 13 Mart olarak saptanan don olaylı günlerin ortalama son bulma tarihi, rasat süresi içerisinde hiç gözlemlenememiş olsa da, don olayının bu tarihte sona ermesi, yaklaşık olarak % 57 ihtimal ile iki yılda bir tekrarlanabilir.

Don olaylı günler, yaklaşık olarak % 99 ihtimal ile en erken 14 Ocak'ta, en geç ise 10 Mayıs'ta sona erer. Don olayının 14 Ocak'tan önce ve 10 Mayıs'tan sonra sona ermesi ihtimali ise % 1'den daha azdır. Bu tarihler arasında olmak üzere, rasat süresi içerisinde kaydedilmiş olan en düşük günlük sıcaklık, "-13.1°C" dir (28 Ocak 1954). Bu değerde düşük bir sıcaklığın tekrar görülebilme ihtimali ise, % 5'ten azdır ve ancak 20-25 yılda bir gözlemlenebilir (ÇİZELGE 2, 3 ; ŞEKİL 3).

**Efektif vejetasyon süresi**, % 10 don riski ile 6 Nisan'da, % 5 don riski ile 16 Nisan'da başlar (belirtilen don riski değerleri, vejetasyon süresinin başlangıcına ilişkindir). Bu değerlere göre 6 Nisan, % 20 kadarlık don riski limiti bakımından, efektif vejetasyon süresinin en erken başlama tarihi olarak kabul edilebilir. Böylece, % 20 kadarlık don riskinin var olduğu efektif vejetasyon süresinin 6 Nisan-5 Kasım tarihleri arasına, % 10 kadarlık don riskinin var olduğu efektif vejetasyon süresinin ise 16 Nisan-26 Ekim tarihleri arasına isabet ettiği söylenebilir. Bu durumda; don riskinin % 20 olduğu efektif vejetasyon süresi içinde alınabilecek toplam güneş enerjisi tutarı, yaklaşık 100 Kcal/cm<sup>2</sup> ve efektif ışımadan sonra toprakta depolanabilecek toplam ısı tutarı ise yaklaşık 45 Kcal/cm<sup>2</sup> olarak hesaplanabilir. Aynı şekilde, don riskinin % 10 olduğu efektif vejetasyon süresinde alınabilecek toplam enerjinin yaklaşık 94 Kcal/cm<sup>2</sup> ve toprakta depolanabilecek ısı toplamının da 42 Kcal/cm<sup>2</sup> olabileceği kestirilebilir (ÇİZELGE 1, 2; ŞEKİL 1, 2, 3).



### c) Don olaylı dönemin süresi ve don olaylı gün sayısı

Bilindiği gibi, don olaylı dönemin süresi, bir anlamda don olayına neden olan soğuk hava kütlelerinin etkinlik gösterdikleri süreyi, don olaylı gün sayısı ise, efektif etkinliğin frekansını yansıtır. Bu bakımdan don olaylı dönemlerin süreleri, değişkenliği ve don olaylı gün sayıları oldukça büyük önem taşır. İşte bu nedenledir ki, konunun ayrı bir başlık altında ele alınması uygun görülmüştür.

Don olaylı dönemin maksimum süresi ya da soğuk hava kütlelerinin etkin olduğu **en uzun** dönem, rasat süresi içerisinde 22 Ekim 1942'de başlamış ve 167 gün sonra 7 Nisan 1943 'te sona ermiştir. Bu süre içerisinde soğuk hava kütlelerinin don olayına neden olduğu toplam gün sayısı ise 62 dir. Aynı hava kütlelerinin neden oldukları en düşük günlük sıcaklık ise, "-9.3°C" (29 Ocak 1943)' dir. Aralıklı olarak don olayına neden olan soğuk hava kütlelerinin Manisa'yı etki altına alabileceği **maksimum** sürenin 167 günden fazla olma ihtimali % 3'ten , don olayına neden olabileceği maksimum yıllık don olaylı gün sayısının 62'den çok olması ihtimali ise % 2'den azdır. Genel olarak soğuk hava kütlelerinin en çok etkili olabilecekleri aylar ise, sırasıyla; Ocak, Aralık, Şubat ve Mart'tır (ÇİZELGE 2; ŞEKİL 4).

Rasat süresi içerisinde **en kısa** donlu dönem ya da soğuk hava kütlelerinin en az etkili oldukları dönem, 24 Ocak 1970'te başlamış 17 gün sonra 10 Şubat 1970'te sona ermiştir. Bu süre içerisinde soğuk hava kütlelerinin don olayına neden oldukları toplam gün sayısı ise, 3' ü geçmemiştir. Aynı sürede gözlemlenebilen en düşük sıcaklık değeri ise, "-2.2°C" olmuştur. Don olaylı dönemin 17 günden daha kısa sürmesi ihtimali, son derece zayıftır.

Don olaylı dönemin **ortalama** süresi, % 57 ihtimal ile 30 Kasım'da başlar ve 103 gün sonra 13 Mart'ta sona erer. Bu sürenin ortalama olarak 25 gününü don olaylı geçer. Don olayının ortalama en çok gözlemlendiği aylar ise, sırasıyla; Ocak, Şubat ve Aralık'tır. Yine ortalama olarak saptanan günlük en düşük sıcaklık değeri ise "-5.4°C" olmuştur. % 43 ihtimal ile bundan daha düşük sıcaklıklar görülebilir. Çok düşük sıcaklıkların genel olarak bitkilerin dinlenme döneminde (Aralık, Ocak ve Şubat aylarında) gözlemlenmiş olması, Manisa'da tarımsal etkinlikler açısından çok büyük tehlikenin söz konusu olmayacağına işaret olarak kabul edilebilir.

Sonuç olarak; Manisa, başta tarımsal etkinlikler olmak üzere, hemen hemen her türlü insan etkinlikleri bakımından elverişli sıcaklık iklimi şartlarını taşıdığı söylenebilir. Nitekim, **yıllık enerji bilânçosu**, her yıl pozitif olarak kapanmaktadır (0.3242 cal/cm<sup>2</sup>/dk). Yıl içinde, gerek absorbe edilen enerji ve gerekse toprakta alıkonulan enerji, Manisa'da çok çeşitli kültür bitkilerinin tarımına imkân verebilecek tutardadır. Taşınan ısı ve dolayısıyla termik özellikler nedeniyle don olaylı günler geç başlayıp erken sona ermektedir. **Efektif vejetasyon süresi**, % 20 don riski ile 6 Nisan-5 Kasım tarihleri arasına rastlamaktadır. Şiddetli don olayının görülme ihtimali % 10'dan azdır ve ancak 10-15 yılda bir gözlemlenebilir.

## KAYNAKLAR

- ERİNÇ, S. (1969): **Klimatoloji ve Metodları** (genişletilmiş ikinci baskı) , İstanbul Üniversitesi Coğr. Enst. Yay.No.41, İstanbul.
- EROL, O. (1988): **Genel Klimatoloji** (üçüncü baskı), İstanbul Üniversitesi Yay. No. 3526, Deniz Bil.ve Coğr. Enst. Yay.No.9, İstanbul.
- FINCH, V.C.- TREWARTHA, G.T.- ROBINSON, A.H.- HAMMOND, E.H. (1957) : **Elements of Geography**. Physical and Cultural (fourth edition), McGraw- Hill Book Company, Inc. New York.
- GÜREL, A.H. (1975): **Buharlaştırma ve Terleme**, Devlet Meteoroloji İşl. Gn.Müd., E.A. No.78-Tekstir Atölyesi (A.250) 8.75, s.6-9, İstanbul.
- KILIÇ, A.- ÖZTÜRK, A. (1980): **Güneş Enerjisi**, Kıpaş Dağıtımçılık, s.12-98, Cağaloğlu, İstanbul.
- ÖZAL, K.(1972): **Akarsu Yapıları**, C.I., Bahar Yayınevi s.85-90 Beyazıt/ İstanbul
- ÖZDEMİR, H. (1978): **Uygulamalı Taşkın Hidrolojisi**, Devlet Su İşleri Gn. Müd.Yay. No. 873, DSİ Basım ve Foto-Film İşl. Müd. Matb. Ankara.
- SEZER, L.İ. (1990) : "Türkiye'de ortalama yıllık sıcaklık farkının dağılışı ve kontinentalite derecesi üzerine yeni bir formül", **Ege Coğrafya Derg.** S.5 ; s. 141, 145, 147, İzmir.
- .TÜMERTEKİN, E.- CÖNTÜRK H. (1957): "Türkiye'de en düşük suhunetlerin bitkilerin iktisadi olarak yetiştirilmesindeki rolü", İstanbul Üniversitesi **Coğrafya Enst. Derg.** No.8, s.16-34, İstanbul.

## SUMMARY

### **A study on the surface receipt of solar radiation and frost days at Manisa**

Manisa and its vicinities are affected by the Mediterranean maritime climatic regime, and there prevails suitable conditions for human life and agricultural activities.

At the point of the meteorological station of Manisa, the angles between the sun rays and the earth's surface change from  $28^{\circ}$  (in December) to  $75^{\circ}$  (in June) and the insolation continues 2726 hours along the year. The average annual length of the daylight is 7.5 hours, but this continuation is rising to 12.6 hours in July and scases to 2.8 hours in December. The length of daylight also affects the amount to radiation that is received. Of 100 % radiation entering the top of the atmosphere (approximately  $685.6 \text{ cal/cm}^2 \text{ -day}$ ), but 52 % of this heat is received by the earth's surface. And about 42 % of the incoming energy is absorbed by the earth (on the horizontal surfaces). Of this 21 % is immediately reflected back into the atmosphere as the earth's effective radiation and leaving approximately 21 % to heat the earth. Mean annual solar energy balance is about  $144.8 \text{ cal / cm}^2 \text{ - day}$ . But the amount of the solar energy balance varies between  $9.7 \text{ cal / cm}^2 \text{ - day}$  (in December) and  $285.6 \text{ cal / cm}^2 \text{ - day}$  (in June). Thus, it is possible to say that the total heat budget is positive at Manisa site along the year. For the positive heat budget that indicates us that there isn't intensity cooling in the site of Manisa (Fig. 1 and Table 1).

Though, there are convenient conditions from the point of view of the solar energy balance, but the cold air masses affect the Manisa site and cause to frost days for a short period in the year. It is determined that the frost days approximately begin in 30 th November and end in 15 th March. The frost days may be harmful from the point of the agricultural activities, but the probability of the intensity frosts appear less than 10 % and can be observed once in 10 or 15 years. Along the observation period (1929-1988) the minimum temperatures that generally had been recorded high than  $-4^{\circ} \text{ C}$  (Fig. 2, 3, 4 and Tab. 2,3).

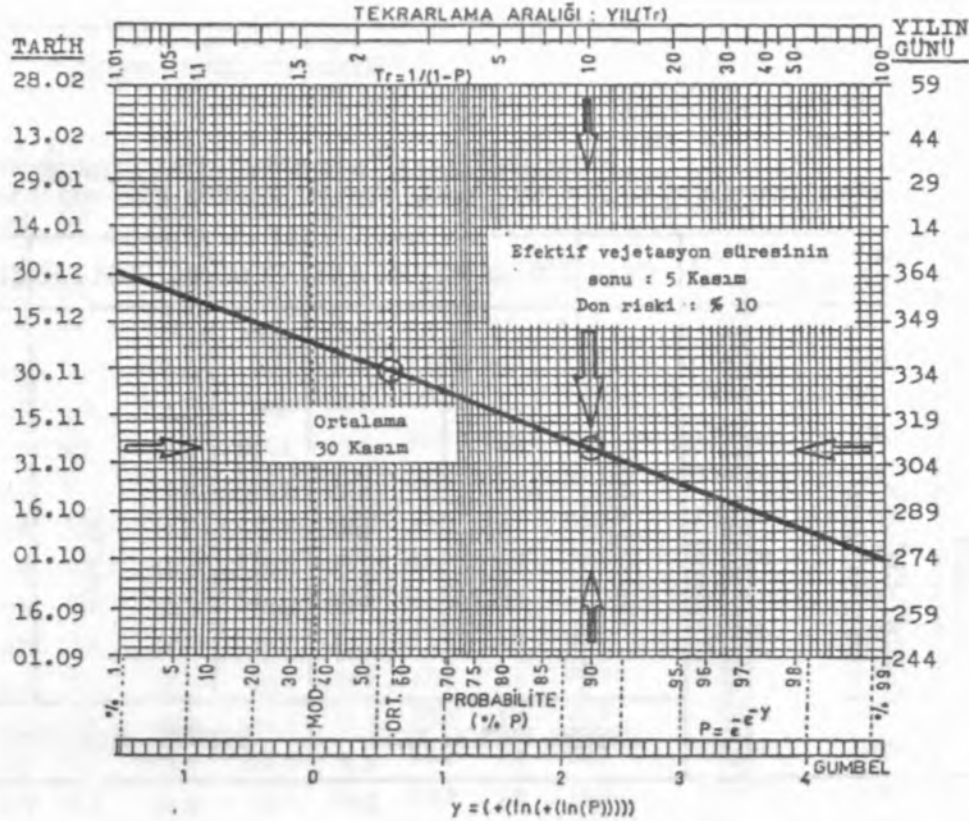
Briefly, the positive heat budget and sufficient temperature values which are observed lat Manisa, obtain possibilities for human activities, especially agricultural productions.

TEKRARLA- MA ARALIĞI YIL (Y)	PROBA- BİLİTE (% P)	EN ÇOK DONLU GÜN SAYISI								SONBAHARIN EN ERKEN DON TARİHİ (gün / Ay)	DON OLAYLI DÖNEMİN MAX.SÜRESİ (Gün)	DON OLAYLI DÖNEMDE EN DÜŞÜK SICAKLIK (°C)	ILKBAHAR'IN EN GEÇ DON TARİHİ (gün/ay)
		EKİM	KASIMARALIK	OCAK	ŞUBAT	MART	NİSAN	YILLIK					
<b>2.33</b> (Ortalama)	<b>57.08</b>	<b>0.1</b>	<b>1.6</b>	<b>5.9</b>	<b>7.8</b>	<b>6.1</b>	<b>3.4</b>	<b>0.1</b>	<b>24.9</b>	<b>30 Kasım</b>	<b>103</b>	<b>- 5.4</b>	<b>13 Mart</b>
5	80.00	0.2	3.1	9.6	11.2	9.4	5.7	0.5	34.2	17 Kasım	122	- 8.2	26 Mart
10	<b>90.00</b>	0.3	4.4	12.7	14.0	12.1	7.6	0.7	41.7	<b>5 Kasım</b>	137	- 10.6	<b>6 Nisan</b>
15	93.33	0.4	5.1	14.4	15.5	13.6	8.7	0.9	46.0	30 Ekim	145	- 11.8	12 Nisan
20	<b>95.00</b>	0.5	5.6	15.7	16.6	14.7	9.4	1.0	49.0	<b>26 Ekim</b>	151	- 12.8	<b>16 Nisan</b>
25	96.00	0.5	6.0	16.6	17.4	15.5	10.0	1.0	51.3	22 Ekim	156	- 13.5	20 Nisan
30	96.67	0.6	6.3	17.3	18.2	16.2	10.5	1.1	53.1	20 Ekim	160	- 14.1	22 Nisan
35	97.14	0.6	<b>6.6</b>	18.0	18.7	16.8	10.9	1.1	54.7	17 Ekim	163	- 14.6	25 Nisan
40	97.50	0.6	6.8	18.5	19.2	17.2	11.2	1.2	56.1	15 Ekim	166	- 15.0	27 Nisan
45	97.78	0.6	7.0	19.0	19.6	17.7	11.5	1.2	57.3	14 Ekim	168	- 15.4	28 Nisan
50	98.00	0.6	7.2	19.5	20.0	18.1	11.8	1.3	58.3	12 Ekim	170	- 15.7	30 Nisan
60	98.33	0.7	7.5	20.2	20.7	18.7	12.2	1.4	60.2	9 Ekim	174	- 16.3	2 Mayıs
70	98.57	0.7	7.8	20.8	21.3	19.3	12.6	1.4	61.7	7 Ekim	177	- 16.8	5 Mayıs
80	98.75	0.7	8.0	21.4	21.8	19.8	13.0	1.4	63.1	5 Ekim	180	- 17.2	7 Mayıs
90	98.89	0.7	8.2	21.9	22.2	20.2	13.3	1.5	64.3	3 Ekim	182	- 17.6	8 Mayıs
100	99.00	0.8	8.4	22.3	22.6	20.6	13.5	1.5	65.4	2 Ekim	184	- 17.9	10 Mayıs

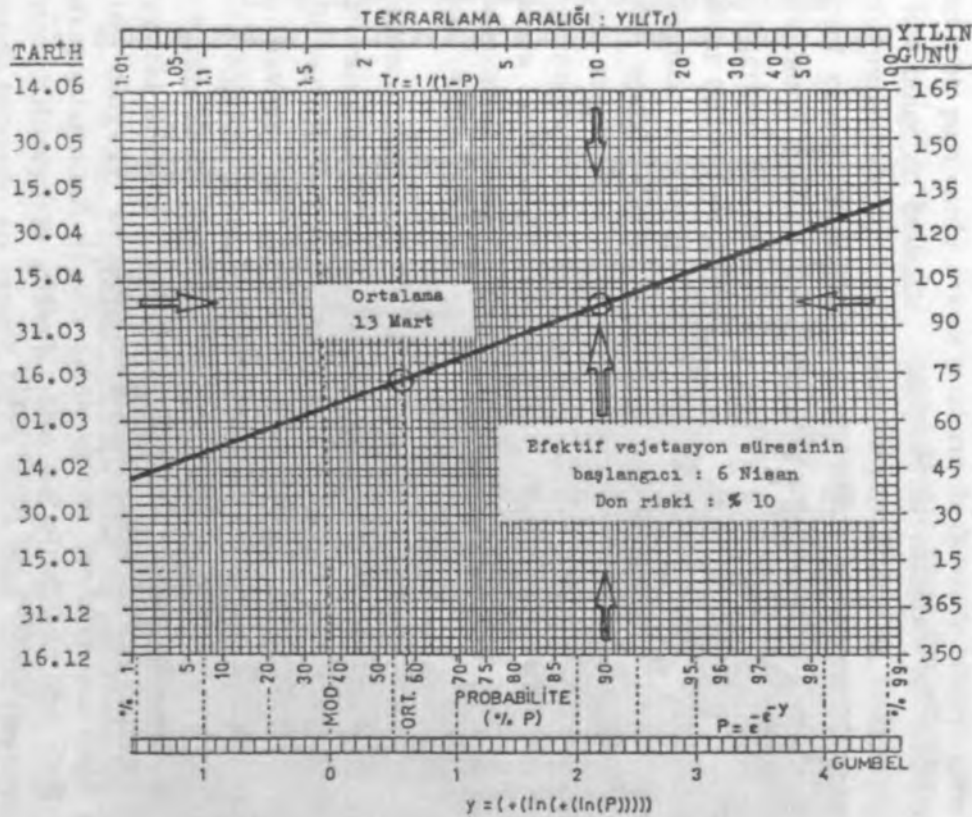
ÇİZELGE 2: Manisa'da aylık ve yıllık don olaylı gün sayıları, Sonbahar'ın en erken don olayı tarihleri, don olaylı dönemin maksimum süreleri, don olaylı dönemin en düşük sıcaklık değerleri ve ilkbahar'ın en geç don olayı tarihleri ile bu değerlerin yıl olarak tekrarlama aralıkları ve probabiliteleri.

YILLIK ORTALAMA DONLU GÜNLER SAYISI		24.9
TESBİT EDİLEN DONLU DÖNEM		24.I.1970 1.II.1970
MİNİMUM DONLU GÜN SAYISI (Toplam)		3
TESBİT EDİLEN DONLU DÖNEM		22.X.1942 7.IV.1943
MAKSİMUM DONLU GÜN SAYISI (Toplam)		62
SON BULMA TARİHİ	ORTALAMA	13.III
	EN GEÇ	14.IV.1941
	EN ERKEN	20.I.1984
BAŞLAMA TARİHİ	ORTALAMA	30.XI
	EN GEÇ	24.I.1953/70
	EN ERKEN	22.X.1942
YÜKSEKLİK (metre)		71
COĞRAFİ ENLEM		38° 36'N

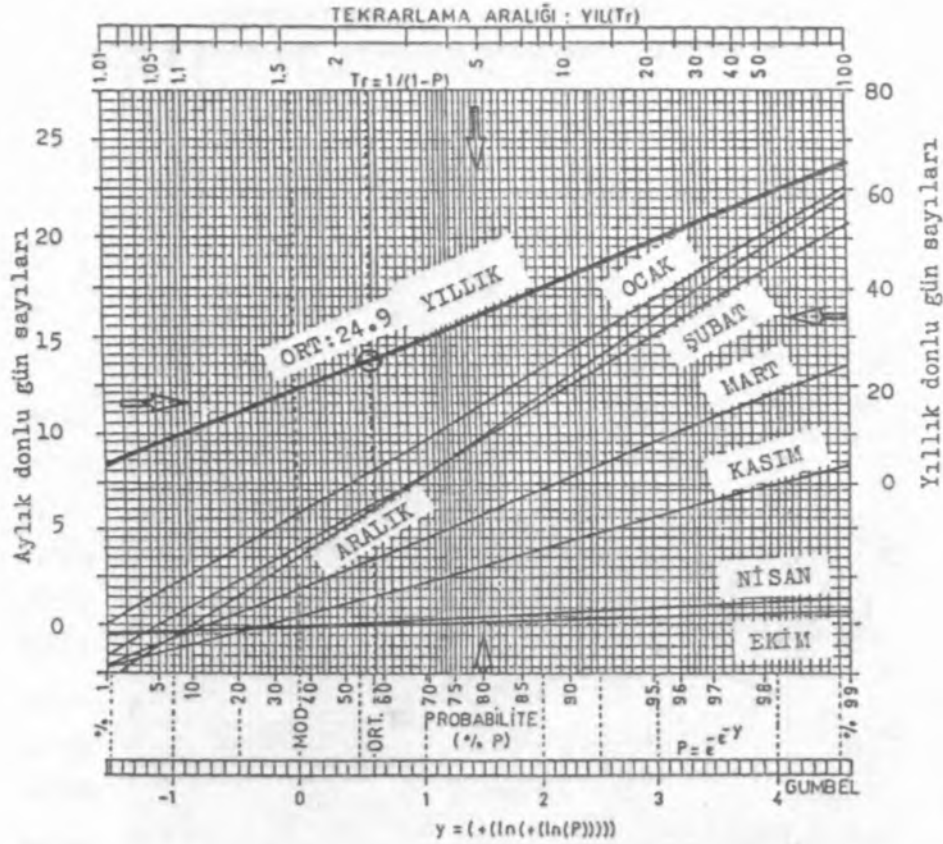
ÇİZELGE 3 : Manisa'da don olayı günlerinin başlama ve son bulma tarihleri ile ortalama, maksimum ve minimum don olayı günler sayısı (1929-1988)



ŞEKİL 2: Manisa'da Sonbahar'ın en erken don olayı tarihlerine ilişkin GUMBEL' in extrem probabillite grafiği (1929-1968)



ŞEKİL 3: Manisa'da ilkbahar'ın en geç don olayı tarihlerine ilişkin GUMBEL'in ekstrem probabilitè grafiği (1929)



ŞEKİL 4: Manisa'da aylık ve yıllık don olayı gün sayılarına ilişkin GUMBEL'in ekstrem probabilitte grafiği (1929-1988)