

ANTALYA OVASI KOŞULLARINDA İKLİM FAKTÖRLERİNİN, MISIRDA (*Zea mays* L.) GELİŞME VE VERİM ÜZERİNE ETKİLERİ

Mehmet BİLGİN

A.Ü. Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

Turan SAĞLAMTİMUR

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi
Tarla Bitkileri Bölümü

ÖZET

Antalya ovası koşullarında, farklı iklim özelliklerinin mısırın gelişimi ve dane verimi üzerindeki etkilerini saptamak amacıyla yapılan bu çalışmada; incelenen özelliklerin iklim özelliklerinden oldukça yüksek oranlarda etkilendiği saptanmıştır. Yüksek PAR (fotosentetik aktif radyasyon) yoğunluklarına karşın, düşük ve çok yüksek sıcaklıklarda dane verimi azalmıştır. Bununla birlikte uzun günlerde yetişen bitkilerde dane verimi artmıştır.

ABSTRACT

This study was carried out in Antalya region conditions, to determine effects of various climatic factors on crop development, crop growth and grain yield of maize. The climatic factors had significant effects on the all characters studied. The grain yield decreased on lower and higher temperature, in spite of high PAR (photosentetical active radiation) intensity. However, grain yield was increased in plants grown at long days.

GİRİŞ

İklim koşulları, bizim kontrolümüz dışında gelişen ve bir bölgedeki tarımsal çalışmaları belirleyen en önemli çevresel etmendir. Bu etmenin içerisinde ışık, sıcaklık, gün uzunluğu ve yağış en önemli öğelerdir (ESER, 1986). Radyasyon ve sıcaklık, bitkisel üretimde doğrudan etkisi olan en önemli iki iklim özelliğidir (TOOLENEAR ve BRULSEMA, 1988). Sıcaklıktaki değişimler, bitkilerin uyum sağladıkları bölgede yetiştirildiklerinde, bitki gelişimindeki yıllar arası değişimin birinci derecede belirleyicisidir (MAJOR ve ark., 1983). Sıcaklık; fotosentez, solunum, besin taşınımı, gelişme dönemlerinin belirlenmesi ve özellikle dane doldurmaya etkisiyle en önemli etkenlerin başında gelmektedir (DUNCAN ve HESKETH, 1968). Gün uzunluğu, gelişme dönemlerini etkilemesinin (KINIRY ve ark., 1983; TAKEZAWA ve YAMURA, 1991) yanı sıra fotosentetik oranı da etkilemektedir (CHANG, 1981). Bunlar dışında ortamdaki CO₂ oranının miktarı ve değişimi (COOTER, 1990), havanın nem düzeyi ve hava hareketleri (ESER, 1986), diğer özelliklerin de etkisiyle bitkinin veriminin

belirlenmesinde önemli rol oynarlar.

Bu çalışma, Antalya ovası koşullarında iklim faktörlerinin mısırdaki kuru madde gelişimi ve verim üzerindeki etkisini incelemek amacıyla yapılmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Denemede, Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden sağlanan Ant-90 mısır çeşidi kullanılmıştır. Deneme, 1992 ve 1994 yıllarında, Seracılık Araştırma Enstitüsü'nün Aksu bölümünde bulunan araştırma ve üretim arazisinde, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Denemenin yapıldığı arazi kil oranı çok fazla, ağır, taban suyu yüksek bir toprak yapısına sahiptir.

Denemede değerlendirilmek üzere Fotosentetik Aktif Radyasyon ($\text{MJ/m}^2/\text{gün}$), Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$), Gün Uzunluğu (saat), Nem (%) ve Rüzgar Hızı (m/sn) ele alınmıştır.

Denemede, değerlendirilen iklim özelliklerinden radyasyon, sıcaklık, nem ve rüzgar hızı Antalya Meteoroloji Bölge Müdürlüğü'nün deneme yerine 10 km uzaklıktaki Meteoroloji istasyonundan alınmıştır. Solar radyasyon değerleri 0.042 katsayısıyla çarpılarak (KINIRY ve ark., 1989) fotosentetik aktif radyasyon değerleri elde edilmiştir. Gün uzunluğu ise KILIÇ ve ÖZTÜRK (1983)'ün bildirdiği formüle göre hesaplanmıştır.

Çizelge 1. Antalya İlinin, Denemenin Yapıldığı Aylara İlişkin İklim Özellikleri.

Tarih	PAR ($\text{MJ/m}^2/\text{g}$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Nem (%)	R.Hızlı (m/dk)	Yağış (mm)	PAR ($\text{MJ/m}^2/\text{g}$)	Sıcaklık ($^{\circ}\text{C}$)	Nem (%)	R.Hızlı (m/dk)	Yağış (mm)	G.Uzun (saat)
Mayıs	23.89	18.88	71.61	23.87	19.6	25.29	21.05	66.87	25.10	17.2	13.99
Haziran	25.11	23.78	68.30	24.70	3.0	27.39	25.61	51.50	30.67	1.4	14.50
Temmuz	26.42	26.84	55.48	29.42	1.0	26.12	27.51	59.97	23.68	0.0	14.26
Ağustos	23.12	27.86	56.10	24.74	0.1	23.91	28.76	52.45	25.74	10.1	13.37
Eylül	21.29	23.70	51.23	25.83	2.2	20.01	26.22	60.73	23.43	0.3	12.20
Ekim	15.26	20.01	65.97	24.13	0.6	12.78	21.17	67.58	22.06	298.2	10.99
Kasım	10.19	13.89	55.90	35.20	194.8	10.29	13.55	59.90	36.97	260.5	9.99

Denemede çevre etmenlerinin farklılığını ortaya koyabilmek için, her iki yılda toplam 12 ayrı tarihte ekim yapılmıştır. Ekim ve çıkış tarihleri çizelge 3'de verilmiştir. Denemede parseller 42.0m^2 ($5.0\text{m} \times 8.4\text{m}$) boyutlarında kurulmuş ve her bir parseldeki bitki sayısı 300 adet olarak belirlenmiştir.

Kuru madde miktarının belirlenmesi için çıkıştan itibaren, hasada kadar yaklaşık haftada bir kez olmak üzere, her parselden alınan 5 bitki örneğinde kuru madde miktarları belirlenmiş ve bitki başına kuru madde miktarı bulunmuştur. Hasatta her bir parselden alınan 10 adet koçanda bitki başına dane verimi saptanmıştır.

Çizelge 4. 1992 ve 1994 Yıllarında Yapılan Ekim ve Çıkış Tarihleri.

EkimNo	EkimTarihi	ÇıkışTarihi	EkimNo	EkimTarihi	ÇıkışTarihi
92_1	01.05.1992	05.05.1992	94_1	03.05.1994	11.05.1994
92_2	22.05.1992	28.05.1992	94_2	15.05.1994	22.05.1994
92_3	09.07.1992	18.07.1992	94_3	26.05.1994	05.06.1994
92_4	30.07.1992	09.08.1992	94_4	07.06.1994	15.06.1994
			94_5	30.06.1994	06.07.1994
			94_6	12.07.1994	18.07.1994
			94_7	22.07.1994	27.07.1994
			94_8	02.08.1994	09.08.1994

Verilerin Değerlendirilmesi

Büyüme oranı (BO) RADFORD, (1967)'nın bildirdiği formüle göre hesaplanmıştır. Kuru madde miktarı ve büyüme oranına, her bir ekim için iklim değerleriyle ayrı ayrı LANDSBERG (1976)'nın bildirdiği denkleme göre tarafımızdan yapılan bilgisayar programıyla regresyon analizi uygulanmıştır.

İklim değerlerinin farklı zamanlarda yetiştirilen mısırın gelişmesi üzerindeki etkisini görmek amacıyla gelişme, aşağıda verilen 3 döneme ayrılmıştır.

- I. Dönem : Çıkış- Tepe püskülü belirginleşmesi
- II. Dönem : Tepe püskülü belirginleşmesi-%50 tepe püskülü çıkışı
- III. Dönem : %50 tepe püskülü çıkışı-Olgunlaşma.

İklim özellikleri ile incelenen özellikler arasında regresyon analizi yapılmıştır. Ayrıca iklim özelliklerinin yalnız başlarına ve ikili olarak incelenen özellikler üzerindeki doğrudan ve ikili etkileri hesaplanmıştır.

Araştırma Bulguları ve Tartışma

Kuru Madde Miktarı

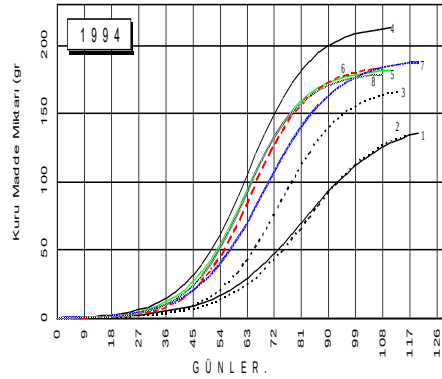
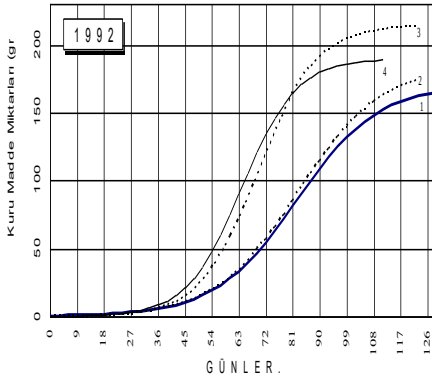
Kuru Madde Miktarına (KMM) ilişkin ortalama değerler Çizelge 1'de, farklı ekim zamanlarında günlere göre yapılan regresyon analiz sonuçları kullanılarak düzeltilmiş kuru madde değerleri Şekil 1'de, büyüme oranı değerleri Şekil 2'de verilmiştir.

Şekil 1 ve Şekil 2 incelendiğinde bu toprak koşullarına (kil oranı yüksek, ağır, taban suyu yüksek) özgü bir sonuç çıktığı görülmektedir. Özellikle her iki yıldaki ilk ekimlerin ilk dönemlerinde yağış miktarının fazla olması, taban suyu yüksek olan deneme alanında, sıcaklığın düşük gitmesiyle birlikte, gelişmeler olumsuz etkilenmiştir. İlk dönemdeki zayıf gelişme, bitkinin sonraki gelişimini de olumsuz etkilemiş, ilk dönemde oluşan stres sonucu, bitki beklenen düzeye ulaşamamıştır. Benzer etki

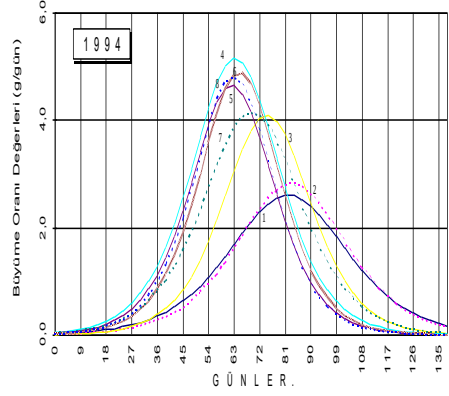
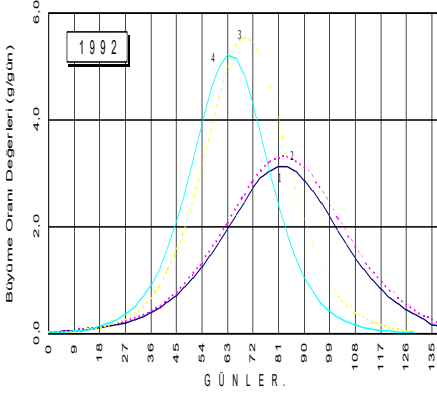
94_3. ekimde de bir miktar görülmektedir. JACOPS ve PEARSON (1991), stres altında KM birikiminin ve yaprak alanının azaldığını belirtirken, BENOIT ve ark. (1990), toprak nem düzeyi tarla kapasitesine yakın olduğunda, 21 °C sıcaklıkta BO'nun arttığını ve daha yüksek sıcaklıklarda azaldığını belirtmektedir. Ayrıca toprak ve çevresel faktörlerin etkilerinin ayrı ayrı ortaya konması oldukça güçtür (BENOIT ve ark., 1990). Bu toprak koşullarında, sıcaklığın toprağın nem düzeyini dengelemesi nedeniyle, bitkiler yüksek sıcaklığı daha etkin kullanabilmekte, ancak radyasyon kullanım etkinliği önemli ölçüde düşmektedir. Özellikle

Çizelge 1. Farklı Gelişme Dönemlerindeki Kuru Madde Miktarına İlişkin Ortalama Değerler.

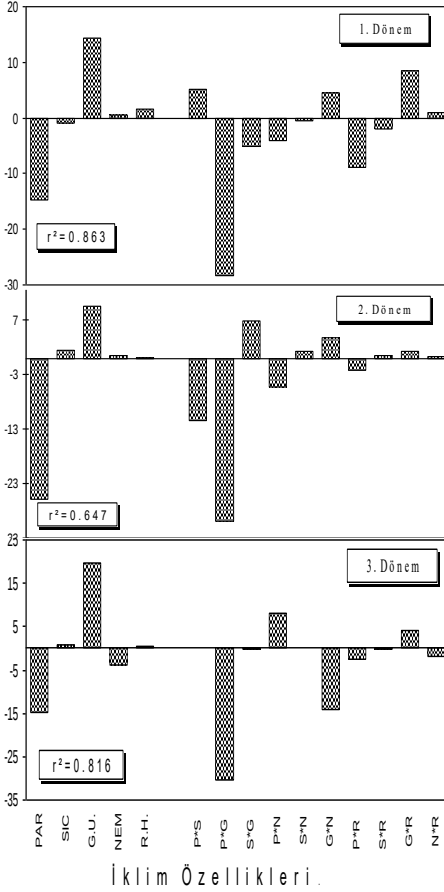
	Kuru Madde Miktarı (g/bitki)				Kuru Madde Miktarı (g/bitki)		
Ekimler	I. Dönem	II. Dönem	III. Dönem	Ekimler	I. Dönem	II. Dönem	III. Dönem
92_1	13.50	87.94	160.72	94_1	3.33	28.14	105.53
92_2	8.03	67.18	150.61	94_2	2.23	22.85	108.14
92_3	2.70	39.35	205.51	94_3	1.35	36.31	140.78
92_4	2.21	84.42	181.05	94_4	3.42	79.94	188.65
				94_5	1.95	49.26	159.09
				94_6	1.43	39.45	156.80
				94_7	2.96	52.59	149.39
				94_8	1.36	65.10	153.69



Şekil 1. Düzeltilmiş Kuru Madde Miktarları.



Şekil 2. Düzeltilmiş Büyüme Oranı Değerleri.



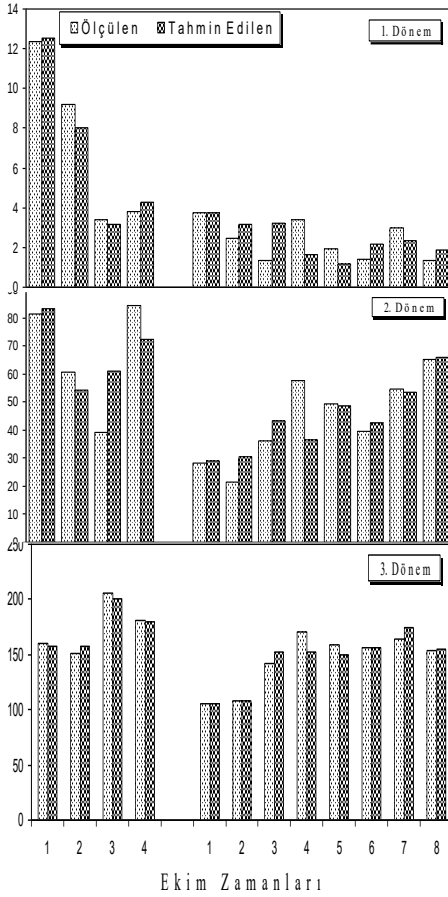
Şekil 3. İklim Özelliklerinin, KMM Üzerindeki Doğrudan ve Diğer İklim Özellikleri Birlikte Olan Etki Payları.

sıcaklıkla radyasyonun birbirleriyle dengede bitkilerin daha iyi geliştikleri görülmektedir. Ayrıca toprak etkisinin yanında, bu dönemde sıcaklıkların genelde fotosentez optimumunun altında seyretmesi, mısırdaki fotosentez oranının düşürmekte, dolayısıyla radyasyon kullanım etkinliğini düşürmektedir.

İncelenen iklim özelliklerin farklı gelişme dönemlerinde KMM üzerindeki etki payları Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 3 incelendiğinde, sıcaklığın KMM üzerinde çok fazla bir etkisi görülmemektedir. Çiçeklenme dönemleri, sıcaklıktan çok fazla etkilenmekte ve belli bir döneme gelebilmek için yeterli sıcaklık toplamına gereksinim duymaktadır. Bu nedenle dönemler arasındaki süreler sıcaklığa bağlı olarak değişmekte ve bu sürede toplam sıcaklıklar

birbirlerine yaklaşmaktadır. Bu durum sıcaklığın etkisinin analizde ortaya çıkmamasına neden olmaktadır.

PAR'ın olumsuz etkisini de sıcaklığa bağlamak mümkündür. İklim değerleriyle ilgili veriler incelendiğinde, PAR ile sıcaklığın genelde ters bir ilişki içinde bulunduğu görülmektedir. PAR'ın yüksek olduğu ilk ekimlerde sıcaklık düşük, PAR'ın düşmeye başladığı sonraki ekimlerde ise sıcaklık yükselmektedir. Dolayısıyla Ortamdaki PAR'ın yüksek olması, sıcaklığın düşük olması nedeniyle KMM üzerinde bir artış sağlayamamaktadır. Aynı zamanda sıcaklığın artışıyla birlikte yaprak sayısı artmakta (WARRINGTON ve KANEMASU, 1983; MANRIQUE ve HODGES, 1991), 15 °C'den 32 °C'ye artan sıcaklıklarda,



Şekil 4. Ölçülen ve Tahmin Edilen Kuru Madde Miktarları.

her 4 °C'lik sıcaklık artışına karşılık 1 adet yaprak artışı olmaktadır (RITCHIE ve NESMITH, 1991). Özellikle çıkıştan sonraki 3-4 haftalık dönemde artan toprak sıcaklığında daha fazla büyüme oranı ve daha fazla yaprak taslağı oluşmaktadır (COOPER ve LAW, 1978). Yaprak gelişiminin artışı da bitkide radyasyon alımını (MUCHOW ve CARBERY, 1989) ve dolayısıyla fotosentez oranını artırır (TOLLENEAR ve BRUULSEMA, 1988b). Fotosentez oranının artmasıyla birlikte, bitkinin büyüme oranının da aynı oranda artması beklenir (TANAKA, 1983). Benzer sonuç elde eden DUNCAN ve HESKETH (1968), KMM'nın yaprak çıkış oranına daha fazla bağımlı olduğunu belirtmektedir.

Birçok araştırmacı, yüksek sıcaklığın gelişmeyi hızlandırdığını ve bu nedenle

bitkinin fotosentez süresinin kısaldığını bildirmektedir (MUCHOW ve ark., 1990; MUCHOW, 1990; RITCHIE ve NESMITH, 1991). Bununla

birlikte, tropikal orijinli bir bitki olan mısırın etkin bir fotosentez yapabilmesi için istemiş olduğu optimum sıcaklık gözardı edilmektedir. Özellikle bir C₄ bitkisi olan mısırın optimum sıcaklık istekleri, farklı gelişme dönemlerine göre değişmekle birlikte, 20-30 °C arasındadır.

Yapılan regresyon analizi sonuçlarına bağlı olarak tahmin edilen ve ölçülen KMM Şekil 4'de verilmiştir. İlgili şekilden görülebileceği gibi, 1. ve 2. dönemlerde KMM'nın birbirinden çok farklı olduğu, ancak 3. dönemde bu farkın azaldığı görülmektedir. Ancak dönemlerin belirlenmesinde çiçeklenme dönemleri esas alındığından, buradaki farklar bu dönemlere ulaşmada farklı gün sayılarına sahip olmasından kaynaklanmaktadır. 3. dönemde ise bu değişimlerin azalmış olduğu görülmektedir. Burada bitkilerin olgunlaşmaya doğru sürenin değişmesine bağlı olarak yaklaşık bir KMM'na ulaştığı görülmektedir.

Dane Verimi ve Hasat İndeksi

Dane verimine (DV) ve Hasat indeksine (HI) ilişkin ortalama değerler Çizelge 50'de verilmiştir.

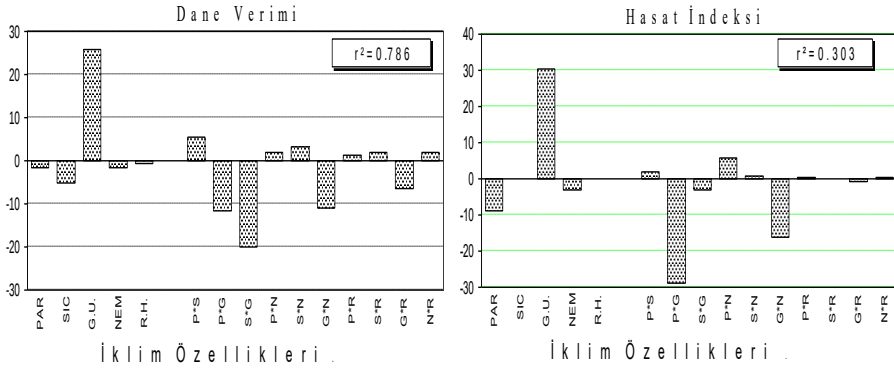
Çizelge 50. Dane Verimine ve Hasat İndeksine İlişkin Ortalama Değerler.

Ekimler	DV (gr/bitki)	Hasat İndeksi	Ekimler	DV (gr/bitki)	Hasat İndeksi
92_1	124,43	0,76	94_1	58,4	0,54
92_2	128,58	0,85	94_2	57,35	0,52
92_3	134,15	0,84	94_3	100,4	0,71
92_4	110,26	0,61	94_4	115,99	0,6
			94_5	107,25	0,67
			94_6	91,34	0,59
			94_7	75,79	0,5
			94_8	88,77	0,58

Çizelge 50'de verilen ortalama değerlerden, mısırdaki dane veriminin erken ve geç ekimlerde düşük olduğu, yetiştirme mevsiminin ortalarında yapılan ekimlerde ise verimin yükseldiği görülmektedir.

İklim özelliklerinin DV ve HI üzerindeki etki payları Şekil 5'de verilmiştir.

Dane verimi üzerine yapılan analiz sonucu elde ettiğimiz bu sonuçlar, oldukça yüzeysel kalmaktadır. İklimsel olayların verim üzerindeki etkisi, doğrudan olmayıp, daha çok diğer bitkisel özellikler üzerinden olmaktadır. Bitki gelişimi, bitki büyümesi, dane oluşumu, döllenme, döllenme sonrası dane gelişimi gibi bir çok bitki özelliği dane verimini belirlemektedir.



Şekil 5.Dane Verimi ve Hasat İndeksi Üzerine İklim Özelliklerinin Etki Payları.

Bizim çalışmamızda, toprak sıcaklığı ve toprak nemi ölçülmemiştir. Ancak erken ekimlerde, sıcaklıkların düşük gitmesi, toprak sıcaklığının yeterli düzeye ulaşmasını engellemektedir. Tarla koşullarında ekimden çıkışa ve çıkıştan sonraki gelişme, toprak sıcaklığı, toprak nemi, toprak havalanması ve fide gücünden etkilenmektedir (STEVENS ve ark., 1986a). Fide döneminde, apikal meristem toprağın yalnızca 1 cm üzerinde olması nedeniyle toprak sıcaklığı, bitki gelişmesini hava sıcaklığından daha fazla etkilemektedir (RITCHIE ve NESMITH, 1991). Bu nedenle 12. yaprak çıkışına kadar, bitki toprak sıcaklığına, hava sıcaklığından daha duyarlı ol-maktadır. Bunun sonucunda, çıkıştan sonraki 3-4 haftalık dönemde toprak sıcaklığının artmasıyla, gelişme oranı ve yaprak taslağı sayısı artmakta ve sonuçta dane veriminde artış görülmektedir (COOPER ve LAW, 1978).

Radyasyonun birçok olumlu etkilerinin yanı sıra, yaşam döngüsü boyunca radyasyonun farklı etkileri gözükmemektedir. Radyasyon çiçek oluşum oranını azaltmakta, oluşan çiçeklerin kaybını arttırmaktadır. Aynı şekilde döllenmiş çiçeklerin ve danenin kurumması, sıcaklıktan, radyasyon yoğunluğundan, su stresinden ve diğer olumsuz faktörlerden etkilenmektedir (STRUIK ve ark.,1991).

Gün uzunluğu genellikle gelişme dönemleri (TAKEZAWA ve YAMURA 1991; KINIRY ve ark., 1983; KINIRY ve ark., 1991; WARRINGTON ve KANEMASU, 1983; STEVENS ve ark., 1986a; MUCHOW ve CARBERY, 1989; RITCHIE ve NESMITH, 1991; KINIRY, 1991) ve çiçek oluşumu (ALLISON ve DAYNARD, 1979) üzerinde etkili olmaktadır. Uzun günlerde hemen hemen tüm dönemler gecikmektedir. Gelişmenin gecikmesi, bitkinin daha uzun süre fotosentez yapabilmesini sağlamaktadır. Bir çok araştırmacı, gelişmenin gecikmesi ile dane veriminin arttığını bildirmektedir (MUCHOW ve ark., 1990; RITCHIE ve NESMITH, 1991; TOLLENEAR ve BRUULSEMA, 1988).

Gün uzunluğu hasat indeksini de önemli ölçüde arttırmaktadır. Kuru maddenin daneye taşınımı, uzun gün koşullarında daha yüksek olmaktadır. Bununla birlikte uzun gün koşullarında radyasyonun ve hava neminin yüksek olması hasat indeksini düşürmektedir. Artan radyasyon yoğunlukları ile birlikte hasat indeksinde azalmalar gözlenmektedir.

HI kuru madde miktarı ve dane veriminin bir fonksiyonudur. Bu nedenle HI, dane doldurma dönemi boyunca iklim koşullarındaki değişimlerin yanı sıra, bitkinin oluşturmuş olduğu kuru madde miktarına daha fazla bağlıdır. Bu nedenle HI'nin iklim özelliklerinden %30.3 oranında etkilenmesinden artı kalan %69.7 oranındaki bölüm, kuru madde birikimi ve diğer bitkisel özelliklerin yapmış olduğu etkidir. MUCHOW (1990), hasat indeksinin dane gelişim oranına benzer bir şekilde dane doldurma süresince doğrusal arttığını belirtmektedir.

Nem oranının en büyük etkisi, bitkideki nem içeriğinin ayarlanması (COOTER, 1990), polen canlılığı ve dölleme oranı (STRUIK ve ark.,1991) ve radyasyon kullanım etkinliği (KINIRY ve ark.,1991) üzerinedir. Rüzgarın ise yüksek hızlarda fiziksel zararlarının görülmesine karşın, normal hızlarda ortamdaki nem ve CO₂ (ESER, 1986) oranlarını değiştirmektedir.

Bütün bu etkilerin ortaya konulmasına karşın, tarla koşullarında iklim değişkenlerinin etkilerinin birbirlerinden tam anlamıyla ayrılabilmesi mümkün olmamaktadır. Çünkü bir çok iklim özelliği arasında çok yakın bir ilişki söz konusudur. Özellikle aralarında çok yakın ilişkinin olduğu radyasyon ve gün uzunluğunun ayrılması daha güç olmaktadır (KINIRY, 1991). Aynı şekilde sıcaklık ile radyasyonun ve sıcaklıkla gün uzunluğunun etkileri de birbirlerine karışmaktadır (STEVENS ve ark., 1986; MUCHOW ve ark., 1990; KINIRY, 1991). Bunun yanında ikili etkilerin yanı sıra, tarla koşullarında çok daha karmaşık ilişkiler ortaya çıkmaktadır. İççe girmiş bu karmaşık etkilerin tam anlamıyla birbirlerinden ayrılması da mümkün olmamaktadır. KINIRY ve ark. (1991), bu durumun, kontrollü koşullarda yapılacak çalışmalarla etkilerin ayrı ayrı belirlenerek, tarla koşullarıyla ilişkilendirilmesi yoluyla çözülebileceğini ileri sürmektedir. Bununla birlikte MUCHOW (1990) yaptığı çalışmanın sonunda elde ettiği sonuçların kontrollü koşullarla ters olduğunu, kontrollü koşullarda tozlanma öncesi oluşan kuru maddenin yüksek oranda daneye taşınımının tarla koşullarında gözlenmediğini bildirmektedir.

KAYNAKLAR

BENOIT, G.R., OLNES, A., Van SICKLE, K.A., 1990. Day-Night Temperature Effects on Leaf Expansion and Height of Field-Grown

- Corn. Agron. J. 82(4):690-695.
- CHANG, J.H., 1981. Corn Yield in Relation to Photoperiod, Night Temperature, and Solar radiation. Agric. Meteorol., 24:253-262.
- COOPER, P.J.M., LAW, R., 1978. Enhanced soil temperature during very early growth and its association with maize development and yield in the Highlands of Kenya. Agric. Sci., 89:569-577.
- COOTER, E.J., The Impact of Climate Change on Continuous Corn Production in The Southern U.S.A. Climatic Change, 16(1):53-82.
- CUTHFORTH, H.W., SHAHYKEWICH, C.F., 1990. A Temperature Response Function for Corn Development. Agric. For. Meteorol., 50(3):159-171.
- DUNCAN, W.G., HESKETH J.D., 1968. Net photosynthetic rates, relative leaf growth rates, and leaf numbers of 22 races of maize grown at eight temperatures. Crop science., 8:670-674.
- ESER, D., 1986. Tarımsal Ekoloji. A.Ü. Zir. Fak. Yayınları. No.975, Ders Notu.287, 176 s. ANKARA.
- KILIÇ, A., ÖZTÜRK, A., 1983. Güneş Enerjisi. 328s. İSTANBUL
- KINIRY, J.R., 1991. Maize Phasic Development. (J. HANKS, J.T. RITCHIE, editör). Modelling Plant and Soil Systems. Amer. Soci. of Agronomy Inc., Madison, USA. s.55-70.
- KINIRY, J.R., BONHOMME, R., 1991. Predicting Maize Phenology., 115-131. In *Predicting Crop Phenology*, ed. T. Hodges. BocaRaton, FL:CRC Press.
- KINIRY, J.R., RITCHE, J.T., MUSSER, R.L., 1983. Dynamic Nature of The Photoperiod Response in Maize. Agron. J. 75:700-703.
- MUCHOW, R.C., 1990. Effect of High Temperature on Grain-Growth in Field Grown Maize. Field Crops. Res. 23(2):145-158.
- MUCHOW, R.C., CARBERRY, P.S., 1989. Environmental Control of Phenology and Leaf Growth in a Tropically Adapted Maize. Field Crops Res., 20(3):221-236.
- MUCHOW, R.C., SINCLAIR, T.R., BENNETT, J.M., 1990. Temperature and Solar Radiation Effects on Potential Maize Yield across Locations. Agron. J. 82(2):338-343.
- RITCHIE, J.T., NESMITH, D.S., 1991. Temperature and crop development. (J. HANKS, J.T. RITCHIE, editör). Modelling Plant and Soil Systems. Amer. Soci. of Agronomy Inc., Madison, USA. s.5-29.
- STEVENS, E.J., STEVENS, S.J., FLOWERDAY, A.D., GARDNER, C.O., ESKRIDGE, K.M., 1986a. Phenology of Dent Corn and Popcorn II. Influence of Planting Date on Crop Emergence and

- Early Growth Stages. Agron. J. 78(5):880-884.
- STRUIK, P.C., DOORGEEST, M., BOONMAN, G., 1986. Environmental Effects on Flowering Characteristics and Kernel Set of Maize (*Zea mays* L.). Netherlands J. of Agric. Sci. 34(4):469-484.
- TAKEZAWA, K., YAMURA, Y., 1991. Use of smoothing splines to estimate rates of development. Agric. For. Meteorol., 57(1):129-145.
- TOLLENAAR, M., BRUULSEMA, T.W., 1988. Effects of Temperature on rate and Duration of Kernel Dry Matter Accumulation of Maize. Can. J. Plant Sci. 68(4):935-940.
- WARRINGTON, I.J., KANEMASU, E.T., 1983. Corn Growth Response to Temperature and Photoperiod. I. Seedling Emergence, Tassel Initiation and Anthesis. Agron. J., 75:749-754.