

Karpuz Bitkisinde Yaprak Su İçeriği ve Klorofil Okumalarından Yararlanılarak Su Stresinin Belirlenmesi

K. Demirel¹ L. Genç¹ G. Çamoğlu² Ş. Aşık²

¹Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, Çanakkale

²Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü, İzmir

Bu çalışmada, Türkiye'nin batısında Çanakkale Bölgesinde karpuz bitkisi için klorofil okumaları ve yaprak su içeriği ölçümlerinden yararlanılarak bitkideki su stresinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Klorofil okumaları (KO) ve yaprak su içeriği (YSİ) sulama öncesi (SÖ) ve sulama sonrası (SS) ölçülmüştür. Sulamalar damla sulama yöntemi ile yapılmış ve 6 farklı sulama konusu (S₁₀₀, (kontrol), S₈₀, S₆₀, S₄₀, S₂₀ ve S₀ (susuz)) oluşturulmuştur. Büyüme dönemleri 3 kategoriye ayrılmıştır: (1) çiçeklenme (Ç), (2) meyve oluşumu (MO), (3) olgunlaşma ve hasat (OH). Gelişme dönemleri ve sulama uygulamalarında yaprak su içeriği ve klorofil okuma değerleri arasındaki ilişkiler, SPSS istatistik paket programı kullanılarak ANOVA analizi yardımıyla belirlenmiştir. Gelişme dönemi boyunca klorofil okumaları ve yaprak su içerikleri S₁₀₀ konusundan S₀ konusuna doğru azalmıştır. Çiçeklenme dönemi, meyve oluşumu dönemi, olgunlaşma ve hasat dönemleri için klorofil okumaları ve yaprak su içerikleri arasındaki ilişkilerin belirtme katsayıları (R²) sırasıyla 0.751, 0.805, 0.878 olarak bulunmuştur. Araştırma sonuçları, yaprak su içeriğinin ve klorofil okumalarının özellikle çiçeklenme dönemi ve meyve oluşum döneminin başlangıcında su stresini belirlemek için kullanılabilirliğini göstermiştir.

Anahtar Kelimeler: Klorofil okumaları, yaprak su içeriği, karpuz, su stresi

Assessment of Water Stress Using Chlorophyll Readings and Leaf Water Content for Watermelon

The objective of this study was to determine plant water stress using Chlorophyll Readings (ChRs) and Leaf Water Content (LWC) measurements for watermelon in the Canakkale region of western Turkey. ChRs and LWC were measured before (BI) and after irrigation (AI). Six different irrigation treatments (S₁₀₀, (control), S₈₀, S₆₀, S₄₀, S₂₀ and S₀ (non-irrigated)) were applied with drip irrigation. Growth stages were divided into three categories: (1) flowering (F), (2) fruit growth (FG) and (3) ripening and harvest (RH). ChRs and LWC for both irrigation treatments and all growing stages were calculated by means of ANOVA using SPSS for Windows statistical software. It was seen that ChRs and LWC decreased from S₁₀₀ to S₀ during growth period. The coefficient of determination (R²) and linear equation between ChRs and LWC for F, FG and RH stages were found to be 0.751, 0.805 and 0.878, respectively. Result of this study has shown that LWC and ChRs measurements can be used to determine water stress especially F period and the beginning FG periods.

Key words: Chlorophyll readings (ChRs), leaf water content (LWC), watermelon, water stress

Giriş

Dünyada 2 milyon ha alandan yaklaşık olarak 30 milyon ton karpuz üretimi yapılmaktadır. (Erdem ve Yüksel, 2003). Türkiye'de son yıllarda kavun ve karpuz üretiminde artış gözlenmektedir. (Taşkaya ve Keskin, 2004). Türkiye'deki sulu ve susuz koşullar altında 146 000 ha alanda yaklaşık olarak 4 milyon ton karpuz elde edilmektedir. (Erdem ve Yüksel, 2003). Türkiye'nin batısında yer alan Çanakkale Bölgesinde ekiliş alanı olarak üçüncü büyük alana sahiptir (Anonim., 2009a).

Su kısıtı bitkilerde strese sebep olmaktadır.

Su potansiyelinin düşmesi, yapraktaki solmalar ve yaprak su potansiyelindeki azalmalar su stresinin başlıca belirtileridir (Khanna-Chopra ve Sinha, 1991). Bu nedenle, bitkilerdeki su stresinin saptanmasında yaprak su içeriğinin belirlenmesi yetiştiriciler için çok büyük avantajlar sağlamaktadır (Hsiao, 1973). Karpuz bitkisinde su kısıtının etkileri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. (Erdem ve Yüksel 2003; Orta ve ark. 2003; Şimşek ve ark. 2004; Romıc ve ark. 2008; Proietti ve ark. 2008; Kırnak ve ark. 2009). Bu

araştırmalar, genellikle farklı sulama uygulamalarının verim ve kalite üzerine etkilerini belirlemek için yapılmıştır. Bununla birlikte, su stresinin karpuz bitkisinde klorofil ve yaprak su içeriğine etkileri üzerine az sayıda araştırma bulunmaktadır. (Scharf ve ark. 2006; Kırnak ve Doğan 2009, Demirel ve ark. 2009). Bu çalışmanın amacı; (1) karpuz bitkisinin büyüme dönemleri boyunca KO ve YSİ değişimlerinin belirlenmesi (2) yarı-kurak koşullarda yetiştirilen karpuz bitkisinde KO ve YSİ kullanarak su stresinin saptanmasıdır.

Materyal ve Yöntem

Araştırma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Dardanos Yerleşkesi deneme alanında yürütülmüştür. Deneme alanı toprakları genellikle killi-tınlı ve kumlu-killi-tınlı olup 0-90 cm toprak profiline ilişkin tarla kapasitesi, solma noktası ve kullanılabilir su tutma kapasitesi değerleri sırasıyla 309.15, 171.75 ve 137.40 mm'dir. Toprağın su alma hızı çift silindirli infiltrometre yardımıyla ölçülmüş ve 10.5 mm/h bulunmuştur. Toprak nemi gravimetrik yöntemle belirlenmiştir. 0-90 cm toprak derinliğindeki kullanılabilir su tutma kapasitesinin yaklaşık

%50'si tüketildiğinde konulara göre sulamaya suyu uygulanmıştır.

Denemede Crimson Sweet karpuz çeşidi kullanılmıştır. Karpuz fidelerinin dikimi 14 Mayıs 2008 ve son hasatı ise 14 Ağustos 2008 tarihlerinde yapılmıştır. Denemede 6 farklı sulama konusu oluşturulmuş (S₁₀₀, S₈₀, S₆₀, S₄₀, S₂₀ ve S₀) ve konulara uygulanan sulama suyu su sayaçlarından geçirilerek damla sulama yöntemiyle kontrollü olarak verilmiştir. S₁₀₀ konusu, 0-90 cm kök bölgesindeki kullanılabilir nemin tüketilen kısmın tamamının; S₈₀ konusu, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 80'inin; S₆₀ konusu, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 60'ının; S₄₀ konusu, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 40'ının; S₂₀ konusu, S₁₀₀'e uygulanan suyun % 20'sinin karşılanması şeklinde düzenlenmiştir. S₀ konusuna ise, fide dikiminde bir kez can suyu uygulanmış ve gelişme dönemi boyunca sulama yapılmamıştır. Denemede, 33 cm aralıklı ve 4 l/h debili hat içi (in-line) damlatıcılara sahip damla sulama boruları kullanılmıştır. Sulamalar 7 gün aralıklarla yapılmıştır. Denemenin yapıldığı yıllara ait aylık ortalama iklim verileri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. 2008 yılı için Çanakkale bölgesindeki bazı iklim verileri (Anonim, 2009b)

Table 1. Some climatic factors of the Canakkale region for 2008 year

YILLAR	İklim Verileri	Aylar					
		IV	V	VI	VII	VIII	IX
	Ort. Sıcaklık (°C)	13.7	17.7	23.4	25.8	26.1	20.5
	Ort. Bağıl Nem (%)	78.8	65.3	61.3	54.5	60.6	68.2
	Toplam Yağış (mm)	48.0	0.2	6.3	0.6	34.1	32.2

Yaprak Su İçeriği (YSİ)

YSİ değerleri, Hughes ve ark., (1970); Turner, (1981); Penuelas ve ark., (1997); Cettato ve ark., (2001) Jones ve ark., (2004)'e göre Eşitlik 1 yardımıyla hesaplanmıştır.

$YSİ = [(Yaprağın\ yaş\ ağırlığı -\ yaprağın\ kuru\ ağırlığı) / yaprağın\ kuru\ ağırlığı] \times 100$ (1)

Karpuz yaprakları her konudaki klorofil okumalarından sonra toplanarak plastik torbalara konulmuş ve hemen dondurucu içinde laboratuvara

getirilmiştir. Yaş ağırlıkları tartıldıktan sonra etüvde 65°C sıcaklıkta sabit ağırlığa ulaşmaya kadar bekletilerek kuru ağırlıkları belirlenmiştir. KO ve YSİ sulama öncesi ve sulama yapıldıktan 48 saat sonra ölçülmüştür. Ölçümlere çiçeklenme döneminden itibaren başlanmış ve meyve oluşumu ile olgunlaşma ve hasat dönemleri boyunca devam edilmiştir. Tahmin edilen YSİ değerleri, 6 farklı spektral indeks (optimize edilmiş toprak yansımalarını dikkate alan vejetasyon indeksi

(OSAVI), Basit Oran İndeksi (SR), Su Bandı İndeksi (WBI), normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (NDVI), yeşil normalize edilmiş vejetatif değişim indeksi (GNDVI) ve kızıl ötesi kırmızı band (IR-Red) ile ölçülen yaprak su içerikleri arasında SPSS programı kullanılarak regresyon analizi yardımıyla elde edilmiştir. (İndekslere ilişkin değerler verilmemiştir).

Klorofil Okumaları (KO)

KO sulama öncesi ve sulama sonrası Field Scout CM-1000 klorofil metre yardımıyla aynı bitkinin yapraklarında ölçülmüştür. Büyüme dönemi süreleri; (1) vejetatif (V) 39 gün, (2) çiçeklenme (Ç) 16 gün, (3) meyve oluşumu (MO) 15 gün ve (4) olgunlaşma ve hasat (OH) 22 gün olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte, KO ölçümlerine çiçeklenme döneminden itibaren başlanılmıştır.

İstatistik Analiz

KO ve YSİ ölçüm değerlerinde sulama uygulamaları ve dönemler arasındaki farklılıklar SPSS paket programı kullanarak Tek-Yönlü Varyans Analizi ile belirlenmiştir. Ayrıca, Ç, MO ve OH dönemlerindeki KO ve YSİ değerleri arasındaki regresyon modelleri ile bu modellere ilişkin belirtme katsayıları (R^2) belirlenmiş ve aynı dönemlerdeki gerçek ve tahmin edilen YSİ değerleri arasındaki korelasyon katsayıları hesaplanmıştır.

Bulgular ve Tartışma

Bitki Su Tüketimi ve Sulama Suyu Miktarı

2008 yılındaki karpuzun mevsimlik bitki su tüketimi (ET) değerleri ile uygulanan toplam sulama suyu miktarları (TSSM) Çizelge 2’de verilmiştir. Karpuzun büyüme dönemi boyunca ilk sulama dahil toplam 8 kez sulama yapılmıştır.

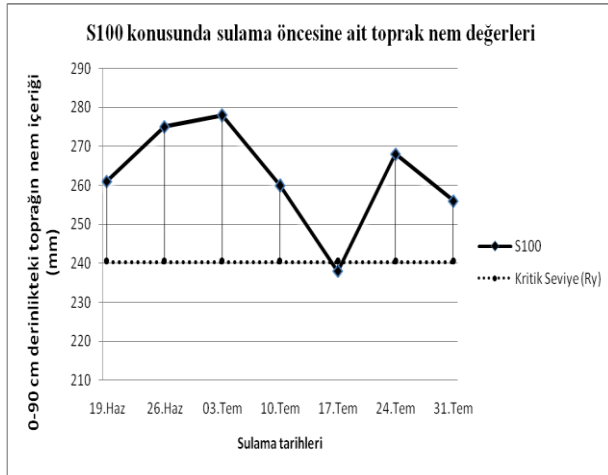
Mevsimlik ET ve toplam sulama suyu değerlerine bakıldığında, en yüksek değerlerin su stresinin uygulanmadığı S_{100} konusunda olduğu görülmektedir. (Çizelge 2). Karpuz bitkisinde yapılan benzer çalışmalarda, konulara göre mevsimlik bitki su tüketimlerini

Şimşek ve ark. (2004) 449-720 ve 417-677 mm, Kırnak ve Doğan (2009) 70-660 ve 75-677 mm ve toplam sulama suyunu miktarlarını ise Şimşek ve ark. (2004) 398-764 ve 355-709 mm, Kırnak ve Doğan (2009) 70-660 ve 75-677 mm olarak bildirmişlerdir. Bu çalışma ile diğer çalışmalar arasındaki farklılıkların iklim koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Çizelge 2. 2008 yılında karpuzun konulara göre mevsimlik bitki su tüketim değerleri ve uygulanan toplam sulama suyu miktarları
Table 2. Total irrigation water amount and plant water consumption of watermelon to treatments in 2008 year

	Sulama Konusu					
	S_{100}	S_{80}	S_{60}	S_{40}	S_{20}	S_0
Mevsimlik ET (mm)	434	376	320	239	169	130
TSSM (mm)	379	314	249	184	118	53

S_{100} konusuna ait sulama öncesi 0-90 cm derinlikteki nem değerleri (ilk sulama hariç) Şekil 1’de gösterilmiştir. 7 gün aralıklarla yapılan sulamalarda 17 Temmuz tarihinde yapılan sulama öncesi bitkinin kritik seviyesinin (R_y) 2.5 mm altına düştüğü ve diğer sulamalardan önce topraktaki nem değerlerinin R_y ’nin altına düşmediği görülmektedir. Toprakta eksilen nemin tamamının sulama ile verilmesi durumunda, Çanakkale Bölgesinde karpuz bitkisinin sulanmasında bitkinin strese girmeden 7 gün aralıklarla sulama yapılabilceği söylenebilir.



Şekil 1. S₁₀₀ konusunda sulama öncesi 0-90 cm derinlikteki toprağın nem içeriği

Figure 1. Soil moisture content at 0-90 cm depth before irrigation at S₁₀₀ treatment

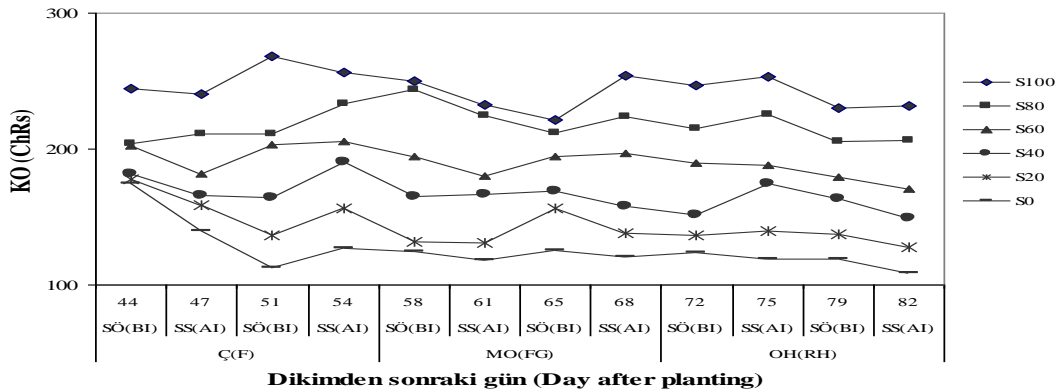
KO ve YSİ değerleri

Karpuz fidelerinin dikimi takiben 44 gün ile 82 gün arasındaki KO değerleri Şekil 2'de, YSİ değerleri ise Şekil 3'de gösterilmiştir. Her iki şekil incelendiğinde, KO ve YSİ değerlerinin S₁₀₀ konusundan S₀ konusuna gidildikçe azaldığı görülmektedir.

S₁₀₀ konusunda sulama öncesindeki KO değerleri Ç döneminde (44-54) ve MO döneminin yarısında (58-61 gün) sulama sonrası KO değerlerine göre daha yüksek bulunmuştur. MO döneminin diğer yarısından OH döneminin sonuna kadarki dönemde (61-82 gün) ise bir önceki durumun tersine sulama sonrası okumalar sulama

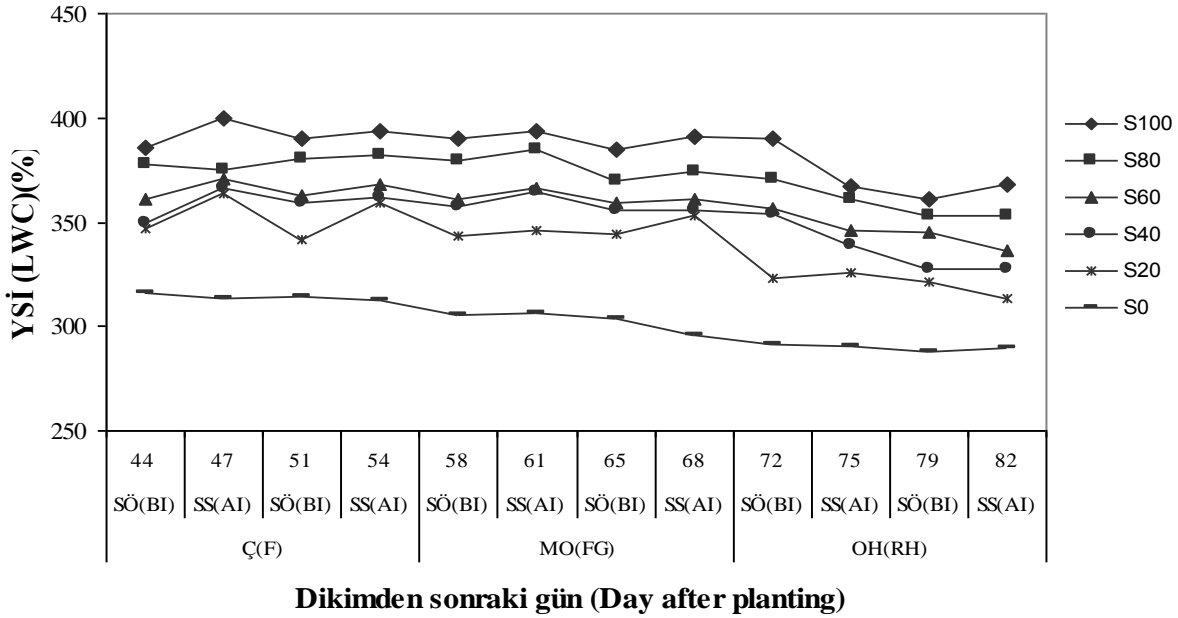
öncesine göre daha yüksek bulunmuştur. S₈₀ konusundaki KO değerleri, Ç dönemi hariç, S₁₀₀ konusuna benzer bir değişim göstermiştir. Kısıtlı sulamanın uyguladığı S₄₀ ve S₂₀ konuları ile sulama yapılmayan ve S₀ konusunda üç dönem boyunca da KO değerleri birbirine yakın değişimler göstermiştir. (Şekil 2). S₁₀₀ ve S₈₀ konularının MO dönemlerinde birbirine yakın ve benzer değişim görülmektedir. (Şekil 2). Ayrıca, karpuz bitkisi için Ç periyodunun sonu ile MO döneminin başlangıcı arasında (44 – 58 gün) KO değerleri, su stresini belirlemek için kullanılabilir (Şekil 2).

YSİ değerleri dikimden sonraki 44. günden 82. güne kadar yavaş bir şekilde azalmıştır (Şekil 3). S₀ konusu hariç diğer konularda birbirlerine yakın değerler gözlemlenmiştir. Ç ve MO dönemleri boyunca sulama sonrası YSİ değerleri sulama öncesine göre daha yüksek çıkmıştır. Bununla birlikte, OH döneminde bitkide sararmalar ve ölümler başladığından sulamalar etkili olmamış ve bu nedenle YSİ değerlerinde azalmalar meydana gelmiştir (Şekil 3). Bu nedenle, YSİ değerleri de Ç ve MO dönemlerinde bitkideki su stresini belirlemek için kullanılabilir.



Şekil 2. Büyüme dönemleri boyunca KO değişimi

Figure 2. Change in ChRs during the growth stages



Şekil 3. Büyüme dönemleri boyunca YSİ değişimi
Figure 3. Change in LWC during the growth stages

Büyüme dönemleri ve sulama konuları arasında KO ve YSİ değerlerinin ortalama ve standart hata değerleri Çizelge 3’de verilmiştir. Çizelge 3 incelendiğinde sulama öncesi OH döneminde sulama konuları arasındaki farklılıklar açıkça görülmektedir. Ayrıca, sulama sonrası söz konusu üç dönemde de sulama konuları arasındaki farklılıklar istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. KO değerlerindeki dönemler arası farklılıklar incelendiğinde; sulama öncesinde S₁₀₀, S₂₀, S₀; sulama sonrasında ise S₆₀, S₄₀, S₂₀, S₀ konularında Ç dönemi diğer dönemlerden istatistiksel açıdan farklı olmuştur. YSİ değerlerinde birbirine yakın konular arasında farklılıklar önemli bulunmamıştır. Bununla birlikte, toprakta eksilen nemin tamamının ve çoğunun karşılandığı konularda (S₁₀₀, S₈₀), çok az veya sulama yapılmayan konulara (S₂₀, S₀) göre farklılığın önemli olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, sulama öncesi ve sonrasında Ç ve MO dönemleri arasında istatistiksel olarak farklılık çıkmamıştır (Çizelge 3).

Ç, MO ve OH dönemleri için ölçülen ve tahmin edilen YSİ değerleri ile bu üç döneme ilişkin KO

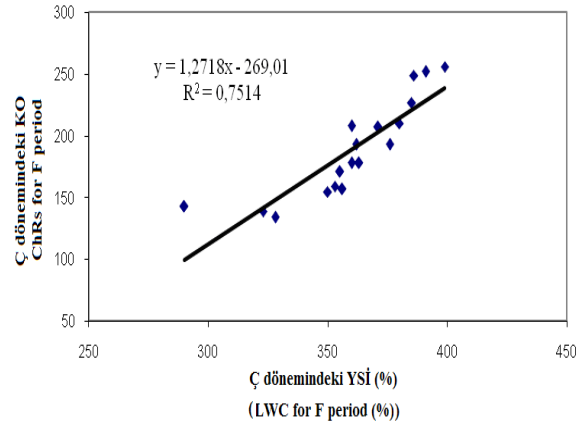
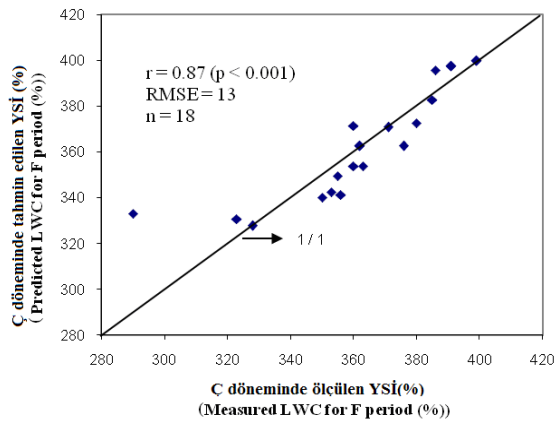
ve YSİ arasındaki ilişkiler sırasıyla Şekil 4a-b, Şekil 5a-b ve Şekil 6a-b’de gösterilmiştir. Ölçülen ve tahmin edilen YSİ değerleri arasındaki en kuvvetli ilişki, 0.94 korelasyon katsayısıyla OH döneminde elde edilmiştir (Şekil 4(a), 5(a), 6(a)). Aynı şekilde üç farklı dönemdeki YSİ ile KO arasındaki en kuvvetli ilişki ise 0.878 belirtme katsayısıyla yine OH döneminde elde edilmiştir (Şekil 4(b), 5(b) ve 6(b)). Babar ve ark. (2006), eksilen nemin tamamının karşılandığı konularda benzer sonuçlar elde etmişler ve yaprağın baş kısmında alt kısmına göre daha fazla su bulunduğunu belirtmişlerdir. Penuelas ve ark. (1997) farklı bitki çeşitlerinde spektral indeksler ile bitki su içeriği arasındaki ilişkiyi incelemişler ve bu bağlamda su indeksi (water index) ile bitki su içeriği arasında ilişkinin belirtme katsayısını (R²) 0.66 olarak bulmuşlardır. Benzer çalışma Jones ve ark. (2004) tarafından ıspanak bitkisinde yapılmış ve su indeksi ile bitki su içeriği arasındaki ilişkinin R² değeri 0.70 olarak bulunmuştur.

Çizelge 3. Farklı sulama konuları ve büyüme dönemlerindeki KO ve YSİ değerlerine ilişkin ortalama ve standart hatalar

Table 3. Mean values (\pm SE) of different irrigation and growth stages of ChR and LWC

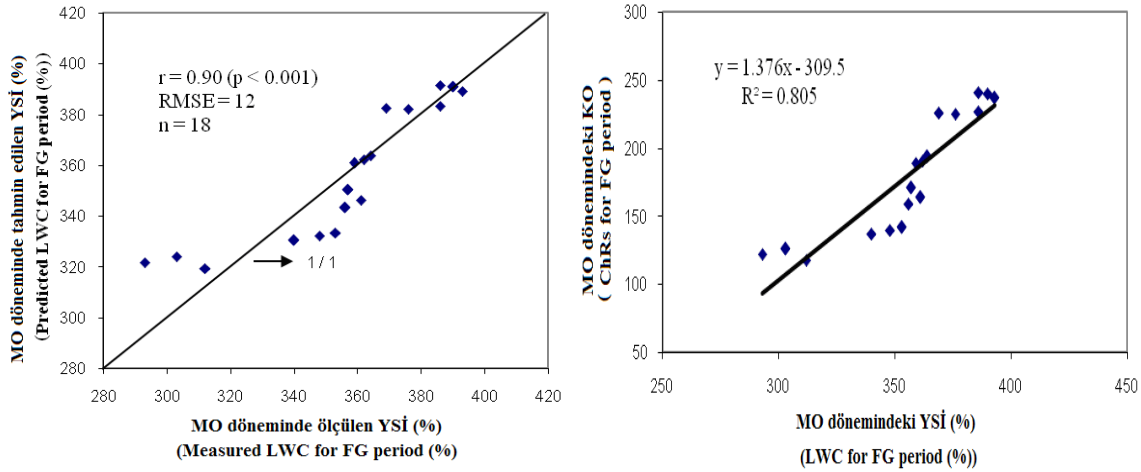
Konular (Treatment)	Sulama Öncesi (Pre-irrigation)			Sulama Sonrası (After irrigation)		
	Ç(F) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	MO(FG) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	OH(RH) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	Ç(F) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	MO(FG) $\bar{x} \pm S\bar{x}$	OH(RH) $\bar{x} \pm S\bar{x}$
KO* (ChR*)						
S ₁₀₀	256 \pm 2 A a	235 \pm 5 A b	239 \pm 4 A b	248 \pm 3 A ns	243 \pm 4 A ns	242 \pm 1 A ns
S ₈₀	207 \pm 10 B ns	227 \pm 2 A ns	210 \pm 2 B ns	222 \pm 1 B ns	224 \pm 1 B ns	215 \pm 3 B ns
S ₆₀	202 \pm 8 B ns	194 \pm 2 B ns	184 \pm 2 C ns	194 \pm 3 C a	188 \pm 1 C ab	179 \pm 3 C b
S ₄₀	173 \pm 3 C ns	167 \pm 5 C ns	157 \pm 2 D ns	178 \pm 1 D a	161 \pm 1 D b	161 \pm 2 D b
S ₂₀	157 \pm 1 CD a	144 \pm 1 D b	137 \pm 2 E b	157 \pm 2 E a	135 \pm 2 E b	134 \pm 4 E b
S ₀	144 \pm 2 D a	125 \pm 3 E b	121 \pm 2 F b	133 \pm 3 F a	119 \pm 1 F b	114 \pm 1 F b
YSİ* (LWC*)						
S ₁₀₀	387 \pm 3 A a	387 \pm 2 A a	375 \pm 2 A b	396 \pm 9 A a	392 \pm 5 A a	367 \pm 4 A b
S ₈₀	379 \pm 2 AB a	375 \pm 2 AB a	362 \pm 1 AB b	378 \pm 7 AB	379 \pm 6 A ns	357 \pm 2 AB ns
S ₆₀	362 \pm 6 BC	360 \pm 3 BC	351 \pm 7 BC	369 \pm 6 B ns	363 \pm 3 B ns	341 \pm 1 BC
S ₄₀	354 \pm 7 C ns	356 \pm 4 CD	340 \pm 6 C ns	364 \pm 4 B a	360 \pm 2 BC	333 \pm 9 C b
S ₂₀	344 \pm 2 C a	343 \pm 4 D a	322 \pm 7 D b	361 \pm 2 B a	349 \pm 3 C b	319 \pm 3 C c
S ₀	315 \pm 9 D ns	304 \pm 8 E ns	289 \pm 6 E ns	312 \pm 14 C	301 \pm 3 D ns	290 \pm 7 D ns

* Aynı satırda farklı büyük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve sulama konuları arasındaki farklılığı göstermektedir, aynı satırda farklı küçük harfle gösterilen ortalamalar arasındaki farklar önemlidir ve büyüme dönemleri arasındaki farklılığı göstermektedir (Duncan, P < 0.05)

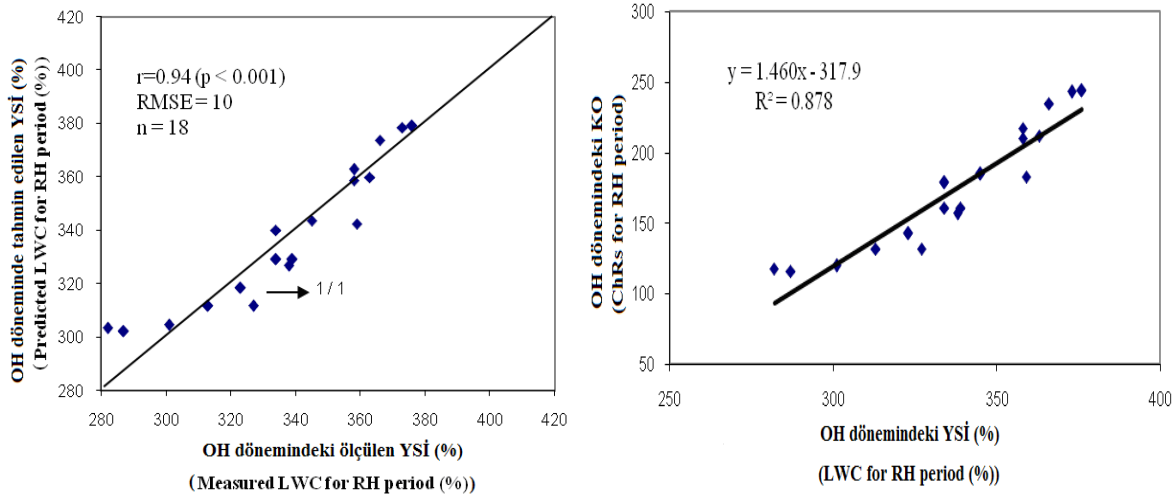


Şekil 4.(a) Ç döneminde ölçülen ve tahmin edilen YSİ, (b) Ç döneminde KO ve YSİ arasındaki ilişki

Figure 4.(a) Measured and predicted LWC for F stages, (b) coefficient of determination (R^2) and linear equation between LWC and ChR for F stages



Şekil 5.(a) MO döneminde ölçülen ve tahmin edilen YSİ, (b) MO döneminde KO ve YSİ arasındaki ilişki
Figure 5.(a) Measured and predicted LWC for FG stages, (b) coefficient of determination (R^2) and linear equation between LWC and ChR for FG stages



Şekil 6.(a) OH döneminde ölçülen ve tahmin edilen YSİ, (b) OH döneminde KO ve YSİ arasındaki ilişki
Figure 6.(a) Measured and predicted LWC for RH stages, (b) coefficient of determination (R^2) and linear equation between LWC and ChR for RH stages

Sonuçlar

Bu çalışmada, karpuz bitkisinde büyüme periyodu boyunca Ç döneminden OH dönemine doğru gidildikçe YSİ ve KO değerleri yavaş yavaş azalmalar meydana gelmiştir. KO ile su stresinin belirlenmesinde sulama sonrası okumalar sulama öncesine göre daha net bir şekilde belirlenebilmektedir. Sonuç olarak, YSİ ve KO değerleri özellikle Ç ve MO dönemlerinde karpuz bitkisinde su stresinin belirlenmesi için

kullanılabilir. İleriki çalışmalarda, spektral indeksler, verim, kalite parametreleri, YSİ ve KO belirlemek için kullanılacaktır.

Teşekkür

Bu çalışma, Ege Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (2007-ZRF-011) tarafından desteklenmiştir.

Kaynaklar

- Anonim, 2009a. Açıkta sebze yetiştiriciliği üretimi, Çanakkale Tarım İl Müdürlüğü. <http://www.canakkale-tarim.gov.tr>.
- Anonim, 2009b. 2008 yılı Çanakkale iline ait aylık ortalama iklim verileri, Çanakkale Devlet Meteoroloji İstasyonu.
- Babar, M.A., M.V. Ginkel., A.R. Klatt., B. Prasad and M.P. Reynolds, 2006. The potential of using spectral reflectance indices to estimate yield in wheat grown under reduced irrigation. *Euphytica*, 150: 155-172.
- Demirel, K., L. Genç., G. Çamoğlu., M. Saçan., B. Aşar and S. Aşık, 2009. Estimation of yield and some quality parameters by chlorophyll readings for watermelon. *Research People and Actual Tasks on Multidisciplinary Sciences*, Lozomec, Bulgaria, pp:243-247.
- Erdem, Y. and A.N. Yuksel, 2003. Yield response of watermelon to irrigation shortage. *Scientia Horticulturae* 98: 365-383.
- Hsiao, T.C., 1973. Plant responses to water stress. *Annual Review of Plant Physiology* 24: 519-570.
- Hughes A. P., K. E. Cockshull and O. V. S. Heath, 1970. Leaf area and absolute leaf water content. *Annals of Botany*, 34: 259-265.
- Jones, C. L., P.R. Weckler., N.O. Maness., M.L. Stone and R. Jayasekara, 2004. Estimating water stress in plants using hyperspectral sensing. *ASAE/CSAE Annual International Meeting*, Ottawa, Ontario, Canada, 1-4 August, Paper Number: 043065.
- Khanna-Chopra, R. and Sinha, K. S., 1991. Genetic aspects of water relations and drought resistant in crops. *Biochemical Aspects of Crop Improvement*. (Ed. Khanna-Chopra, R.), CRC Press, Boston, USA. pp :153-168.
- Kırnak, H., and E. Dogan, 2009. Effect of seasonal water stress imposed on drip irrigated second crop watermelon grown in semi-arid climatic conditions. *Irrig.Sci.* 27:155-164.
- Kırnak, H., E. Dogan., L. Bilgel, and K. Berakatoglu, 2009. Effect of preharvest deficit irrigation on second crop watermelon grown in an extremely hot climate. *J.Irrig. and Drain.Engrg.* 135 (2):141-148.
- Orta, A.H., Y. Erdem and T. Erdem, 2003. Crop water stress index for watermelon. *Scientia Horticulturae* 98: 121-130.
- Penuelas, J., J. Pinol, R. Ogaya., and I. Fiella., 1997. Estimation of plant water concentration by the reflectance Water Index WI (R900/R970), *Int. J. Remote Sensing* 18: 2869-2875.
- Proietti, S., Y. Roupael., G. Colla., M. Cardarelli., M.D. Agazio., M. Zacchini., E. Rea., S. Moscatello, and A. Battistelli, 2008. Fruit quality of mini-watermelon as affected by grafting and irrigation regimes. *J. Sci Food Agric* 88: 1107-1114.
- Romic, D., G. Ondrasek., M. Romic., B. Josip., M. Vranjes and D. Petosic, 2008. Salinity and irrigation method affect crop yield and soil quality in watermelon (*Citrullus Lanatus* L.) growing. *Irrig. and Drain.* 57: 463-469.
- Simşek, M., M. Kacira and T. Tonkaz, 2004. The effects of different drip irrigation regimes on watermelon [*Citrullus lanatus* (Thunb.)] yield and yield components under semi-arid climatic conditions. *Australian Journal of Agricultural Research*, 2004 (55): 1149-1157.
- Scharf, P.C., S.M. Brouder and R.G. Hoefl, 2006. Chlorophyll meter readings can predict nitrogen need and yield response of corn in the north-central USA *Agron. J.* 98:655-665.
- Taşkaya, B., ve G. Keskin, 2004. Kavun- karpuz. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü, T.E.A.E-Bakış*, 6 (9): 1-4, Ankara.
- Turner, N. C., 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. *Plant and Soil*, 58 (1-3): 339-366.