

## İKLİM DEĞİŞİKLİKLERİ ve PAMUK

Aydın ÜNAY<sup>1</sup>, Hüseyin BAŞAL<sup>1</sup>

### ÖZET

21. yüzyılın ikinci yarısında karbondioksit miktarının iki katına çıkacağı ve karbondioksit başta olmak üzere diğer sera gazlarındaki artışların özellikle sıcaklık gibi iklimsel parametreleri etkileyeceği varsayılmaktadır. Türkiye bu değişikliklerden en fazla etkilenecek ülkeler arasında gösterilmektedir. Pamuğun da içerisinde yer aldığı C<sub>3</sub> bitkilerinin olası iklim değişikliklerinden daha fazla etkileneceği belirtilmiştir. Artan CO<sub>2</sub> içeriğinin pamukta ışık kullanım etkinliğini artırdığı ortaya konulmuştur. Fotosentez etkinliği için 26-28 °C sıcaklığın optimum olduğu ve 30 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda ise klorofil birikiminin azaldığı belirtilmiştir. Koza üretim etkinliği 30 °C' ye kadar artmakta ancak bu sıcaklıktan sonra hızla azalmaktadır. Koza tutumu için 32 oC sıcaklık üst sınırdır ve bu sıcaklığın üzerinde koza silmesine bağlı olarak verim olumsuz etkilenmektedir.

### Climatic Changes And Cotton

### ABSTRACT

It is estimated that atmospheric CO<sub>2</sub> concentration will be doubled and subsequently this will affect climatic parameters such as temperature in the latter of half of the 21<sup>st</sup> century. Turkey has been indicated as one of the most affected countries. It is said that climatic changes have more effect on C<sub>3</sub> plants such as cotton. Increased CO<sub>2</sub> level, also, will cause to increase in radiation use efficiency in cotton. The optimum temperature for photosynthesis efficiency is 26 - 28 °C, but upper 30-°C temperature leads to decrease in chlorophyll accumulation. Fruit production efficiency increased as temperatures increased to 30°C, then declined rapidly at temperatures above 30 °C. The upper limit for cotton fruit survival is approximately 32°C and higher temperature negatively affect cotton yield due to the boll abscission.

### GİRİŞ

Dünyanın iklim sisteminde bir bozulmanın olduğu iklim bilimciler tarafından genel kabul görmektedir. Bu genel kabulün birleştiği nokta, atmosferdeki sera gazı salınımlarının küresel ısınmaya neden olduğu ve bunun da iklimsel değişiklikleri tetikleyeceği yönündedir. Sanayi devrimi ile birlikte atmosferde birikmeye başlayan karbondioksit başta olmak üzere metan, azot dioksit ve flora kloro karbonların artışı yerden yansıması gereken uzun dalga boylu ışınların tutulmasına ve yüzey sıcaklıklarının belirgin bir şekilde artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle birçok bilim adamı dünyanın son iki yüzyıllık sürecine insanoğlunun yoğun etkilerinden dolayı antroposen dönemi adını vermektedir.

Birçok iklim modeline göre, CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarındaki artışın hava sıcaklığını artıracığı, bulutlanma ve yağış olaylarını değiştireceği tahmin edilmektedir. Küresel ısınmaya bağlı olarak okyanus sıcaklık değerlerinin yükseleceği ve bu nedenle atmosferde su buharı miktarının artacağı varsayılmaktadır (Obesi, 2003). Aynı araştırmacıya göre, son 30 yıl içerisinde farklı coğrafyalardaki kuraklıklar, tropik siklonlar seller gibi hidrometeorolojik afetlerin sayısı iki kat artmış; kuraklık ve çölleşme gibi olumsuzluklar, gereksinimini topraktan sağlayan 1.2 milyar insanı tehdit eder hale gelmiştir.

On bin yıldır dingin ve düzenli iklimler

sayesinde sakin bahar aylarını yaşayan uygarlık ve bunda en önemli role sahip tarımın, gelecek yıllarda bugünkünden farklı iklim koşulları ile karşılaşması kaçınılmazdır. Günümüzde tarımı yapılan birçok kültür bitkisi söz konusu bu iklim koşulları için ıslah edilmemişlerdir. Küresel ısınmanın en çarpıcı kayıtları, flora ve faunadaki değişiklikler olarak görülmüştür. Kuzey Yarımkürenin bazı bölümlerinde, 1960 yılından bu tarafa bazı yazlık bitkilerin yetişme döneminin 11 gün uzadığı ve 1970 yılından beri ılıman kış mevsimlerinin yaşandığı belirtilmiştir (Obesi, 2003).

İçerisinde bulunduğumuz yüzyılın ikinci yarısında dünya nüfusunun 8.5 milyar ve nüfusun büyük bir bölümünün vejeteryan olacağı düşünüldüğünde (Avery, 1997); olası iklimsel değişikliklerin bitkiler üzerindeki etkilerinin bilinmesi önem kazanmaktadır. Bu derlemede, iklimsel değişikliklerin irdelenmesine, pamuk bitkisi örnek alınarak bitkiler üzerindeki etkilerinin birlikte değerlendirilmesine ve değişen iklim koşullarına uygun ıslah stratejilerinin belirlenmesine çalışılmıştır.

### Küresel İklim Değişiklikleri

Atmosferdeki insan kaynaklı (antropojen) sera gazı birikimlerinin sürekli arttığı ve bu artışın CO<sub>2</sub>, metan (CH<sub>4</sub>) ve azot dioksit (N<sub>2</sub>O) gazlarında sırasıyla % 30, % 145 ve % 15 düzeyinde olduğu bildirilmiştir (Türkeş vd., 1998). Milyonlarca yıl önce CO<sub>2</sub>

<sup>1</sup> Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, AYDIN

düzeyinin 1200-4000 ppm olduğu ve azalarak, yaklaşık 220 bin yıllık periyotta 180-290 ppm arasında kaldığı ve 1800 lü yıllar öncesine kadar bu düzeyde kaldığı belirlenmiştir (Hall ve Ziska, 2000). Bu dönem içerisinde fotosentez esnasında düşük CO<sub>2</sub> miktarını değerlendirebilen C<sub>4</sub> bitkilerinin (mısır, sorghum, şeker kamışı, köpek dişi ve bazı çim türleri) adaptasyon sağladıkları saptanmıştır. Buna karşın, C<sub>3</sub> bitkilerinin ne zaman ortaya çıktığı ve yayıldığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak, Morell *vd.* (1992) C<sub>3</sub> bitkilerinde yer alan ve CO<sub>2</sub> tutucusu olarak rol oynayan ribulaz bifosfat karboksilaz (rubisko) enziminin evrim süresince çok fazla değişikliğe uğramadığını açıklamıştır. Günümüz koşullarında yaklaşık 360 ppm olan CO<sub>2</sub> içeriğinin içerisinde bulunduğumuz yüzyılın ikinci yarısında 760 ppm düzeyine ulaşacağı tahmin edilmektedir. 20. yüzyılın başlarından itibaren yapılan çeşit geliştirme çalışmalarında, yüksek verimli bitkiler seleksiyonla seçildiğinde, aslında yapılan seleksiyonun artan CO<sub>2</sub> seviyesine verim artışı ile tepki veren bitkileri dolaylı olarak seçtiği düşüncesine yer verilmiştir (Hall ve Ziska, 2000).

CO<sub>2</sub> ve diğer sera gazlarındaki artışın 2050 yıllarında ortalama olarak 1.5- 5.9 °C arasında sıcaklık artışına yol açacağı belirtilmiştir. ABD'de küresel ısınmayı hedef alan çok sayıda iklim modeli birçok bölge için ortalama sıcaklık artışının 3.5-5.9 °C olacağını tahmin etmektedir (Reddy *vd.*, 1996). Meteoroloji kayıtlarına göre, 1998 yılı dünyada en sıcak yıl olarak kayıtlara geçmiştir ve bu yılı 2002 yılının izlediği ifade edilmiştir. 1990'lı yılların ise 20. yüzyılın en sıcak dilimi olduğu ve 20. yüzyıldaki ısınma oranı ve süresinin geçen yüz yıldan daha büyük olduğu bildirilmiştir (Obesi, 2003).

Yapılan araştırmalar sonucunda, küresel ısınmadan dolayı oluşacak iklim değişiklikleri ile, özellikle su kaynaklarının azalması, orman yangınları, kuraklık ve çölleşme ile bunlara bağlı olarak ekolojik bozulmalar yeryüzünü olumsuz etkileyebilecektir.

### **Küresel İklim Değişikliklerinin Türkiye Üzerine Etkileri**

Türkiye, karmaşık iklim yapısı içerisinde özellikle küresel ısınmaya bağlı olarak, görülebilecek iklim değişikliklerinden en fazla etkilenecek ülkelerden birisi olarak görülmektedir (Öztürk, 2002).

Türkeş *vd.* (2002), daha önceki çalışma sonuçlarına göre, özellikle yaz aylarında sıcaklık azalışı ile genel bir soğuma olmasına karşın son 10 yılda bu durumun değiştiğini bildirmiştir. Araştırmacılar tarafından yapılan en son meteorolojik değerlendirmelere göre ise maksimum sıcaklıklar batı ve doğu bölgelerinde ilkbahar ve yaz aylarında artış göstermektedir. Yıllık olarak, ilkbahar ve yaz ayları minimum sıcaklıklardaki artış maksimum sıcaklıklardaki artıştan daha önemli olmakla beraber

Akdeniz iklim tipi olarak tanımlanan Ege, Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu bölgelerinde daha kuvvetlidir. Bu bölgelerin ülkemizin pamuk ekim alanlarının hemen tamamına yakın bir bölümünü oluşturduğu dikkati çekmektedir. Benzer şekilde, Kukla ve Karl (1993) hava sıcaklıklarının özellikle enlem derecesi yüksek bölgelerde olmak üzere gece sıcaklığı şeklinde artacağını belirtmiştir. Birçok kültür bitkisinin çiçeklenme sonrası gelişmesinin yüksek sıcaklığa oldukça hassas olduğu, meyve ve tohum veriminin vejetatif aksam gelişmesinden daha fazla etkileneceği vurgulanmıştır (Hall, 1992).

Ülkemizde, 2001 yılında İklim Değişikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli (Anonim, 2001) sonuçlarına göre, 1999 yılında % 15, 2000 yılında % 7 oranında azalan yağış miktarının ve yağış rejimindeki düzensizliklerin tarımsal üretimi olumsuz yönde etkilediği, özellikle kışlık bitki yetiştiriciliğinde bu etkinin daha önemli olduğu ve bazı tahıl üretim merkezlerinde (Konya, Karaman, Yozgat) 2000-20001 ekim döneminde % 80-90 verim azlığının olduğu belirtilmiştir.

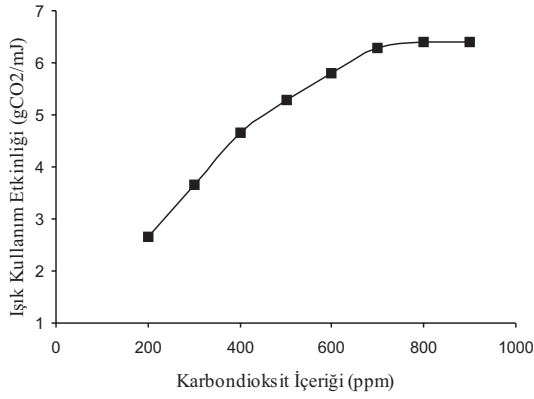
Olası iklim değişikliklerinin bölgedeki bitki yapısını değiştirmesi kaçınılmaz bir makro sonuçtur. Ancak, kısa vadede kuraklığa ve yüksek sıcaklığa tolerant yeni çeşitlerin ıslahı ve özellikle sulama, gübreleme ve pestisit uygulamalarında yapılabilecek değişikliklerin iklim değişikliğinden kaynaklanan riskleri azaltabileceği belirtilmiştir (Downing *vd.*, 1997).

Bu bilgiler ışığında pamuk bitkisinin olası iklim değişikliklerine tepkisi ve yapılan çalışmalar değerlendirilmiştir.

### **Küresel İklim Değişikliklerinin Pamuk Üzerine Etkisi**

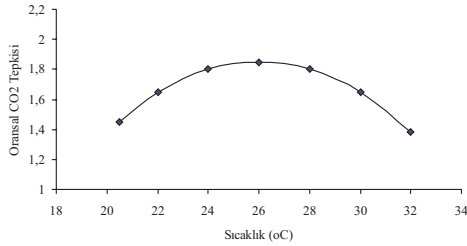
İki katına (~ 700 ppm) çıkması beklenen CO<sub>2</sub> 'in tüm C<sub>3</sub> bitkilerinde olduğu gibi pamukta da fotosentezi artırması beklenmektedir. C<sub>3</sub> bitkileri C<sub>4</sub> bitkilerine oranla daha yüksek CO<sub>2</sub> düzeylerini değerlendirebilen bitkiler olarak tanımlanmaktadır. Artan CO<sub>2</sub> miktarı pamukta genellikle yaprak ve kanopi CO<sub>2</sub> asimilasyon oranını zenginleştirirken fotorespirasyon miktarını azaltmaktadır (Reddy *vd.*, 2000). Işık kullanım etkinliği üzerine CO<sub>2</sub> seviyelerinin etkileri Şekil 1' de verilmiştir.

Işık kullanım etkinliğinin CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ile birlikte arttığı ve bu artışın 800 ppm değerine kadar devam ettiği saptanmıştır. Aynı şekilde, 360 ppm CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda 4.3 CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> MJ<sup>-1</sup> ışık kullanım etkinliğinden faydalanılırken 720 ppm CO<sub>2</sub> seviyesinde 6.3 CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> MJ<sup>-1</sup> değerine ulaşılmaktadır. Öte yandan yapılan araştırmalarda, iki farklı CO<sub>2</sub> düzeyinde (360 ve 720 ppm) net fotosentez miktarı incelenmiştir. Her iki CO<sub>2</sub> konsantrasyonunda da fotosentezin çıkıştan sonra 80. güne kadar arttığı daha sonra ise büyüme dönemi sonuna doğru azaldığı



Şekil 1. Pamukta kanopi ışık kullanım etkinliği üzerine atmosferik CO<sub>2</sub>'in etkisi (Reddy *vd.*, 2000' den değiştirilerek).

görülmektedir. Normal CO<sub>2</sub> (360 ppm) koşullarındaki azalışın iki kat arttırılmış CO<sub>2</sub> koşullarından (720 ppm) daha fazla olduğu ifade edilmiş ve bu duruma yüksek CO<sub>2</sub> koşullarındaki büyüme döneminin sonuna doğru olan yeniden yapraklanma olayının neden olduğu belirtilmiştir (Reddy *vd.*, 1998). Öte yandan, pamukta yapılan fotosentezin bir ölçüsü olan oransal CO<sub>2</sub> tepkisi incelendiğinde (Şekil 2); 26 °C sıcaklığı üzerinde ve altındaki sıcaklıklarda fotosentezin azaldığı belirtilmiştir.

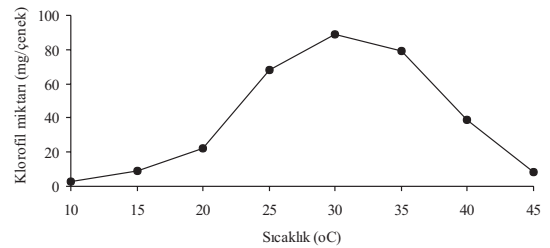


Şekil 2. Pamuk kanopi fotosentezinde oransal CO<sub>2</sub> tepkisi üzerine sıcaklığın etkisi (Reddy *vd.*, 2000 'den değiştirilerek)

C<sub>3</sub> bitkileri arasında yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda, artan CO<sub>2</sub> içeriğine olumlu tepki ile normal CO<sub>2</sub> düzeyindeki oransal büyüme oranı (relative growth rate) arasında pozitif korelasyonlar saptanmıştır. Yani, hızlı büyüyen bitki gruplarının daha olumlu tepkide buldukları belirlenmiştir. 20. yüzyılda tek yıllık C<sub>3</sub> bitkilerinin verimi hasat indeksindeki (HI) artışlara bağlı olarak % 77 oranında artmıştır. Oysa, bu sürede toplam vejetatif aksamdaki artış ancak % 23 düzeyinde kalmıştır. Hasat indeksindeki artışlara bağlı olarak verimde meydana gelen artış büyük ölçüde fotosentez ürünlerinin bitkide paylaşımına bağlıdır. Hall ve Allen (1993), yüksek HI'ne sahip bitkilerin daha fazla karbonhidrat depolama yeteneğine sahip olduğunu ve artan CO<sub>2</sub>'e daha olumlu cevap verdiklerini belirtmiştir. CO<sub>2</sub> tarafından teşvik edilen büyüme kök bölgesindeki besin kaynaklarına bağlıdır. CO<sub>2</sub> artışı ile

verimlilikteki en büyük artışlar ancak N ve P yarayışlılığı yüksek olduğunda gerçekleşmektedir. Bu olumlu tepki buğday ve pamukta gözlenmiştir. Bu bulgular artan CO<sub>2</sub> miktarına karşı artan büyüme ile tepki veren fotosentez kaynaklarının karbonhidrat kaynaklarına olan oranındaki artışların ancak yüksek N düzeyinde gerçekleşmesi ile uyum içerisindedir (Conroy, 1992). Artan CO<sub>2</sub> düzeyi bitkilerde genellikle dokudaki C/N oranını artırır (Conroy, 1992) ve bu orandaki artış zararlılar için yaprakların beslenme değerini azaltmaktadır. Aynı zamanda, artan CO<sub>2</sub> düzeyi zararlılara toksik protein içeriğini değiştirebilmektedir. Toprakta yüksek düzeyde N seviyesi artan CO<sub>2</sub> düzeyine olumlu tepki için gereklidir ve bu bitki dokusundaki C/N oranını azaltıcı rol oynamaktadır. Bu nedenle artan CO<sub>2</sub> düzeyinin ve değişen sıcaklıkların etkili zararlı populasyonunu değiştirebileceği varsayılmaktadır.

Artan CO<sub>2</sub> koşullarında yetiştirilen bitkilerde yaprak N içeriği değişeceği için dane kalitesinde bazı değişiklikler meydana gelebilecektir. Artan CO<sub>2</sub> koşullarındaki buğdaylardan elde edilen unlarda, N içeriğinde ve proteinde azalmalar belirlenmiştir (Conroy *vd.*, 1994). Çeltikte ise Ziska *vd.* (1997) tarafından yürütülen çalışmalarda, artan CO<sub>2</sub> koşullarının dane protein içeriğini azalttığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Burke ve Mahony (2001) sıcaklık stresinin pamuğun erken gelişme dönemindeki çenet yapraklarının klorofil içeriği üzerine etkilerini inceledikleri çalışmalarında (Şekil 3); 25 °C 'nin altında ve 30 °C 'nin üzerindeki sıcaklıklarda klorofil birikiminin önemli düzeyde azaldığını saptamışlardır. Ayrıca, 44 °C sıcaklıkta klorofil birikiminin engellendiğini ve bu sıcaklığı aşan sıcaklıklardan yaşlı dokuların daha fazla olumsuz etkilendiğini belirtmişlerdir.

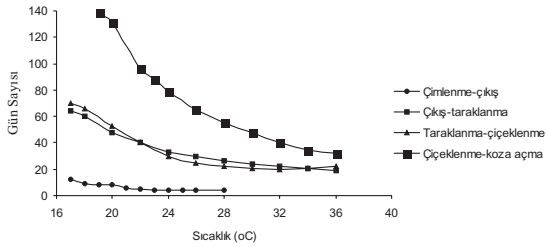


Şekil 3. Pamuk fide gelişim döneminde çenet yapraklarının klorofil birikimine sıcaklığın etkisi (Burke ve Mahony , 2001' den değiştirilerek)

Sıcaklık ve fotoperiyodizm gelişmekte olan bitkilerin çiçeklenmelerini etkileyen iki önemli çevre faktörüdür. Dünyada kültürü yapılan pamuk türleri fotoperiyota duyarlı değildir ancak sıcaklığın pamuk gelişimi üzerine etkisi oldukça yüksektir. Halevy ve Bazelet (1989) tarafından taraklanma, çiçeklenme ve olgunlaşma gün sayılarının sıcaklık arttıkça azaldığı belirlenmiştir (Şekil 4). Çimlenme ve çıkış arasındaki gün sayısının 17 °C de 12 gün buna

karşın 28 °C de sadece 4 gün olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde ortalama 17 °C de 64 günde taraklanan bitkilerin 36 °C de 19 günde taraklandıkları araştırmacılar tarafından ifade edilmiştir. Öte yandan 17 °C ile 36 °C karşılaştırıldığında taraklanma-çiçeklenme gün sayısının 48 gün, çiçeklenme-koza açma süresinin ise 107 gün azaldığı bildirilmiştir.

Bir başka araştırmada ise taraklanma, çiçeklenme ve meyve bağlama gün sayısının her 1 °C lik sıcaklık artışına karşılık sırasıyla 1.6, 3.1 ve 6.9 gün azaldığı ve 5 °C lik sıcaklık artışı varsayımının olgunlaşma gün sayısını 35 gün kısaltacağı vurgulanmıştır. Hake *vd.* (1996) su stresinin olmadığı koşullarda sıcaklık stresinin özellikle gündüz ve gece boyunca yüksek sıcaklıklar gerçekleştiğinde zararlı olduğunu ve buna bitkinin geceleri evaporasyon yoluyla serinleme yapamamasının ve bu nedenle de bitki sıcaklığının hava sıcaklığına eşit olmasının yol açtığını belirtmişlerdir. Ayrıca, özellikle Temmuz ve Ağustos ayları boyunca gerçekleşecek sıcaklık stresinin aşırı vejetatif gelişme, koza iriliğinde ve kozada tohum sayısında azalma ve koza silkmelerine neden olacağını vurgulamışlardır.



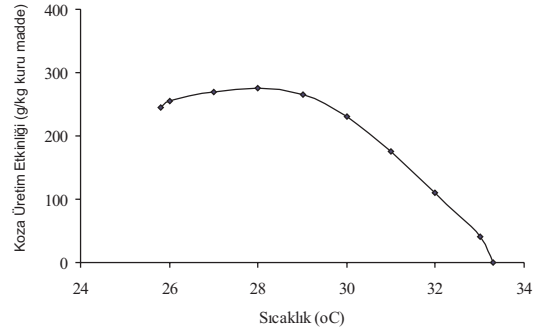
sayısı üzerine sıcaklığın etkisi (Halevy ve Bazelet, 1989' ten değiştirilerek).

Benzer şekilde, Reddy *vd.* (2000), 28 °C üzerinde koza tutumunun şiddetle azaldığını ve 32 °C üzerindeki sıcaklıklarda ise meyvenin çiçeklenmeden sonraki 3-5 gün içerisinde silktiğini saptanmışlardır. Böylelikle, pamuk çiçeklenme ve döllenme dönemi için üst sınır sıcaklık derecesinin 32 °C olduğu söylenebilir. Koza tutumu ile koza büyüme periyodunun artan sıcaklıklara karşı tepkileri birbirinden farklı olmaktadır. Çiçeklenmeden 2-4 gün sonra kozalar yüksek sıcaklıklara maruz kaldıklarında silkebilecekleri ancak düşük sıcaklıklarda gelişen çiçeklerin daha sonra sıcaklık 32 °C yi aşıya bile silkmeyecekleri söylenebilir. Bu nedenle, en duyarlı dönem çiçek oluşumu ve hemen sonraki dönemdir. Çiçeklenme sonrası silme, varolan besin kaynakları için rekabeti ortadan kaldırmakta ve aşırı vejetatif büyüme teşvik edilmektedir. Yüksek sıcaklıklardaki artan fotosentez oranı ve bitkinin üst bölümlerindeki yeni yaprak oluşumu vejetatif büyümeye katkıda bulunmaktadır.

Pamukta toplam kuru madde içerisinde koza ağırlığının oranı olarak ifade edilen koza üretim

etkinliği (g/kg kuru madde) üzerine sıcaklığın etkisinin incelendiği Şekil 5' de görüldüğü gibi sıcaklık 28 °C 'yi aştığında koza üretim etkinliği azalmaktadır. Özellikle 30 °C üzerinde azalış ivmesi artmakta ve yaklaşık 33 °C 'yi aşan sıcaklıklarda koza üretim etkinliği engellenmektedir.

Sıcaklık stresinden kaynaklanan problemler özellikle domates, pamuk ve bürülce için sıcaklık stresi altında daha fazla meyve bağlama yeteneğine sahip bitkilerin ıslahı ile çözülebilir görünmektedir. Sıcaklık stresine tolerans genleri yüksek gece sıcaklıkları için daha etkilidirler, meyve bağlama ve tohum verimini artırır; ancak, bodurluğa neden olurlar. Bu bitkilerin daha fazla meyve bağladığı, daha az boğum arası mesafeye sahip olduğu ve daha az vejetatif gelişme gösterdikleri bildirilmiştir (Hall ve Ziska, 2000). Öte yandan, bodurluk ile sıcaklığa tolerans arasında pleiotropik etki sayılabilecek yakın bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Bodurluk, kısa sürede yaprak alanı indeksini oluşturmama ve yabancı ot rekabetinde zayıflık olarak olumsuz etkilere neden olmaktadır. Hall ve Ziska (2000) tarafından yapılan çalışmalarda, bu nedenlerle bürülceden daha sık ekim normunda yetiştirildiğinde daha fazla verim alındığı saptanmıştır.



Şekil 5. Koza üretim etkinliği (koza ağırlığı/toplam kuru ağırlık) üzerine sıcaklığın etkisi (Reddy *vd.*, 2000' den değiştirilerek).

Suyun parçalanma safhası olan fotosistem II yüksek sıcaklıklara oldukça hassastır (Bery ve Björkman, 1980). Bu sistemin elektron taşınması esnasında kloroplastta bulunan küçük bir yüksek sıcaklık proteini tarafından korunduğu bildirilmiştir (Heckathorn *vd.*, 1998). Pima pamuklarında sıcaklık stresi altında daha fazla koza bağlama yeteneğine sahip genotipler ile daha fazla stomatal iletkenlik özelliğine sahip bitkilerin seleksiyonu ile sıcaklığa tolerans sağlandığı bildirilmiştir (Hall, 1992).

Bitkiler üzerine yüksek sıcaklıklar ile artan CO<sub>2</sub> düzeyi kompleks etkilere sahiptir. Birçok çalışmada, çiçeklenme sonrası dönem üzerine yüksek sıcaklığın zararlı etkisi artan CO<sub>2</sub> düzeyi ile bertaraf edilememiştir. Pima pamuklarının çiçeklenme sonrası dönem duyarlılığı yüksek sıcaklığa oldukça hassas olduğu için bitkilerin ya meyve dalı oluşturmadıkları yada koza bağlamadıkları gözlenmiştir (Reddy *vd.*, 1995, 1997).

21 °C ye karşın 28 °C sıcaklıkta yetiştirilen pamuk fidelerinin ilk 3 haftalık dönemde 4-6 kat daha fazla kuru madde ürettikleri, artan CO<sub>2</sub> koşullarında bitkilerin ışıktan % 15-40 daha fazla yararlandıkları ve buna bağılı olarak hızlı büyüme gösterdikleri saptanmıştır (Reddy vd., 2000). Bu hızlı büyüme bitki boyuna yansımaya karşın hasat döneminde fark % 5 düzeyine inmektedir. Öte yandan yaprak azot içeriğı 2.5 g m<sup>-2</sup> olduğunda sap büyümesinin günde 32-37 mm olduğu ancak azot miktarı 1.5 g m<sup>-2</sup> değerine indiğinde sap büyüme oranının % 17 daha fazla olduğu belirtilmiştir.

## SONUÇ

İleriki yıllarda yetiştiriciliğı yapılacak bitkilerin bugünkünden daha olumsuz koşullar ile karşı karşıya kalması kaçınılmazdır. Dünya nüfusunun gıda gereksiniminin çok büyük bir bölümü tane veya meyve bağlayan bitkilerden karşılanmaktadır. Bitkilerin vejetatif aksamlarının iklim değışimlerinden daha az etkileneceğı düşünülüğünde, insan beslenmesinin yaprak, sap ve köklerinden faydalanılan bitkilere veya bu aksamlarla beslenen hayvansal ürünlere kayacağı tahmin edilmektedir.

Öte yandan istenilen bitki grubunun yetiştiriciliğı değışen iklim koşullarına toleranslı bitki ıslahına ve bazı kültürel işlemlerin değıştirilmesine bağılıdır. Yüksek ve düşük sıcaklık stresine ve kuraklığa tolerant genotiplerin ıslahı hem klasik ıslah çalışmalarında hem de biyoteknolojik çalışmalarda yerini almış ve son yıllarda artan oranda bir ivme kazanmıştır.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Anonim, 2001. İklim Değışikliklerinin Tarım Üzerine Etkileri Paneli Raporu. Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü (TAGEM), 2001. Ankara.
- Avery, D.T.1997. Saving the planet with pesticides, biotechnology and European farm reform. The 1997 Brighton Crop Production Conf. Weeds. 2-17.
- Berry, J.A. and Björkman, O. (1980) Photosynthetic responses and adaptation to temperature in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* 31, 491-543.
- Burke, J.J. and J.O. Mahony. 2001. Protective role in acquired thermotolerance of developmentally regulated heat shock proteins in cotton seeds. *The Journal of Cotton Sci.* 5: 174-183.
- Conroy, J.P. (1992) Influence of elevated atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations on plant nutrition. *Australian Journal of Botany* 40, 445-456.
- Conroy, J.P., Seneweera, S., Basra, A.S., Rogers, G. and Nissen-Wooler, B. (1994) Influence of rising atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations and temperature

- on growth, yield and grain quality of cereal crops. *Australian Journal of Plant Physiology* 21, 741-758.
- Downing, T.E., Ringius, L., Hulme, M., Waughray, D. 1997. Adapting to climate change in Africa. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*. 2(1): 19-44.
- Hake, K.D., Kerby, T.A., Hake, S.J., Bentley, W., Goodell, P.B., Vargas, R.N. 1996. Cotton Crop Problems. In: Hake, S.J., Kerby, T.A., Hake, K.D. (eds). *Cotton Production Manual*. Uni., of California, Division of Agr. And Natural Resources, Publication, 3352. pp. 82-110.
- Halevy, J. and M. Bazelet. 1989. Fertilizing for high yield and quality. *IPI Bulletin* 2. International Potash Ins. Bern, Switzerland.
- Hall, A.E. (1992) Breeding for heat tolerance. *Plant Breeding Reviews* 10, 129-168.
- Hall, A.E. and Allen, L.H. Jr (1993) Designing cultivars for the climatic conditions of the next century. In: Buxton, D.R., Shibles, R., Forsberg, R.A., Blad, B.L., Asay, K.H., Paulsen, G.M. and Wilson, R.F. (eds) *International Crop Science I*. Crop Science Society of America, Madison, Wisconsin, pp. 291-297.
- Hall, A.E. and Ziska, L.H. 2000. Crop breeding strategies for the 21st century. *CAB International* 2000. *Climate Change and Global Crop Productivity* (eds K.R. Reddy and H.F. Hodges). 407-423.
- Heckathorn, S.A., Downs, C.A., Sharkey, T.D. and Coleman J.S. (1998) The small, methionine-rich chloroplast heat-shock protein protects photosystem II electron transport during heat stress. *Plant Physiology* 116, 439-444.
- Kukla, G. and Karl, T.R. (1993) Nighttime warming and the greenhouse effect. *Environmental Science and Technology* 27, 1468-1474.
- Morell, M.K., Paul, K., Kane, H.J. and Andrews, T.J. (1992) Rubisco: maladapted or misunderstood? *Australian Journal of Botany* 40, 431-441.
- Obesi, G. 2003. Gelecekteki iklimimiz. <http://www.meteor.gov.tr/2003/arsiv/23> Mart 2003.
- Öztürk, K. 2002). Küresel iklim değışikliği ve Türkiye'ye olası etkileri. *G.Ü. Gazi Eğitim Fak. Derg.* 22(1):47-65.
- Reddy, K.R., Hodges, H.F. Kimball, B.A. 2000. Crop Ecosystem Responses to Climatic Change: Cotton. *CAB International* 2000. *Climate Change and Global Crop Productivity* (eds K.R. Reddy and H.F. Hodges). 161-187..
- Reddy, K.R., Hodges, H.F. and McKinion, J.M. (1995) Carbon dioxide and temperature effects on Pima cotton development. *Agronomy Journal* 87, 820-826.
- Reddy, K.R., Hodges, H.F. and McKinion, J.M. (1996) Food and agriculture in the 21st century: a cotton example. *World Resource Review* 8, 80-97.

- Reddy, K.R., Hodges, H.F. and McKinion, J.M. (1997) A comparison of scenarios for the effect of global climate change on cotton growth and yield. *Australian Journal of Plant Physiology* 24, 707713.
- Reddy, K.R., Robana, R.R., Hodges, H.F., Liu, X.J. and McKinion, J.M. (1998) Influence of atmospheric CO<sub>2</sub> and temperature on cotton growth and leaf characteristics. *Environmental and Experimental Botany* 39, 117129.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Çetiner, G. 1998. Artan sera etkisine bağlı iklim değişikliği, etkileri ve önlenmesi. *Artım Dünyası Dergisi*.11:25-37.
- Türkeş, M., Sümer, U.M., Demir, İ. 2002. Re-evaluation of trends and changes in mean, maximum and minimum temperatures of Turkey for the period 1929-1999. *International Journal of Climatology*. 22:947-977.
- Ziska, L.H., Namuco, O., Moya, T. and Quilang, J. (1997) Growth and yield response of field-grown tropical rice to increasing carbon dioxide and air temperature. *Agronomy Jour.* 89, 4553.

*Geliş Tarihi* : 15.06.2004  
*Kabul Tarihi* : 03.01.2005