



## Bazı Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Çeşitlerinde Tam ve Kısıtlı Sulama Uygulamalarının Tane Kalitesi Üzerine Etkisi

Sevgi Çalışkan<sup>1\*</sup>, Ramazan İlhan Aytekin<sup>1</sup>, Ayten Kübra Yağız<sup>2</sup>, Caner Yavuz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Aghan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye

<sup>2</sup>Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Aghan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Tarımsal Genetik Mühendisliği Bölümü, 51240 Niğde, Türkiye

### MAKALE BİLGİSİ

#### Araştırma Makalesi

Geliş 16 Kasım 2018  
Kabul 06 Aralık 2018

#### Anahtar Kelimeler:

*Phaseolus vulgaris*

Kuraklık

Şişme indeksi

Pişme süresi

Protein oranı

\*Sorumlu Yazar:

E-mail: scaliskan@ohu.edu.tr

### ÖZ

Bu çalışma, tam ve kısıtlı sulamanın farklı fasulye çeşitlerinden elde edilen tohumların yaş ve kuru tohum ağırlığı, su alma kapasitesi, su alma indeksi, kuru ve ıslak hacim, şişme kapasitesi, şişme indeksi, protein oranı ve pişme süresi gibi kalite özelliklerini belirlemek amacıyla Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Laboratuvarında yürütülmüştür. Çalışmada sekiz farklı fasulye çeşidi (Yunus 90, Cihan, Göynük 98, Batalla, Alberto, Arslan, Zirve, Noyanbey 98) kullanılmıştır. Deneme, tesadüf bloklarında bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak kurulmuştur. Çalışma sonucunda, incelenen tüm özellikler bakımından uygulamalar ve çeşitler arasında istatistiksel anlamda farklılıklar meydana gelmiştir. Kısıtlı sulama uygulamasından elde edilen tohumlar, incelenen tüm özellikler bakımından daha düşük değerler vermiştir. Kuru ve yaş ağırlık, su alma kapasitesi ve indeksi, şişme kapasitesi ve indeksi, kuru ve yaş hacim, pişme süresi ve protein oranı üzerine çeşitlerin istatistiki etkisi olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda pişme süresinin tane iriliği ile ilişkili olduğu; iri taneli çeşitlerde pişme süresinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, generatif dönemde ortaya çıkabilecek su kısıntısının kuru fasulyede tohum kalitesini olumsuz etkilediği, bu dönemde topraktaki yararlı su kapasitesinin %50'nin altına düşürülmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 6(12): 1853-1859, 2018

## Effect of Full and Limited Irrigation Treatments on Seed Quality of Some Common Bean Cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.)

### ARTICLE INFO

#### Research Article

Received 16 November 2018

Accepted 06 December 2018

#### Keywords:

*Phaseolus vulgaris*

Drought

Swelling index

Cooking time

Protein content

\*Corresponding Author:

E-mail: scaliskan@ohu.edu.tr

### ABSTRACT

The aim of the study is to determine the seed quality of different dry bean genotypes, grown under full and limited irrigation conditions. The study was conducted at Niğde Ömer Halisdemir University laboratories. Eight different dry bean cultivars (Yunus 90, Cihan, Goyunuk 98, Batalla, Alberto, Arslan, Zirve, Noyanbey 98) were used in the study. The study was established with 3 replications according to randomized split-plot design. Quality characters like dry and wet seed weight, water uptake capacity, water uptake index, dry and wet volume, swelling capacity and swelling index, cooking time and protein content were determined. In conclusion, statistically significant differences among applications and cultivars were observed in terms of the all parameters examined. The grains obtained from the limited irrigation plots, had lower values in terms of all evaluated properties. Differences between dry and wet weight, water uptake capacity and index, dry and wet volume, cooking time and protein content between cultivars were statistically significant. In the study, correlation between cooking time and grain size was determined, and it was concluded that enlarging in grains size increases the cooking time. In addition, it was concluded that limited irrigation in the reproductive period had a negative effect on seed quality of different dry bean cultivars and it should not be lowered below 50% of the water capacity in the soil during this period.

DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v6i12.1853-1859.2351>

## Giriş

Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) Fabaceae familyasının çift çenekli bir türü olup, düşük yağ içeriği, yüksek protein, vitamin (özellikle B kompleksi), mineral (demir, kalsiyum, bakır, çinko, fosfor, potasyum ve magnezyum), diyet lifi ve karbonhidrat gibi temel besin elementlerinin önemli bir kaynağıdır (Graham ve Ranalli, 1997; Shimelis ve Rakshit, 2005; Costa ve ark., 2006; Anton ve ark., 2008; Montoya ve ark., 2008; Gathu ve Njage, 2012; Ferreira ve ark., 2017). Kuru fasulye, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde insan beslenmesinde son derece önemli bir gıda kaynağıdır ve beslenmemizde gıda kaynağı olarak tüketilen dane baklagillerin %50'sini kuru fasulye oluşturmaktadır. İşlenmemiş tohumlar doğrudan pişirilerek tüketilebildiği gibi konserve ürünler ya da karışım (glutensiz buğday unu vb.) olarak çeşitli biçimlerde tüketilmektedir (Nciri ve ark., 2015). Temel gıda amaçlı baklagiller arasında dünyada soya ve yerfıstığından sonra en önemli üçüncü baklagil bitkisidir (Fageria ve ark., 2014). Ülkemizde 89.722 ha ekim alanı, 239.000 ton üretim ve 266 kg/da verime sahip olan kuru fasulye; toplam yemeklik baklagil ekim alanının %11,4'ünü üretim miktarının ise %20,5'ine sahiptir (Anonim, 2018a). Ülkemizde kuru fasulye milli yemeğimiz olup, hem şehirli ve hem de kırsal nüfus için önemli bir gıda kaynağı olarak beslenmemizde ayrıcalıklı bir yere sahiptir.

Fasulye tanesinde bulunan besin içeriği önemli bir kalite kriteri olup; çeşide, yetiştirildiği bölgeye, iklime, çevresel faktörlere, bitkinin yetiştiği toprak tipine ve kültürel uygulamalara bağlı olarak değişmektedir (Amir ve ark., 2007; Bozoğlu ve Sözen, 2007; Montoya ve ark., 2008; Gathu ve Njage, 2012; Barros ve Prudencio, 2016; Sözen ve ark., 2017). Ekolojik koşullar bakımından seçiciliği en fazla olan yemeklik tane baklagil bitkilerinden birisi fasulyedir. Fasulyenin su ve besin maddesi ihtiyacı oldukça fazladır ve yetiştirme süresi boyunca 300-400 mm toplam suya ihtiyaç gösterir. Fasulye bitkisinin suya en hassas olduğu dönemler çiçeklenme, bakla oluşumu ve tane doldurma dönemleridir (Castanede ve ark., 2006). Fasulye bitkisinde, çiçek oluşumu, tam çiçeklenme, meyve oluşumu ve dane dolmuş döneminde meydana gelen kuraklık stresi ürün veriminde %40-60 oranında kayba neden olmaktadır (Nunez ve ark., 2005). Verim azalmasının bitki başına bakla sayısı (%63,3), bakla başına tane sayısı (%28,9) ve tane ağırlığından (%22,3) kaynaklandığı bildirilmiştir (Nunez ve ark., 2005). Tohum gelişimi esnasında meydana gelen kuraklık tohum kalitesini azaltır (Dornbos ve ark., 1989; Smicklas et al., 1992; Heatherly, 1993; Egli ve ark., 2005). Baklagillerde özellikle generatif dönemde yaşanan kuraklığın, vejetatif döneme göre tohum gelişimini ve kalitesini daha fazla olumsuz etkilediği bilinmektedir. Tanenin fiziksel kalite özellikleri olarak bilinen kuru tohum ağırlığı, yaş tohum ağırlığı, su alma kapasitesi, su alma indeksi, şişme kapasitesi, şişme indeksi ile teknolojik özellikler olarak bilinen kuru ve ıslak hacim, pişme süresi ve protein oranı gibi özellikler ve beslenme kalitesi üzerine çeşitli çalışmalar yapılmıştır (Gubbels ve Khan, 1991; Shimelis ve Rakshit, 2005; Anton ve ark., 2008; Montoya ve ark., 2008; Wang ve ark., 2010; Gathu ve Njage, 2012; Barros ve Prudencia, 2016; Ferreira ve ark., 2017).

Bu çalışmada, generatif dönemde tam ve kısıntılı sulamanın farklı kuru fasulye çeşitlerinin tane kalite özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

## Materyal ve Yöntem

Araştırma, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi Laboratuvarlarında yürütülmüştür. Çalışmada, tam ve kısıntılı sulama uygulamasından elde edilen bodur ve yarı sarılıcı tip forma sahip sekiz farklı fasulye çeşidinin (Yunus 90, Cihan, Göynük 98, Batalla, Alberto, Arslan, Zirve, Noyanbey 98) tohumları materyal olarak kullanılmıştır.

Araştırma materyalimizi oluşturan tohumların elde edildiği tarla çalışmaları; 2015 ve 2016 yıllarında iki yıl süreyle Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Ayhan Şahenk Tarım Bilimleri ve Teknolojileri Fakültesi, Bitkisel Üretim ve Teknolojileri Bölümü Araştırma ve Uygulama alanında yürütülmüştür. Deneme alanı toprağı orta derecede alkali (pH= 8,1-8,4) toprak reaksiyonu özelliğinde, tınlı (%45,4) ve killi-tınlı (55,2) bir yapı göstermekte olup, organik madde (%1,8-2,2) bakımından orta düzeyde, tuz içeriği (0-0,01) az ve kireç (%22,4-23,0) açısından fazla bir yapıdadır. Tarla çalışmaları, tam ve kısıntılı sulama uygulaması ana parsellere, sekiz çeşit alt parsellere gelecek şekilde bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekrarlı olarak kurulup yönetilmiştir. Sulama uygulamaları: a) "Kontrol" (bitkiler sıcaklık ve yağış durumuna bağlı olarak 4-5 günde bir sulanmış) ve b) "Kısıntılı sulama" (bitkiler 8-10 günde bir sulanmış) olarak yapılmıştır. Çalışmamızda sulama, damlama sulama şeklinde yapılmıştır. Sulama aralığı kontrol uygulamasının tarla kapasitesinin %50 seviyesine inmesine göre ayarlanmıştır. Denemede her bir alt parsel, 5 m uzunluğunda ve 60 cm sıra aralıklı 6 sıradan oluşmuş, alt parsel boyutu 5,0 × 3,6 = 18 m<sup>2</sup> olmuştur. Deneme ekimleri 2015 yılında 8 Mayıs, 2016 yılında 25 Nisan tarihlerinde yapılmıştır. Bitkilere üst gübre olarak V4 ve R1 aşamalarında 7 kg /da saf azot olacak şekilde %46'lık üre gübresi uygulanmıştır. Denemenin hasadı, kontrol ve su stresi uygulamalarına ve çeşitlere göre değişmekle birlikte her iki yılda da Eylül ayı başından, Ekim ayı sonuna kadar devam etmiştir. Her parselin 3. ve 4. sıralarında bulunan bitkiler hasat edilmiş, harmanlanarak sap ve tohumlar ayrılmıştır.

Kontrol ve kısıntılı sulama koşullarında yetiştirilen 8 farklı kuru fasulye çeşidinden elde edilen tohumların kuru ağırlık, yaş ağırlık, su alma kapasitesi, su alma indeksi, kuru hacim, ıslak hacim, şişme kapasitesi, şişme indeksi, pişme süresi ve protein oranı içerikleri gibi kalite özellikleri aşağıda açıklandığı şekilde belirlenmiştir (Anonim, 2018b).

Kuru ağırlık: 100 adet kuru fasulye sayılmış, tartılmış ve kuru ağırlık olarak kaydedilmiştir.

Yaş Tane Ağırlığı (g): 100 tane ağırlığı belirlenen örnekler 250 ml'lik erlenmayerlere konulup her birinin üzerine 150 ml deiyonize su ilave edilmiş ve ağızları kapatılarak 16 saat oda sıcaklığında ıslanmaya bırakılmıştır. Islatma işlemi tamamlandıktan sonra örneklerin suyu süzülmesi ve fazla su kağıt havlu ile

alınmış ve tartılmıştır. Elde edilen sonuç yaş ağırlık olarak kaydedilmiştir.

Su Alma Kapasitesi (g/tane): Yaş ağırlığı belirlenen örneklerden şişmemiş olan sert kabuklu taneler ayrılarak tartıldıktan sonra aşağıda belirtilen formüle göre su alma kapasitesi (SAK) hesaplanmıştır.

$$SAK = [Y - (X - (X/100) \times N2) / (N1 - N2)]$$

X : Kuru ağırlık (g)

Y : Şişmeyen taneler ayrıldıktan sonraki yaş ağırlık

N1 : Başlangıçtaki tane adedi

N2 : Şişmemiş sert kabuklu tane adedi

Su alma indeksi (%): Su alma kapasitesinin tek tane ağırlığına bölünmesiyle su alma indeksi (SAİ) elde edilmiştir.

$$SAİ = \text{Şişme kapasitesi (g/tane)} / (\text{Kuru ağırlık} / 100)$$

Şişme kapasitesi (ml/tane): Tane ağırlığı saptanan 100 tohum, 100 ml su içeren ölçülü silindire konularak hacmi belirlenmiş ve 16 saat suda bekletildikten sonra şişen tohumlar ölçülü silindire alınıp üzerine 100 ml su ilave edilerek tekrar hacimleri saptanmış ve aşağıda verilen formül yardımıyla şişme kapasitesi (ŞK) hesaplanmıştır.

$$SK = (Y1 - Y2) - [(X1 - X2) - ((X1 - X2) / N1) \times N2] / (N1 - N2)$$

Y1 : Su + ıslatılmış tohumların hacmi

Y2 : Islatılmış tohumlara ilave edilen suyun hacmi

X1 : Su + kuru tohum hacmi

X2 : Kuru tohuma eklenen suyun hacmi

N1 : Başlangıçtaki tane adedi

N2 : Şişmemiş sert kabuklu tane adedi

Şişme indeksi (%): Yaş hacim-100/Kuru hacim-50

Pişme Süresi (dak.): 100 adet ıslatılmış kuru fasulye numunesi kaynayan suyun içerisine atılmış, 40 dakikadan sonra her 5 dakikada bir kontrol edilmiştir. Kabuğu soyulup tane ikiye ayrıldığında içindeki beyaz nokta kaybolunca pişme süresi olarak kaydedilmiştir.

Çizelge 1 Tam ve kısıtlı sulamanın fasulye çeşitlerinin tohum kuru ve yaş ağırlıkları ile tohum su alma kapasitesi ve indeksine etkisine ilişkin iki yıla ait ortalama değerler

Table 1 Influence of full and water deficit on seed dry and wet weight and water uptake capacity and water uptake index of different dry bean cultivars in two years (combined analysis of two years)

Çeşit/Uyg.	Kuru ağırlık (g)		Yaş ağırlık (g)		Su alma kapasitesi (g/tane)		Su alma indeksi (%)	
	TS	KS	TS	KS	TS	KS	TS	KS
Yunus 90	39,6 <sup>a</sup>	34,4 <sup>a</sup>	90,7 <sup>a</sup>	78,3 <sup>a</sup>	0,51 <sup>a</sup>	0,43 <sup>a</sup>	1,29 <sup>a</sup>	1,27 <sup>a</sup>
Cihan	38,8 <sup>ab</sup>	36,4 <sup>a</sup>	82,9 <sup>b</sup>	77,2 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,40 <sup>a</sup>	1,13 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>
Göynük 98	36,7 <sup>bc</sup>	35,5 <sup>a</sup>	81,4 <sup>b</sup>	78,8 <sup>a</sup>	0,44 <sup>b</sup>	0,43 <sup>a</sup>	1,23 <sup>a</sup>	1,21 <sup>a</sup>
Alberto	32,8 <sup>d</sup>	31,3 <sup>b</sup>	69,4 <sup>c</sup>	64,3 <sup>bc</sup>	0,36 <sup>c</sup>	0,32 <sup>b</sup>	1,11 <sup>b</sup>	1,05 <sup>c</sup>
Batalla	36,6 <sup>bc</sup>	35,8 <sup>a</sup>	70,6 <sup>c</sup>	68,0 <sup>b</sup>	0,33 <sup>cd</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,92 <sup>c</sup>	0,89 <sup>d</sup>
Zirve	34,6 <sup>cd</sup>	33,9 <sup>ab</sup>	66,2 <sup>c</sup>	59,4 <sup>c</sup>	0,31 <sup>d</sup>	0,25 <sup>c</sup>	0,91 <sup>c</sup>	0,75 <sup>e</sup>
Arslan	35,7 <sup>c</sup>	35,4 <sup>a</sup>	69,7 <sup>c</sup>	66,9 <sup>b</sup>	0,34 <sup>cd</sup>	0,31 <sup>b</sup>	0,95 <sup>c</sup>	0,88 <sup>d</sup>
Noyanbey 98	38,5 <sup>ab</sup>	34,5 <sup>a</sup>	86,3 <sup>ab</sup>	76,0 <sup>a</sup>	0,47 <sup>ab</sup>	0,41 <sup>a</sup>	1,24 <sup>a</sup>	1,20 <sup>ab</sup>
Ortalama	36,7	34,7	77,2	71,1	0,40	0,35	1,10	1,05
LSD (%5)	2,296	2,772	5,916	7,264	0,0421	0,0487	0,0967	0,0877
Tekerrür	0,827	0,982	3,258	4,710	0,0001	0,0004	0,0001	0,0059
Çeşit	15,74 <sup>**</sup>	7,561 <sup>*</sup>	257,11 <sup>**</sup>	164,69 <sup>**</sup>	0,0162 <sup>**</sup>	0,0137	0,069 <sup>**</sup>	0,105 <sup>**</sup>
Hata	1,720	2,506	11,415	17,210	0,0005	0,0007	0,003	0,002
DK (%)	3,576	4,565	4,376	5,831	5,942	7,643	5,012	4,769

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01, TK: Tam sulama, KS: Kısıtlı sulama

Protein Oranı (%): Her uygulamadan alınan ve kurutulup öğütülen tohum örneklerinden alınan 1 gr örneğin Kjeldahl metoduna göre azot içerikleri tespit edilmiştir. Analizler sonucu bulunan azot miktarı 6,25 katsayısıyla çarpılarak tanelerin içerdiği protein oranları % olarak hesaplanmıştır.

Araştırmada elde edilen iki yıllık veriler SAS (SAS Institute, 1996) istatistik programında bölünmüş parseller deneme desenine göre varyans analizine tabi tutulmuş elde edilen ortalama değerler arasındaki farklılıklar, Duncan çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %5 önem seviyesinde karşılaştırılmıştır.

## Araştırma Bulgular ve Tartışma

Tam ve kısıtlı sulama koşullarında yetiştirilen kuru fasulye çeşitlerinden elde edilen tohumlarda kuru (g) ve yaş ağırlıkları (g) ile su alma kapasitesi (g/dane) ve su alma indeksi (%) değerleri Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1’in incelenmesinden de görüldüğü gibi; tam sulama yapılan uygulamalardan elde edilen tohumların, kuru ağırlık verileri (100 tohum ağırlığı), kısıtlı sulama uygulaması yapılan tohumlardan elde edilenlere göre rakamsal olarak daha yüksek olmuştur. Tam sulama yapılan uygulamalardan elde edilen tohumlarda en yüksek tohum kuru ağırlığı 39,6 g ile Yunus 90 çeşidinde, kısıtlı su uygulamasında ise 36,4 g ile Cihan çeşidinden elde edilmiştir. Fasulyede çiçeklenme ve dane dolun periyodu esnasında su stresinin 100-tane ağırlığını azalttığı (Singh, 1995; Szilagyı, 2003) ve kısıtlı sulamanın kuru tohum ağırlığını olumsuz etkilediği Golezani ve Oskooyi, (2008), Saucedo ve ark. (2009) ile Rezene ve ark. (2011) tarafından da bildirilmektedir.

Çalışmada, kuru tohum ağırlıkları her iki uygulamada da çeşitlere göre farklılık göstermiş; bu da çeşitlerin tohum iriliklerinin farklı olmasından kaynaklanmıştır. Kuru fasulyede tohum iriliğinin verimi doğrudan etkileyen önemli bir faktör olması yanında; tüketici tercihlerini belirleyen en önemli kriterdir ve tüketiciler genelde büyük taneli çeşitleri tercih etmektedir.

Çizelge 2 Tam ve kısıtlı sulamanın fasulye çeşitlerinin tohum kuru ve ıslak hacim ile protein oranına etkisine ilişkin iki yıla ait ortalama değerler

Table 2 Influence of full and water deficit on seed dry and wet volume and protein content of different dry bean cultivars in two years (combined analysis of two years)

Çeşit/Uyg.	Kuru hacim (ml)		Islak hacim (ml)		Protein oranı (%)	
	TS	KS	TS	KS	TS	KS
Yunus 90	56,0 <sup>a</sup>	48,6 <sup>ab</sup>	143,5 <sup>a</sup>	107,8 <sup>ab</sup>	22,8 <sup>b</sup>	21,0 <sup>d</sup>
Cihan	55,0 <sup>ab</sup>	51,0 <sup>a</sup>	127,2 <sup>b</sup>	109,0 <sup>ab</sup>	22,7 <sup>b</sup>	22,8 <sup>a</sup>
Göynük 98	52,0 <sup>bc</sup>	48,3 <sup>ab</sup>	122,7 <sup>b</sup>	109,7 <sup>a</sup>	22,5 <sup>bc</sup>	21,2 <sup>cd</sup>
Alberto	45,2 <sup>e</sup>	43,8 <sup>c</sup>	102,3 <sup>c</sup>	93,7 <sup>c</sup>	23,0 <sup>b</sup>	21,1 <sup>cd</sup>
Batalla	49,8 <sup>cd</sup>	48,1 <sup>ab</sup>	108,3 <sup>c</sup>	104,0 <sup>abc</sup>	22,9 <sup>b</sup>	21,1 <sup>cd</sup>
Zirve	46,8 <sup>de</sup>	46,3 <sup>bc</sup>	104,0 <sup>c</sup>	91,7 <sup>c</sup>	22,9 <sup>b</sup>	21,8 <sup>b</sup>
Arslan	49,6 <sup>cd</sup>	48,3 <sup>ab</sup>	109,2 <sup>c</sup>	96,3 <sup>bc</sup>	22,2 <sup>c</sup>	21,3 <sup>c</sup>
Noyanbey 98	55,0 <sup>ab</sup>	48,8 <sup>ab</sup>	130,0 <sup>b</sup>	115,5 <sup>a</sup>	23,7 <sup>a</sup>	21,7 <sup>b</sup>
Ortalama	51,2	47,9	118,4	103,5	22,7	21,5
LSD (%5)	3,273	4,139	10,684	13,075	0,540	0,364
Tekerrür	6,125	8,718	51,822	34,197	0,154	0,016
Çeşit	48,105 <sup>**</sup>	13,069	647,879 <sup>**</sup>	222,589 <sup>*</sup>	0,525 <sup>**</sup>	1,204 <sup>**</sup>
Hata	3,494	5,587	37,228	55,746	0,095	0,043
DK (%)	3,652	4,931	5,153	7,217	1,367	0,966

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01, TK: Tam sulama, KS: Kısıtlı sulama

Çizelge 3 Tam ve kısıtlı sulamanın fasulye çeşitlerinin tohum şişme kapasitesi ve şişme indeksi ile pişme süresine ilişkin iki yıla ait ortalama değerler

Table 3 Influence of full and water deficit on seed swelling capacity and index and cooking time of different dry bean cultivars in two years (combined analysis of two years)

Çeşit/Uyg.	Şişme kapasitesi (ml/tane)		Şişme indeksi (%)		Pişme süresi(dak)	
	TS	KS	TS	KS	TS	KS
Yunus 90	0,87 <sup>a</sup>	0,59 <sup>abc</sup>	1,56 <sup>a</sup>	1,21 <sup>ab</sup>	57,5 <sup>a</sup>	71,0 <sup>a</sup>
Cihan	0,72 <sup>b</sup>	0,58 <sup>abc</sup>	1,31 <sup>bc</sup>	1,13 <sup>ab</sup>	55,0 <sup>a</sup>	67,5 <sup>b</sup>
Göynük 98	0,70 <sup>b</sup>	0,61 <sup>ab</sup>	1,35 <sup>bc</sup>	1,27 <sup>a</sup>	48,0 <sup>b</sup>	57,5 <sup>cd</sup>
Alberto	0,53 <sup>c</sup>	0,53 <sup>bcd</sup>	1,20 <sup>c</sup>	1,21 <sup>ab</sup>	50,0 <sup>b</sup>	52,0 <sup>e</sup>
Batalla	0,59 <sup>c</sup>	0,55 <sup>abcd</sup>	1,21 <sup>c</sup>	1,17 <sup>ab</sup>	50,0 <sup>b</sup>	59,0 <sup>c</sup>
Zirve	0,57 <sup>c</sup>	0,45 <sup>d</sup>	1,21 <sup>c</sup>	0,98 <sup>b</sup>	47,0 <sup>bc</sup>	55,0 <sup>d</sup>
Arslan	0,59 <sup>c</sup>	0,48 <sup>cd</sup>	1,19 <sup>c</sup>	0,99 <sup>b</sup>	44,0 <sup>c</sup>	60,0 <sup>c</sup>
Noyanbey 98	0,75 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>	1,39 <sup>b</sup>	1,36 <sup>a</sup>	47,5 <sup>bc</sup>	59,0 <sup>c</sup>
Ortalama	0,67	0,56	1,30	1,17	50,0	60,0
LSD (%5)	0,088	0,119	0,162	0,253	3,953	3,222
Tekerrür	0,007	0,003	0,043	0,026	1,822	3,385
Çeşit	0,039 <sup>**</sup>	0,014 <sup>*</sup>	0,049 <sup>*</sup>	0,051	57,998 <sup>**</sup>	118,117 <sup>**</sup>
Hata	0,002	0,004	0,008	0,020	5,096	3,385
DK (%)	7,531	12,193	7,094	12,403	4,525	3,061

\*: P<0,05, \*\*: P<0,01, TK: Tam sulama, KS: Kısıtlı sulama

Çalışmamızda yaş tane ağırlıkları da uygulamalara göre farklılık göstermiş ve kuru tohum ağırlık değerlerinde olduğu gibi tam sulama uygulamasından elde edilen tohumların yaş ağırlık değerleri kısıtlı sulama uygulamasından elde edilen değerlere göre rakamsal olarak daha yüksek olmuştur (Çizelge 1). Yine yaş tane ağırlığı değerleri çeşitlere göre farklılık göstermiş ve en yüksek yaş tane ağırlığı tam sulama uygulamasında 90,7 g ile en iri tohuma sahip Yunus 90 çeşidinden, kısıtlı sulama uygulamasında ise 66,2 g ile Zirve çeşidinden elde edilmiştir.

Çalışmada çeşitlerin yaş ağırlık ortalamaları tane iriliklerine göre değiştiği gözlenmiştir. Tane iriliği arttıkça su alma kapasitesi artacağından, tane iriliğinin yüksek olduğu çeşitlerde yaş ağırlık değerleri de yüksek olmuştur. Bulgularımız Kınacı ve ark. (2008) ve Al-

Suhaibani (2009) ile paralellik göstermiştir. Tanenin hidrasyon özelliklerinden birisi olan su alma kapasitesi, tanenin bünyesine su aldıktan sonra gram olarak ağırlık artışını ifade etmektedir. Bu özellik hem pişmeyi hem de tanede su alarak meydana gelen irileşmeyi belirler. Çalışmamızda uygulamalara göre su alma kapasitesi ve su alma indeksi farklı olmuş; tam sulama uygulaması yapılan parsellerden elde edilen tohumların su alma kapasiteleri ve su alma indeksi değerleri daha yüksek olmuştur. Kısıtlı sulama fasulye tanelerinin su alma kapasitesini ve indeksini azaltmıştır. Tam ve kısıtlı sulama uygulamasında ortalama su alma kapasitesi sırasıyla 0,40 ve 0,35 g/tane, su alma indeksi ise % 1,10 ve % 1,05 olarak gerçekleşmiştir. Su alma kapasitesi ve indeksi çeşitlere göre de farklılık göstermiştir. Yunus 90 çeşidi tam sulama uygulamasında en yüksek su alma kapasitesi, su alma

indeksi ile şişme kapasitesi ve şişme indeksi değerlerini vermiş ve diğer tüm çeşitlerden farklı olmuştur. Tohumun su alma kapasitesi tohum büyüklüğü ile doğrudan ilişkilidir (Kınacı ve ark.,2008). Sefa-Dedah ve Stanley (1979) tohum büyüklüğü ve tohum kabuğu kalınlığının baklagil tohumlarının su alma kapasitesi üzerine önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. Muller (1967), tohumların su alma kapasitesi hücre duvarının yapısına, tohumun bileşenine ve tohumdaki hücrelerin yoğunluğuna bağlı olduğunu bildirmiştir.

Kuru tohum ve ıslak hacim değerleri uygulamalara göre farklılık göstermiş, ortalama kuru hacim tam sulama uygulamasında 51,2 ml, kısıtlı sulama uygulamasında 47,9 ml iken ortalama ıslak hacim değerleri tam sulama uygulamasında 118,4 ml, kısıtlı sulama uygulamasında ise 103,5 ml olarak gerçekleşmiştir. Çeşitlerin kuru hacim ortalamaları tam sulama uygulamasında en yüksek Yunus 90 çeşidinde, kısıtlı sulama uygulamasında ise Cihan çeşidinden elde edilirken, her iki uygulamada da en düşük kuru hacim Alberto çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmamızda iri taneli çeşitlerin kuru hacim ortalamasının da yüksek olduğu belirlenmiştir (Çizelge 1,2). Şehirli ve Atlı (1993), fasulye ile yapmış olduğu bir çalışmada kuru ağırlık ile kuru hacim arasında yüksek korelasyon olduğunu ortaya koymuştur, bu çalışma sonucu da bulgularımızı desteklemektedir. Kuru fasulye, yarı gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde önemli bir protein kaynağıdır. Brezilya'da yürütülen bir çalışmada farklı kuru fasulye genotiplerinde protein içeriğinin %22,30-24,86 (Barros ve Prudencio, 2016) arasında, dört farklı fasulye çeşidi ile yapılan başka bir çalışmada da protein oranı %22,3 ile %26,7 arasında değiştiği bildirilmiştir (Wani ve ark., 2017). Çalışmamızda protein oranı uygulamalara göre farklılık göstermiş; tam sulama yapılan uygulamalardan (%22,7) elde edilen tohumlarda ortalama protein oranı kısıtlı sulama yapılan uygulamalardan elde edilen tohumlardaki protein oranından (%21,5) daha yüksek olmuştur (Çizelge 2). Protein oranı yine çeşitlere göre de farklılık göstermiş; tam sulama uygulamasında en yüksek protein oranı Noyanbey 98 çeşidinden, kısıtlı sulama uygulamasında ise Cihan çeşidinden elde edilmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, su eksikliğine bağlı olarak tüm çeşitlerde toplam tohum proteininde genel bir azalma eğilimi olduğunu göstermiştir. Fresneau ve ark. (2007), kuraklığın protein sentezinin engellenmesi de dahil olmak üzere bir dizi fizyolojik ve biyokimyasal aşamalarda değişikliklere neden olduğunu bildirmiştir. Kuraklığa bağlı olarak protein biyosentezinin engellenmesi, tane baklagil tohumlarının kalitesindeki kayıplardan sorumludur (Farooq ve ark., 2016), su kısıtlı çevrelerde hem bölünmenin ve hem de azot fiksasyonunun engellenmesi baklagil tanelerinde protein birikimini azaltır (Singh, 2007). Daha önceki yapılmış olan çalışmalarda, tohum protein içeriğinin büyük ölçüde genetik geçmişine ve meyve dolum döneminde özellikle yüksek sıcaklık ve kuraklık gibi çevresel faktörlere bağlı olduğu bildirilmiştir (Rharrabti ve ark., 2001; Ashraf ve Iram, 2005). Yine daha önceki yıllarda yürütülmüş olan farklı çalışmalarda kuraklığın kuru fasulye tohumlarında Fe, Zn, P ve içeriklerini azalttığı ve bunun sonucu olarak tohum protein içeriğinin azaldığı (Ghanbari ve ark., 2013a), meyve dolum döneminde kuraklığa maruz kalan

farklı fasulye çeşitlerinde tohum azot ve protein içeriğinde önemli azalmalar olduğu kaydedilmiştir (Ghanbari ve ark., 2013b).

Şişme kapasitesi, su alma kapasitesinde ağırlık olarak verilen değerlerin volümetrik olarak belirlenmesidir. Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarından elde edilen fasulye tohumlarının ortalama şişme kapasitesi ve şişme indeksi değerleri farklılık göstermiş; her iki özellik bakımından kısıtlı sulama uygulamasından elde edilen değerler daha düşük olmuştur. Şişme kapasitesi ve şişme indeksi de uygulamalara göre çeşitler arasında önemli farklılıklar göstermiştir. Çeşitlerin şişme kapasitesi tam sulama uygulamasında 0,53-0,87, kısıtlı sulama uygulamasında 0,45-0,67 arasında; şişme indeksi ise uygulamalara göre sırasıyla 1,20-1,56 ile 0,98-1,36 arasında değişmiştir. Saha ve ark. (2009) ile Wani ve ark. (2017) farklı fasulye çeşitlerinde şişme kapasitesi ve şişme indeksi için benzer değerler bildirmişlerdir. Şişme kapasitesi ve şişme indeksi parametrelerinde genel olarak tane iriliği ön plana çıkmıştır. Tane iriliği fazla olan çeşitlerin tohumlarında şişme kapasitesi ve şişme indeksi ortalamaları yüksek, az olanlarda ise düşük bulunmuştur. Baklagillerde pişme süresi kaliteyi belirlemede kullanılan önemli bir kriterdir ve tüketici tercihini belirler. Çalışmamızda ortalama pişme süresi, tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında sırasıyla 50,0 ve 60,0 dakika olarak gerçekleşmiştir. Kısıtlı sulamanın tanenin pişme süresini arttırdığı tespit edilmiştir (Çizelge 3). Tam ve kısıtlı sulama uygulamalarında ortalama pişme süreleri çeşitlere göre farklılık göstermiş; uygulamalara göre sırasıyla 44,0 (Arslan)-57,5 (Yunus 90) ile 52,0 (Alberto)-71,0 (Yunus 90) dakika olarak gerçekleşmiştir. Çalışmamızda kuru ağırlıkları yüksek olan çeşitlerin pişme sürelerinin uzun olduğu, düşük olanların ise pişme sürelerinin kısa olduğu tespit edilmiştir. Williams ve ark. (1987) baklagiller için pişme süresinin kalıtsal bir özellik olduğunu bildirmişlerdir. Baklagillerde pişme süresi tane iriliği ile ilişkili olduğu kadar (Bhaty, 1984) tohum kuru ve yaş ağırlık, ıslak ve kuru hacim, su alma ve şişme kapasitesi ile önemli derecede ilişkili olduğu bildirilmiştir (Ercan ve ark., 1994). Pişme süresinin uzunluğu baklagillerin kullanımındaki kısıtlamalardan birisi olup, istenen bir özellik değildir. Baklagillerde aşırı pişirme nedeniyle proteinlerin beslenme değerinde azalma (Bishnoi ve Khetarpaul, 1993) ve uzun pişme esnasında suya geçen kuru madde miktarında artma olmakta (Çulha ve Bozoğlu, 2017); bu durum da yemek suyunun koyulaşmasına neden olmakta ve tüketici tercihini olumsuz etkilemektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada, tam ve kısıtlı sulama uygulamalarının farklı kuru fasulye çeşitlerinde tohumun fiziksel kalite özellikleri üzerine etkileri belirlenmiştir. Kuru ve yaş ağırlık, su alma kapasitesi ve indeksi, kuru ve ıslak hacim, şişme kapasitesi ve indeksi, protein oranı ve pişme süresi gibi kalite özellikleri bakımından uygulama ve çeşitler arasında farklılıklar saptanmıştır. Çalışmamızda incelenen tüm özelliklerin çeşitlerin tohum irilikleri ile ilişkili olduğu; iri taneli çeşitlerde kuru ve ıslak hacim, su alma ve şişme kapasitesi ile pişme süresinin arttığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada, generatif dönemde ortaya çıkabilecek su kısıtlısının kuru fasulyede tohum

kalitesini olumsuz etkilediği, bu dönemde topraktaki yararılı su kapasitesinin %50'nin altına düşürülmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

## Teşekkür

Bu çalışmaya FEB 2015/05 numaralı proje ile finansal destek sağlayan Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimine ve çalışanlarına katkılarından dolayı teşekkür ederim.

## Kaynaklar

- Anonim 2018a. <https://biruni.tuik.gov.tr/bitkiselapp/bitkisel.zul>
- Anonim 2018b. Tohumluk Tescil Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı. <https://www.tarimorman.gov.tr/BUGEM/TTSM/Belgeler>
- Al-Shaibani NA. 2009. Influence of Early Water Deficit on Seed Yield and Quality of Faba Bean under Arid Environment of Saudi Arabia. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci.*, 5(5):649-654.
- Amir Y, Haenni A, Youyou A. 2007. Physical and biochemical differences in the composition of the seeds of Algerian leguminous crops. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20(6): 466-471.
- Ashraf M, Iram A. 2005. Drought stress induced changes in some organic substances in nodules and other plant parts of two potential legumes differing in salt tolerance. *Flora*, 200:535-546.
- Anton AA, Ross KA, Beta T, Fulcher RG, Arntfield SD. 2008. Effect of pre-dehulling treatments on some nutritional and physical properties of navy and pinto beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Science and Technology*, 41(5): 771- 778.
- Bozoğlu H, Sözen Ö. 2007. Some Agronomic Properties of the Local Population of Common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) of Artvin Province, *Turkish Journal of Agriculture and Forestry*, 31 (5): 327-334.
- Barros M, Prudencio SH. 2016. Physical and chemical characteristics of common bean. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(2):751-762.
- Bhatty RS. 1984. Relationship Between Physical and Chemical Characters and Cooking Quality in Lentil. *Journal of Agric. and Food Chem.*, 32(5): 1161-1166.
- Bishnoi S, Khetarpaul N. 1993. Variability in physico-chemical properties and nutrient composition of different pea cultivars. *Food Chemistry*, 47.:371-373.
- Costa EGA, Monici KSQ, Reis SMPM, Oliveira AC. 2006. Chemical composition, dietary fiber and resistant starch contents of raw and cooked pea, common bean, chickpea and lentil legumes. *Food Chemistry*, 94(3): 327-330.
- Çulha G, Bozoğlu H. 2017. Amazon ve Sırma Börülce Çeşitlerinin Tane Kalitesine Farklı Kültürel Uygulamaların Etkisi. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, 20 (Özel Sayı):362-366.
- Dornbos DL. Jr. Mullen RE, Shibles RM. 1989. Drought stress effects during seed fill on soybean seed germination and vigor. *Crop Sci.* 29:476-480.
- Egli DB, TeKrony DM, Heitholt JJ, Rupe J. 2005. Air temperature During Seed Filling and Soybean Seed Germination and Vigor. *Crop Science*, 45:1329-1335.
- Ercan R, Ath A, Köksel H, Dağ A. 1994. Cooking Quality and Composition of Dry Beans Grown in Turkey. *GIDA*, 19(5):313-316.
- Fageria NK, Melo LC, Ferreira EPB, Oliveira JP, Knupp AM. 2014. Dry Matter, Grain Yield, and Yield Components of Dry Bean as Influenced by Nitrogen Fertilization and Rhizobia. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 45:111-125.
- Ferreira CD, Ziegler V, Paraginski RT, Vanier NL, Elias MC, Oliveira M. 2017. Physicochemical, antioxidant and cooking quality properties of long-term stored black beans: effects of moisture content and storage temperature. *International Food Research Journal*, 24(6): 2490-2499.
- Fresneau C, Ghashghaie J, Cornic G. 2007. Drought effect on nitrate reductase and sucrose-phosphate synthase activities in wheat (*Triticum durum* L.): role of leaf internal CO<sub>2</sub>. *Journal Experimental Botany*, Advance Access:1-10.
- Gathu WE, Njage PMK. 2012. Physical characterization of new advanced drought tolerant common bean (*Phaseolus vulgaris*) lines for canning quality. *American Journal of Food Technology*, 7(2): 22-28.
- Ghanbari AA, Shakiba MR, Toorchi M, Choukan R. 2013a. Nitrogen changes in the leaves and accumulation of some minerals in the seeds of red, white and chitti beans (*Phaseolus vulgaris*) under water deficit conditions. *Aust. J. Crop Sci.*, 7: 706-712.
- Ghanbari AA, Mousavi SH, Mousapour Gorji A, Rao I. 2013b. Effects of Water Stress on Leaves and Seeds of Bean. *Turkish Journal of Field Crops*, 18(1):73-77.
- Golezani GK, Oskooyi MR. 2012. Effect of water supply on seed quality development in common bean (*Phaseolus vulgaris* var.). *International Journal of Plant Production*, 2(2): 117-124.
- Graham PH, Ranalli P. 1997. Common bean. *Field Crops Research*, 53(1-3): 131-146.
- Gubbels GH, Khan SH. 1991. Effect of seed quality on cooking quality and yield of subseque. crop of field pea. *Can J. Plant Sci.*, 71: 857-859.
- Kınacı G, Akın R, Kınacı E. 2008. Farklı Sulama Rejimlerinin Kuru Fasulyenin (*Phaseolus vulgaris* L.) Fiziksel Kalite Özellikleri Üzerine Etkileri. *C.B.Ü. Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2): 179-186.
- Heatherly LG. 1993. Drought stress and irrigation effects on germination of harvested soybean seed. *Crop Sci.* 33: 777-781.
- Montoya CA, Leterme P, Victoria NF, Toro O, Souffrant WB, Beebe S, Lalles JP. 2008. Susceptibility of phaseolin to in vitro proteolysis is highly variable across common bean varieties (*Phaseolus vulgaris*). *Journal Agricultural of Food Chemistry*, 56(6): 2183-2191.
- Muller FM. 1967. Cooking quality of pulses. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 18: 292-295.
- Nunez Barrios A, Hoogenboom G, Nesmith DS. 2005. Drought stress and distribution of vegetative and reproductive traits of a bean cultivar. *Sci. Agric. Piracicaba, Braz.*, 62: 18-22.
- Nciri N, El Mhamdi F, Ismail HB, Mansour AB, Fennira F. 2015. Physical Properties of Three White Bean Varieties (*Phaseolus vulgaris* L.) Grown in Tunisia. *Journal of Applied Science and Agriculture*, 9(11): 195-200.
- Rezene Y, Gebeyehu S, Zelleke H. 2011. Genetic variation for drought resistance in small red seeded common bean genotypes. *Afr. Crop. Sci. J.* 19: 303-312.
- Rharrabti Y, Villegas D, Garcia Del Moral LF, Aparicio N, Elhani S, Royo C. 2001 Environmental and genetic determination of protein content and grain yield in durum wheat under Mediterranean conditions. *Plant Breed.*, 120: 381-388.
- SAS. 1996. SAS Institute Inc., SAS/STAT Software: Chances and Enhancements Through Release 6.11. SAS Inst. Inc., Cary, NC, USA.
- Saha S, Singh G, Mahajan V, Gupta HS. 2009. Variability of nutritional and cooking quality in bean (*Phaseolus vulgaris* L.) as a function of genotype. *Plant Foods Human Nutr.*, 64: 174-180.
- Saucedo CMC, Córdova-Téllez L, González-Hernández VA, Delgado-Alvarado A, Santacruz-Varela A, García-de los Santos G. 2009. Physiological performance, yield, and quality of dry bean seeds under drought stress. *Interciencia*, 34(10).

- Sefa-Dedah S, Stanley DW. 1979. Textural implications of the microstructure of legumes. *Food Technology*, 33: 77–83.
- Shimelis EA, Rakshit SK. 2005. Proximate composition and physico-chemical properties of improved dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties grown in Ethiopia. *Journal of Food Science*, 38(4): 331-338.
- Singh SP. 1995. Selection for water-stress tolerance in interracial populations of common bean. *Crop Science*, 35: 118–124.
- Singh SP. 2007. Drought resistance in the race Durango dry bean landraces and cultivars. *Agron. J.*, 99: 1219–1225.
- Smicklas KD, Mullen RE, Carlson RE, and Knapp AD. 1992. Soybean seed quality response to drought stress and pod position. *Agron. J.*, 84:166–170.
- Szilagyi L. 2003. Influence of Drought on Seed Yield Components in Common Bean. *Bulgarian Journal Plant Physiology*, Special Issue, 320-330.
- Sozen Ö, Karadavut U, Akççura M. 2017. Determination of the Some Yield Components of Dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) Genotypes in Different Environments. *International Journal of Agriculture and Environmental Research*, 3 (5): 3755-3769.
- Şehirali S, Atlı A. 1993. Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.)’ de Pisme Özellikleri. *Tekirdag Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 161, Arastirmalar: 59.
- Wang N, Hatcher DW, Tyler RT, Toews R, Gawalko EJ. 2010. Effect of cooking on the composition of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and chickpeas (*Cicer arietinum* L.). *Food Research International*, 43: 589-594.
- Wani I.A, Sogi DS, Wani AA, Gill BS. 2017. Physical and cooking characteristics of some Indian kidney bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Journal of Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16: 7-15.
- Williams PC, Nakoul H, Singh KB. 1987. Relationship between cooking time and physical characteristics in chickpea. *J. Sci. Food Agric.*, 34: 492–497.