

## Bursa Koşullarında Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> Değişimlerinin Mısır Bitkisinin Verim ve Kuru Madde Miktarı Üzerindeki Etkisinin Belirlenmesi

Çiğdem DEMİRTAŞ\*      Dilruba OKAY\*\*

### ÖZET

*Bu çalışmada, Bursa koşullarında mısır bitkisine ilişkin toplam bitki gelişme süresi, verim ve kuru madde miktarı tahmini, CERES-Maize bitki gelişim modellemesi ile incelenmiştir.*

*Dünyada sıcaklık artışları konusunda yapılan tahminlere göre, ülkemizin bulunduğu enlemlerde kışın sıcaklığın 2°C, yazın ise 2-3°C arasında artacağı tahmini göz önünde bulundurularak, yıllık ortalama sıcaklığın 3°C artması ve azalması ile, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 50 (495 ppm) ve % 100 (660 ppm) artması koşullarında bitki gelişimi üzerindeki etkisi sınanmıştır.*

*Sonuç olarak, mısır bitkisinde sıcaklık artışlarının tek başına bitki gelişimini olumsuz yönde etkilediği, CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışların etkili olmadığı, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların verim miktarını arttırdığı ancak bu artışların Priestley-Taylor yöntemiyle bitki su tüketimi hesaplandığında daha az olduğu, sıcaklık azalışlarının da verim miktarlarında azalışa sebep olduğu bu azalışların, bitki su tüketiminin Penman-Monteith yöntemiyle hesaplaması durumunda daha az olduğu sonucu elde edilmiştir. Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların kuru madde miktarını arttırdığı ancak bu artışların Priestley-Taylor yönteminde daha fazla olduğu, benzer şekilde sıcaklık azalışlarının da kuru madde miktarlarında artışa sebep olduğu sonucu elde edilmiştir.*

---

\* Dr., Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Görükle/Bursa.

\*\* Zir. Yük. Müh., İstanbul Tarım İl Müdürlüğü, Proje ve İstatistik Şube Müdürlüğü, Erenköy/İstanbul.

## ABSTRACT

### **Effects of Temperature and CO<sub>2</sub> Changes On Maize Yield and Dry Matter Content In Bursa Conditions**

*In this study, total plant growth period, yield and dry matter amount of Maize were investigated with CERES-Maize crop growth models in Bursa region.*

*According to the studies related to temperature increases in the world, it is expected that temperature in Turkey will be increase 2<sup>0</sup>C in winter and 2-3<sup>0</sup>C in summer. Thus, effects of increases and decreases in average annual temperature with 3<sup>0</sup>C and increases in CO<sub>2</sub> concentration with 50 % and 100 % on crop growth were investigated.*

*It is determined that temperature increases negatively effects plant growth alone, increases in CO<sub>2</sub> concentration not to effects plant growth, increases in both temperature and CO<sub>2</sub> concentration were increase yield, but these increases were lower in Priestley-Taylor method estimated of evapotranspiration, temperature decreases also reduce to yield, these reduce were lower in Penman-Monteith method of estimated of evapotranspiration. It is observed that increases in temperature and CO<sub>2</sub> concentration led to increases in dry matter amount and it was higher in Priestley Taylor, similarly decreases in temperature also led to increase in dry matter amount.*

**Key Words:** CERES-Maize, Crop Growth Modelling, Yield, CO<sub>2</sub> Concentration.

## GİRİŞ

Bitki gelişim modellerinin geliştirilmesinin başlıca nedenleri, mevcut koşulları tanımlamak, uzun zaman alan araştırmalara göre daha kısa sürede sonuçlar almak, öncelikleri belirlemek, bilgileri bir bütün haline getirmek ve disiplinler arası koordinasyonu sağlamaktır (Tatar 2001).

Bitki gelişim modelleri, çeşitli bitkilerin fizyolojik gelişme aşamalarındaki ilişkilerini temel almaktadır. Koşulların değiştiği durumlarda çok az veya hiçbir düzeltme yapmaksızın bitki gelişimini, fizyolojik temellere bağlı olarak tahmin eden bu gibi programlar uygulamada belirli bir potansiyele sahiptir. Bu modeller belirli bir zamanda, mevcut verilere göre veya hasat zamanına kadar olan verilere bağlı olarak verimin tahminlenmesine olanak sağlamaktadır (Hodges ve ark. 1987).

DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer); iklim, toprak ve kültürel uygulama bilgilerini içeren veri tabanına sahip; tahıl bitkileri, baklagiller ve kök bitkileri için benzetim modellerini, mevsimlik ve kısa dönemde analiz eden bir bilgisayar programıdır. DSSAT, bitki modelinde, maksimum ve minimum hava sıcaklıkları, toplam radyasyon ve yağış gibi günlük iklim verileri kullanılmaktadır (Hoogenboom ve ark. 1998).

DSSAT, 12 adet tahıl, baklagil ve yumru köklü bitkiye ilişkin verim benzetim modelini içermektedir. Bu bitki benzetim modelleri, veri tabanı girişi, yönetim ve benzetim uygulama programlarıyla bütünleşen bir bilgisayar yazılımlarıdır. Bitki benzetim modelleri yardımıyla, bitki genetiği, iklim ve toprak koşulları göz önüne alınarak, bitkinin büyüme, gelişme ve verimi önceden kestirilebilmektedir (Hoogenboom ve ark.1998).

Büyüme, gelişme ve verimin yanında bitki çeşidi ve sıklığı, iklim, toprak nemi ve azotun etkilerini tahmin etmek amacıyla, A.B.D. Tarım Bakanlığı Tarımsal Araştırma Servisi (USDA-ARS) tarafından, Bitki Sistemleri Değerlendirme Birimi Toprak ve Su Araştırma Laboratuvarında CERES-Maize bitki gelişme modeli geliştirilmiştir (Ritchie 1985).

CERES-Maize bitki gelişim modelinde, kullanıcılar için farklı sulama zamanları ve sulama miktarları ile elde edilecek sonuçları karşılaştırma olanağı da bulunmaktadır (Gençoğlan 1996).

Bitki gelişimini yalnızca toprak-bitki-su ilişkilerine bağlı olarak açıklamak yeterli değildir. Atmosferdeki gazların değişiminin de göz önüne alınması gerekir. Özellikle fotosentez olayının yapıtaşı olan CO<sub>2</sub> gazı bitki gelişiminde oldukça etkilidir.

Atmosferik kirlilik sonucunda, 20. yüzyıl başlarında atmosferde 290 ppm olan karbondioksit, 1987 yılında 345 ppm'e çıkmıştır (Ahrens 1988). Tahminler bu miktarın gelecek yüzyıl içerisinde 600 ppm'e çıkacağı yönündedir. Karbondioksit ve su buharı yeryüzünden yansıyan uzun dalga radyasyonunu emerek atmosferin daha da ısınmasına neden olmaktadır. Bilim adamları, karbondioksit miktarındaki artışın bazı bitkilere gübre etkisi yaparak gelişimi hızlandıracağını belirtmektedir. Asıl araştırılması gereken konu ise, iklimdeki bu değişikliğin tarıma olası etkisidir. Bugünkü koşullarda bu durum ancak bitki iklim benzetim modelleri ile tahmin edilebilir (Şaylan 1995).

Dünyada sıcaklık artışları konusunda yapılan tahminlere göre, ülkemizin bulunduğu enlemlerde kışın sıcaklığın 2°C, yazın ise 2~3°C arasında artacağı belirtilmektedir (Anonim 1990).

Dünyada özellikle gelişmiş ülkeler, gelecekte meydana gelebilecek küresel iklim değişimlerinin ekonomik ve sosyal etkilerinin neler olacağı

konusunda senaryolar üretmekte, ulusal ve uluslararası tarım politikalarına yön vermekte ve bu amaçla bitki gelişim modellerini kullanmaktadırlar.

Alexandrov ve Hoogenboom (2000), Bulgaristan'da kışlık buğday ve mısır veriminde iklim değişikliğinin etkileri üzerine yaptıkları çalışmada, çoklu regresyon modeli oluşturmuşlardır. Çalışmada, 1970-1990 ve 1991-1999 yılları arasında model sonuçları ile kalibrasyonu yapılan gerçek değerler karşılaştırılmış ve önemli bir fark olmadığı görülmüştür. Hesaplanan ve ölçülen verim değerleri arasındaki farklılık sadece 1974 ve 1985 yıllarında gözlenmiş, farklılığın nedeni ise o yıllarda görülen kuraklık olarak belirtilmiştir. Çalışma süresi boyunca, 1974 yılı dışında buğday veriminde tahminlenen ve ölçülen değerler arasındaki farkın %11'i geçmediğini belirtmişler ve çoklu regresyon eşitliği sonucu elde edilen korelasyon katsayısını ise 0.80 olarak bulmuşlardır. Verim-yağış arasındaki ilişkinin tanımlandığı regresyon modelinde, hava sıcaklığına ilişkin senaryolar, global iklim modelinde (GCM) oluşturulmuştur. Güncel CO<sub>2</sub> konsantrasyonu (330 ppm), yüksek sıcaklık ve yağış sonucunda toplam bitki gelişme süresinin kısaldığı ve mısır veriminde azalmaların olduğu saptanmıştır. Atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışın doğrudan etkili olduğu benzetimlerde, 1961-1990 yıllarında 330 ppm olan güncel CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun, 2020 yılında 447 ppm, 2050 yılında 554 ppm, 2080 yılında ise 697 ppm olacağı kestirilmiştir. Güncel CO<sub>2</sub> konsantrasyonu koşulunda, kışlık buğday ve mısır verimlerinin 2020, 2050 ve 2080 yıllarında artacağı, bu verim sonuçlarının kışlık buğdayın vernalizasyon süresini ve toplam bitki gelişme süresini kısaltacağını, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun tek başına artmasında ise mısır gelişimi ve verimde değişiklik yapmayacağı sonucunu elde etmişlerdir.

Çalışmada, Bursa koşullarında sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişimin, mısır bitkisinin toplam bitki gelişme süresi, verim ve kuru madde miktarı üzerindeki etkilerini belirlemek amaçlanmıştır.

## **MATERYAL ve YÖNTEM**

Çalışmada, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişimin mısır bitkisinin gelişimi ve verimi üzerindeki etkilerini belirlemek için, IBSNAT (International Benchmark Sites Network for Agrotechnology Transfer) tarafından geliştirilmiş DSSAT V3 paket programı içerisinde yer alan CERES-Maize bitki gelişim modeli kullanılmıştır.

Çalışmada, uzun yıllık ortalama günlük maksimum ve minimum sıcaklık, yağış, radyasyon iklim verilerinden yararlanılmıştır (Anonim, 1999). CERES-Maize bitki gelişim modelinde gerekli olan toprak (toprak sınıfı, yüzey eğimi, renk, permeabilite, drenaj sınıfı, toprak profili ve

horizonları, kum, kil, silt yüzdeleri gibi), bitki (bitki çeşidi, ekim tarihi, sıra aralığı, sulama, gübreleme gibi) veri tabanı oluşturularak bitki gelişiminin benzetimi yapılmıştır.

Çalışmada; gelecekte meydana gelebilecek iklim değişikliklerinin toplam bitki gelişim süresi, verim ve kuru madde miktarı üzerindeki etkilerinin belirlenmesi amacıyla çeşitli seçenekler ortaya konmuştur. Üretilen bu seçenekler; sıcaklık değerlerinin 3°C artması ve 3°C azalması, güncel atmosferik CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun 330 ppm kalması, %50 (495 ppm) ve % 100 (660 ppm) artması ve bu değişimlerin kombinasyonlarıdır.

CERES-Maize bitki gelişim modelinde yer alan, Penman-Monteith ve Priestley-Taylor Yöntemleri ile bitki su tüketimi hesaplanarak, mısır bitkisinin verimi, bitki gelişme süresi ve kuru madde miktarı belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır.

## ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

### Toplam Bitki Gelişme Süresi

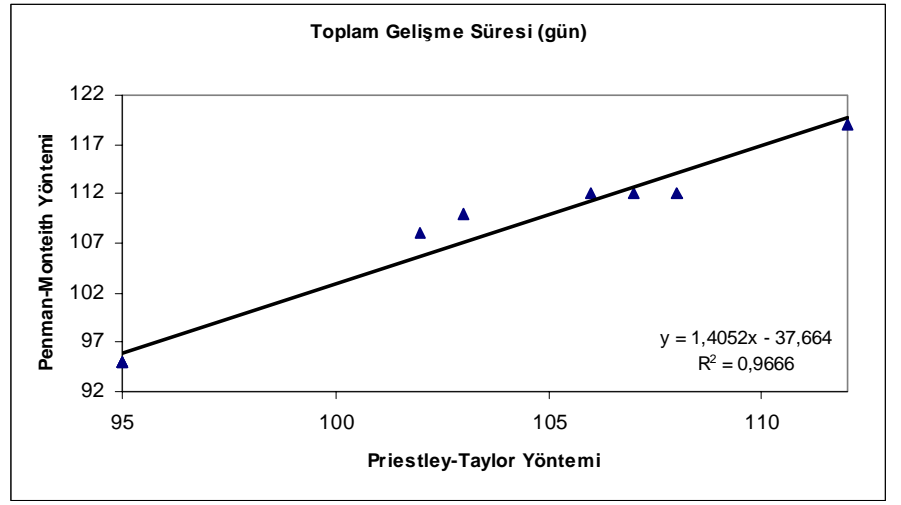
CERES-Maize modelinde mısır bitkisinin Bursa koşullarında ekim tarihi 1 Haziran olarak alınmış ve benzetim sonucunda, Penman-Monteith yöntemine göre hasat zamanı 21 Eylül (112 gün), Priestley-Taylor yönteminde ise 16 Eylül (107 gün) olarak elde edilmiştir. Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonuna ilişkin seçeneklerin her iki yöntem için sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir. Bu sonuçlara göre; herhangi bir sıcaklık değişiminin olmaması, buna karşın CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarında % 50 ve % 100 artış olması durumunda, Penman-Monteith yönteminde toplam bitki gelişme süresi 112 gün, Priestley-Taylor yönteminde ise 107 gün olarak elde edilmiş, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışın bitki gelişme süresini etkilemediği saptanmıştır.

Sıcaklığın 3°C, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da % 50 ve % 100 artması koşulunda, her iki yöntemde de sıcaklık artışına bağlı olarak toplam bitki gelişme süresi, Penman-Monteith yönteminde 17 gün, Priestley-Taylor yönteminde 12 gün azalarak, 95 gün olmuştur. Ortalama sıcaklığın aynı kalması ve 3°C artması durumlarında CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışın bitki gelişme süresini etkilemediği sonucu elde edilmiştir. Sıcaklığın 3°C azalması, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da artması koşulunda, bitki gelişme sürelerinin arttığı, bu artışın Penman-Monteith yönteminde daha fazla olduğu sonucu elde edilmiştir. Aynı sonuçlara göre, sıcaklık artışlarının sıcaklık azalışlarına göre bitki gelişme süresi üzerindeki etkisinin daha fazla olduğu söylenebilir. Bu durum, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışla birlikte değerlendirildiğinde ise, konsantrasyonun 660 ppm’e ulaşması durumunda

her iki yöntemde de toplam bitki gelişme süresinde artış belirlenmiştir. Toplam bitki gelişme süresinde, her iki yöntem arasındaki determinasyon katsayısı 0.9666'dır (Şekil 1).

**Çizelge 1.**  
**Benzetim Sonucunda Elde Edilen Toplam Bitki Gelişme Süresi**

Sıcaklık ve CO <sub>2</sub> Değişimi	Toplam Bitki Gelişme Süresi (gün)	
	Penman-Monteith Yöntemi	Priestley-Taylor Yöntemi
Sıcaklık değişimi yok, 330 ppm CO <sub>2</sub>	112	107
3°C sıcaklık artışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	95	95
3°C sıcaklık azalışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	108	102
Sıcaklık değişimi yok, 495 ppm CO <sub>2</sub>	112	107
3°C sıcaklık artışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	95	95
3 °C sıcaklık azalışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	110	103
Sıcaklık değişimi yok, 660 ppm CO <sub>2</sub>	112	107
3°C sıcaklık artışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	95	95
3 °C sıcaklık azalışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	119	112



*Şekil 1.*  
*Toplam Bitki Gelişme Süresinde Penman-Monteith Yöntemi İle Priestley-Taylor Yöntemi Arasındaki İlişki*

### Verim

Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> değişimlerinin verim üzerindeki etkileri Çizelge 2 ve Şekil 2'de verilmiştir. Çizelge 2'de de görüldüğü gibi bitki su tüketimi Penman-Monteith yöntemiyle hesaplandığında, sıcaklık değişiminin olma-

dığı ancak CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 50 oranında arttırıldığı koşulda verimde % 59 artış, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 100 oranında arttırıldığı koşulda ise verimde % 131'lik artış elde edilmiştir. Bitki su tüketiminin Priestley-Taylor yöntemiyle hesaplanması koşulunda, sıcaklık değişiminin olmadığı ancak CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 50 ve % 100 oranında arttırıldığı ise verimde sırasıyla, % 59 ve % 115'lik artış elde edilmiştir.

Sıcaklığın 3°C, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da % 50 ve % 100 artması koşulunda, her iki yöntemde de sıcaklık artışına bağlı olarak verim artmış, bu artış Penman-Monteith yönteminde %7-%103 arasında, Priestley-Taylor yönteminde ise %2-%89 arasında değişmektedir.

Sıcaklığın 3°C azalması, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da artması koşulunda, verimin azaldığı, bu azalışın Penman-Monteith yönteminde daha az olduğu sonucu elde edilmiştir.

Model sonuçlarına göre, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların verim miktarını arttırdığı ancak bu artışların Priestley-Taylor yöntemiyle bitki su tüketiminin hesaplanması durumunda daha az olduğu, sıcaklık azalışlarının da verim miktarlarında azalışa sebep olduğu bu azalışların Penman-Monteith yönteminde daha az olduğu sonucu elde edilmiştir.

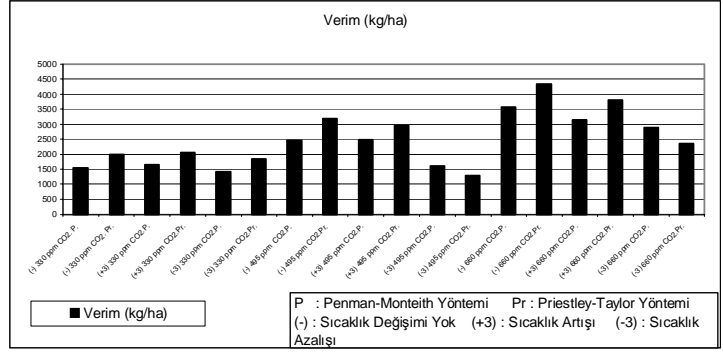
Curry ve ark. (1988), ABD'de yaptıkları benzer bir çalışmada, 19 farklı yerde 30 yıllık iklim değerlerini kullanarak, atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun iki katına çıkması sonucunda CERES-Maize bitki gelişim modeliyle mısır verimini kestirmişlerdir. İklim değişiminin dane veriminde azalmaya neden olduğu saptanmış, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun iki katına çıkmasının ise fazla bir etkisinin olmadığı gözlenmiştir. Sulanan koşullarda, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu iki katına çıkarıldığında, mısır dane veriminde % 20 azalmanın olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde, Rosenzweig (1989) de yaptığı çalışma ile, gelecekteki iklim değişiminin ve atmosferdeki CO<sub>2</sub> konsantrasyon artışının mısır üretimine olan etkilerini, ABD'nin South Great Plains bölgesinde 14 farklı yerde CERES-Maize bitki gelişim modelini kullanarak tahmin etmiştir. Kuru koşullarda benzetimi yapılan mısır dane veriminin, laboratuvar koşullarında elde edilen dane veriminden % 17-50 arasında daha az olduğu saptanmıştır. Test edilen mısırın, CO<sub>2</sub> artışından olumsuz etkilendiği görülmüştür.

Benzetim sonucunda elde edilen verim sonuçları yöntem bazında karşılaştırıldığında, Penman-Monteith yöntemi ile Priestley-Taylor yöntemi arasındaki determinasyon katsayısı 0.7962'dir (Şekil 3).

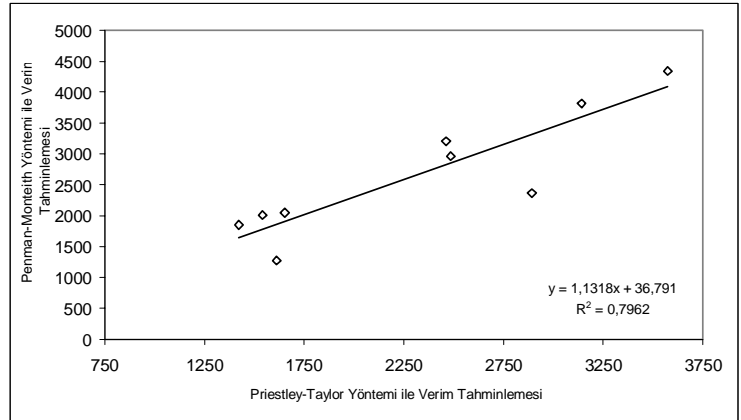
Durak ve Şaylan (1998) de yaptıkları benzer bir çalışmada, CERES-Maize modelinde sıcaklıkta yapılan değişikliklerin mısır bitkisinin verimine olan etkilerini belirlemeye çalışmışlar, sıcaklığın 1°C'den 4°C'ye kadar artması ve azalması durumunda bitki gelişimini ve verimini incelemişlerdir. Sıcaklık arttığında bitki gelişiminin hızlandığını, sıcaklık azaldığında ise bitki gelişiminin yavaşladığı sonucunu elde etmişlerdir.

**Çizelge 2.**  
**Benzetim Sonucunda Elde Edilen Verim**

Sıcaklık ve CO <sub>2</sub> Değişimi	Verim (kg/ha)	
	Penman-Monteith Yöntemi	Priestley-Taylor Yöntemi
Sıcaklık değişimi yok, 330 ppm CO <sub>2</sub>	1542	2008
3°C sıcaklık artışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	1654	2043
3°C sıcaklık azalışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	1423	1851
Sıcaklık değişimi yok, 495 ppm CO <sub>2</sub>	2460	3201
3°C sıcaklık artışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	2484	2961
3 °C sıcaklık azalışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	1613	1276
Sıcaklık değişimi yok, 660 ppm CO <sub>2</sub>	3574	4337
3°C sıcaklık artışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	3140	3815
3 °C sıcaklık azalışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	2891	2359



**Şekil 2.**  
**Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> Değişimlerinin Verim Üzerine Etkisi**



**Şekil 3.**  
**Verim Tahmininde Penman-Monteith Yöntemi İle Priestley-Taylor Yöntemi Arasındaki İlişki**



## Kuru Madde Miktarı

Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> değişimlerinin kuru madde miktarı üzerindeki etkileri Çizelge 3 ve Şekil 4'te verilmiştir. Çizelge 3'ten de görüldüğü gibi Penman-Monteith yönteminde, sıcaklık değişiminin olmadığı ancak CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 50 oranında artırıldığı koşulda kuru madde miktarında % 25'lik artış, CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 100 oranında artırıldığı koşulda ise kuru madde miktarında % 50'lik artış elde edilmiştir. Priestley-Taylor yönteminde sıcaklık değişiminin olmadığı ancak CO<sub>2</sub> konsantrasyonunun % 50 ve % 100 oranında artırıldığı koşulda ise kuru madde miktarında sırasıyla, % 26 ve % 46'lik artış elde edilmiştir.

Sıcaklığın 3°C, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da % 50 ve % 100 artması koşulunda, her iki yöntemde de sıcaklık ve CO<sub>2</sub> artışına bağlı olarak kuru madde miktarı artmış, bu artış Penman-Monteith yönteminde %13-%28 arasında, Priestley-Taylor yönteminde ise %6-%22 arasında değişmektedir.

Sıcaklığın 3°C azalması, CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının da artması koşulunda, kuru madde miktarının arttığı, bu artışın Penman-Monteith yönteminde %27-%56 arasında, Priestley-Taylor yönteminde ise %10-%33 arasında değiştığı sonu elde edilmiştir. Bu artışların, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının artması koşuluna göre daha fazla olduğu söylenebilir.

Model sonuçlarına göre, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların kuru madde miktarını arttırdığı ancak bu artışların Priestley-Taylor yönteminde daha fazla olduğu, benzer şekilde sıcaklık azalışlarının da kuru madde miktarlarında artışa sebep olduğu sonucu elde edilmiştir. Benzetim sonucunda elde edilen kuru madde miktarlarının her iki yöntem bazında karşılaştırılması sonucunda, yöntemler arasındaki determinasyon katsayısı 0.8769 olarak elde edilmiştir (Şekil 5). Kuru madde miktarının kestirilmesinde kullanılan bu iki yöntem arasındaki ilişki, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki değişimlerin aynı derecede etkili olduğunu göstermektedir.

Sonuç olarak, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışın bitki gelişme süresini azalttığını, bu azalışın iki yöntemde de aynı olduğu, sıcaklık azalışı ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışlarda ise toplam bitki gelişme süresinin arttığı, bu artışın bitki su tüketiminin Penman-Monteith yöntemiyle hesaplanması durumunda daha fazla olduğu belirlenmiştir.

Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların verim miktarını arttırdığı ve bu artışın Priestley-Taylor yöntemiyle bitki su tüketimi hesaplandığında daha az olduğu, sıcaklık azalışlarının da verim miktarlarında azalışa neden olduğu, bu azalışların Penman-Monteith yönteminde daha az olduğu sonucu elde edilmiştir.

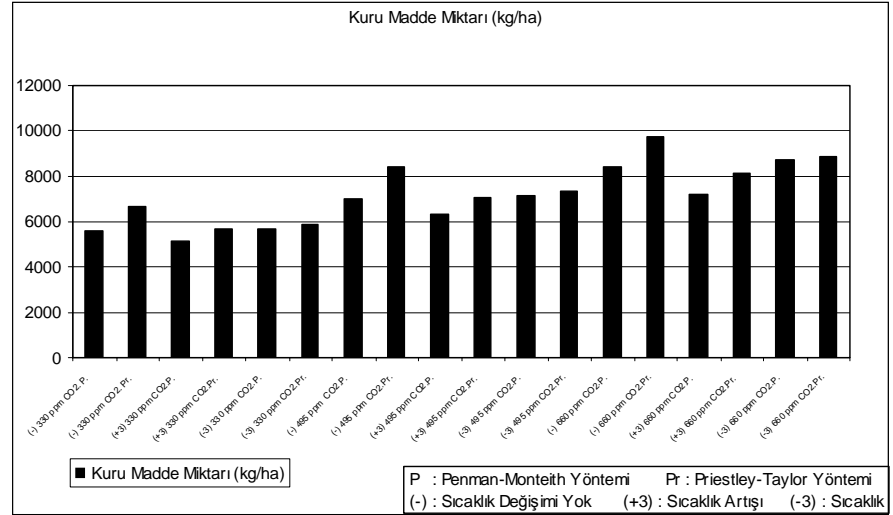
Elde edilen sonuçlara göre, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artışların kuru madde miktarını arttığı, ancak bu artışların Priestley-Taylor

yöntemiyle bitki su tüketimi hesaplandığında daha fazla olduğu, sıcaklık azalışlarının da kuru madde miktarında artışa neden olduğu belirlenmiştir.

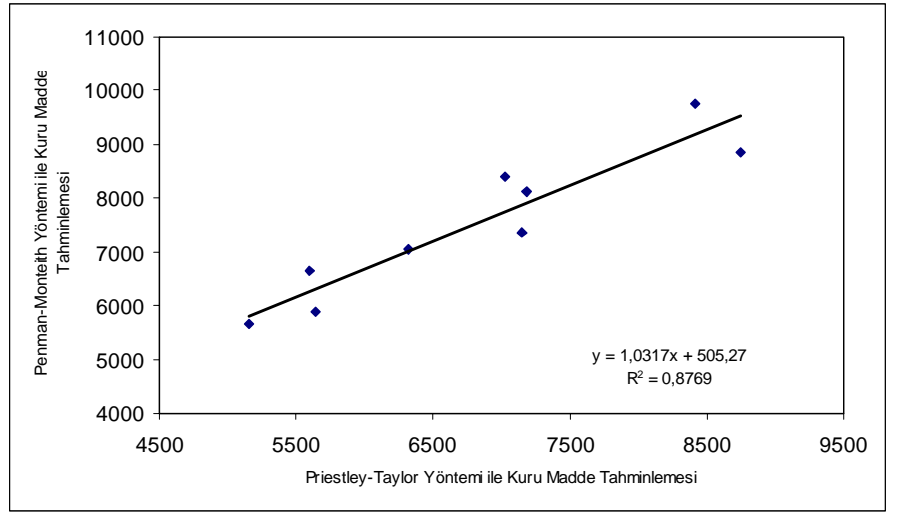
Sonuç olarak, sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonundaki artışlar bitki gelişme süresini azaltmış, verim ve kuru madde miktarları artmış, bu artışlar Penman-Monteith yöntemiyle bitki su tüketimi hesaplandığında gerçekleşmiştir. Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarının azalması durumunda ise, bu durumun tersi olmuştur.

**Çizelge 3.**  
**Benzetim Sonucunda Elde Edilen Kuru Madde Miktarı**

Sıcaklık ve CO <sub>2</sub> Değişimi	Kuru Madde Miktarı (kg/ha)	
	Penman-Monteith Yöntemi	Priestley-Taylor Yöntemi
Sıcaklık değişimi yok, 330 ppm CO <sub>2</sub>	5596	6655
3°C sıcaklık artışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	5151	5652
3°C sıcaklık azalışı, 330 ppm CO <sub>2</sub>	5645	5880
Sıcaklık değişimi yok, 495 ppm CO <sub>2</sub>	7029	8394
3°C sıcaklık artışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	6321	7041
3 °C sıcaklık azalışı, 495 ppm CO <sub>2</sub>	7149	7362
Sıcaklık değişimi yok, 660 ppm CO <sub>2</sub>	8408	9751
3°C sıcaklık artışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	7180	8114
3 °C sıcaklık azalışı, 660 ppm CO <sub>2</sub>	8746	8863



**Şekil 4.**  
**Sıcaklık ve CO<sub>2</sub> Değişimlerinin Kuru Madde Miktarı Üzerine Etkisi**



Şekil 5.  
Kuru Madde Miktarı Tahminin Penman-Monteith Yöntemi ile Priestley-Taylor Yöntemi Arasındaki İlişki

## KAYNAKLAR

- Ahrens, C.D. 1988. Meteorology Today. An Introduction to Weather, Climate and the Environment, 3<sup>rd</sup> Edition, West Publishing Com., p. 581.
- Alexandrov, V.A. ve G. Hoogenboom. 2000. The Impact of Climate Variability and Change on Crop Yield in Bulgaria. Agricultural and Forest Meteorology (104), p. 315-327.
- Anonim 1990. Climatic Change. The IPCC Impact Assesment, Ed: W.J. McG. Tegart, G.W. Sheldon and D.C. Griffiths, Australian Government Pub. Service, Canberra, 52 p.
- Anonim, 1999. İklim Verileri. Meteoroloji Genel Müdürlüğü.
- Curry, R.B., R.M. Peart, J.W. Jones, K.J. Boote, L.H. Allen. 1988. Simulation as a Tool for Analyzing Crop Response to Climate Change. ASAE. No:87-7512, 29 pp.
- Durak, M. ve L. Şaylan. 1998. İklim Değişiminin Tarımsal Meteorolojik Etkilerinin Modellerle Belirlenmesi. Tarım ve Orman Meteorolojisi'98 Sempozyumu, İstanbul, 21-23 Ekim 1998, s. 292-295.
- Gençoğlan, C. 1996. Mısır Bitkisinin Su-Verim İlişkileri, Kök Dağılımı ile Bitki Su Stresi İndeksinin Belirlenmesi ve CERES-Maize Bitki

- Büyüme Modelinin Yöreye Uygunluğunun İrdelenmesi. Ç.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 220 s.
- Hodges, T., D. Botner, L. Sakamoto, J. Hays-Haung. 1987. Using the CERES-Maize Model to Estimate Production for the U.S. Conbelt. *Agricultural and Forest Meteorology* 40 (4), p. 293-303.
- Hoogenboom, G., J.W. Jones, K.J. Boote. 1998. Identifying Seasonal Environmental Stress Effects on Plant Growth and Development Using a Crop Simulation Model. *Understanding Options for Agricultural Production*, Kluwer Academic Publishers, p. 95-116.
- Ritchie, J.T. 1985. A User-Orientated Model of the Soil Water Balance in Wheat. *Models in Wheat Agronomy. Wheat Growth and Modelling. Vol:86(27)*, p. 293-307.
- Rosenzweig, C. 1989. Climate Change and CO<sub>2</sub> Effects on Wheat and Corn in the Great. Ninth Conference on Biometeorology and Aerobiology, March 7-10, Charleston, South Carolina, j.26-j.29.
- Şaylan, L. 1995. Bitki Gelişimi Simülasyon Modellerinin Toprak, Bitki ve Su İlişkisinin Analizinde Kullanılması. 5. Ulusal Kültürteknik Kongresi Bildirileri, Kültürteknik Derneği, 30 Mart-2 Nisan 1995, Kemer-Antalya, s. 311-317.
- Tatar, 2001. Uludağ Üniversitesi Tarımsal Araştırma ve Uygulama Merkezinde Bitki-İklim Modellemesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. 77s.