

## Maksimum ve Minimum Sıcaklıklar ile Karbondioksit Oranlarında Meydana Gelen Artışların Nohut (*Cicer Arietinum L.*) Verim ve Verim Parametrelerine Etkisi: DSSAT Simülasyon Çalışması

Ergün Doğan<sup>1</sup> Abdullah Kahraman<sup>2</sup> Halil Kırnak<sup>1</sup> Beybin Bucak<sup>2</sup> Tahsin Tonkaz<sup>1</sup>  
1- Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, 63040, Şanlıurfa  
2- Harran Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, 63040, Şanlıurfa

**Özet:** Harran ovasında sulamaya başlanması, küresel ısınma etkilerinin belirginleşmesi şehirleşme ve sanayileşmeye paralel olarak maksimum, minimum sıcaklıklarda ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oranlarında meydana gelebilecek olası artışların nohut bitkisinde verim, biyomas ve su tüketimine olan etkilerinin araştırılması DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) simülasyon programı kullanılarak yapılmıştır. Maksimum ve minimum sıcaklıklarda öngörülen sıcaklık artışları 0–6 °C arasında ve CO<sub>2</sub> deki artışlar 380–440 ppm olarak belirlenmiştir. Simülasyon sonuçlarına göre, minimum sıcaklıklar ve CO<sub>2</sub> te meydana artışlar verim, biyomas ve ETC de sınırlı oranda değişimlere neden olmaktadır. Diğer taraftan maksimum sıcaklıklarda meydana gelen artışlar verim, biyomas ve ETC de önemli oranda yükselmelere neden olmaktadır. Verim ve biyomas değerlerinde %35 lere varan artışlar sağlanabilirken, ETC de %10 düzeyinde artış görülmektedir. Bölgenin tamamıyla sulamaya açılması ile sulama sezonunda bölge için öngörülen sulama suyu da kullanılan katsayılar sıcaklıkların artması ile yetersiz hale gelecektir.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut, maksimum ve minimum sıcaklıklar, CO<sub>2</sub>, evapotranspirasyon.

## Effect of Increased Maximum, Minimum Temperatures and Chorbondioxide on Chickpea (*Cicer Arietinum L.*) Yield and Yield Parameters: A DSSAT Chickpea Simulation Study

**Abstract:** The probable effect of Start of irrigations in Harran Plain, effect of global warming, and development in both city and the industry on daily maximum and minimum temperatures and CO<sub>2</sub> increase effect on chickpea was evaluated using DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer) simulation model. Maximum and minimum temperatures were increased with 0, 2, 4, and 6 °C while CO<sub>2</sub> was increased with 20 ppm increment from 380 to 440 ppm. Simulation results indicated that the effect of increased minimum temperature and CO<sub>2</sub> were limited on yield, biomass, and crop water use (ETc). However, increase in maximum temperatures was noticeable and increased yield and biomass about 35% and ETc about 10%. When new agricultural land open to irrigations, probably the calculated amount of water for the area will not be enough and needs to be increased according to increase in ETc.

**Keywords:** DSSAT, Chickpea, Daily maximum and minimum temperatures, CO<sub>2</sub>, evapotranspiration.

### 1. Giriş

Küresel iklim değişiklikleri ile birlikte Harran ovasının sulamaya açılması bölgede bazı iklimsel değişikliklere neden olmuştur (Tonkaz ve ark., 2003). Hükümetler arası iklim değişiklikleri panelinin (IPCC) raporuna göre de atmosfere salınan sera gazları (CO, CH, CFCs, N, O) sonucunda önümüzdeki yüz yıl içerisinde sıcaklıkların 1.4 ile 5.8 °C arasında artış göstereceği belirtilmiştir (IPCC, 2001). 1951–1990 yılları arasında 0.5 °C lik bir sıcaklık artışı gözlenmiş (Jones ve ark., 1991) olmasına rağmen Karl ve ark., (1991) minimum sıcaklıklarda daha yüksek (3 katına kadar) artışlar olabileceğini vurgulamıştır. Diğer taraftan CO<sub>2</sub> oranında %16 lik bir artış sağlanmış ve bunun genel olarak bitki gelişimi ve verimi pozitif bir etki sağlayacağı

belirtilmiştir. Fakat sıcaklık artışlarının etkileri hakkında herhangi bir kesin yargıya henüz ulaşılamamıştır (Conroy ve ark., 1994). Zhiqing ve ark., (1994) ve Tubiello ve ark., (1995) çeltikte ve buğdayda, sıcaklık artışlarına paralel olarak verimde düşüş olacağını fakat CO<sub>2</sub> de meydana gelecek olan artışların bu düşüşü telafi edeceğini tahmin etmişlerdir (Ghaffari ve ark., 2002). CO<sub>2</sub> in verimde meydana getireceği artış, fotosentez oranında meydana getireceği artışla olacağı ve bunun doğadaki tüm bitkileri benzer şekilde etkileyeceği vurgulanmıştır (Norby ve ark., 1999; Poorter ve Navas, 2003). CO<sub>2</sub> in etkisini araştırmak amacı ile çeltikte (Moya ve ark., 1998; Kim ve ark., 2003) soya fasulyesinde (Booker ve ark., 2005) ve pamukta (Reddy ve ark., 2004) çeşitli denemeler yürütülmüştür.

DSSAT bitki çeşidine, iklim koşullarına, toprak yapısına ve bazı tarımsal faaliyetlere bağlı olarak bitki gelişimi ve verimini simüle etmek amacı ile geliştirilmiş bir bilgisayar programıdır. Bu program içerisinde bulunan birçok altprogram dünyanın muhtelif yerlerinde kullanılmış ve iyi sonuçlar verdikleri vurgulanmıştır (Otter-Nacke ve ark., 1986; Moulin ve Beckie, 1993; Otavio ve ark., 1994; Rao ve Sinha, 1994; Mahmood, 1998; Ghaffari ve ark., 2002; Mati, 2000). Model tahılları, baklagilleri, kök bitkilerini, yağ bitkilerini bazı sebze ve meyvelerle birlikte lif bitkilerini de simüle etme yeteneğine sahiptir.

Nohudun (*Cicer arietinum L.*) gen merkezlerinden birinin de Güneydoğu Anadolu olduğu bilinmektedir (Van der Maesen, 1987). Nohut geleneksel olarak yazlık ekilmektedir ve ülkemizde kışlık nohut ekimi fazla yaygın değildir. Ancak kışları ılıman geçen bölgelerde (Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege gibi) kışlık nohut ekimi mümkün gözükmektedir. Nohutta yüksek verim, kışa ve antraknoz hastalığına dayanıklı genotiplerin geliştirilmesine bağlıdır. Dolayısı ile nohuttan yüksek verim elde etmek, nohut bitkilerinin su ve sıcaklık stresine girmeden gelişim dönemlerini tamamlamalarına bağlanmaktadır (Singh, 1989). Siddique ve ark., (1999) ve Singh (1997), nohut bitkisinin dünyada çok değişik iklim koşullarında yetişebileceğini ve bu iklim kuşaklarının Akdeniz iklim kuşağından başlayarak sub-tropik, kurak ve yarı kurak iklim kuşaklarını kapsadığını vurgulamışlardır. Yemeklik baklagiller içerisinde fasulyeden sonra en fazla ekim alanına sahip olan nohut, hem insanlar tarafından tüketilmekte hem de hayvan beslenmesinde kullanılmaktadır (Singh, 1997). Tüketiminin yanında özellikle kurak ve yarı kurak iklim kuşaklarında toprağın verimliliğini olumlu yönde etkilemektedir (Saxena, 1990).

Genel olarak yazlık bitkilerde su stresi verimde önemli düzeyde düşümlere neden olmaktadır (Eck, 1986; Lamm ve ark., 1994; Hodges ve Heatherly, 1983; Boyer ve ark., 1980). Su stresi; bitki gelişimi, süresi ve verimini önemli düzeyde etkiler (Sadras ve Milroy, 1996). Nohut Akdeniz iklim kuşağında hem kışlık hemde yazlık olarak ekilmektedir. Nohut bitkisi su stresine dayanıklı bir bitki olarak bilinmesine rağmen (Sing, 1993)

özellikle bakla oluşumu ve dane oluşumu döneminde olası bir sıcaklık artışına ve su stresine duyarlıdır (Lawor ve ark., 1998). Turner (2003) ve Yadav ve ark., (2006) Akdeniz iklim kuşağı ve benzer iklimlerde sulanmayan nohudun sıcaklık ve su stresine bağlı olarak gelişim ve verimde önemli düzeylerde düşüş gösterdiğini vurgulamışlardır. Bakhsh ve ark., (2007) ve Salam ve ark., (2006), yapmış oldukları bir çalışmada sulanan ve sulanmayan nohutlar arasında verim ve bazı bitki fizyolojik parametrelerinin önemli düzeyde etkilendiklerini ortaya koymuşlardır.

Genel olarak su stresinin nohutta bitki gelişimini etkilediği ve dolayısı ile verimde önemli düzeyde verim düşüşü gözlemlendiği vurgulanmaktadır. Yine nohutta hangi stres seviyesinde veriminin düşüşe geçtiğinin tespit edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır (Silim ve Saxena, 1993; Sing, 1991).

Güneydoğu Anadolu Projesinin (GAP) bir parçası olan Harran ovası yaklaşık 140,000 ha sulanabilir alana sahip olup pamuk ve buğday gibi alışlagelmiş ürünlerin dışında baklagillerinde rahatlıkla yetiştirilebilme potansiyeli vardır. Fakat küresel ısınma ve bölgenin sulamaya açılması bazı iklimsel (gündüz ve gece sıcaklıkları gibi) ve CO<sub>2</sub> seviyesinde yine küresel ve bölgesel değişimlere bağlı olarak değişikliklere yol açmaktadır. Bu değişimlerin ovada yetiştirilebilen ürünler üzerinde nasıl bir etki yaratacağının belirlenmesi gerekmektedir. Çalışmanın amacı; gece ve gündüz sıcaklıklarında ve CO<sub>2</sub>' de meydana gelebilecek olası artışların yazlık ürün olarak yetiştirilecek nohut bitkisi ve su tüketimi üzerindeki etkilerini ortaya koymaktır.

## 2. Materyal ve Metot

DSSAT, (v. 3.5) toprak, iklim, genetik katsayılar ve bazı tarımsal faaliyetleri kullanarak, çalışılan bitkinin gelişimi ve verimi ile birlikte bitki su tüketimlerini hesaplamaktadır. Denemede modelin simüle ettiği değerler bitki verimi (kg ha<sup>-1</sup>), biyomas (kg ha<sup>-1</sup>) ve bitki su tüketim değerleridir (mm).

Simülasyonlar Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi deneme alanı göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Çalışma alanı 37°08' kuzey enlem ve 38°46' doğu boylamları arasında olup 465 m yüksekliktedir. Deneme

alanındaki toprak, İkizce serisinden olup ortalama tarla kapasitesi %32, solma noktası %22 olup 155 mm /120 cm elverişli nem değerine sahiptir. Deneme alanına ait uzun yıllık ortalama sıcaklık, nem değerleri sırasıyla 18.1 °C ve %52 civarındadır.

Denemede kullanılan nohut çeşidi ER-99 olup, Ankara Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü (TARM) tarafından Orta Anadolu Bölgesi için geliştirilmiş olup Güneydoğu Anadolu Bölgesi koşullarında yetiştiriciliği yapılabilecek bir çeşittir (Öztaş, 2007). Sulamalar program tarafından bitki ihtiyacı göz önünde bulundurularak yapılmış dolayısı ile toprak nemi bir sınırlama teşkil etmemiştir. Yazlık ekim olarak bölgede geleneksel ekim zamanı Mart ayının ilk haftasıdır ve Mart 1 ekim tarihi olarak belirlenmiştir ve 30 cm sıra arası ekim varsayılmış ortalama 30 tohum m<sup>-2</sup> olacak şekilde %100 çimlenme varsayılarak simülasyonlar yapılmıştır. Program Pristly-Taylor evapotranspirasyon modelini kullanarak bitki su ihtiyacını belirlemiştir.

İklim verileri Autoregressive Moving-Average metodu (ARMA p, q) (Salas ve ark., 1980) uzun yıllık verilerin kullanılması ile elde edilmiştir. Denemede maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinde (1975-2005) ±0 (uzun yıllık ortalama), 2, 4 ve 6 °C lik artışlar öngörülmüştür. Denemede kullanılan sıcaklık ve CO<sub>2</sub> değerleri:

1. Günlük maksimum ve minimum sıcaklıklarda 0 ve ± 2, 4 ve 6 °C artış
2. CO<sub>2</sub> oranlarında ise 380, 400, 420 ve 440 ppm artış.

Simülasyon programından elde edilen ham veriler öncelikle normalleştirilmiş daha sonra analizlerde kullanılmıştır. Normalleştirme işlemi her bir değer kendi gurubunda (380 ppm veya T<sub>min</sub> ±2 °C gibi) bulunan normal iklim değerlerinden elde edilen sonuçlardan çıkarılması ve elde edilen sonucun tekrar normal değere bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile elde edilmiştir. Elde edilen veriler hem grafiksel olarak hemde regresyon analizi kullanılarak test edilmiştir.

### 3. Bulgular ve Tartışma

Uzun yıllık maksimum sıcaklık değerleri ve CO<sub>2</sub> kullanılarak yapılan simülasyon sonuçlarına göre verim, biyomas ve bitki su tüketim değerleri (ETc) bölge ortalamalarına yakın olarak gerçekleşmiştir. Uzun yıllık

ortalamalar kullanıldığında elde edilen verim, biyomas ve ETc sırası ile 3167 kg ha<sup>-1</sup>, 7535 kg ha<sup>-1</sup> ve 693 mm olarak gerçekleşmiştir. Maksimum sıcaklıklar artıkça verim ve biyomas değerlerinde önemli düzeyde artışlar gerçekleşmiştir. Biyomas değerlerinde meydana gelen değişimler verimle karşılaştırıldığında daha fazla gerçekleşmiştir (Tablo 1). Her iki parametrede de artış oranı %35 lere kadar çıkmıştır. Öte taraftan ETc değerleri maksimum sıcaklıklarda meydana gelen artışlara (0-4 °C) paralel olarak yükselmiş ve daha sonra (4-6 °C) tekrar düşmüştür. Bu düşüşün nedeni bitkinin maksimum sıcaklığın 4 °C nin üzerine çıkması ile sıcaklık stresine girmesinin yanında yetiştirme döneminde meydana gelen kısalmalar olabilir. Genel olarak ETc oranlarında %10 düzeyinde bir artış görülmektedir. Maksimum sıcaklıklar ve ölçülen parametreler kullanılarak yapılan grafiksel ve regresyon analizleri maksimum sıcaklık ile ölçülen tüm parametreler arasında güçlü bir ilişki (R<sup>2</sup> = 0.99) saptamıştır. Regresyon analiz sonucunda verim, biyomas ve ETc değerleri için elde edilen eşitlikler sırasıyla  $y = 0.9491x^2 - 0.1343x - 0.3367$ ,  $y = 0.5913x^2 + 2.0585x - 0.3355$  ve  $y = -0.6941x^2 + 5.6336x - 0.3534$  olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). Regresyon test sonuçları; verim, biyomas ve ETc değerlerinde meydana gelen artışların önemli düzeyde (p<0.05) anlamlı olduğunu ortaya koymuştur.

Minimum sıcaklıkların verim, biyomas ve ETc değerlerine olan etkisi maksimum sıcaklık artışları ile karşılaştırıldığında sınırlı bir değişim gözlenmiştir. Verim, biyomas ve ETc değerleri sırası ile 3537-3594 kg ha<sup>-1</sup>, 8516-8637 kg ha<sup>-1</sup> ve 731-755 mm değerler arasında değişim göstermiştir. Maksimum sıcaklıkların aksine, minimum sıcaklıklarda meydana gelen artışlar verimde kısmide olsa düşüşe neden olmuştur. Benzer sonuçlar biyomas değerlerinde ve ETc değerlerinde de gözlenmiştir (Tablo 1). Ölçülen parametrelerde meydana gelen azalmalar verim, biyomas ve ETc için yaklaşık %2 civarında gerçekleşmiştir. Bu veriler ile yapılan regresyon analiz sonucunda verim, biyomas ve ETc değerleri için elde edilen regresyon eşitlikleri  $y = -0.0002x^2 - 0.0017x + 0.0015$ ,  $y = 0.001x^2 - 0.0072x + 0.0017$  ve  $y = 0.0024x^2 - 0.0174x - 0.0002$  olarak gerçekleşirken bu eşitliklere ait R<sup>2</sup> değerleri yine aynı parametreler için 0.81, 0.61 ve 0.99 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1).

Verim ve biyomas değerlerine ait değişimler anlamlı bulunmuş ( $p>0.05$ ) fakat ETc de meydana gelen artış anlamlı ( $p<0.05$ ) bulunmamıştır. Fakat ölçülen parametrelerde meydana gelen değişimler çok sınırlı bir şekilde gerçekleşmiştir.

Karbondioksit değerleri 380' ppm den 440 ppm değerine yükseltildiğinde verim ve biyomas değerleri beklentilere paralel olarak bir artış göstermiştir. Verim ve biyomas değerleri 3517-3607 ve 8501-8694 kg ha<sup>-1</sup> arasında değişim göstermiştir. ETc değerinde ise neredeyse hiç bir değişiklik olmamıştır (Tablo 1). Verim ile biyomas değerlerinde yaklaşık %4 oranında bir artış gerçekleşirken, ETc de herhangi bir değişim gözlenmemiştir (Şekil 1).

CO<sub>2</sub> nin etkisini test etmek için yapılan regresyon analizinde verim, biyomas ve ETc değerlerine ait elde edilen regresyon eşitlikleri sırasıyla  $y = -1E-06x^2 + 0.0015x - 0.3772$ ,  $y = -9E-07x^2 + 0.0005x - 0.0443$  ve  $y = -7E-07x^2 + 0.0008x - 0.2013$  olarak gerçekleşmiştir. Bu analizlere ait R<sup>2</sup> değerleri ise tüm eşitlikler için 0.99 olarak gerçekleşmiştir (Şekil 1). CO<sub>2</sub> deki artışların ölçülen parametrelere olan etkisini belirlemek için yapılan regresyon test sonuçları, verim ve biyomas değerlerine ait artışların çok sınırlı bir değişim olsa bile anlamlı ( $p<0.05$ ) olduğunu fakat ETc'de meydana gelen değişimin önemli olmadığını ( $p>0.05$ ) göstermiştir.

Tablo 1. Simülasyonu yapılan parametrelere ait sonuçlar

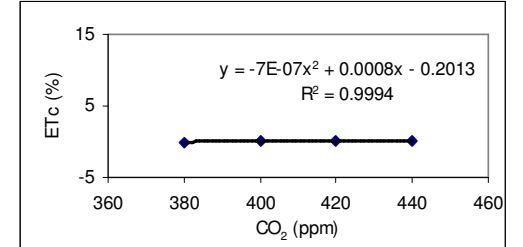
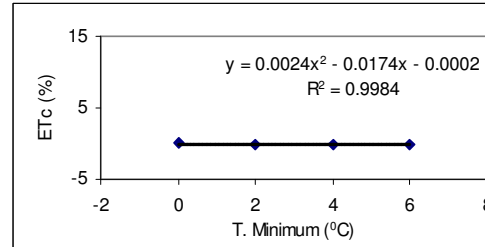
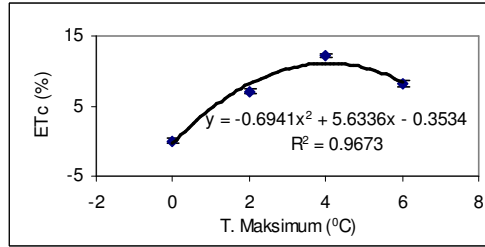
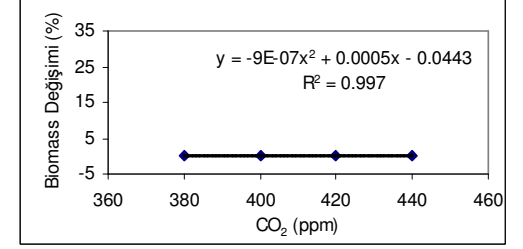
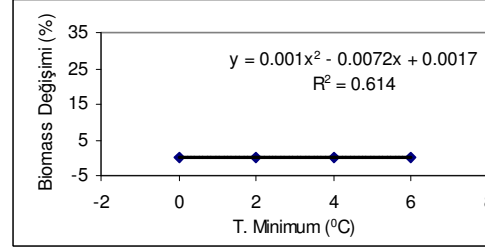
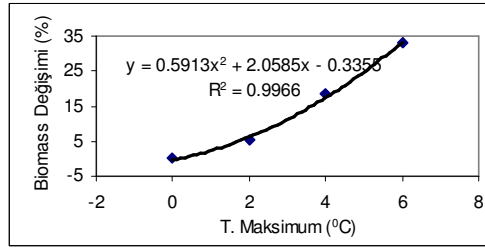
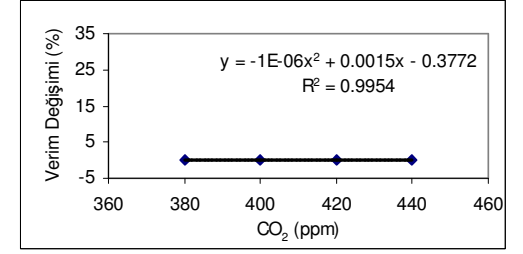
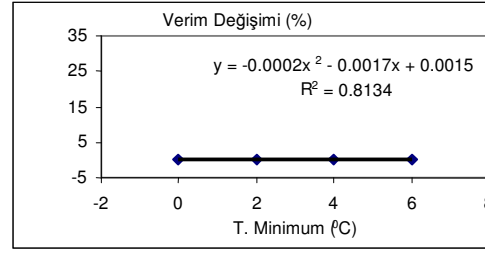
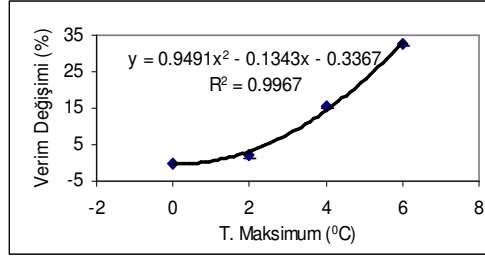
Maksimum Sıcaklık Artışı (°C)	Parametreler		
	Verim (kg ha <sup>-1</sup> )	Biyomas (kg ha <sup>-1</sup> )	Evapotranspirasyon (mm)
0	3167	7535	693
2	3236	7922	742
4	3652	8919	777
6	4202	10019	749
Minimum Sıcaklık Artışı (°C)			
0	3582	8637	755
2	3594	8618	735
4	3542	8516	731
6	3537	8625	741
Karbondioksit Artışı (ppm)			
380	3517	8501	740
400	3555	8571	741
420	3577	8629	741
440	3607	8694	741

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Güney Doğu Anadolu Projesi (GAP) ile büyük tarımsal alanları sulamaya açılması buna paralel olarak endüstride meydana gelen artışlar ve küresel ısınmanın etkisi ile bölgede maksimum ve minimum sıcaklıklarda artışlar olabileceği ve bunlara ek olarak CO<sub>2</sub> miktarlarında da artışlar sağlanabileceği öngörülmektedir. Bu artışların olası etkilerinin araştırılması amacı ile DSSAT simülasyon programı kullanılarak nohut bitkisi üzerinde etkileri araştırılmıştır. Maksimum ve minimum sıcaklıklar için öngörülen sıcaklık artışları 6 °C ile sınırlı tutulmuş ve CO<sub>2</sub> te ise artış miktarı 60 ppm olarak saptanmıştır. Simülasyon sonuçları, minimum sıcaklıklarda 0-6 °C ve CO<sub>2</sub> te 380-440 ppm'e kadarki artışların; verim, biyomas ve ETc de sınırlı oranda değişimlere neden olduğunu ortaya koymuştur. Diğer taraftan maksimum sıcaklıklarda meydana gelen

artışlar; verim, biyomas ve ETc de önemli oranda yükselmelere neden olmaktadır. Verim ve biyomas değerlerinde %35 lere varan artışlar sağlanabilirken, ETc de %10 düzeyinde artış görülmektedir. Bölgenin sulamaya açılması ile sulama sezonunda bölge için öngörülen sulama suyu miktarları, sıcaklıkların artması ile yetersiz hale gelecek ve muhtemelen artırılması gerekecektir.

Genel olarak sıcaklıklardaki artışlar ile birlikte CO<sub>2</sub> te meydana gelecek olan artışlar nohutta verim düşüşüne neden olmayacak tam tersine muhtemelen artışlar gözlenebilecektir. Fakat maksimum sıcaklıklarda meydana gelebilecek olan artışlar bitkinin yaklaşık %10 düzeyinde daha fazla su tüketmesi anlamına gelmekte buda bölge sulamalarına su sağlayan kamu kuruluşlarının hesaplamalarında göz önünde bulundurulması gerekli bir husus olarak ortaya çıkmaktadır.



Şekil 1. Maksimum, Minimum ve CO<sub>2</sub> oranlarında meydana gelen artışlara bağlı olarak verim, biyomas ve ETC miktarlarında meydana gelen değişimler.

## Teşekkür

Bu denemenin yürütülmesinde yardımcı olan Nusret TURGUT, Mehmet Nur BAL ve

Mehmet FIRAT'a yardımlarından dolayı teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Booker, F.L., Pursley, W.A., Stefanski, L.A., Miller, J.E., Fiscus, E.L., 2005. Comparative responses of container-versus ground-grown soybean to elevated carbon dioxide and ozone. *Crop Science* 45, 883-895.
- Boyer, J.S., Johnson, R.R., Saupe, S.G., 1980. Afternoon water deficits and grain yields in old and new soybean cultivars. *Agronomy J.* 72:981-985.
- Conroy, J.P., Seneweera, S., Basra, A.S., Rogers, G., Wooller, B.N., 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.
- Doorenbos, J., Kassam A.H., 1979. Yield response to water. Irrigation and drainage paper no: 33. FAO-Rome 193 pp.
- Eck, H. V. 1986. Effect of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn. *Agron. J.* 78: 1035-1040.
- Eser, D. 1981. Yemeklik Baklagiller. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Teksir no:59, Ankara.
- Ghaffari, A., Cook, H.F., Lee, H.C., 2002. Climate change and winter wheat management: A modeling scenario for south-eastern England. *Climatic Change* 55, 509-533.
- Hodges, H.F., Heatherly, L.G., 1983. Principles of water management for soybean production in Mississippi. Mississippi Agricultural Forestry Experiment Station. Bulletin no: 919.
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), 2001. *Climate Change 1995: The scientific basis of climate change*, Cambridge University Press, Cambridge, U.K.
- Jones, P.D., Wigley, T. M. L., Farmer, G., 1991. Marine and l and temperature data sets: A comparison and a look at recent trends, in: Schlesinger, M.E. (Ed.), *Greenhouse gas-induced climatic change*. Elsevier, Amsterdam, pp. 1007- 1023.
- Kanber, R. 1997. Sulama. Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Genel Yayın No: 174. Ders Kitapları Yayın No: 52.
- Karl, T.R., Kukla, G., Razuvayev, V.N., 1991. Global warming: Evidence for asymmetric diurnal temperature change. *Geophysical Research Letters* 18, 2253-2256.
- Kim, H.Y., Lieffering, M., Miura, S., Kobayashi, K., Okada, M., Miura, S., 2003. Seasonal changes in the effects of elevated CO<sub>2</sub> on rice at three levels of nitrogen supply: a free air CO<sub>2</sub> enrichment (FACE) experiment. *Global Change Biology* 9, 826-837.
- Lamm, F. R., D. H. Rogers and H. L. Manges. 1994. Irrigation scheduling with planned soil water depletion. *Transactions of the ASAE* 37(5): 1491 - 1497.
- Lawor, H.J., Siddique, K.H.M., Sedgley, R.H., Thurling, N. 1998. Improvement of cold tolerance and insect resistance in chickpea and the use of AFLPs for the identification of molecular markers for these traits. *Acta Hort.* 461, 185-192.
- Mahmood, R., 1998. Air temperature variations and rice productivity in Bangladesh: A comparative study of the performance of the yield and the CERES-Rice models. *Ecological Modeling* 106, 201-212.
- Mati, B.M., 2000. The influence of climate change on maize production in the semi-humid semi-arid areas of Kenya. *Journal of Arid Environments* 46, 333-344
- Moya, T.B., Ziska, L.H., Namuco, O.S., Olszyk, D., 1998. Growth dynamics ve genotypic variation in tropical, field-grown paddy rice (*Oryza sativa L.*) in response to increasing carbon dioxide and temperature. *Global Change Biol.* 4, 645-656.
- Norby, R.J., Wullschleger, S.D., Gunderson, C.A., Johnson, D.W., Ceule-Mans, R., 1999. Tree responses to rising CO<sub>2</sub> in field experiments: Implications for the future forest. *Plant, Cell and Environment* 22, 683-714.
- Otavio, J.F.de S., Jose, R.N.B.F., Luis, M.A.S., 1994. Potential effects of global climate change for Brazilian agriculture applied simulation studies for wheat, maize and soybeans. in: *Implications of climate change for international agriculture: Crop modeling study*, U.S. Climate Change Division Report, EPA, 230-B-94-003, pp. 1-28.
- Otter-Nacke, S., Godwin, D.C., Ritchie, J.T., 1986. Testing and validating the CERES-Wheat model in diverse environments. *Agristars YM- 15-00407*.
- Öztaş, E., Bucak, B., Al, V., Kahraman, A. 2007. Evaluation of Winter Hardiness, Yield and Yield Components of Chickpea (*Cicer arietinum L.*) Cultivars Under Harran Plain Conditions. *Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi.* 11 (3-4). 81-86.
- Poorter, H., Navas, M.L., 2003. Plant growth and competition at elevated CO<sub>2</sub>: On winners, losers and functional groups. *New Phytology* 157, 175- 198.
- Rao, D.G., Sinha, S.K., 1994. Impact of climate change on simulated wheat production in India. in: *Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modeling Study*, U.S. Climate Change Division Report EPA 230-B-94- 003, India, pp. 1-10.
- Reddy, K.R., Koti, S., Davidonis, G.H., Reddy, V.R., 2004. Interactive effects of carbon dioxide and nitrogen nutrition on cotton growth, development, yield, and quality. *Agronomy Journal* 96(4), 1148-1157.
- Sadras, V.O. and Milroy, S.P. 1996. Soil water thresholds fort he responses of leaf expansion and gas exchange: a review. *Field crop res.* 47, 253-266.
- Salas, J.D., Delleur, J.W., Yevjevich, V., Lane, W.L., 1980. *Applied modeling of hydrologic series*. Water resources publications, Littleton, Colorado, USA, 484p.
- Saxena, N.P., 1990. Status of chickpea in the Mediterranean basin. In: *Present status and future*

- prospects of chickpea crop production and improvement in the Mediterranean countries. Seminar Zaragoza Spain. Vol. 9, 11-13 July, 17-24.
- Siddique, K.M.H., Brinsmead, R.B., Knigh, R., Knights, E.J., Paul, J.G., and Rose, I.A., 1999. Adaptation of chickpea (*Cicer arietium* L.) and faba bean (*Vicia faba* L.) to Australia. In: Knight, R. (Eds.), cool season food legumes. Kluwer, Adelaide.
- Silim, S.N. and Saxena, M.C. 1993. Adaptation of spring sown chickpea to the Mediterranean basin: I. Response to moisture supply. *Field Crop Res.* 34, 121-136.
- Singh, K. B., 1991. Influence of water deficit on phenology, growth and dry matter allocation in chickpea. *Field Crop Res.* 28, 1-15.
- Singh, K. B., 1993. Problems and prospects of stress resistance breeding in chickpea, in breeding for stress tolerance in cool season food legumes. Eds. By. K.B. Singh and M.C. Saxena. A Willey-Spayce Pub. P: 17-35.
- Singh, K. B., 1997. Chickpea (*Cicer arietium* L.). *Field Crop Res.* 53: 161-170.
- Singh, K. B., Malhotra, R. S., and Saxena, M. C., 1989. Chickpea evaluation for cold tolerance under field condition. *Crop Science*, 29: 282-285.
- Strain, H.H., Svec, W.A. 1966. Extraction, separation, estimation and isolation of stress degree day parameter for environmental variability. *Agr. Meteor.* 24: 45-55.
- Tonkaz, T., Cetin, M., Simsek, M., 2003. Observed changes of some climatic parameters of Sanliurfa province (in Turkish with English abstract). *Journal of Agriculture Faculty of Cukurova University* 18, 29-38.
- Tubiello, F.N., Rosenzweig, C., Volk, T., 1995. Interactions of CO<sub>2</sub>, temperature and management practices. Simulations with a modified version of CERES-Wheat. *Agricultural Systems* 49, 135-152.
- Turner, N.C. 2003. Adaptation to drought: lessons from studies with chickpea. *Indian Jour. of Plant Physiology. Spec. issue*, 11-17.
- Van der Maesen, J.G.M. 1987. Origin, history and taxonomy of chickpea, p 11-34. In: M.C. Saxena and K.B. Singh (eds.). *The Chickpea*. CAB International, Wallingford, UK.
- Yadav, S.S., Kumar, J., Yadav, S.K., Singh, V.S., Turner, Y.C., and Redden, R. 2006. Evaluation of helioverpa and drought resistance in desi and kabuli chickpea. *Plant Genetic Resources*, 4: 3, 198-203.
- Zhiqing, J., Ge., D., Chen, H., Fang, J., 1994. Effects of climate change on rice production and strategies for adaptation in southern China, in: *Implications of Climate Change for International Agriculture: Crop Modeling Study*, U.S. Climate Change Division Report EPA, 230-B-94-003, pp. 1-24.