

FARKLI FENOLOJİK GELİŞME AŞAMALARINDAKİ SU STRESİNİN ÜZÜM TANESİNDE BÜYÜME, GELİŞME VE KALİTE ÜZERİNE ETKİLERİ

Elman BAHAR İlknur KORKUTAL Canel KURT
Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi
Bahçe Bitkileri Bölümü, 59030-Tekirdağ.
e-mail: ikorkutal@nku.edu.tr

Alınış: 18 Ekim 2010
Kabul Ediliş: 02 Mart 2011

Özet; Dünyada kuraklık önemli bir sorundur. Bu nedenle kuraklık stresine dayanıklı türlerin, kurağa dayanıklılık mekanizmasının belirlenmesi ve buna yönelik araştırmalar giderek önem kazanmaktadır. Bitkinin ve toprağın su potansiyeli Scholander Basınç Odası ile belirlenmektedir. Bu ölçümler şafak vakti su potansiyeli (güneş doğmadan 2 saat önce) ve gün ortası (12:00-14:00) olmak üzere iki zamanda yapılır. Aynı zamanda kuraklığın meydana geldiği gelişme aşaması da (çiçeklenme, ben düşme, olgunlaşma, aşırı olgunluk) önemlidir. Şaraplık üzüm çeşitleri yetiştiriciliğinde en uygun sulama stratejisinin belirlenmesi önemli bir sorundur. Bu derlemede su stresinin üzüm tanesinin büyüme, gelişme ve kalitesine etkileri incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Su stresi, tane büyümesi, tane gelişimi, üzüm kalitesi.

Water Deficit Effect on Different Phenologic Growth Stages in Grape Berry Growing, Development And Quality

Abstract; Global warming is a huge problem in the world. For that reason nowadays determining the species which are resist for the water deficit and their water deficit mechanism's are gradually having an importance. Plant and soil water potential measured by Scholander Pressure Chamber. This measurements are predawn leaf water potential Ψ_{pd} (2 hours before sunrise) and midday leaf water potential Ψ_{md} (at 12:00-14:00 P.M.). Also water deficit consisting period (flowering, veraison, maturation, late maturation) is important. There is a significant case is defining optimal irrigation strategy in wine grapes. Water deficit effect on grape berry growing, berry development and berry quality is examined in this paper.

Key words: Water deficit, grape berry growing, grape berry development, grape berry quality.

Giriş

Biyotik ve abiyotik stres etmenlerinin etkisi altında bitkilerde ortaya çıkan değişimler stres olarak ifade edilmektedir. Stres önemli fizyolojik ve metabolik değişimlere yol açmak suretiyle bitkilerde büyümeyi ve gelişmeyi olumsuz şekilde etkilerken üründe nitelik ve niceliğin yitmesine, bitkinin ve bitki organlarının yaşantısını yitirmesine neden olabilmektedir. Kuraklık stresi ile eş anlamlı olan su stresi toprakta bitkiye yarayışlı su miktarının azalması, atmosferik koşulların etkisiyle transpirasyon ve evaporasyon sonucu su yitmesinin sürmesi durumunda ortaya çıkar.

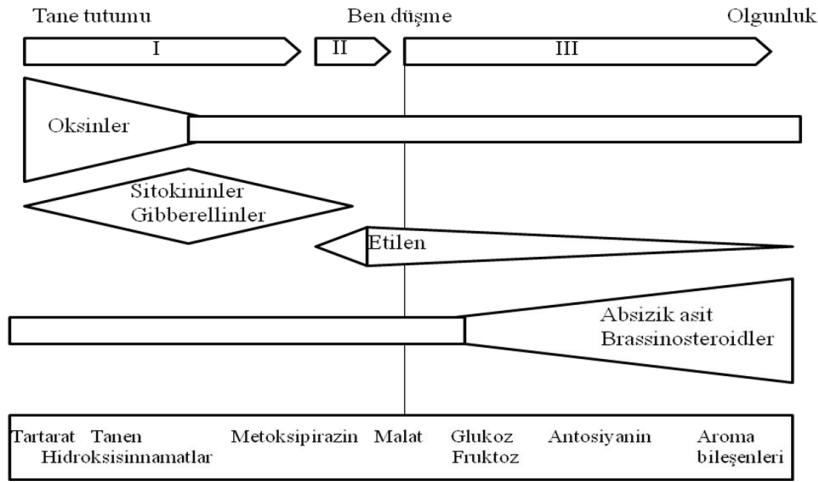
Küresel ısınmanın, dünyadaki doğal kaynakların, nüfusu besleme kapasitelerinin azalmasına ve milyonlarca insanın açlıktan ölmesine neden olabileceği göz önüne alındığında, tüm canlı yaşamının tehlike altında olduğu söylenebilir. Bu nedenle, kuraklık stresine dayanıklı bitki türlerinin belirlenmesi, tolerans mekanizmalarının açıklığa kavuşturulması, kuraklığa dayanıklı bitkisel gen kaynaklarının korunması ve aktarımına yönelik araştırmalar, kuraklığın yol açtığı zararları azaltmada etkin rol oynayabilir (Baloğlu ve ark., 2010).

Önemli bir tarım kolu olan bağcılığın da gelecekte küresel ısınma ve dolayısıyla kuraklık stresinden etkilenmesi olasıdır. Dolayısıyla gerek asmaların fizyolojik faaliyetlerinde ve gerekse de üzüm kalitesi ve verimde önemli değişimlerin olması beklenmektedir (Carbonneau ve ark., 2007).

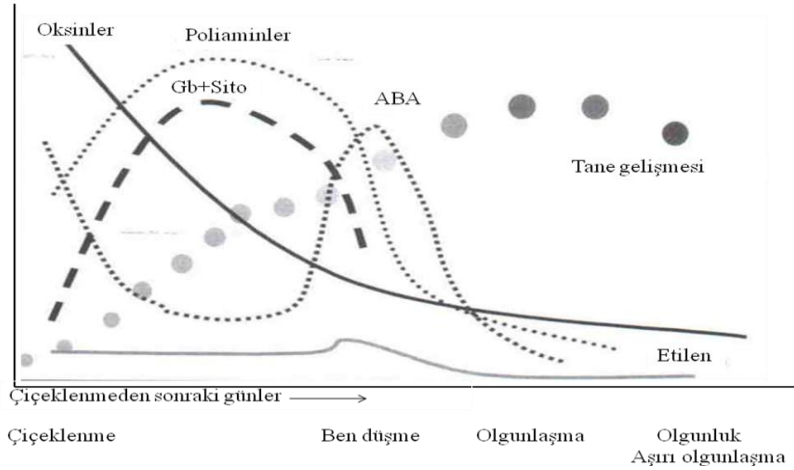
Üzüm Tanelerinde Büyüme ve Gelişme ile Olgunlaşmaya Etki Eden Faktörler

Tanelerin büyüme ve gelişmelerinin gözlemlendiği çift sigmoid karakterli üç safhada, üzüm tanelerinin büyümesinde birçok biyolojik, fiziksel ve kimyasal değişiklikler gerek içsel gerek dışsal birçok faktörün etkisi altında gerçekleşmektedir. Dolayısıyla olgunlaşma üzerine etki eden faktörler bu iki grup altında incelenmektedir (Ağaoğlu, 2002).

İçsel faktörler içerisinde genellikle karbonhidratlar, asitler, pH, aminoasitler ve diğer azotlu bileşikler, fenoller, tanenler, pektinler, enzimler, mineraller, aroma maddeleri, içsel hormonlar (Şekil 1, 2) ve çekirdek etkili olmaktadır.



Şekil 1. Tane gelişimi ve olgunlaşmasının hormonal düzenlemesi (Coombe, 2001).



Şekil 2. Tanede hormon değişimi (Carbonneau ve ark., 2007).

Dışsal faktörler; sıcaklık, yağış, rüzgar, tuzluluk, taşkınlar, hava kirliliği, kültürel uygulamalar, budama ve terbiye sistemleri, dikim yoğunluğu, anaçlar, bitki besin maddeleri, büyümeyi düzenleyiciler, biyotik etmenler, sulama ve su stresinin etkileridir (Çizelge 1). Tüm bu faktörlerin içerisinde en önemlilerinden biri de su stresidir ve ölçümünde değişik yöntem ve cihazlar kullanılmaktadır.

Çizelge 1. Bitkilerde biyotik ve abiyotik çevresel stres etmenleri (Kacar ve ark., 2006).

Abiyotik etmenler		Biyotik etmenler
Fiziksel etmenler	Kimyasal etmenler	
Kuraklık	Hava kirliliği	Yabancı otlar
Sıcaklık	Bitki besin elementleri	Hayvansal zararlılar (Böcekler, Kırmızı örümcekler, Nematodlar)
Radyasyon	Pestisitler	Hastalıklar (Fungal, Bakteriyal, Viral)
Su baskını	Toksinler	
Mekanik etkiler (rüzgar, kar ve buz örtüsü)	Tuzlar	
	Toprak çözeltisi pH'sı	

Yaprak Su Potansiyellerinin Ölçümü ve Değerlendirmesi

Yaprak su potansiyeli (su stresi) seviyeleri Scholander Basınç Odası (Scholander Pressure Chamber) ile ölçülmektedir (Şekil 3, 4). Ölçümler tanyeri (=predawn: güneş doğmadan iki saat önce başlar ve güneş doğana kadar) ve öğle vaktinde (=mid-day: 12:00- 14:00 saatleri arasında) olmak üzere iki şekilde yapılmaktadır.



Şekil 3. Dijital çanta tipi Scholander basınç odası



Şekil 4. Arazi tipi Scholander basınç odası

Asmaların şafak vakti yaprak su potansiyelleri negatif değer olmak üzere MPa cinsinden ölçülmekte ve Ψ_{pd} ile ifade edilmektedir. Bu değerlere bağlı olarak asmaların stres seviyeleri belirlenmektedir (Çizelge 2). Asmaların gün ortası yaprak su potansiyelleri yine negatif değer olmak üzere MPa cinsinden ölçülmekte ve Ψ_{md} olarak gösterilmektedir (Çizelge 3).

Çizelge 2. Asmada şafak vakti yaprak su potansiyeli stres seviyeleri (Carbonneau ve ark., 1998; Deloire ve ark., 2004).

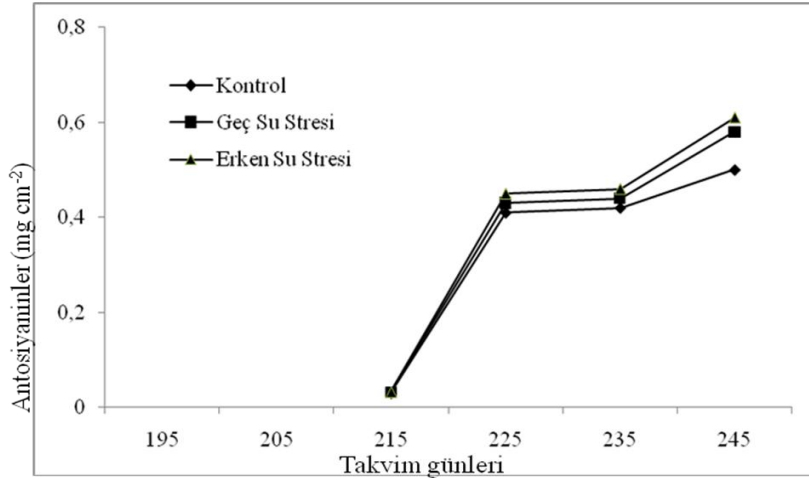
Sınıf	Şafak vakti yaprak su potansiyeli (Ψ_{pd}) (MPa)	Stres seviyesi
0	$0 \text{ MPa} \geq \Psi_{pd} \geq -0.2 \text{ MPa}$	Stres yok
1	$-0.2 \text{ MPa} \geq \Psi_{pd} \geq -0.4 \text{ MPa}$	Az -orta stres
2	$-0.4 \text{ MPa} \geq \Psi_{pd} \geq -0.6 \text{ MPa}$	Orta-şiddetli stres
3	$-0.6 \text{ MPa} > \Psi_{pd}$	Şiddetli stres

Çizelge 3. Şaraplık üzümelerde gün ortası yaprak su potansiyeli stres seviyeleri (Smith ve Prichard., 2002).

Sınıf	Gün ortası yaprak su potansiyeli (Ψ_{md}) (MPa)	Stres seviyesi
0	$\Psi_{md} > -1.0 \text{ MPa}$	Stres yok
1	$-1.0 \text{ MPa} \geq \Psi_{md} \geq -1.2 \text{ MPa}$	Az stres
2	$-1.2 \text{ MPa} \geq \Psi_{md} \geq -1.4 \text{ MPa}$	Orta stres
3	$-1.4 \text{ MPa} \geq \Psi_{md} \geq -1.6 \text{ MPa}$	Yüksek stres
4	$-1.6 \text{ MPa} > \Psi_{md}$	Şiddetli stres

Büyüme Devrelerine Göre Su Stresi Uygulamalarının Etkileri

Tanenin değişik büyüme devrelerinde farklı düzeylerde su stresi ve sulama uygulamalarına dayanan birçok çalışma yapılmıştır. Şaraplık üzüm yetiştiriciliğinde en uygun sulama stratejisinin belirlenmesi önemli bir sorundur. Bir çok çalışma vegetasyon periyodu boyunca su stresinin tane kalitesi üzerine bazı yararlı etkileri (antosiyanın ve polifenol konsantrasyonları ve suda çözünür kuru madde içeriği artışı) olduğunu bildirmiştir (Carbonneau ve Bahar, 2009).

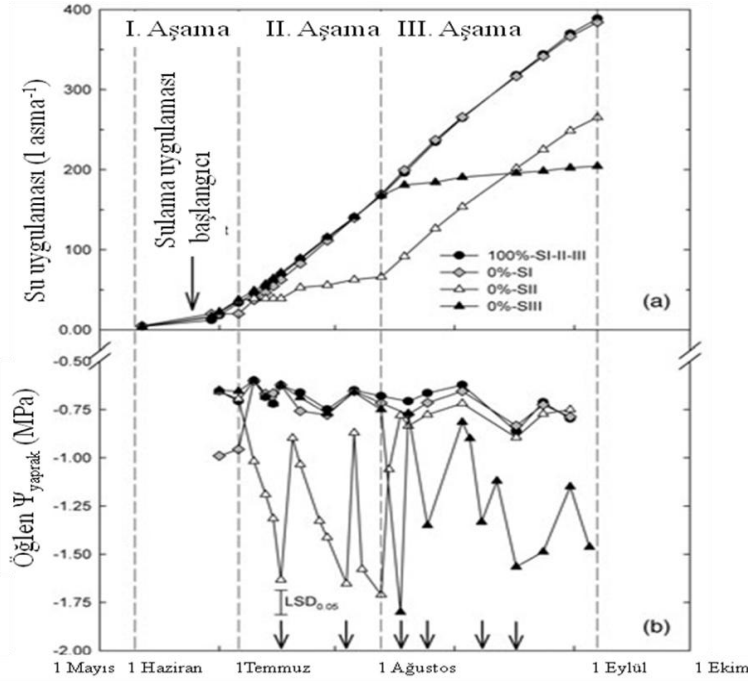


Şekil 5. Erken ve geç su stresi uygulamalarının tanede antosiyanın üzerine etkisi (Matthews ve Anderson, 1988).

Farklı tane büyüme evrelerinde (çiçeklenmeden tane tutumuna S-I, tane tutumundan ben düşmeye S-II, Ben düşmeden olgunluğa kadar S-III) uygulanan su stresi seviyelerinin tane kuru ağırlığı üzerine etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, S-I'de ölçülen ortalama yaprak su potansiyeli değerleri Kontrol asmalarına nazaran daha düşük olmuştur (Çizelge 4, Şekil 6).

Çizelge 4. Öğlen yaprak su potansiyeli uygulamalarından elde edilen sonuçlar (Girona ve ark., 2009).

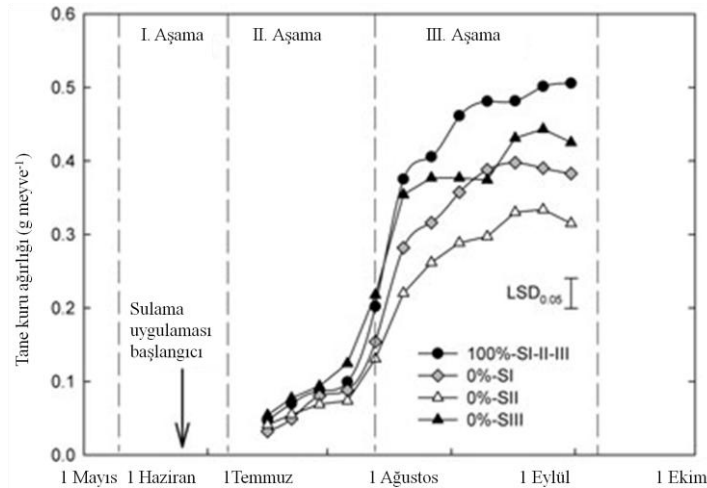
Sulama uygulamaları	Öğlen (MPa)		
	Dönem I	Dönem II	Dönem III
% 100 -SI -SII -SIII	-0.69 ^c	-0.67 ^e	-0.73 ^c
% 0 -SI	-0.99 ^a	-0.71 ^{de}	-0.75 ^c
% 25 -SI	-0.87 ^b	-0.71 ^d	-0.73 ^c
% 50 -SI	-0.85 ^b	-0.75 ^{de}	-0.73 ^c
% 0 -SII	-0.71 ^c	-1.27 ^a	-0.79 ^c
% 25 -SII	-0.68 ^c	-1.12 ^b	-0.82 ^c
% 50 -SII	-0.70 ^c	-0.91 ^c	-0.82 ^c
% 0 -SIII	-0.69 ^c	-0.71 ^{de}	-1.16 ^a
% 25 -SIII	-0.68 ^c	-0.70 ^{de}	-0.98 ^b
% 50 -SIII	-0.70 ^c	-0.70 ^{de}	-0.83 ^c



Şekil 6. Sulama uygulamalarında verilen su miktarları ve gün ortası yaprak su potansiyellerinin değişimi (Girona ve ark., 2009).

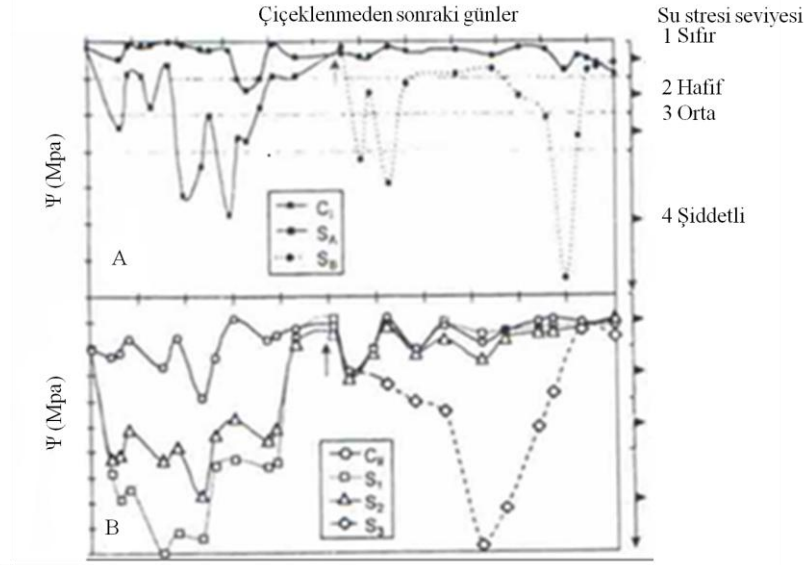
Oysa diğer araştırmalar, tane kalitesinin sulanan asmalarda su ihtiyacını yağmurla karşılayan asmalara göre daha yüksek olduğu bildirmiştir (Esteban ve ark., 1999 ve 2001; Reynolds ve ark., 2007). Su yetersizliği tane gelişimi ve diğer verim bileşenlerini negatif etkilerken, tam sulanan şaraplık bağlarda ise istenmeyen büyük tane boyutu ve şıradaki değişik kalitatif bileşikler üzerine seyreltmenin potansiyel negatif etkileri olduğu çok iyi anlaşılmıştır (Matthews ve Nuzzo, 2007).

Su stresinin tane iriliğinin etkisine bağlı olmaksızın kabuktaki tanen ve antosiyanin konsantrasyonlarını artırdığı ve sonuçta su stresinin bu maddelerin biyosentez düzeyleri üzerine direkt ve pozitif etkisinin olabileceğini saptanmıştır (Şekil 5, 7) (Roby ve ark., 2004).

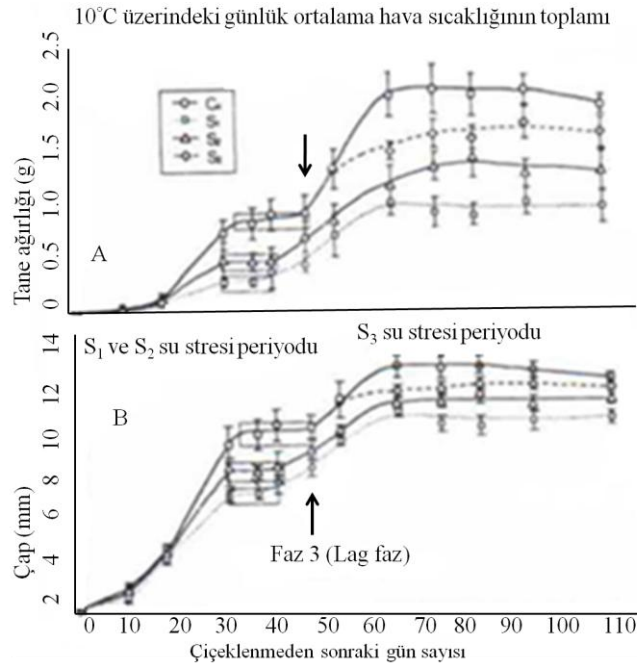


Şekil 7. Farklı büyüme devrelerinde yapılan su stresi uygulamalarının tane kuru ağırlığı üzerine etkisi (Girona ve ark., 2009).

Çiçeklenme ve ben düşme arasındaki dönemde su yetersizliği (stresi) tane iriliğini küçültür ve bu olgunlaşma başlangıcından sonra su yetersizliği (stresi) olmasa bile çoğunlukla geri dönüşümsüzdür (Şekil 8, 9, 10) (Hardie ve Considine, 1976; Matthews ve ark., 1987; McCarthy, 1997).

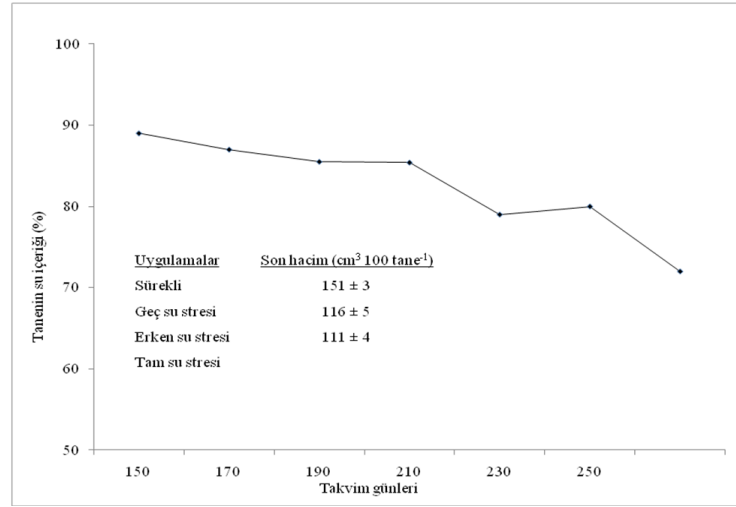


Şekil 8. Syrah asmalarında şafak vakti yaprak su potansiyeli (Ojeda ve ark., 2002).



Şekil 9. Geç ve erken su stres uygulamalarında tanenin ağırlığı ve çapı (Ojeda ve ark., 2001).

Tane iriliği, aynı yoğunluktaki su yetersizliğinden ben düşme ile olgunlaşma dönemine oranla; çiçeklenme ve ben düşme arasındaki dönemde daha fazla etkilenmektedir (Şekil 10) (Rogiers ve ark., 2004).



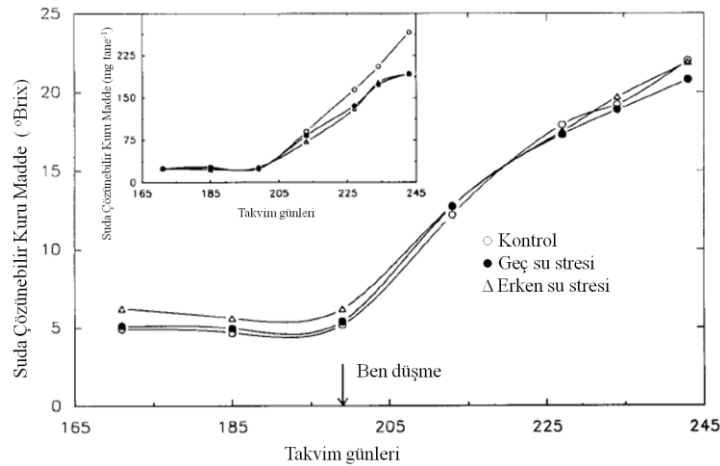
Şekil 10. Su stresi uygulamalarıyla tane su içeriği oranının değişimi (Matthews ve Anderson, 1988).

Tane kabuğundaki (perikarp) hücre bölünmesi yalnızca birinci büyüme döneminde meydana gelir (Considine ve Knox, 1981; Jona ve Botta, 1988; Ojeda ve ark., 1999; Coombe ve McCarthy, 2000). Bu nedenle, erken dönemdeki su stresinin tane büyüme potansiyelini azaltıcı etkisinin olduğu kabul edilmiştir. Çünkü erken su stresi hücre bölünmesini engeller ve bu sebeple toplam hücre sayısını azaltır. Oysa geç su stresi sadece hücre büyüklüğünü olumsuz olarak etkileyebilir (Coombe, 1976).

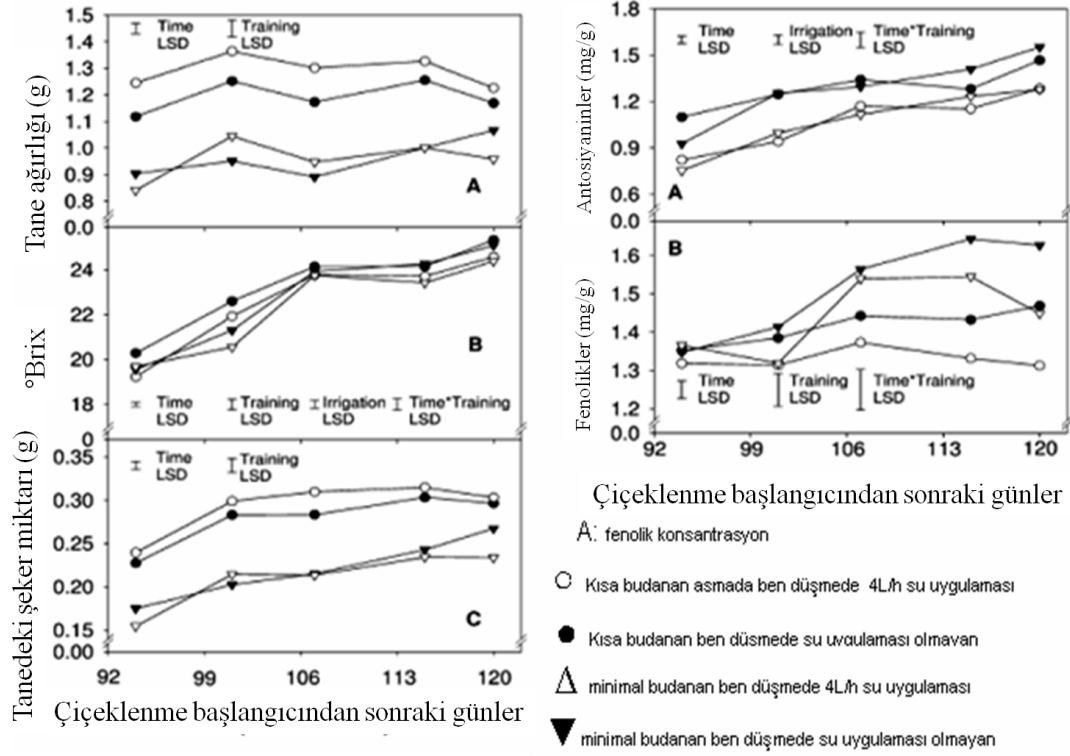
Erken dönemdeki su yetersizliğinden sonra tanelerin eski iriliklerine gelmelerindeki yetersizlikleri erken dönemdeki bu su yetersizliğinin hücre bölünme oranını düşürmesiyle açıklanabilir ve bu yaygın olarak kabul edilen bir görüştür (Poni ve ark., 1994). Diğer üzüm çeşitlerinde tane büyümesinin erken dönemlerde ben düşme sonrasında göre su stresine daha duyarlı olduğu bildirilmiştir (Hardie ve Considine, 1976; Matthews ve ark., 1987).

Toprak veya bitki su düzeyini etkileyen su noksanlığı titre edilebilir asit miktarının yavaş yavaş azalması üzerinde önemli bir rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar, ben düşmeden önce erken dönemde oluşan su noksanlığının malat konsantrasyonu azalmasını ben düşmeden sonraki su noksanlığına oranla çok daha büyük oranda etkilediğini ortaya koymuştur (Çizelge 5, Şekil 13).

Ben düşme öncesi dönemde uygulanan su stresi üzüm tanesinde büyümeyi, ben düşme sonrasında döneme göre daha fazla azaltmıştır. Diğer koşullara bakmasızın ben düşme öncesi ve sonrası dönemler süresince şiddetli su stresi uygulandığında Syrah üzüm çeşidinde hasat döneminde çözünür kuru madde azalmıştır (Ojeda ve ark., 2002) (Şekil 11).



Şekil 11. Farklı dönemlerde yapılan su stresi uygulamalarının suda çözünür kuru madde içeriği üzerine etkileri (Matthews ve Anderson, 1988).



Şekil 13. Farklı su stresi uygulamalarında tanede toplam asitliğin değişimi (Matthews ve Anderson, 1988).

Tane iriliği, şıra hacmi ve kabuk bölgesi oranına bağlı olarak üzümde kalitenin belirlenmesinde önemli bir etkidir (Champagnol, 1998); diğer faktörlerin yanında asmanın su durumu tane iriliğini yoğun olarak etkiler.

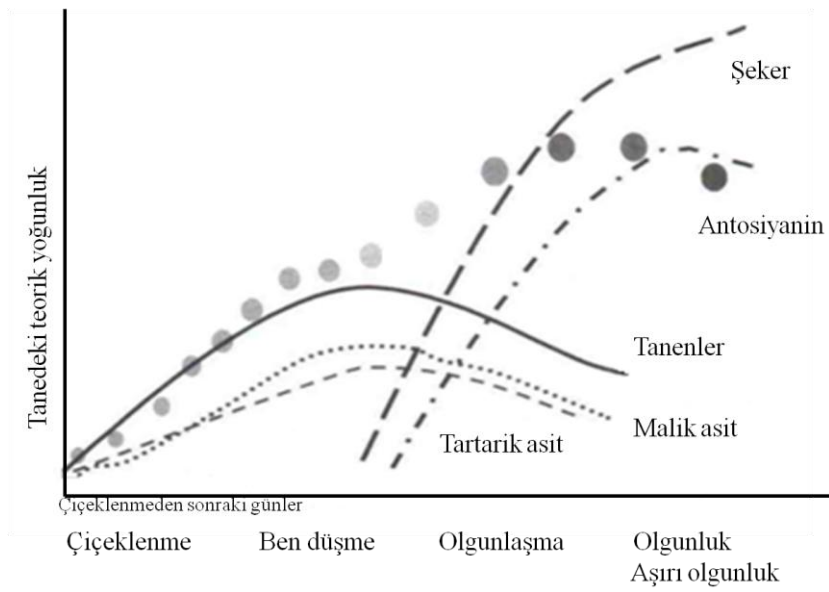
Hasatta üzüm tanesinin kalitatif özellikleri (tane iriliği, suda çözülebilir kuru madde, pH, toplam asitlik, antosiyanin ve fenol konsantrasyonları vb.) yüksek kaliteli şarap üretiminde belirleyici ve önemli faktörler olarak kabul edilir (Mullins ve ark., 1992).

Çizelge 5. Farklı su stresi uygulamalarının bazı kalitatif kriterler üzerinde değişimi (Matthews ve ark., 1987).

Uygulama	Malat (g/100ml)	Prolin (mM)	Fenoller	
			Meyve suyu (μ M)	Kabuk (μ mol/cm ³)
Kontrol	0.19 \pm 0.01	3.9 \pm 0.2	0.88 \pm 0.70	2.70 \pm 0.14
Erken su stresi	0.16 \pm 0.01	6.8 \pm 0.6	1.19 \pm 0.80	3.09 \pm 3.29
Geç su stresi	0.12 \pm 0.01	4.7 \pm 0.6	1.14 \pm 0.80	3.29 \pm 0.24
Tam su stresi	0.11 \pm 0.01	4.8 \pm 0.2	1.17 \pm 0.70	3.34 \pm 0.06

Şarap yapımında tane boyutu genel olarak birincil nitel parametre olarak kabul edilmiştir (Williams ve Matthews, 1990) (Şekil 14). Normalde, küçük tanelerin büyük tanelere göre daha yüksek kabuk yüzey alanı/tane eti hacmi oranına sahiptir. Dolayısıyla küçük tanelerde çözücü (meyve eti hücresi öz suyu)/çözünür madde (kabukta ikincil metabolitler) oranının fazla olması nedeniyle büyük tanelere göre kabuktan antosiyaninler ve diğer fenolik maddelerin en iyi şekilde ekstrakte edilmesine izin vermektedir.

Şarabın duyuşsal özellikleri bağın sulama zamanı ve su miktarı ile ayarlanabilmektedir. Düzenli olarak sulanan bir bağdan elde edilen üzümünden yapılan şarap, sadece ben düşmeden önce veya sonra sulanandan farklı olmakta; erken sezondaki su noksanlığı geç sezondaki su noksanlığından tat koku ve aroma bakımından değişik bir yapı göstermektedir (Matthews ve ark., 1990). Burada gözlenen şarap üzerindeki etkiler, azalan tane iriliği ve artan kabuk içeriğinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 14. Temel primer ve sekonder metabolitlerin tanedeki yoğunluklarının değişimi (Carbonneau ve ark., 2007).

Tüm bu uygulamaların sonuçları bir çizelgede özetlenecek olursa (Çizelge 6).

Çizelge 6. Asma su durumu ve bölge çeşitlerinin arasındaki ilişki (Deloire ve ark., 2004).

Şafak Vakti Yaprak Su Potansiyeli (Ψ_{pd})	Fenolojik aşama	Su stresinin derecesi	Beklenen sonuçlar	Yorumlar
0 ile -0.2MPa	Gözlerin uyanmasından olgunluğa kadar	Yok veya çok düşük	Aşırı gelişme ve tane metabolitlerinde seyrelme etkisi	İstenmeyen durum
0 ile -0.2MPa	Gözlerin uyanmasından çiçeklenmeye kadar	Yok veya çok düşük	Normal gelişme	İstenen durum
-0.2 ile -0.4MPa	Çiçeklenmeden iri koruk veya ben düşmeye kadar	Orta düzeyde ve tedrici	Kontrollü gelişme kuvveti (yavaş vegetatif gelişme ve meyve büyümesi) biyokimyasal açıdan sıkıntı yok	İstenen durum
-0.4 ile -0.6 MPa	Çiçeklenmeden iri koruk veya ben düşmeye kadar	Orta düzeyden yükseğe	Vegetatif gelişmenin azalması veya durması ve düzensiz yaprak yüzey alanı tane büyümesi engellenmiş ve tanen biyosentezinde kesilme	İstenmeyen durum
-0.4 ile -0,6 MPa	Ben düşmeden olgunluğa	Orta düzeyden yükseğe ve tedrici	Bitkide: vegetatif gelişme çok yavaş ve / veya fotosentezde azalma alt yapraklarda sararma olasılığı vardır. Tanede: büyümede yavaşlama şeker birikiminde azalma fakat hasattaki alkol potansiyeli istenen düzeyde; Antosiyanin biyosentezinin uyarılması mümkün, büyük bir durağanlaşma olmadan yavaş yavaş olgunlaşma. İyi bir metabolit konsantrasyonu, Tane kabuğu / tane eti oranında artış	İstenen durum
<-0.6 MPa	Ben düşmeden olgunluğa	Yüksek ve şiddetli	Bitkide: vegetatif gelişme durur dip yapraklar sararır ve düşer fotosentezde önemli ölçüde azalma. Tanelerde: tane büyümesinde şiddetli azalma olgunlaşmada durma olasılığı, şeker birikiminde önemli ölçüde azalma Antosiyanin biyosentezinde sıkıntı, metabolitlerde aşırı yoğunlaşma ve tane kabuğu / tane eti oranında artış	Olgunlaşma süresince çok yoğun su stresi olduğu terroirlarda istenmeyen bir durum

* Su durumu, 0 ile -0.2MPa (Gözlerin uyanmasından olgunluğa kadar) olduğu durumda drenaj yapılma olasılığı vardır. Bu tip yerlerde Vertikal Trellis, Tek Kollu veya Çift Kollu Kordon Terbiye Şekilleri uygulanabilir. Budama esnasında asmanın şarjının dengelenmesi, minimum 2 seviyeden tel geçirilmesi, sıra araları mesafesi 1.2m ve daha düşük olması, yer örtücü bitkilerle sıra aralarının otlandırılması, azotlu gübrelemelerin minimuma düşürülmesi gereklidir. Pratikte en çok yapılan, bitki büyüme kuvvetinin azaltılmasıdır (fakat verim kontrol uygulamalarına öncelik verilmelidir). Güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanı/verim yükü (m^2/kg) ≥ 1 , sürgün seyreltme olasılığı vardır, tane tutumu ve/veya iri koruk dönemleri arasında yaprak alma işlemi yapmak gerekebilir.

* Su durumu, 0 ile -0.2MPa (Gözlerin uyanmasından çiçeklenmeye kadar) olduğu durumda güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanına göre yükü dengelemek, erozyonu minimize etmek veya mekanizasyonu

kolaylaştırmak amacıyla yer örtücü bitkiler kullanılabilir (fakat asmalarda rekabetçi alanlar haricinde baklagiller önerilir).

* Su durumu, -0.2 ile -0.4MPa (Çiçeklenmeden iri koruk veya ben düşmeye kadar) olduğu durumda güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanına göre yükü dengeler.

* Su durumu, -0.4 ile -0.6MPa (Çiçeklenmeden iri koruk veya ben düşmeye kadar) olduğu durumda yer örtücü bitkilerin ekimi önerilmez. Uygun toprak işleme metotları önerilir. Güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanı/verim yükü ≥ 1.25 (1m² güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanına 0.8kg üzüm yükü). Filiz alma veya yeşil budama ve salkım seyreltme uygulamaları yaparak asmanın yükünü azaltmak gerekir. Yaprak su potansiyelini -0.4MPa yükseltmek için uygun miktarda su verilmesi gereklidir.

* Su durumu, -0.4 ile -0.6MPa (Ben düşmeden olgunluğa) olduğu durumda yer örtücü bitkiler önerilmez. Güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanı/verim yükü ≥ 1.25 .

* Su durumu, <-0.6MPa (Ben düşmeden olgunluğa) olduğu durumda yer örtücü bitkilerin kullanılması önerilmez. Güneş gören potansiyel yaprak yüzey alanı/verim yükü ≥ 1.25 . Toprak işleme yapılmalıdır. Ayrıca iri koruk döneminde salkım seyreltmesi yapılabilir. Ben düşme öncesi uygun miktarda özellikle olgunlaşma başlangıcında yaprak su potansiyeli -0.6MPa seviyesine ulaştığında sulama yapılabilir.

KAYNAKLAR

1. Ağaoglu, Y.S., 2002. Bilimsel ve Uygulamalı Bağcılık (Asma Fizyolojisi). Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi 445.
2. Baloğlu, C., Öncü, F., ve İ. Nisa., 2010. Küresel Isınma ve Tarla Bitkileri Açısından Değerlendirilmesi. <http://www.akdeniz.edu.tr/ziraat/tr/ekaynak/ts005.pdf> (Erişim tarihi: 26.01.2010).
3. Carbonneau, A., Champagnol, F., Deloire, A. ve F. Sevilla., 1998. Récolte et Qualité du Raisin, in C. Flanzly. Fondements Scientifiques et Technologiques. Lavoisier Tec&Doc ed, 1311.
4. Carbonneau, A., Deloire, A., ve B. Jaillard, 2007. The Grapevine: Physiology, Terroir, Growing. Dunod., 442. Paris; France
5. Carbonneau, A. ve E. Bahar., 2009. Vine and Berry Responses to Contrasted Water Fluxes in Ecotron Around 'Veraison'. Manipulation of Berry Shrivelling and Consequences on Berry Growth, Sugar Loading and Maturation. Proceedings of the 16th International GiESCO Symposium July 12-15, 2009. University of California, Davis 145-152. USA.
6. Champagnol F., 1998. Critères de Qualité de la Vendange. In: C. Flanzly (Ed) Oenologie, Fondements Scientifiques et Technologiques, 653-659. Lavoisier Tec & Doc, Paris.
7. Considine, J.A. ve R.B. Knox., 1981. Tissue Origins Cell, Lineages and Patterns of Cell Division in the Developing Dermal System of the Fruits of *Vitis vinifera* L. *Planta*, 151: 403-412.
8. Coombe, B.G., 1976. The Development of Fleshy Fruits. *Annual Review of Plant Physiology* 27, 207-228.
9. Coombe, B.G., 2001. Ripening Berries - a Critical Issue. *Australian Vitic.* 5: 28-33.
10. Coombe, B. G. ve M.G. McCarthy., 2000. Dynamics of Grape Berry Growth and Physiology of Ripening. *Aust. J. Grape Wine Res.* 6, 131-135.
11. Deloire, A., Carbonneau, A., Wang, Z. ve H. Ojeda., 2004. Vine and Water. *J. Int. Sci. Vigne Vin*, 38(1): 1-13.
12. Esteban, M.A., Villanueva, M.J. ve J.R. Lissarrague., 1999. Effect of Irrigation on Changes in Berry Composition of Tempranillo During Maturation. Sugars, Organic Acids, and Mineral Elements. *Amer. J. Enol. and Vitic.* 50, 418-434.
13. Esteban, M.A., Villanueva, M.J. ve J.R. Lissarrague., 2001. Effect of Irrigation on Changes in the Anthocyanin Composition of the Skin of cv. Tempranillo (*Vitis vinifera* L.) Grape Berries During Ripening. *Journal of the Sci. of Food and Agric.* 81, 409-420.
14. Girona, J., Marshal, J., Mata, M., Del Campo, J. ve B. Basile., 2009. Phenological Sensitivity of Berry Growth and Composition of Tempranillo Grapevines (*Vitis vinifera* L.) to Water Stress. *Australian J. Grape and Wine Res.* Vol 15(3): 268-277.
15. Hardie, W.J. ve J.A. Considine., 1976. Response of Grapes to Water Deficit Stress in Particular Stages of Development. *Am. J. Enol. Vitic* 27: 55-61.
16. Holt, H.E., Francis, I.L., Field, J., Herderich, M.J. ve P.G. Iland., 2008. Relationships Between Berry Size, Berry Phenolic Composition and Wine Quality Scores for Cabernet Sauvignon (*Vitis vinifera* L.) From Different Pruning Treatments and Different Vintages. *Australian J. Grape and Wine Res.* 14: 191-202.
17. Jona, R. ve R. Botta, 1988. Fruit Set and Early Berry Development in Two Grapevine Cultivars. *Israel J. Bot.* 37, 203-216.
18. Kacar B., Katkat V. ve Ş. Öztürk., 2006. Bitki Fizyolojisi. Bursa 563.

19. Matthews, M.A., Anderson, M.M. ve H.R. Schultz., 1987. Phenologic and Growth Responses to Early and Late Season Water Deficits in Cabernet Franc. *Vitis* 26, 147-160.
20. Matthews M. A. ve M.M. Anderson., 1988. Fruit Ripening in *Vitis vinifera* L. Responses to Seasonal Water Deficits. *Amer. J. Enol. Vitic.*, 39: 4.
21. Matthews, M. A., Isii, R., Anderson, M. M. ve O'Mahony, M., 1990. Dependence of Wine Sensory Attributes on Vine Water Status, *J. Sci. Food Agric.* 51, 321-325.
22. Matthews. M.A. ve V. Nuzzo., 2007. Berry Size And Yield Paradigm on Grapes and Wine Quality. *Acta Hort.* 754, 423-435.
23. McCarthy, M.G., 1997. The Effect of Transient Water Deficit on Berry Development of cv. Syrah (*Vitis vinifera* L). *Aust. J. Grape Wine Res.* 3, 102-108.
24. Mullins, M.G., Bouquet, A. ve Williams, L.E., 1992. *Biology of the Grapevine*. Cambridge University Press: Cambridge.
25. Ojeda, H., Deloire, A., Carbonneau, A., Ageorges, A. ve C., Romieu, 1999. Berry Development of Grapevines: Relations Between the Growth of Berries and their DNA Content Indicate Cell Multiplication and Enlargement. *Vitis* 38, 145-150.
26. Ojeda, H., Deloire, A. ve A. Carbonneau., 2001. Influence of Water Deficits on Grape Berry Growth. *Vitis* 40(3): 141-145.
27. Ojeda, H., Andary, C., Kraeva, E., Carbonneau, A. ve A. Deloire., 2002. Influence of Pre- and Post-Veraison Water Deficit on Synthesis and Concentration of Skin Phenolic Compounds During Berry Growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. *American J. Enol. and Vitic.* 53: 261-267.
28. Poni, S., Lakso, A.N., Turner, J. R. ve R. E. Melious, 1994. Interactions of Crop Level and Last Season Water Stress on Growth and Physiology of Field-Grown Concord Grapevines. *Am. J. Enol. Vitic.* 45(2): 52-258.
29. Reynolds, A.G., Lowrey, W.D., Tomek, L., Hakimi, J. ve C. de Savigny., 2007. Influence of Irrigation on Vine Performance, Fruit Composition, and Wine Quality of Chardonnay in a Cool, Humid Climate. *American J. Enol. and Vitic.* 58: 217-228.
30. Roby, G., Harbertson, J.F., Adams, D.A. ve M.A. Matthews., 2004. Berry Size and Vine Water Deficits as Factors in Winegrape Composition: Anthocyanins and Tannins. *Australian J. Grape and Wine Res.* 10: 100-107.
31. Rogiers, S.Y., Hatfield, J.M. ve M. Keller., 2004. Irrigation, Nitrogen, and Rootstock Effects on Volume Loss of Berries from Potted Shiraz Vines. *Vitis* (1): 1-6.
32. Smith, R. ve T. Prichard., 2002. UC Cooperative Extension August <http://ucce.ucdavis.edu/files/filelibrary/2161/41093.pdf>. (Erişim tarihi: 13.12.2009).
33. Williams, L.E. ve M.A. Matthews., 1990. Grapevine. in *Irrigation of Agricultural Crops*. (Agronomy Monograph No. 30). Eds. B.A. Steward and D.R. Nielsen (ASA-CSSA-SSSA: Madison, WI) : 1019-1055.