



Root and Shoot Growth Ratio in Different Growth Stages of Wheat and Barley Grown under Greenhouse Conditions

^aHayati AKMAN*

^bAli TOPAL

^aDepartment of Seed, Sarayonu Vocational School, Selcuk University, Konya, Turkey

^bDepartment of Field Crops, Faculty of Agriculture, Selcuk University, Konya, Turkey

*Corresponding author: hayatiakman@selcuk.edu.tr

Abstract

This study was conducted to determine of root and shoot growth ratio at beginning of stem elongation (GS 31) and full grain maturity (GS 92) of wheat and barley grown under greenhouse conditions in 2011–2012 growing season. Two bread wheat (Gerek 79 and Konya 2002), two durum wheat (Kunduru 1149 and Çeşit 1252) and two barley (Karatay 94 and Larende) cultivars were used as material. Gerek 79, Kunduru 1149 and Karatay 94 cultivars adapted to dry land, however Konya 2002, Çeşit 1252 and Larende were grown in irrigated land. For this purpose, cylindrical PVC tube (200x12 cm diameter) were used. As root media, tubes were filled with 70% peat and 30% perlite and replaced to 15 cm of row space and intra row space. A plant was grown in each tube and research was designed in Completely Randomized Block Design with four replications. In the study, average root and shoot growth ratio of wheat and barley were 47.0% for plant height, 80.6% for secondary root number, 85.4% for root length, 96.5% for root dry weight and 34.2% for shoot dry weight at GS 31. In the study, significant amount of plant root traits was determined to be formed in GS 31 however that of shoot traits was between GS 31 and GS 92. This research results showed that in stem elongation stage, durum wheat cultivar, Kunduru 1149 grown in dryland was found lower growth ratio for investigated all traits out of plant height than Çeşit 1252, while bread wheat, Gerek 79 grown in dryland was lower growth ratio for root dry weight and shoot dry weight. In the study, barley differed from wheat in terms of growth ratio. Karatay 94 grown in dry land was higher growth ratio for secondary root number, root dry weight and shoot dry weight than Larende.

Keywords: Wheat, barley, growth stage, root, shoot, growth ratio

Sera Şartlarında Yetiştirilen Buğday ve Arpanın Farklı Gelişim Dönemlerinde Kök ve Sürgün Büyüme Oranı

Özet

Bu çalışma sera şartlarında 2011–2012 bitki yetiştirme sezonunda buğday ve arpa çeşitlerinin sapa kalkma ve hasat olum dönemlerinde kök ve sürgün gelişim oranlarını belirlemek için yürütülmüştür. Araştırmada iki ekmeklik buğday (Gerek 79 ve Konya 2002), iki makarnalık buğday (Kunduru 1149 ve Çeşit 1252) ve iki arpa (Karatay 94 ve Larende) çeşidi materyal olarak kullanılmıştır. Gerek 79, Kunduru 1149 ve Karatay 94 çeşitleri kuru şartlarda yetiştirilen çeşitler iken Konya 2002, Çeşit 1252 ve Larende ise sulu şartlara adapte olmuş çeşitlerdir. Bu çalışmada 2 metre uzunluğunda ve 12 cm çapında silindirik PVC tüpler kullanılmıştır. Tüpler %70 peat ve %30 perlit karışımıyla doldurulmuş ve 15 cm sıra arası ve üzeri mesafede yerleştirilmiştir. Her tüpte bir bitki yetiştirilmiştir. Araştırma Tesadüfi Parselleri Deneme Desenine göre dört tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bu çalışmada, ortalama değerler açısından, buğday ve arpanın bitki boyunun % 47.0'si, sekonder kök sayısının %80.6'sı, kök uzunluğunun %85.4'ü, kök kuru ağırlığının %96.5'i ve sürgün kuru ağırlığının %34.2'si sapa kalkma döneminde oluşmuştur. Buna göre, bitki köklerinin önemli bir bölümü sapa kalkma döneminde oluşurken, toprak üstü aksamının ise sapa kalma ve hasat olum dönemleri arasında oluştuğu tespit edilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, sapa kalkma döneminde kuru şartlarda yetiştirilen makarnalık buğday çeşidi olan Kunduru 1149, bitki uzunluğu dışında incelenen tüm özellikler açısından Çeşit 1252'den daha düşük büyüme oranına sahipken, kuru şartlarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşidi Gerek 79'un Konya 2002'den daha düşük kök ve sürgün kuru ağırlığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada arpanın büyüme oranı buğdaylardan farklı olmuştur, öyleki kuru şartlarda yetiştirilen arpa çeşidi Karatay 94'ün sekonder kök sayısı, kök ve sürgün kuru ağırlık büyüme oranının Larende'den daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Buğday, arpa, gelişme dönemi, kök ve sürgün büyüme oranı

Giriş

Tahılların toprak üstü kısımlarıyla ilgili nispeten yeterli bilgiye sahip olunmasına karşın, kök çalışmalarının yürütülmesinin ve kök gelişimini etkileyen çevresel interaksyonların ve bunların yorumlanmasının zorluğu nedeniyle araştırmacılar kök çalışmalarını yapmaktan kaçınmaktadırlar. Bu nedenle bitki kök sistemleriyle ilgili araştırmalar istenilen düzeye gelememiştir. Son yıllarda kök gelişimi ve kökün çevresiyle olan ilişkilerini incelemek için minirhizotron adı verilen cihazların bitkinin kök bölgesine yerleştirilen tüpleri yardımıyla bilgilerin bilgisayar ortamına aktarılması ve moleküler teknikler aracılığıyla köklerin çevre şartlarına verdiği tepkiyi kök DNA yoğunluğundan faydalanılarak yorumlanması kök çalışmaları açısından umut verici olarak gözükmektedir (Asseng ve ark., 1998; Merrill ve ark., 2002; Huang ve ark., 2013).

Bitkiler topraktan sağlanan su ve besin elementlerini ve havadan karbondioksiti alarak ışık vasıtasıyla organik madde yapabilirler. Toprakta alınan su ve besin elementleri bitki gelişimini önemli düzeyde etkilemektedir. Bitki kökleri sürgünleri, sürgünlerde kökleri geliştiren bütünleştirici bir etkiye sahiptir. Bitkide sürgün gelişimi arttıkça kök gelişiminde de arttığı belirtilmiştir (Wang ve Below, 1992). Bununla birlikte kök ve sürgün gelişimi arasında uygun bir dengenin bulunması gerektiğini birinin çok sınırlı ya da aşırı gelişmesinin diğerinin zararına yol açacağı bildirilmiştir (Selçuk, 1994). Barraclough ve ark., (1991), buğday ve arpanın köklenme derinliğinin çeşite, toprak tipine ve toprak altında su ve besin maddesi bulunmasına bağlı olduğunu bildirmişlerdir.

Bunun yanında kök gelişimi ile ilgili yapılan önceki çalışmalarda, Glinski ve Lipiec (1990), kök boyutu iklim şartlarıyla ilişkili olduğundan maksimum verim için en ideal kök boyutunun gerekliliğini ve geniş kök sistemine sahip bitkilerin daha fazla su ve gübre aldığını fakat kök kuru madde üretimi için sürgünlerden daha fazla asimilat kullanılmasının verimde düşüşe neden olduğunu bildirmişlerdir (Qin, 2003). Bu nedenle farklı iklim şartlarında ve gelişim dönemlerinde kök ve sürgün gelişimlerinin çok iyi bilinmesi ile bitkide verim ve kalite artırılabilir.

Bu araştırma kuru ve sulu şartlarda yetiştiriciliği yapılan 2 ekmeklik buğday, 2 makarnalık buğday ve 2 arpa çeşidinin sera şartlarında ve farklı gelişim dönemlerinde kök ve sürgün gelişim oranını tespit etmek amacıyla yürütülmüştür.

Materyal ve Metot

Konu ile ilgili araştırma 2011–2012 yetiştirme sezonunda Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Bölümü serasında yapılmıştır. Bu çalışmada materyal olarak kuru ve sulu şartlarda yetiştirilen sırasıyla 2 adet ekmeklik buğday (Gerek 79, Konya 2002), 2 adet makarnalık buğday (Kunduru 1149, Çeşit 1252) ve 2 adet iki sıralı arpa (Karatay 94, Larende) çeşidi kullanılmıştır. Gerek 79, Kunduru 1149 ve Karatay 94 kuru şartlarda yetiştirilen çeşitler iken, Konya 2002, Çeşit 1252 ve Larende sulu şartlarda yetiştirilmektedir. Araştırma Tesadüf Parselleri Deneme Desenine göre 4 tekerrürlü olarak yürütülmüştür. Bitki yetiştirme ortamı olarak 2 metre boyunda ve 12 cm çapındaki plastik tüpler kullanılmıştır. Toprak materyali olarak %70 peat ve %30 perlit karışımı kullanılmıştır. Peat toprağının analiz sonuçları Çizelge 1’de verilmiştir.

Çizelge 1. Tüplerde kullanılan peat topraklarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri*

Analiz Adı	Birimi	Sonuçlar	
pH		6.02	H.asidik
EC	mhos/cm	1.53	
Kireç	%CaCO ₃	1.20	Kireçli
Organik madde	%	4.51	Yüksek
Bünye	MI	46.20	Tınlı
Toplam tuz	%	0.05	Tuzsuz
Fosfor (P ₂ O ₅)	kg/da	73.66	Çok fazla
Potasyum (K ₂ O)	kg/da	412.01	Yeterli
Kalsiyum	mg/kg	10465.00	Çok fazla
Magnezyum	mg/kg	728.00	Fazla
Çinko	mg/kg	63.48	Yeterli
Mangan	mg/kg	19.08	Çok fazla
Bakır	mg/kg	16.84	Yeterli

*Toprak analizleri AK–KO tarımsal analiz laboratuvarında yapılmıştır

Toprak materyali kuru olduğu için ekimden önce tüpler damla sulama sistemiyle iyice sulanmıştır. Toprakla doldurulmuş olan tüpler 15 cm sıra arası ve 15 cm sıra üzeri mesafesinde olacak şekilde yetiştirme ortamlarına yerleştirilmiş ve tohumlar 5 cm derinliğe ekilmiştir. Ekimler 14.12.2011 tarihinde her tüpe sağlam 5 adet tohum olacak şekilde yapılmıştır. Araştırmada, ekimle beraber dekara 13 kg/da hesabıyla DAP (%18N ve %46 P₂O₅) gübresi uygulanmıştır. Seradaki bitkiler kardeşlenme döneminde çıkış sağladıktan sonra her bir tüpte bir fide kalacak şekilde seyreltme işlemi yapılmıştır. Sapa kalkma ve çiçeklenme sonu dönemlerinde 3.2 ml/m² hümkik asit, 17 gram/m² mikroelement, 10 gram/m² üre damlama sulama ile iki defa uygulanmıştır. Sera şartlarının çok sıcak olması sebebiyle bitkilerin strese girmemesi için

4.04.2012 tarihinden itibaren son gözlem ve ölçümlerin yapıldığı hasat olum dönemini içeren iki aylık süre içerisinde 13 kez kısa aralıklarla su verilmiştir. Serada her tekerrür üç tüpten oluşmuş ve her tüpte bir bitki yer almıştır. Gözlem ve ölçümler her tekerrürde bulunan 3 farklı tüpteki bitkide yapılmıştır. Her bir dönemde (6 çeşit x 3 bitki x 4 tekerrür) 72 adet bitki hasat edilmiştir. Sapa kalkma (GS 31) ve hasat olum (GS 92) dönemlerinde seradaki bitkilerin sapları kök tacından kesilerek hasat edilmişlerdir. Tüplerde kalan bitki kökleri tel elek üzerinde basınçlı su ile yıkanarak temizlenmiştir. Bitkide kök ve sürgün kuru ağırlığı köklerin 80 °C'de 48 saat bekletilmesiyle elde edilmiştir.

Sonuçlar ve Tartışma

Bu araştırmada elde edilen verilere göre, ekmeklik buğdaylardan Gerek 79 ve Konya 2002'nin sapa kalkma döneminde bitki boyu büyüme oranları sırasıyla %41.4 ve %40.3 ile birbirine yakın değerler almıştır. Kuru şartlarda yetiştirilen makarnalık buğday çeşidi olan Kunduru 1149'un büyüme oranı %47.9 ile sulu bir çeşit olan Çeşit 1252'den (%58.1) daha düşük olmuştur. Arpa çeşitlerinden kuru bir çeşit olan Karatay 94'ün büyüme oranı %42.8 ile sulu bir çeşit olan Larende'den daha düşük bulunmuştur. Sonuç olarak makarnalık buğday ve arpa çeşitlerinde kuru şartlarda yetiştirilen çeşitler sulu çeşitlere göre sapa kalkma döneminden sonra bitki boyu bakımından daha fazla gelişim göstermiş olup ekmeklik buğday çeşitleri birbirine yakın değerler almıştır.

Çizelge 2. Sera şartlarında tüpte yetiştirilen çeşitlerin sapa kalkma ve hasat olum dönemlerinde toprak üstü ve kök gelişimlerine ait ortalama büyüme oranları (%)

Çeşitler	Bitki boyu		Sekonder kök sayısı		Kök uzunluğu		Kök kuru ağırlığı		Toprak üstü kuru ağırlığı	
	Sapa Kalkma	Hasat Olum	Sapa Kalkma	Hasat Olum	Sapa Kalkma	Hasat Olum	Sapa Kalkma	Hasat Olum	Sapa Kalkma	Hasat Olum
Konya 2002	40.3	100	68.9	100	86.0	100	79.0	100	38.5	100
Gerek 79	41.4	100	73.6	100	87.0	100	64.8	100	25.2	100
Çeşit 1252	58.1	100	85.5	100	79.1	100	109.3	100	42.0	100
Kunduru 1149	47.9	100	64.0	100	75.4	100	70.7	100	32.0	100
Larende	51.2	100	81.1	100	95.9	100	117.6	100	32.2	100
Karatay 94	42.8	100	168.4	100	89.0	100	179.1	100	35.5	100
Ort.	47.0	100	80.6	100	85.4	100	96.5	100	34.2	100

Kuru şartlarda yetiştirilen ekmeklik buğday çeşidi olan Gerek 79'un sekonder kök sayısının %73.6'sı, sulu bir çeşit olan Konya 2002'nin %68.9'u sapa kalkma döneminde oluşmuştur. Makarnalık buğdaylardan kuru bir çeşit olan Kunduru 1149'un sekonder kök sayısının %64.4'ü, sulu bir çeşit olan Çeşit 1252'nin %85.5'i sapa kalkma döneminde oluşmuştur. Arpa çeşitlerinden sulu bir çeşit olan Larende'nin %81.1'i sapa kalkma döneminde oluşurken, kuru bir çeşit olan Karatay 94'ün sapa kalkma ve hasat olum dönemleri arasında sekonder kök sayısında önemli bir düşüş olduğu görülmektedir. Makarnalık buğdayın sapa kalkma döneminden sonra diğer tahıllara göre kök uzunluğunda daha hızlı ve fazla büyüme olmasından

kaynaklanmıştır. Öyleki, ekmeklik buğday, makarnalık buğday ve arpanın kök uzunluğunun sırasıyla % 13.5, %22.8 ve %7.6'sının sapa kalkma döneminden sonra oluşmuştur. Kuru şartlarda yetiştirilen makarnalık ve arpa çeşitlerinde sapa kalkma döneminden sonra kök uzunluğunda sulu çeşitlere göre daha fazla artış olurken ekmeklik buğday çeşitleri birbirine yakın değerler almıştır.

Selçuk (1994), sapa kalkma döneminde toplam kök kuru madde oranının %22.9–24.8'inin sapa kalkma döneminde oluştuğunu bildirmiştir. Bu çalışmada, çeşitlerin sapa kalkma döneminde kök kuru ağırlığı büyüme değerleri açısından, kuru ekmeklik buğday çeşidi olan Gerek 79 %64.8 ile Konya 2002'den (%79.0), kuru makarnalık buğday

çeşidi olan Kunduru 1149 %70.7 ile Çeşit 1252'den (%109.3) daha düşük olmuştur. Swinnen ve ark., (1995), kardeşlenme döneminde oluşan buğday köklerinin %43'ünün hasada yakın dönemde çürüdüğünü, yazlık arpadaki kök çürümesinin buğdaydan daha fazla olduğunu bildirmişlerdir. Arpa çeşitlerinde sapa kalkma döneminden sonra kök kuru ağırlığında azalmanın olduğu görülmekte ancak, sapa kalkma döneminde kuru bir çeşit olan Kunduru 1149'un sulu bir çeşit olan Larend'e'ye göre kök kuru ağırlığının daha fazla bölümünün sapa kalkma döneminde oluştuğu belirlenmiştir. Tosun ve ark., (1973), ekmeçlik buğdayda kök ağırlığının %49.5–51.6'sının sapa kalkma döneminde oluştuğunu, kök ağırlığı ile toprak üstü ağırlığı arasında sapa kalkma ve erme devrelerinde olumlu fakat sapa kalkmada önemsiz ($r=0.463$), ermede önemli ($r=0.573^*$) ve kök ağırlık artışı ile toprak üstü ağırlık artışı arasında olumlu ve önemli ($r=0.709^{**}$) ilişkiler olduğu bulunmuştur (Selçuk, 1994).

Selçuk (1994) buğday genotiplerinde yaptığı bir çalışmada, toplam toprak üstü kuru madde ağırlığının %8.6–9.8'inin sapa kalkma döneminde oluştuğunu bildirmiştir. Bu çalışmada elde edilen verilere göre toplam toprak üstü kuru ağırlığının ekmeçlik buğdaylarda %25.2–38.5, makarnalık buğdaylarda %32–42 ve arpada %32.2–35.5'inin sapa kalkma döneminde oluştuğu tespit edilmiştir. Ekmeçlik ve makarnalık buğdaylardan kuru yetiştiriciliği yapılan çeşitler sulu çeşitlere göre sapa kalkma döneminde daha az toprak üstü kuru ağırlığı oluşturmuş olup, arpa çeşitlerinde ise kuru bir çeşit olan Karatay 94 sulu bir çeşit olan Larend'e'ye göre daha fazla toprak üstü kuru ağırlığını oluşturmuştur. Carson (1971) toprak üstü kuru ağırlığı bakımından, ekim sıklığı, gelişme dönemleri ve çeşitler arasında önemli farkların olduğunu bildirmiştir. Pitic 62 çeşidinin gelişme dönemlerinin tamamında daha yüksek oranda kök kuru ağırlığına sahip olduğunu belirtmiştir.

Araştırmada, buğday ve arpanın bitki boyunun % 47'si, sekonder kök sayısının %86'sı, kök uzunluğunun %85.4'ü, kök kuru ağırlığının %96.5'i ve sürgün kuru ağırlığının %34.2'si sapa kalkma döneminde oluşmuştur. Buna göre, bitki köklerinin önemli bir bölümü sapa kalkma döneminde oluşurken, toprak üstü aksamının ise sapa kalma ve hasat olum dönemleri arasında oluştuğu tespit edilmiştir. Bu araştırmada edilen sonuçlarla benzer şekilde Gregory ve ark., (1978), buğday ve arpa köklerinin kardeşlenme ve sapa kalkma dönemlerinde geliştiğini bildirmişlerdir.

Genel olarak değerlendirdiğimizde sapa kalkma döneminde bitki boyu büyüme oranı değerleri kuru şartlarda yetiştirilen makarnalık buğday ve arpa çeşitlerinde sulu çeşitlere göre daha düşük olmuş, sapa kalkma döneminde sekonder kök

sayısı, kök kuru ağırlığı ve toprak üstü kuru ağırlığı büyüme oranı makarnalık kuru çeşitlerde daha düşük olurken, kuru arpa çeşitlerinde ise daha yüksek olmuştur. Kuru makarnalık buğdaylarda sapa kalkma döneminde kök uzunluğundaki büyüme oranı daha düşük olurken buğday çeşitleri birbirine yakın değerler almıştır.

Kaynaklar

- Carson, A.G., 1971. Plant population and growth studies on tree spring wheat cultivars. M.Sc. Thesis, Department of Agronomy, Macdonald College of McGill University, Montreal, 3–87.
- Tosun, O., Genç, I., Yurtman, N., 1973. Ekmeçlik buğdaylarda kök ve topraküstü büyümesi ve bunlar arasındaki ilişkiler. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı 23 (1–2): 160–168.
- Gregory, P. J., McGowan, M., Biscoe P. V., Hunter, B., 1978. Water relations of winter wheat: 1. growth of the root system. *The Journal of Agricultural Science*, 91:91–102.
- Glinski, J., Lipiec, J., 1990. Soil physical conditions and plant roots. *CRC Press*. Boca Raton, Florida.
- Barracough, P. B., Weir, A. H., Kuhlmann, H., 1991. Factors affecting the growth and distribution of winter wheat roots under UK field conditions. *Developments in Agricultural and Managed-Forest Ecology*, 24: 410–441.
- Wang, X., Below, F.E., 1992. Root growth, nitrogen uptake, and tillering of wheat induced by mixed-nitrogen source. *Crop Sci.*, 32: 997–1002.
- Selçuk, F., 1994. Ekmeçlik buğdaylarda (*Triticum aestivum* L. Em Thell) kök ve toprak büyümesi ve bunlar arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 1–58, Adana.
- Swinnen, J.J., Van Veen, A., Merckxs, R., 1995. Root decay and turnover of rhizodeposits in field-grown winter wheat and spring barley estimated by ¹⁴C pulse-labelling. *Soil Biol. Biochem.*, 27:211–217.
- Asseng, S., Ritchie J.T., Smucker, A.J.M., Robertson M.J., 1998. Root growth and water uptake during water deficit and recovering in wheat. *Plant and Soil*, 201: 265–273.
- Merrill, S.D., Tanaka, D.L., Hanson, J.D., 2002. Root length growth of eight crop species in Haplustoll soils. *Soil Science Society of America Journal*, 66: 913–923.
- Quin, R., 2003. Morphology and distribution of fully developed root systems of wheat and maize as affected by tillage systems. *Swiss Federal Institute of Technology*, Doctor of Natural Science, Zurich, 101pp.

Huang, C.Y, Kuchel, H., Edwards, J., Hall, S., Parent, B., Eckermann, P., Herdina., Hartley, D.M., Langridge, P., McKay, A.C., 2013. A dna-based method for studying root responses to drought in field-grown wheat genotypes. *Scientific Reports*, 3:3194.