

ÇUKUROVA ŞARTLARINDA BAZI ADI FİĞ (*Vicia sativa* L.) HATLARININ OT VERİMİ VE OT KALİTESİ BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Celal YÜCEL* Mustafa AVCI Numan KILIÇALP Reşit GÜLTEKİN
Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Adana, Türkiye
*celalyucel@hotmail.com

Geliş Tarihi : 04.07.2012 Kabul Tarihi : 14.02.2013

ÖZET: Araştırma, Çukurova koşullarında bazı adi fiğ (*Vicia sativa* L.) hatlarının ot verimi ve kalitesi ile ilgili özelliklerinin belirlenmesi amacıyla, 2006/07 ve 2007/08 yıllarında kışlık ara ürün yetiştirme döneminde, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nde, tesadüf blokları deneme desenine göre yürütülmüştür. Araştırmada; ham protein oranı (HPO), ham protein verimi (HPV), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF), kuru madde verimi (KMV), kuru madde alımı (KMA), sindirilebilir kuru madde verimi (SKMV) ve nispi yem değeri (NYD) gibi bazı özellikler incelenmiştir. Araştırmanın birinci yılında HPV, KMV ve SKMV; ikinci yılında ise incelenen tüm özellikler bakımından hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar saptanmıştır. Ayrıca, HPO, HPV, NDF, ADF ve KMV bakımından yıllar da istatistikî olarak önemli bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılında, 2639, 1526, 2604, ikinci yılda ise 2604 nolu hatların KMA, SKMV ve NYD bakımından diğer hat ve çeşitlerden daha üstün olduğu görülmektedir.

Anahtar Sözcükler: Adi fiğ (*Vicia sativa* L.), Kuru madde verimi, Kalite, Çeşit/Hat, Korelasyon

EVALUATION OF SOME COMMON VETCH (*Vicia sativa* L.) LINES FOR FORAGE YIELD AND QUALITY IN ÇUKUROVA CONDITIONS

ABSTRACT: The research was conducted with aim to determine dry matter yield and forage quality of some common vetch (*Vicia sativa* L.) lines, which can be grown in Cukurova conditions. The research was carried out according to complete randomized block with four replication at the Experimental Field of Eastern Mediterranean Agricultural Research Institute, during winterly growing seasons of 2006/07 and 2007/08 years. Some traits such as crude protein ratio (CPR), crude protein yield (CPY), neutral detergent fibre (NDF), acid detergent fibre (ADF), dry matter yield (DMY), dry matter intake (DMI), digestibly dry matter yield (DDMY) and relative feed value (RFV) were examined in this experiment,. It was concluded that there were significant differences among the common vetch lines in terms of CPY, DMY and DDMY in the first year, and all of examined traits in the second year. Bisesdes, years were found to be significant in terms of CP, CPY, NDF, ADF, and DMY. As a result of the experiment, 2639, 1526, 2604 lines in the first year, and 2604 line in the second year in term of dry matter intake), digestibly dry matter yield and relative feed value had higher values than that of the the other genotypes.

Key words: Common vetch (*Vicia sativa* L.), Dry matter yield, Quality, Cultivar/ Line, Correlations

1. GİRİŞ

Ülkemizde yem bitkilerinin büyük bir bölümünü yonca (5.59 mil.da.), fiğ (4.75 mil. da.) ve koronga (1.54 mil. da.) oluşturmaktadır. Başta yonca (12.1 mil. ton), fiğ (4.44 mil. ton) ve korunga (1.57 mil. ton) olmak üzere yem bitkileri üretiminin yaklaşık yaş ot olarak 10.9 milyon ton olduğu, bunun yanısıra 13.5 milyon ton silajlık mısır üretiminin de yapıldığı bildirilmektedir (TUİK, 2012).

Türkiye'de hayvanlara kaliteli yem sağlamak ve meralar üzerindeki aşırı hayvan baskısını azaltmak için yapılması gereken en önemli olayın, kışlık veya yazlık ara ürün tarımının yaygınlaşmasıdır. Akdeniz ikliminin sahip olduğu kıyı bölgelerde, sonbahar döneminde yazlık ana ürün tarımından önce kışlık ara ürün olarak fiğ, üçgül gibi bazı tek yıllık baklagil yem bitkilerinin gerek buğdaygillerle karışım olarak gerekse de yalın olarak yetiştirilerek, hayvancılığın ihtiyacı olan kaba yem üretimine büyük katkı

sağlayacaktır (Sağlamtimur ve ark., 1990; Yücel ve Avcı, 2009).

Fiğ (*Vicia sativa* L), tek yıllık bir baklagil yem bitkisi olup, dünyanın bir çok bölgesinde yaş ve kuru ot, yeşil gübreleme ve tane amaçlı olarak bitkisel-hayvansal üretim sistemlerinde yetiştirilmekte ve ruminantların beslenmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Ramos ve ark., 2000; Açıkgöz, 2001; Cabellero ve ark., 2001; Chowdhurry ve ark., 2001). Bir baklagil olan fiğ kuru otunun, buğdaygillerle karşılaştırıldığında temel besin maddeleri (TDN: %59 , %P 0.34 ve Ca %0.132, HP %18.4) bakımından daha zengin olduğunu, fiğ ile beslenen hayvanın süt veriminde ve hayvanın performansında artışlar olduğu bildirilmektedir (Pinkerton ve Pinkerton, 2000)

Yem bitkilerinde kaliteyi bitkinin olgunlaşma dönemi, bitki türü, hasat ve depolama, iklim ve toprak koşulları ve çeşit gibi bir çok faktör belirlemektedir. Bunlardan olgunlaşma (hasat tarihi) kaliteyi etkileyen

başlıca özelliklerin başında gelmektedir (Rebole ve ark., 2004; Caballero ve ark., 1996).

Son yıllarda yem bitkilerinde ve özelliklede fiğlerde birçok çeşit geliştirilmiş ve üreticinin hizmetine sunulmaktadır. Ancak, bu güne kadar geliştirilen çeşitler daha çok birim alandaki ot verimleri dikkate alınarak yapılmıştır. Ancak, çeşit geliştirirken ot verimi yanında ot kalitesinin de çok önemli olduğu bilinmektedir. Yem bitkileri ile yapılacak ıslah çalışmalarında, ot verimlerinin yüksek olmasının yanı sıra ot kalitesinde yüksek olduğu çeşitlerin geliştirilmesi ve üreticinin hizmetine sunulması önemli konuların başından gelmektedir.

Araştırma, enstitümüzde 2001 yılından itibaren devam eden ıslah çalışmalarında ot ve tohum verimi bakımından umutvar bazı adi fiğ (*Vicia sativa* L.) hatlarının, birim alandaki kuru madde verimlerinin artırılmasının yanı sıra, ot kalitesi ile ilgili özelliklerin belirlenmesi amacıyla sürdürülmüştür.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal: Daha önce yapılan adaptasyon çalışmalarında ot verimi bakımından umutvar görülen ve ileride yapılacak kuru madde verimi ve ot kalitesi ile ilgili çalışmalar için seçilen 526, 670, 979, 1331, 2639, 1526, 1469, 1543, 1754, 292-1, 2604, 1501, 2490, 1503, 1500, 2616, 1430 hatlarının yanı sıra Özveren, Uludağ ve Kubilay-82 çeşitleri de standart çeşit olarak çalışmada yer almaktadır.

Denemelerin kurulduğu alanda 0-30 cm derinlikte alınan toprak örneğinde yapılan analizler sonucunda; toplam tuz % 0.026, pH değeri 7.72, ortalama kireç içeriği % 20, organik madde % 2, kum % 27.8, kil % 31.2, silt ise % 41 olarak saptanmıştır. Deneme alanı topraklarının yüksek kil ve silt içeriğine sahip, su tutan ağır bünyeli topraklar olarak görülmektedir.

Araştırmanın sürdürüldüğü Kasım-Mayıs 2006/07 dönemine ait ortalama sıcaklığın 13.8 °C, toplam yağışın 476 mm, Kasım-Mayıs 2007/08 dönemine ait ortalama sıcaklığın 11.9 °C, toplam yağışın 542 mm, aynı döneme ait uzun yıllar ortalama sıcaklığın 14.2 °C, toplam yağışın 561 mm olduğu saptanmıştır (Çizelge 1).

2.2. Metot: Araştırma, Doğu Akdeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nün Araştırma Alanında (Doğankent/Adana), 2006/07 ve 2007/2008 yıllarında kışlık ara ürün yetiştirme döneminde 2 yıl süre ile tarla denemesi olarak yürütülmüştür. Parsel alanı 5x1.5= 7.5 m² olarak düzenlenmiştir. Her parsel 25 cm aralıklarla 6 sıra halinde, m²'ye 200 tohum gelecek şekilde elle ekimleri yapılmıştır. Ekimden önce dekara 3 kg N ve 6 kg P₂O₅ olacak şekilde gübreleme yapılmıştır. Araştırma, tesadüf blokları deneme desenine göre 4 tekrarlamalı olarak yürütülmüştür.

Araştırmada yer alan materyalin ekimleri Kasım ayı içerisinde yapılmıştır. Araştırmada yer alan hatların olgunlaşma süreleri farklı olduğu için her hat ve çeşit için ot biçimlerini farklı tarihlerde yapılmıştır. Parsellerin ot biçimleri; tam çiçeklenme (%100) dönemlerinde, birinci yıl 26 Nisan - 5 Mayıs 2007, ikinci yıl 7-14 Nisan 2008 tarihleri arasında tamamlanmıştır. Her parselde alınan 500 g yaş ot örneği kurutulup tartıldıktan sonra, tamamı teorik olarak 1-2 mm elek çapına sahip değirmende öğütülerek analize hazırlanmıştır. Yemlerin kuru madde (KM) içerikleri 70 °C'de 48 saat arasında etüvde kurularak ağırlıkları sabitleşinceye kadar bekletilip ve tartılarak saptanmıştır. Azot (N) içeriğinin belirlenmesinde Kjeldahl metodu kullanılmıştır. Ham Protein (HP) ise Nx6.25 formülü ile belirlenmiştir (AOAC, 1995). Yemlerin hücre duvarı bileşenlerini oluşturan nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF) içerikleri ise Van Soest ve ark. (1991) tarafından bildirilen yöntemlere göre ANKOM 200 Fiber Analyzer (ANKOM Technology Corp.) cihazı kullanılarak analiz edilmiştir.

Sindirilebilir kuru madde (SKM), Nispi Yem Değeri (NYD) ve Kuru Madde Tüketimi (KMT) Jaranyama ve Garcia (2004), yoncanın %100 çiçeklenme dönemi temel alınarak ve bildirdikleri yöntemlerle, SKM (%): (88.9-(0.779 x % ADF), % kuru madde alımı (KMA) hayvanın canlı ağırlığına bağlı olarak %KMA=120/NDF, NYD=(%SKM)*(%KMA)/1.29 yapılmaktadır.

Araştırma sonucunda elde edilen veriler, tesadüf blokları deneme deseninde MSTAT-C istatistikî paket programında varyans analizleri yapılmış, ortalamalar Duncan (%5) çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir.

Çizelge 1. Araştırmanın sürdürüldüğü Adana ilinin 2006/07 ve 2007/08 yıllarının kasım-mayıs dönemine ve uzun yıllara ait bazı ortalama iklim değerleri*

Yıllar	Kasım	Aralık	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Ort./Toplam
Ortalama Sıcaklık (°C)								
2006-07	13.2	9.3	8.7	11.2	14.2	16.6	23.5	13.8
2007-08	14.8	9.3	6.0	8.3	15.3	17.8	11.9	11.9
Uzun Yıllar**	15.3	11.1	9.5	10.4	13.5	17.5	21.8	14.2
Toplam Yağış (mm)								
2006-07	91.5	0.0	34.1	127.0	75.7	115.4	32.0	475.7
2007-08	30.9	116.3	19.6	50.8	49.2	4.0	270.8	541.6
Uzun Yıllar**	86.4	115.6	110.3	85.4	60.7	58.6	44.2	561.2

* Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Adana

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Ham Protein Oranı (%): Çizelge 2'de görüleceği üzere araştırmanın sürdürüldüğü ikinci yılda ham protein oranları (%) bakımından hatlar ve

çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar saptanmıştır. HP oranları araştırmanın birinci yılında %18.73-21.30, ikinci yılında ise %17.50-23.93 arasında değiştiği, ikinci yılında ise 670, 979, 1331 ve 1430 nolu hatların diğer hatlara göre daha yüksek HP

Çizelge 2. Adi fiğ hatlarının bazı kalite özelliklerine ait ortalamalar ve oluşan gruplar*

Hatlar	2007 Yılı							
	HPO %	HPV (kg/da)	NDF %	ADF %	KMV (kg/da)	KMA %	SKMV (kg/da)	NYD
526	19.65	100.4 b-e	51.15	42.73	512.0 a-e	2.35	251.0 a-e	89.6
670	19.90	108.0 a-d	49.93	41.30	542.5 abc	2.40	270.8 abc	93.1
979	18.73	95.7 cde	49.68	42.45	510.8 a-e	2.42	255.3 a-e	94.3
1331	20.90	111.5 a-d	50.98	44.78	533.5 abc	2.35	262.0 a-e	89.8
2639	19.95	113.3 abc	48.18	42.83	568.3 ab	2.49	292.3 a	99.1
1526	21.15	123.5 a	49.40	40.75	582.8 a	2.44	294.3 a	95.7
1469	21.15	93.7 cde	47.85	41.53	442.0 cde	2.51	227.5 b-e	100.4
1543	19.75	102.4 a-e	50.33	42.68	519.3 a-d	2.41	257.8 a-e	93.4
1754	20.90	108.0 a-d	47.55	40.33	517.5 a-d	2.53	267.5 a-d	101.8
292-1	20.30	83.1 e	48.45	41.90	409.5 e	2.48	209.3 de	98.1
Özveren	21.23	109.4 a-d	50.55	42.73	516.0 a-d	2.39	254.8 a-e	91.6
2604	18.73	103.2 a-e	49.08	40.45	550.5 ab	2.45	278.8 ab	96.3
1501	20.58	96.2 cde	49.58	40.23	467.3 b-e	2.42	235.0 a-e	94.7
2490	20.48	89.6 de	50.55	44.05	438.8 cde	2.37	217.3 cde	91.4
Uludağ	20.28	111.6 a-d	50.58	40.20	551.8 ab	2.37	272.3 abc	90.9
1503	19.48	110.2 a-d	49.13	42.93	562.5 ab	2.44	284.8 ab	95.7
1500	20.53	86.0 e	51.10	44.48	418.3 de	2.35	205.3 e	89.6
2616	21.30	101.9 a-e	45.35	39.23	482.3 a-e	2.65	259.5 a-e	109.9
1430	21.18	120.8 ab	49.23	40.85	570.5 ab	2.43	288.0 ab	95.3
Kubilay-82	20.03	84.7 e	49.23	42.13	426.5 de	2.43	215.5 cde	95.5
Ortalama	20.31 B	102.7 A	49.39 A	41.93 A	506.1 A	2.43	254.9	95.3
CV(%)	5.84	12.64	6.76	7.59	12.52	6.46	14.11	11.2
Hatlar	2008 Yılı							
	HPO %	HPV (kg/da)	NDF %	ADF %	KMV (kg/da)	KMA %	SKMV (kg/da)	NYD
526	20.83 de	104.4 bcd	48.35 ab	41.92 a	501.3 abc	2.47 ef	256.3 abc	98.3 de
670	23.93 a	101.3 b-e	41.95 efg	37.25 c-f	422.5 d-g	2.86 abc	237.3 a-d	124.0 abc
979	23.83 ab	112.8 ab	42.18 efg	40.53 abc	474.0 bcd	2.85 abc	265.8 ab	123.8 abc
1331	23.58abc	122.0 a	47.98 abc	41.55 ab	519.5 ab	2.50 def	267.0 ab	99.7 de
2639	20.18 ef	90.3 d-g	39.78 g	36.38 def	445.8 c-f	3.02 a	257.8 abc	135.3 a
1526	19.58 ef	78.0 ghi	43.95 def	40.10 a-d	397.3 fgh	2.72 bcd	217.0 def	115.0 bcd
1469	19.40 ef	90.8 d-g	44.00 def	37.25 c-f	466.5 b-e	2.73 bcd	254.8 a-d	114.8 bcd
1543	20.00 ef	88.3 e-h	48.33 ab	38.08 a-e	439.8 c-f	2.49 def	225.3 cde	98.8 de
1754	20.28 ef	84.8 f-i	47.15 a-d	38.15 a-e	416.5 d-g	2.55 def	217.0 def	103.1 de
292-1	22.08 cd	90.1 d-g	45.55 b-e	36.40 def	406.0 e-h	2.64 cde	216.3 def	109.3 cd
Özveren	19.22 ef	93.0 d-g	47.65 a-d	39.58 a-e	481.3 bcd	2.53 def	249.8 a-d	101.9 de
2604	18.98 f	88.8 d-h	39.80 g	35.97 ef	464.8 b-e	3.02 a	269.3 a	135.8 a
1501	20.05 ef	86.2 e-h	40.58 fg	37.65 b-e	429.0 def	2.96 a	245.5 a-d	131.0 a
2490	20.00 ef	92.9 c-g	40.53 fg	33.50 fg	462.8 b-e	2.96 a	264.5 ab	131.0 a
Uludağ	22.38 bc	82.2 f-i	44.38 c-f	38.75 a-e	364.3 gh	2.71 b-e	197.3 ef	113.5 bcd
1503	20.02 ef	108.3 abc	50.17 a	39.33 a-e	540.8 a	2.39 f	269.0 a	99.3 e
1500	19.50 ef	81.8 f-i	46.38 a-d	37.13 c-f	418.5 d-g	2.59 def	221.0 c-f	105.5 de
2616	20.15 ef	70.2 i	45.05 b-e	31.33 g	347.3 h	2.66 cde	186.5 f	110.8 cd
1430	22.83abc	97.1 c-f	45.00 b-e	38.50 a-e	425.0 d-g	2.67 cde	228.5 b-e	111.5 cd
Kubilay-82	17.50 g	73.5 hi	41.05 fg	36.83 c-f	418.5 d-g	2.92 ab	238.0 a-d	128.5 ab
Ortalama	20.71 A	91.8 B	44.49 B	37.81 B	442.1 B	2.71	239.2	114.2
CV(%)	5.84	4.73	5.31	6.26	8.71	5.36	9.72	8.70

*Aynı sütun içerisinde benzer harf grubu ile gösterilen ortalamalar, Duncan (%5)'e göre farklı değildir.

oranına sahip olduğu belirlenmiştir. Fiğde farklı genotiplerle ve değişik ekolojilerde yapılan çalışmalar sonucu, ham protein oranlarının %9.08-22.30 arasında değiştiği bir çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Bulur ve Çelik, 1996; Avcı ve Gökkuş, 1997; Geren ve ark., 2003; Yücel ve ark., 2004; Çelen ve ark., 2005; Karlı ve ark., 2005; Anlarsal ve ark., 2006; Yolcu ve ark., 2009; Yücel ve Ayaşan, 2010; Parlak ve ark., 2011). Bulgularımızın söz konusu çalışmalarda belirtilen değerler arasında yer aldığı görülmektedir. Genotipler arasındaki bu protein farklılığın genotiplerin sahip olduğu yaprak sap oranı ve gelişme durumu ile ilgili olabilmektedir. Yani yapraklık oranı fazla olan genotiplerin HP oranı da daha yüksek olmaktadır. Nitekim, Caballero ve ark. (1995), fiğde ham protein oranını yapraklarda %16.8 ve sapta % 7.7 olduğunu saptamışlardır. Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yıldaki HP oranlarının (%20.31), ikinci yıldan (%20.71) daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu durumun birinci yıldaki biçim zamanı ile ilişkili olduğunu, biçim zamanının gecikmesi ve olgunlaşmanın artması HP oranını düşürmekte ve KM verimlerini de artırmaktadır (Çizelge 2). Genotiplerin olgunlaşma süreleri ve biçim dönemleri de kaliteyi direkt etkileyen uygulamaların başında gelmektedir. Benzer bulgular, başka araştırmacılar tarafından da bildirilmiştir (Avcıoğlu ve ark., 1999; Soya ve ark., 1999; Ammar ve ark., 2010). Bu durumun birinci yıldaki biçim zamanı ile ilişkili olduğunu, biçim zamanının gecikmesi ve olgunlaşmanın artması HP oranını düşürmektedir.

3.2. Ham Protein Verimi (kg/da): Araştırmanın sürdürüldüğü her iki yılda da hatlar arasında ham protein verimi bakımından istatistikî olarak önemli farklılıklar saptanmış olup, birinci yılda ham protein verimleri 83.1–123.5 kg/da, ikinci yılda 70.2–122.0 kg/da arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında 1526, ikinci yılında ise 1331 no'lu hattın diğer hatlara göre daha yüksek ham protein verimine sahip olduğu tespit edilmiştir. Değişik genotiplerle ve farklı ekolojilerde sürdürülen bir çok araştırmada, ham protein veriminin 21.8-177 kg/da arasında değiştiği bildirilmiştir (Bulur ve Çelik, 1996; Geren ve ark., 2003; Yücel ve ark., 2004; Çelen ve ark., 2005; Anlarsal ve ark., 2006; Yolcu ve ark., 2009; Yücel ve Ayaşan, 2010). Bulgularımızın söz konusu çalışmalarda belirtilen değerler arasında yer aldığı görülmektedir.

Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yıldaki HP verimlerinin ikinci yıldan daha yüksek olduğu, birinci yıldaki HP oranı düşük olmasına rağmen (%20.31), kuru madde veriminin yüksek olması, söz konusu yıldaki HP verimlerini artırmıştır. Nitekim incelenen özellikler arası ilişkilerde görüleceği üzere HP veriminin, HP oranı ve kuru madde verimi ile olumlu ve önemli ilişkiler oluşturduğu saptanmıştır (Çizelge 3). Kuru ot verimi ve HP oranı ile ham protein verimi arasında olumlu ve önemli ilişkilerin bulunduğu bir

çok araştırmacı tarafından da saptanmıştır (Tosun ve ark., 1991; Avcı ve Gökkuş, 1997; Yücel ve ark., 2004; Anlarsal ve ark., 2006).

3.3. Neutral Detergant Fibre (NDF) %: Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yılda NDF bakımından çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıkların oluşmadığı ve ortalamaların % 45.35-51.15 arasında olduğu, ikinci yılda ise çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıkların oluştuğu ve ortalamaların %39.78-50.17 arasında değiştiği, ikinci yılda ise 2639 ve 2604 nolu hatların diğer hatlardan daha düşük NDF değerine sahip oldukları saptanmıştır. Farklı genotiplerle ve değişik ekolojilerde yapılan çalışmalar sonucu NDF değerlerinin, %34.97-66.7 arasında değiştiği bir çok araştırmacı tarafından da belirtilmiştir (Karlı ve ark., 2005; Abdouli et al., 2009; Ammar ve ark., 2010; Parlak ve ark., 2011). Bulgularımızın söz konusu çalışmalarda belirtilen değerler arasında yer aldığı görülmektedir. Ammar ve ark. (2010), fiğlerde olgunlaşma süresi arttıkça NDF ve ADF değerlerinin buna paralel olarak arttığı ve kalitenin düştüğünü bildirmektedirler. Yıllar incelendiğinde araştırmanın ikinci yılındaki NDF değerlerinin birinci yıla göre daha düşük olduğu ve istatistikî olarak da önemli olduğu saptanmıştır. Yıllar arasındaki bu farklılığın genotiplerin biçim zamanındaki olgunlaşması ile ilgili olduğu şeklinde açıklanabilir. Nitekim, Çizelge 2'de görüleceği üzere, birinci yıldaki HP oranlarının düşük ve kuru madde verimlerinin yüksek olduğu görülmektedir. Bitki hücresinde bulunan karbonhidratların yapısı çok çeşitlilik gösterir. Bu yapıda seker, nisasta, pektin, hemiselüloz, selüloz ve lignin bulunur (Sniffen ve ark., 1994). Bu karbonhidratların bitki içerisindeki miktarları bitki çeşidine, bitki aksamına (kök, gövde, yaprak ve meyve), bitki olgunluğuna, hasat zamanı, kimyasal ve fiziksel muameleye göre farklılık arz eder. Fiğ gibi yem bitkilerinde ruminantlara enerji sağlayan yapısal karbonhidratlar, NDF sindirilebilirliği ile ilişkilidir. Genel görüş, ligninin, sindirilebilir selülüzün oranını azalttığıdır (Rebole ve ark., 2004).

3.4. Asit Detergant Fibre (ADF) %: Araştırmanın sürdürüldüğü ikinci yılda ADF bakımından hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıkların meydana geldiği, birinci yılda ise çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıkların oluşmadığı saptanmıştır. Birinci yılda % ADF oranları % 39.23-44.78, ikinci yılda %31.33-41.92 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın her iki yılında da 2616 hattının diğer genotiplerden daha düşük ADF değerine sahip olduğu saptanmıştır. Farklı genotiplerle ve değişik ekolojilerde yapılan çalışmalar sonucu ADF değerlerinin %18.6-41.8 arasında değiştiği bildirilmektedir (Çelen ve ark., 2005; Badrzadeh ve ark., 2008; Abdouli et al., 2009; Yolcu ve ark., 2009; Ammar ve ark., 2010; Parlak ve ark., 2011). Ammar

ve ark. (2010), fiğlerde olgunlaşma evresi ilerledikçe NDF ve ADF değerlerinin de buna paralel olarak arttığı ve kalitenin düştüğünü bildirmektedirler. Badrzadeh ve ark. (2008) adi fiğde ADF oranı ile HP arasında negatif bir ilişkinin olduğunu bildirmektedirler. Yıllar incelendiğinde araştırmanın birinci yılındaki ADF değerlerinin NDF değerlerinde olduğu gibi ikinci yıla göre yüksek olduğu ve istatistikî olarak da önemli olduğu saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılındaki %ADF değerlerinin birinci yıla göre düşük olması, genotiplerin biçim zamanındaki olgunlaşması ile ilgili olduğu şeklinde açıklanabilir. Çizelge 2'de görüleceği üzere birinci yıldaki NDF değerleride yüksek olarak saptanmıştır. Nitekim, NDF ile ADF arasında olumlu ve önemli ilişkilerin bulunduğu saptanmıştır (Çizelge 3).

3.5. Kuru Madde Verimi (kg/da): Her iki yılda da kuru madde verimleri bakımından hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yılda kuru madde verimleri 409.5-582.8 kg/da ve ikinci yılda 347.3-540.8 kg/da arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında 1526, ikinci yılında ise 1503 no'lu hattın diğer genotiplerden daha yüksek kuru madde verimi vermişlerdir. Değişik ekolojilerde farklı fiğ genotipleri ile yapılan çalışmalarda kuru ot veriminin; Çukurova koşullarında 306-801 kg/da arasında (Yücel ve ark., 2004; Anlarsal ve ark., 2006; Yücel ve ark., 2008, Yücel ve Ayaşan, 2010); Bursa koşullarında 360-728 kg/da arasında (Bulur ve Çelik, 1996); İzmir Bornova'da 768-845 kg/da arasında (Geren ve ark., 2003), Antalya koşullarında 282-494 kg/da arasında (Erdurmuş ve ark., 2010), Erzurum koşullarında 291.3-451.2 kg/da arasında (Güllap ve ark., 2011), Çanakkale koşullarında 208.1-720.9 kg/da arasında (Parlak ve ark., 2011) değiştiği bildirilmiştir. Araştırmanın birinci yılındaki kuru madde verimlerinin, ikinci yıla göre daha yüksek çıktığı saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılındaki yağışların ikinci yıla göre daha fazla olmasının yanısıra yağışların yetistirme dönemi içerisindeki dağılımları da ikinci yıla göre daha düzenli olmuştur.

Araştırmanın ikinci yılındaki mart ve nisan yağışlarının düşük olması ot verimlerini olumsuz yönde etkilemiştir. Birinci yıldaki fazla yağış durumu biçim dönemlerindeki etkileyerek gec biçimlere de neden olmuştur.

3.6. Kuru Madde Alımı (%): Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yılda kuru madde alımı bakımından hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar oluşmamasına rağmen, ikinci yılda hatlar arasında istatistikî farklılıklar meydana gelmiştir. Araştırmanın sürdürüldüğü birinci yılda KMA %2.35-2.65 ve ikinci yılda 2.39-3.02 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın ikinci yılında 2639, 2604, 1501 ve 2490 no'lu genotiplerin diğer genotiplerden daha yüksek KMA sahip oldukları görülmektedir. Araştırmanın birinci yılındaki KMA, ikinci yıla göre daha düşük olduğu saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılındaki, HP oranı, NDF ve ADF oranları ve KM veriminin yüksek olması, genotiplerin olgunlaşma süresi ve geç hasat edilmesinin, söz konusu yıldaki genotiplerin daha fazla sindirilemeyen maddelere sahip olması, KM alımını azaltmıştır. Yolcu ve ark., 2009; Erzurum koşullarında adi fiğde KMA %2.89 olarak saptamışlar. Badrzadeh ve ark. (2008), İran'da adi fiğın KMA oranının %3.4 olduğunu bildirmektedirler. Bilindiği gibi bitki hücre duvarlarında bulunan karbonhidratlar ve lignin yemin sindirilebilirliğini ve sonuçta alımını sınırlandırmaktadır (Buxton, 1996).

3.7. Sindirilebilir Kuru Madde Verimi (kg/da): Sindirilebilir kuru madde verimi bakımından araştırmanın sürdürüldüğü her iki yılda da hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar olduğu görülmektedir. Sindirilebilir kuru madde verimleri araştırmanın birinci yılında 205.3-294.3 kg/da ve ikinci yılında ise 186.5-269.3 kg/da arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında 1526 ve 2639, ikinci yılında 2604, 2490, 1503 ve 1331 no'lu hatlar sindirilebilir kuru madde verimi bakımından diğer hat ve çeşitlerden daha yüksek verim vermişlerdir. Yemlerin sindirilme derecesi

Çizelge 3. İncelenen özelliklere ait korelasyonlar

İncelenen özellikler	NDF	ADF	KMV	HPV	SKMV	KMA	NYD
HPO	-0.059	0.050	-0.088	0.375**	-0.062	0.046	0.044
NDF	---	0.633**	0.283**	0.226**	-0.121	-0.992**	-0.991**
ADF	---	---	0.237**	0.235**	-0.013	-0.616**	-0.618**
KMV	---	---	---	0.888**	0.916**	-0.279**	-0.280**
HPV	---	---	---	---	0.826**	-0.228**	-0.230**
SKMV	---	---	---	---	---	0.120	0.119
KMA	---	---	---	---	---	---	0.999**
NYD	---	---	---	---	---	---	---

Ham protein oranı (HPO), ham protein verimi, (HPV), nötr deterjan lif (NDF), asit deterjan lif (ADF), kuru madde verimi (KMV), kuru madde alımı (KMA), sindirilebilir kuru madde verimi (SKMV) ve nispi yem değeri (NYD)

bitkinin yaşlanması sonucu ham selüloz ve lignin miktarının artmasına bağlı olarak azaltılmaktadır (Wilson ve ark., 1991; Van Soest, 1994). Çeşitli bitkilerde hasat zamanının gecikmesiyle kuru madde sindirilme derecesindeki düşüşün 3 ile 6 g/gün arasında olduğu bildirilmiştir (Buxton ve Homstein, 1986). Vejetatif dönemde bulunan bitkinin ham protein içeriği olgunlaşmış ve büyümesini tamamlamış bitkilerden daha yüksektir. Bitki olgunlaştıkça yaprakların sap kısmına olan oranını azaltmakta ve olgunlaşmayla birlikte ham protein içeriği de azalmaktadır (Buxton, 1996).

3.8. Nispi Yem Değeri: Nispi yem değeri bakımından araştırmanın sürdürüldüğü birinci yılda hat ve çeşitler arasında istatistikî olarak önemli farklılıklar oluşmamasına rağmen ikinci yılda hat ve çeşitler arasında istatistikî farklılıklar meydana gelmiştir. Araştırmanın birinci yılında nispi yem değeri 89.6-109.9 ve ikinci yılında 98.3-135.8 arasında değiştiği saptanmıştır. Araştırmanın birinci yılında 2616, ikinci yılında ise 2639, 2604, 1501 ve 2490 hatları diğer hat ve çeşitlere göre daha yüksek NYD sahip oldukları tespit edilmiştir. Araştırmanın birinci yılındaki NYD ikinci yıla göre daha düşük bulunmuştur. Araştırmanın birinci yılındaki NDF, ADF ve kuru madde verimlerinin yüksek olması ve KMA düşük olması NYD düşürmüştür. Nitekim, Çizelge 3' de görüleceği üzere, NYD ile NDF, ADF ve KMA arasında olumsuz ve önemli, KMA ile NYD arasında ise olumlu ilişkiler saptanmıştır. Fiğ genotiplerinde NYD 141-172 arasında değiştiği bildirilmiştir (Badrzadeh ve ark., 2008; Yolcu ve ark., 2009; Abdouli ve ark., 2009).

3.8. İncelenen özellikler arası ilişkiler: Araştırmada kuru madde verimi ve kalitesi ile ilgili incelenen özelliklerin yapılan ikili korelasyonlarında elde edilen değerler, Çizelge 3' de verilmektedir.

Çizelge 3' de görüleceği üzere araştırmada HP oranı ile HP verimi arasında önemli ve olumlu ilişkiler görülmesine rağmen, HP oranı ile diğer incelenen tüm özellikler arasında ise önemsiz ilişkiler saptanmıştır. NDF oranı ile ADF, KMA ve HPV arasında önemli ve olumlu SKMV arasında önemsiz KMA ve NYD arasında ise önemli ve olumsuz ilişkiler saptanmıştır. ADF oranı ile KMA ve HPV arasında önemli ve olumlu, SKMV arasında önemsiz, KMA ve NYD arasında ise önemli ve olumsuz ilişkiler saptanmıştır. Kuru madde verimi ile HPV ve SKMV arasında önemli ve olumlu, KMA ve NYD arasında ise önemli ve olumsuz ilişkiler saptanmıştır. Ham protein verimi ile SKMV arasında önemli ve olumlu, KMA ve NYD arasında ise önemli ve olumsuz ilişkiler saptanmıştır. Sindirilebilir kuru madde verimi ile KMA ve NYD arasında ise önemsiz ilişkiler saptanmıştır. Kuru madde alımı ile NYD arasında ise önemli ve olumlu ilişkiler saptanmıştır.

4. SONUÇ

Araştırma, Çukurova şartlarında 2004-2007 yılları arasında devam eden adaptasyon çalışmaları sonucu ot verimi bakımından umutvar görülen ve seçilen hatların, hayvan besleme bakımından önemli olan bazı kalite özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yürütülmüştür. Araştırmada, hatların sahip olduğu genetik yapıdan kaynaklanan farklılıkların verim ve kalite yansımalarının yanı sıra, üretimlerinin yapıldığı iklim koşulların, genotiplerin olgunlaşma ve biçim dönemleri üzerine önemli etkide bulunduğu görülmektedir. Ancak, birim alandan daha fazla kuru madde almaktan çok, sindirilebilir kuru madde ve nispi yem değeri yüksek hat ve çeşitlerin seçimi önem arz etmektedir. Bu bağlamda, her iki yıldaki incelenen özellikler dikkate alındığında, araştırmanın birinci yılında, 2639, 1526, 2604, ikinci yılda ise 2604 nolu hatların KMA, SKMV ve NYD bakımından diğer hat ve araştırmada kullanılan standart (kontrol) çeşitlerden daha üstün olduğu görülmektedir. Söz konusu hatların tescil edilmesi ve tohumluk üretimlerinin yapılması sonucu, birim alandan daha fazla kuru madde verimi alınmasının yanı sıra daha kaliteli kaba yem üretimine katkı sağlayacaktır.

5. KAYNAKLAR

- Abdouli, H., Gasmi-Boubaker, A., Hassen, H., Hedhly, A., Mosquera-Losada, R., Rigueiro-Rodriguez, A. 2009. Nutritional value of some vetch forage grown under Mediterranean conditions. 15th Meeting of the FAO-CIHEAM Mountain Pastures Network, Integrated Research for the Sustainability of Mountain Pastures, October, 7-9.
- Açıkgöz, E. 2001. Yem Bitkileri. Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı Yayın No:182, 584 s, Bursa.
- Ammar, H., López, S., Andrés, S. 2010. Influence of maturity stage of forage grasses and leguminous on their chemical composition and *in vitro* dry matter digestibility. Options Méditerranéennes, A no. 92, 199-203.
- Anlarsal, A.E, Yücel, C., Yücel, D. 2006. Çukurova koşullarında fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşit ve hatlarının bazı tarımsal ve kalite özelliklerinin saptanması. Çukurova Üniv Zir Fak Derg, 21 (2): 111-120.
- Anonim, (2001). *Tarımsal Değerleri Ölçme Denemeleri Teknik Talimatı (Baklagil Yem Bitkileri)*. T.C. Tarım ve Köyüşleri Bakanlığı, Koruma ve Kontrol Genel Müd., Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkezi Müdürlüğü, Ankara.
- AOAC: Official Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 1995.
- Avcı, M., Gökkuş, A. 1997. Kıraç şartlarında yetiştirilen bazı adi fiğ genotiplerinin morfolojik, fenolojik ve agronomik özellikleri. Tarla Bitkileri Merkez Araş Enst Derg, 6 (2): 39-47, Ankara.
- Avcıoğlu, R., Soya, H., Geren, H., Demiroğlu, G., Salman, A. 1999. Hasat dönemlerinin bazı değerli yem bitkilerinin verimine ve yem kalitesine etkileri üzerinde araştırmalar. Türkiye 3. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt III Çayır-Mera Yem Bitkileri ve Yemlik Tane Baklagiller, 29-34, 15-20 Kasım, Adana.

- Badrzadeh, M., Zaragarzadeh, F., Esmailpour, B. 2008. Chemical composition of some forage *Vicia* spp. in Iran. *J Food Agric Environment*, 6 (2): 178-180.
- Bulur, V., Çelik, N. 1996. Bazı seçilmiş adi fiğ (*Vicia sativa* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve önemli tarımsal özellikleri. Türkiye 3. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 479-485, 17-19 Haziran, Erzurum.
- Buxton D.R, Homstein J.S. 1986.: Cell-wall concentration and components in stratified canopies of alfalfa, birds food trefoil and red clover. *Crop Sci*. 29, 429-435.
- Buxton D.R: 1996. Quality related characteristics of forages as influenced by plant environment and agronomic factors. *Animal Feed Sci Tech*. 40,109-119.
- Caballero, R., Alzueta, C, Ortiz, L.T., Rodrique, M.L., Baro, C., Rebole, A. 2001. Carbohydrate and protein fractions of fresh and dried common vetch at three maturity stages. *Agronomy J*, 93, 1006-1013.
- Caballero, R., Baro, C., Rebolé, A., Arauzo, M., Hernaiz, P.J. 1996. Yield components and forage quality of common vetch during pod filling. *Agronomy J*, 88, 797-800.
- Caballero, R., Haj Ayed, M., Galvez, J.F., Hernaiz, P.J. 1995. Yield components and chemical composition of some annual legumes under continental mediterranean conditions. *Int J Agric Sci Agriculture Mediterraena*, 125, 220-230.
- Chowdhurry, D., Tate, M.E., McDonald, G.K., Hughes, R. 2001. Progress towards reducing seed toxin level in common vetch (*Vicia sativa* L.). Processing of the 10th Australian Agronomy Conference, Hobart.
- Çelen, A.E., Çimrin, K.M., Şahar, K. 2005. The herbage yield and nutrient contents of some vetch (*Vicia* sp) species. *J Agronomy*, 4 (1): 10-13.
- Erdurmuş, C., Çeçen, S., Yücel, C. 2010. Antalya koşullarında bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) hat ve çeşitlerinin verim ve verim özelliklerinin saptanması. *Akdeniz Üniv Zir Fak Derg*, 23 (1): 53-60.
- Geren, H., Avcıoğlu, R., Soya, H. 2003. Bazı ümitvar yeni fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin Ege bölgesindeki hasil performansları üzerinde araştırmalar. Türkiye 5. Tarla Bitkileri Kongresi, 363-367, 13-17 Ekim, Diyarbakır.
- Güllap, M.K., Erkovan, H.İ, Koç, A. 2011. Bazı yerel fiğ çeşitlerinin Erzurum ekolojisine adaptasyonu üzerine bir araştırma. *Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi*, Cilt III, Çayır Mera ve Yem Bitkileri ile Diğerleri, 1611-1614, 12-15 Eylül, Bursa.
- Jaranyama, P., Garcia, A.D. 2004. Understanding relative feed value (RFV) and relative forage quality (RFQ). College of Agric and Biological Sci, South Dakota State University, USDA.
- Karslı, M.A., Akdeniz, H., Levendoğlu, T., Terzioğlu, Ö. 2005. Evaluation of the nutrient content and protein fractions of four different common vetch varieties, *Turk J Vet Anim Sci*. 29, 1291-1297.
- Parlak, A.Ö., Hakyemez, B.H., Alatürk, F. 2011. Fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin Çanakkale koşullarına adaptasyonu. Türkiye IX. Tarla Bitkileri Kongresi, Cilt III, Çayır Mera ve Yem Bitkileri ile Diğerleri, 1663-1666, 12-15 Eylül, Bursa.
- Pinkerton, B., Pinkerton, F. 2000. Managing forages for meat goats. In: Meat goat production handbook. Extension services. Collage of agriculture, forestry and life science. Clemson University, USA.
- Ramos, E., Alcaide, E.M., Yanez-Ruiz, D., Fernandez, J.R., Sanz Sampelayo, M.R. 2000. Use of different leguminous seeds for lactating goats. Amino acid composition of the raw material and the rumen undegradable fraction. *Options Mediter*, 74, 285-290.
- Rebolé, A., Alzueta, C., Ortiz, L.T, Baro, C., Rodríguez, M.L., Caballero, R. 2004. Yields and chemical composition of different parts of the common vetch at flowering and at two seed filling stages. *Spanish J Agric Res*, 2 (4): 550-557.
- Sağlamtimur, T., Genç, İ., Tansı, V., Gülcan, H., Gençer, O. 1990. Çukurova'da pamuk alanlarında uygulanabilecek ekim nöbeti sistemlerinin saptanması. Çukurova Hohenheim Üniversiteleri İşbirliği III. Kollokyumu 27 Kasım, Adana, 1990.
- Sniffen, C.J., O'Conner, J.D., Van Soest. P.J., Fox, D.G., Russell, J.B. 1994. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci*. 70, 3562-3577.
- Soya, H., Tamer, G., Ütsek, A., Zorer, Ş. 1999. Farklı ekim ve hasat zamanlarının adi fiğ (*Vicia sativa*) ve tüylü fiğ (*Vicia villosa*)de ot verimi ve verim özelliklerine etkisi. Türkiye III. Tarla Bitkileri Kongresi, 223-227, 15-19 Kasım, Adana.
- Tosun, M., Altınbaş, M., Soya, H. 1991. Bazı adi fiğ (*Vicia Sp.*) türlerinde yeşil ot ve tane verimi ile kimi agronomik özellikler arasındaki ilişkiler. Türkiye 2. Çayır-Mera ve Yem Bitkileri Kongresi, 574-583, 28-31 Mayıs, İzmir.
- TÜİK, www.tuik.gov.tr, Türkiye İstatistik Kurumu, 2009 Tarım İstatistikleri, 2012.
- Van Soest P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant (2nd Ed.). Ithaca, N.Y. Cornell University Pres.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J Dairy Sci*, 74, 3583-3597.
- Wilson JR, Deinum H, Engels EM. 1991. Temperature effects on anatomy and digestibility of leaf and stem of tropical and temperate forage species. *Netherland J Agric Sci*, 39, 31-48.
- Yolcu, H., Daşcı, M., Tan, M. 2009. Evaluation of annual legumes and barley as sole crops and intercrop in spring frost conditions for animal feeding I. Yield and Quality. *J Anim Vet Adv*, 8 (7): 1337-1342.
- Yücel, C., Avcı, M. 2009. Effect of different ratios of common vetch *Vicia sativa* L.)-triticale (*tritosecale whatt*) mixtures on forage yields and quality in Çukurova plain in Turkey. *Bulgarian J Agric Sci*, 15 (4): 323-332.
- Yücel, C., Avcı, M., Yücel, H., Çınar, S. 2004. Çukurova taban koşullarında adi fiğ (*Vicia sativa* L.) hat ve çeşitlerinin ot verimi ve kalitesi ile ilişkili özelliklerin saptanması. *Tarla Bitkileri Merkez Araş Enst Derg*, 13 (1-2): 47-57.
- Yücel, C., Ayaşan, T. 2010. Çukurova koşullarında yetiştirilen bazı yaygın fiğ (*Vicia sativa* L.) çeşitlerinin in vitro yem sindirilebilirliği üzerine farklı inkubasyon zamanlarının etkisi. *Gaziosmanpaşa Üniv Zir Fak Derg*, 28 (2): 1-8.
- Yücel, C., Gültekin, R., İnal, İ., Avcı, M. 2008. Çukurova koşullarında bazı adi fiğ (*Vicia sativa* L.) hatlarının verim ve verim karakterlerinin belirlenmesi. *Anadolu Ege Tarımsal Araş Enst Derg*, 18 (2): 38-54.

EVALUATION ACREAGE, PRODUCTION AND YIELD ON BARLEY BY KRIGGING METHOD IN TURKEY

Murat OLGUN¹ Saffet ERDOĞAN² İmren KUTLU*¹ Nazife GÖZDE AYTER¹
Zekiye BUDAK BAŞÇIFTÇI¹

¹Eskisehir Osmangazi University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops, Eskisehir, Turkey

²Afyon Kocatepe University, Faculty of Engineering, Dept. of Geomatics Engineering, Afyon, Turkey

*ikutlu@ogu.edu.tr

Received Date: 14.11.2012

Accepted Date: 28.11.2012

ABSTRACT: The purpose of this study was to classification similarities/dissimilarities of provinces and to determine the potential of provinces on barley for acreage, production and yield by using Krigging method in Turkey. Results revealed that barley is important crop in Turkey and could play important role in crop production, food industry and animal husbandry whether it is given greater importance in production marketing and valorization. Climatic conditions have significant effect on barley yield and production. Adverse effect of climatic factors could be diminished by using cultivars, more tolerant to drought and have a shorter growing period allowing rapid development. Significant relationship coexists between acreage, production and crop yield. Besides in the long run, strong relationship occurs between barley area planted and barley price, significantly affecting barley acreage.

Key Words: Barley, Acreage, Crop production, Crop yield, Krigging method.

TÜRKİYE'DE KRİGGİNG METODUYLA ARPANIN EKİM ALANI, ÜRETİM VE VERİMİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET: Bu çalışmanın amacı, arpada Krigging metodunu kullanarak Türkiye için iller bazında ekiliş, üretim ve veriminin benzerlik/farklılıklarının sınıflandırılmasıdır. Sonuçlara göre, arpanın Türkiye'de önemli bir bitki olduğu ve hayvancılık ve gıda endüstrisinde önemli bir yer tuttuğu belirlenmiştir. Öte yandan iklim koşulları arpada verim ve üretimi etkileyen önemli faktörlerden biridir. İklim faktörlerinin olumsuz etkilerini kısa gelişme periyoduna sahip, kurağa toleranslı bitkilerin kullanımıyla gidermek mümkün olabilir. Ayrıca verim, ekiliş alanı ve üretim arasında önemli bir ilişki mevcuttur. Uzun periyotta arpa ekim alanlarıyla arpanın fiyatı arasındaki kuvvetli ilişki, arpanın ekiliş alanını etkileyen önemli bir unsur olarak ortaya çıkacaktır.

Anahtar Kelimeler: Arpa, Ekim alanı, Üretim, Verim, Krigging metodu.

1. INTRODUCTION

Barley (*Hordeum vulgare L.*) is cultivated in almost all parts of the world except the tropical regions. It is also known as so important cereal for animal production, industry including beer and certain distilled beverages and various health foods in the world (Poehlman, 1985). With about 140 million tons, barley is assumed as fourth cereal in seed production (Anonymous, 2006). In Turkey, production and acreage in barley are roughly 7 - 9 million ton and 3-3,5 million ha, although 20% of the barley crop is used for malting and 80% are used as animal feed. Barley including two rows (*H.distichum*) and six rows (*H.hexastichum*) seems the second important crop due to shorter growing period and adaptability to inappropriate climatic conditions and these phenomena make it possible to spread in vast areas, especially in Central Anatolia and South-East Anatolia Regions in Turkey.

Even though there are many areas having different climatic conditions, production performance of barley crop is not well in excessive rainfall areas. Extremely

hot and dry weather are not desired, hot and humid climate is deleterious, since such conditions cause greater prevalence of disease problems. Barley is also tolerant to moderately high temperatures if humidity is low (Ludlow and Muchow, 1990). Unique climates, long warm summer days, clean environment and the large fertile lands in Aegean Region, Central Anatolia and South-East Anatolia Regions provide better growing conditions and these areas are known as better productive barley-growing areas in Turkey (Kün, 1988).

Studies reported that changes in climatic conditions causes substantial variations in yield and changing weather causing leading conclusions on farmers to shift crops. Especially drought, like other stress conditions, causes barley yield reductions affecting the majority of the farmed regions around the world. (Koorneef et al., 1997; Kovacevic et al., 2005; Paunovic et al., 2008) Malekiani and Jafarzadeh (2011) stated the importance of climatic changes in crop spectrum in Iran. Most areas in Iran are surrounded arid/semiarid climate with an average annual precipitation of about 250 mm where cereal production depends largely on climate, soil, and

topography. Global changes could impact the formation of cereal biomass in several ways could be reflected on achieved results of last years in barley yield amount and quality (Molnarova, 2008). Winter barley are capable for environment factors, changes in these factors reflect barley yield amount and quality (Molnarova, 2008); therefore grain production and yield are low and highly variable (Benaouda 1992). In fact the effect of environmental conditions (climate, soil etc.) have been studied and concluded that increasing barley yield and production for at least 60% is possible by using proper production system (Prochazkova at al. 1997; Kubinec and Kovat, 1998; Slezciak and Horevaj, 2000). The purpose of this study was to classify similarities/dissimilarities of provinces and to determine the potential of provinces on barley for acreage,

production and yield by using krigging method in Turkey.

2. MATERIALS AND METHOD

This study was carried out to classification similarities/dissimilarities of provinces and to determine the potential of all provinces in Turkey on barley for acreage, production and yield by using krigging method in Turkey. Data (2006-2010 years) in acreage (ha), production (ton) and yield (ton/ha) for all provinces of Turkey were taken from Turkish Statistical Institute (Anon., 2012) and map of Turkey showing all provinces are given in Figure 1. Cluster and biplot analyses were made in Minitab 15 software.

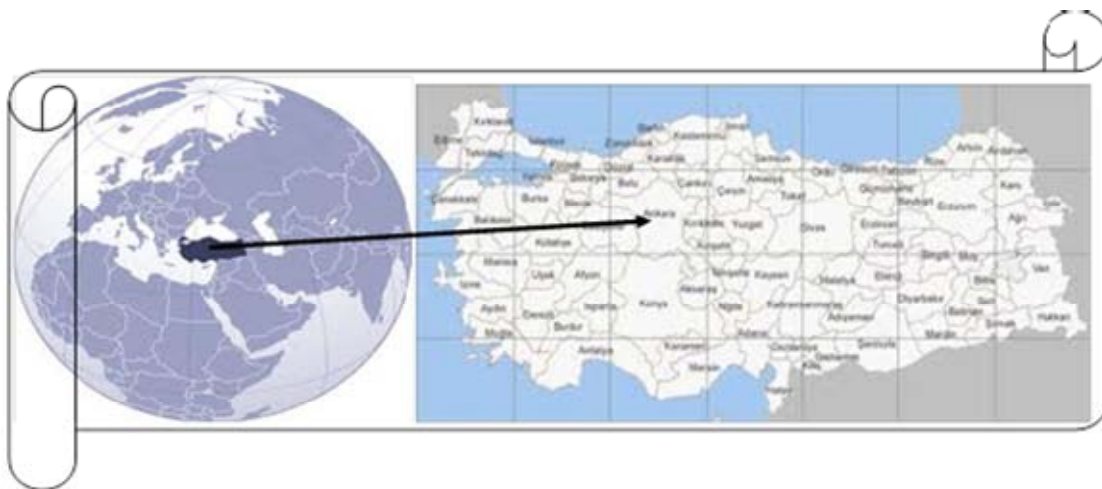


Figure 1. Map of Turkey showing all provinces

Kriging interpolation method is used in the study. Interpolation is the procedure of predicting the values of attributes at unsampled sites from measurements made at a set of locations within the same region. Kriging, interpolation technique is the stochastic geostatistical method that takes into account both the distance and the degree of variation between measurement points. It uses a semivariogram to define the weights that determine the contribution of each data point to the prediction of new values at unsampled locations (Erdogan, 2010). The accuracy of the interpolation process can be evaluated from different aspects. The most straightforward is to predict some single, global accuracy measures that characterize the interpolation accuracy via validation techniques. Therefore the RMSE indice calculated from the difference between the surveyed and the predicted values for each point were examined to understand the distribution of the error.

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \{z(x_i) - \hat{z}(x_i)\}^2}$$

It should be noted that the accuracy reported with these validation methods assumes uniform error values for the entire surface. The best way to examine the spatial distribution of error is to obtain a graphical representation of the accuracy by generating error maps. So that error maps generated to understand the spatial distribution of the error in the country.

3. RESULTS AND DISCUSSION

Minimum, maximum and mean values in barley for all provinces on acreage (ha), production (ton) and yield (t/ha) in Turkey were given in Table 1.

Table 1. Minimum, maximum and mean values) in barley for provinces in acreage (ha), production (ton) and yield (t/ha) in Turkey

	Minimum	Maximum	Mean
Acreage (ha)	69,48	260.835,08	35.474,72±2.289,28
Production (ton)	171,80	610.358,20	81.862,99±7.746,85
Yield (t/ha)	1.168	4.430	2.325±8,07

Table 2. Error table of acreage, production and yield in barley

Barley (<i>H.vulgare</i> L.)	Yield (t/ha)	Acreage (ha)	Production (ton)
Mean	0,1743	-438,0093	-309,7905
Root-Mean ²	48,7629	392705,6007	90565,2488
Mean Standardized	-0,0003	0,0147	0,0124
Root-Mean ² Standardized	0,9877	0,9416	0,9445
Average Standard Error	49,5224	394976,8635	91136,2897

As seen from Table 1, with about 35.000 ha mean maximum and minimum acreage values were determined as about 69 ha and 260.000 ha. Besides, mean values in production (about min. 171 ton, max. 610.000 ton) and in yield (about min. 1.1 t/ha, max. 4.4 t/ha) were about 82.000 ton and 2.3 t/ha, respectively. Figure 2 shows relationship between acreage, production and yield on barley in Turkey. Figure shows that there is a close relationship between acreage, production and yield draws different perspective. While increase was recorded with increasing acreage, yield should be under genotype x environment interaction. Ludlow and

Muchow (1990) stated that yield amount is designed by genotype x environment interaction. Crop yield under the influence of environmental factors (climate, geography and topography) as well as genetic influence in cereals. Although the increase in acreage occurs, adverse environmental conditions may cause yield reductions (Karing et al., 1999; Kara et al. 2008; Macak et al., 2008). This reason could make yield different from acreage and production togetherness. On the other hand, classification in provinces by biplot analyses is shown in Figure 3 for acreage, in Figure 4 for production and in Figure 3 for yield.

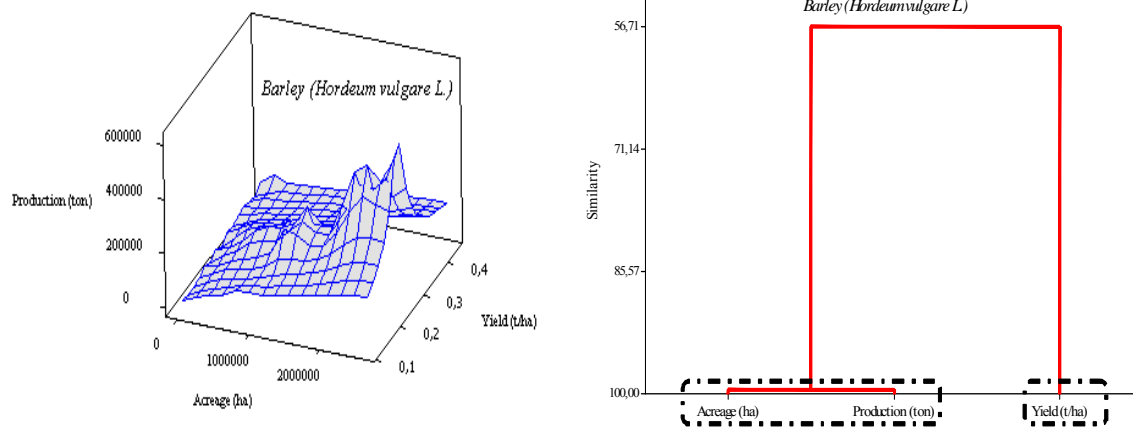


Figure 2. Relationship between acreage, production and yield in barley

Figure 3 shows that provinces are divided into six groups. Batman, Siirt provinces and Şırnak, Düzce provinces created binary groups. Besides, Erzurum, Yozgat, Çankırı, Mardin, Ordu, Iğdır, Ardahan, Van, Hakkâri, Kars, Muş, Kastamonu, Aydın, Erzincan provinces joined same groups; whereas Kırklareli, Artvin, Antalya, Diyarbakır, Bolu, Tekirdağ, Bilecik, Çorum, Eskişehir, Sakarya, Gaziantep, Karaman, Afyon, Samsun, Bursa, Uşak, Tokat, Zonguldak, Karabük, İstanbul, Sivas, Ağrı, Bursa, Malatya, Niğde, Kırşehir, Sanlıurfa, Kocaeli, Gümüşhane, Elazığ, Çanakkale, Bingöl, Ankara provinces; Hatay, Tunceli, Kayseri, Kilis, Bitlis, Osmaniye, İzmir, Yalova, Kahramanmaraş provinces took part in same group. Biplot analysis in production for Turkey are given in Figure 4.

Another group were created by Muğla, Kırkkale, Isparta, Amasya, Giresun, Adıyaman, Adana, Mersin, Nevşehir, Manisa, Denizli, Uşak, Tokat, Zonguldak, Karabük, İstanbul, Sivas, Ağrı, Bursa, Bartın, Niğde, Kırşehir, Malatya, Şanlıurfa, Kocaeli, Gümüşhane, Elazığ, Çanakkale, Bingöl, Ankara provinces; Hatay, Tunceli, Kayseri, Kilis, Bitlis, Osmaniye, İzmir, Yalova, Kahramanmaraş provinces took part in same group. Biplot analysis in production for Turkey are given in Figure 4.

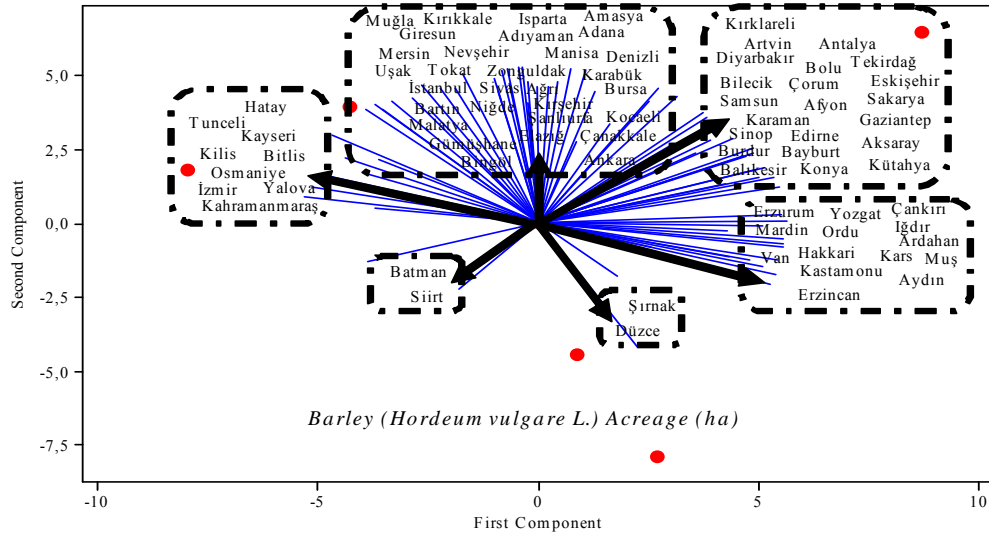


Figure 3. Biplot analysis of acreage in Turkey

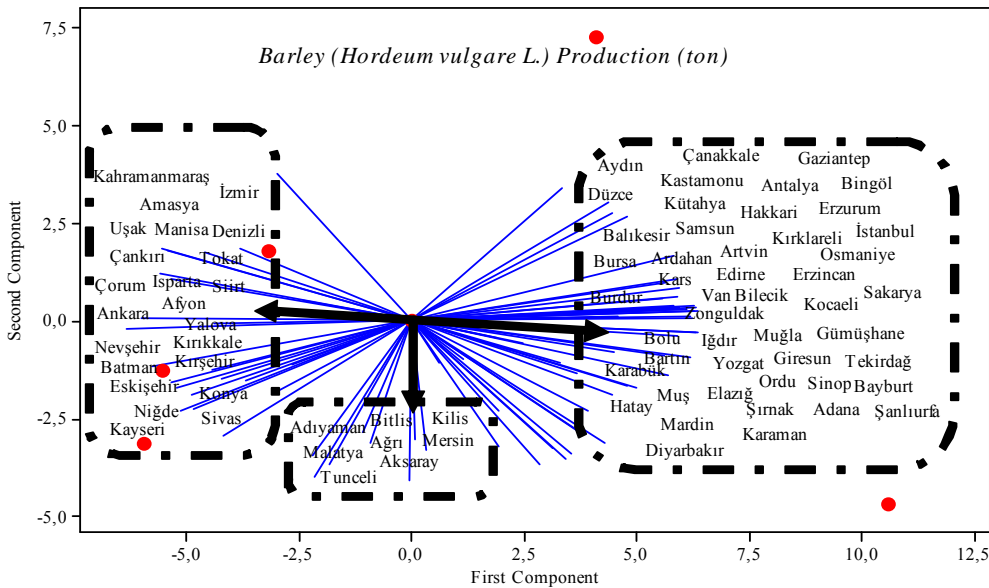


Figure 4. Biplot analysis of production in Turkey

According to Figure 4, provinces could be classified in three groups. First group contained Kahramanmaraş, İzmir, Amasya, Uşak, Manisa, Denizli, Çorum, Çankırı, Tokat, Siirt, Afyon, Isparta, Ankara, Yalova, Nevşehir, Kırıkkale, Batman, Kırşehir, Eskişehir, Konya, Niğde, Sivas, Kayseri provinces. While Bitlis, Kilis, Adıyaman, Ağrı, Mersin, Malatya, Aksaray, Tunceli provinces took part in one group; another group was created by Aydın, Çanakkale, Gaziantep, Kastamonu, Antalya, Bingöl, Düzce, Kütahya, Hakkari, Erzurum, Balıkesir, Samsun, Kırklareli, İstanbul, Bursa, Ardahan, Artvin, Osmaniye, Kars, Edirne, Erzincan, Burdur, Van Bilecik, Sakarya, Kocaeli, Zonguldak, Bolu, Iğdır, Muğla, Gümüşhane, Bartın, Yozgat, Giresun, Tekirdağ, Karabük, Ordu, Sinop, Bayburt, Muş, Elazığ, Hatay, Şırnak, Adana, Mardin, Şanlıurfa, Karaman, Diyarbakır.

Biplot analyses of yield in Turkey are given in Figure 5. Yield could be classified in eight groups in Turkey. The first group contained Şırnak, Şanlıurfa, Mardin,

Gaziantep; while three provinces, Elazığ, Tunceli, Karaman created the second group. Çanakkale, Erzurum, Adana, Osmaniye, Samsun, Tekirdağ, Bartın, Ordu, Kahramanmaraş, Kırklareli, Iğdır, Aydın, Kocaeli, Karabük, Balıkesir, Bilecik, Giresun, Mersin, İstanbul, Edirne, Erzincan, Bursa, Van, Düzce, Artvin, Sakarya, Yalova, Hatay, Kars, Hakkâri, Gümüşhane, Bitlis, Ardahan, Zonguldak, Bolu, Bayburt joined same group; and another group had Kastamonu, İzmir, Tokat, Kayseri, Muğla, Kütahya, Burdur, Antalya, Bingöl provinces.

Manisa, Isparta, Denizli, Sinop provinces created one group and next group had Amasya, Uşak, Sivas provinces. Kırşehir, Çorum, Çankırı, Ankara, Nevşehir, Niğde, Afyon, Kırıkkale, Konya, Eskişehir, Yozgat provinces participated same group and Siirt, Malatya, Muş, Kilis, Aksaray, Diyarbakır, Batman, Ağrı, Adıyaman came in last group (Figure 5).

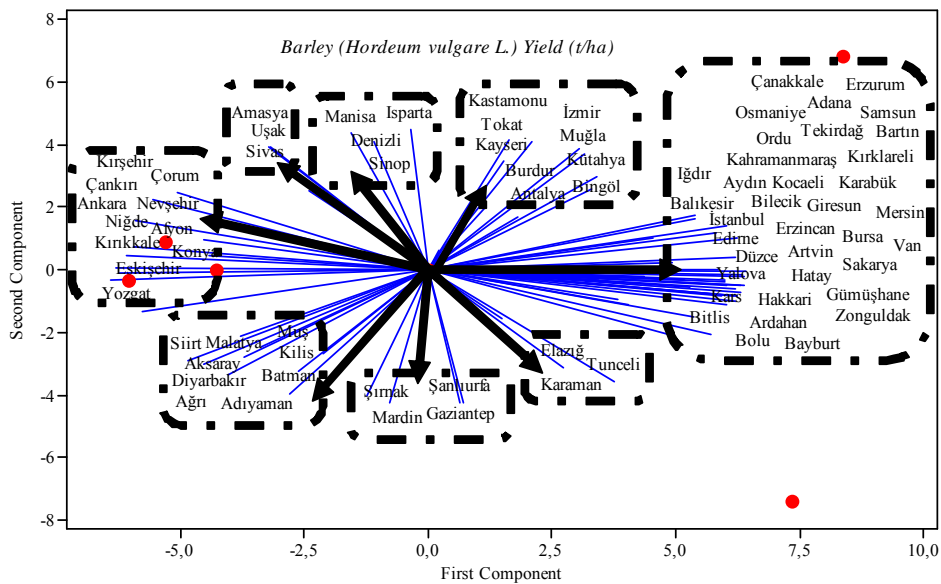


Figure 5. Biplot analysis of yield in Turkey

Maps of acreage, production and yield in barley for Turkey by Krigging Method are given Figure 6, 7 and 8. According to Figure 6 and 7, acreage and production maps gave similar results. Both criteria showed that Ankara, Eskişehir, Afyon, Konya, Sivas, Çorum, Yozgat, Kayseri, Aksaray, Kırşehir, Uşak, Denizli, Diyarbakır, Şanlıurfa, Elazığ, Erzurum, Kars, Mardin, Kütahya, Antalya and Kars provinces. Similar to our results studies revealed that results of acreage and crop production are mostly similar, since there is close relationship between them and production increases with increasing acreage (Fisunoğlu, 1998; Gençtan et al., 2006; Kınacı et al., 2010).

Bernaouda (1992) stated that acreage, production and hereby yield are commonly variable; they are mainly under many factors including climatic, geographic and economic factors. Sleizak and Horevaj (2000) stressed that increases in barley yield and relatively production are possible by allowing proper system and more suitable areas for malting barley. Figure 8 showed that provinces having high yield potential for barley are Ankara, Eskişehir, Afyon, Konya, Sivas, Çorum, Yozgat, Kayseri, Aksaray, Kırşehir, Uşak, Denizli, Diyarbakır, Şanlıurfa, Elazığ, Erzurum, Kars, Mardin, Kütahya, Antalya Burdur, Edirne, Tekirdağ, Bursa, Balıkesir,

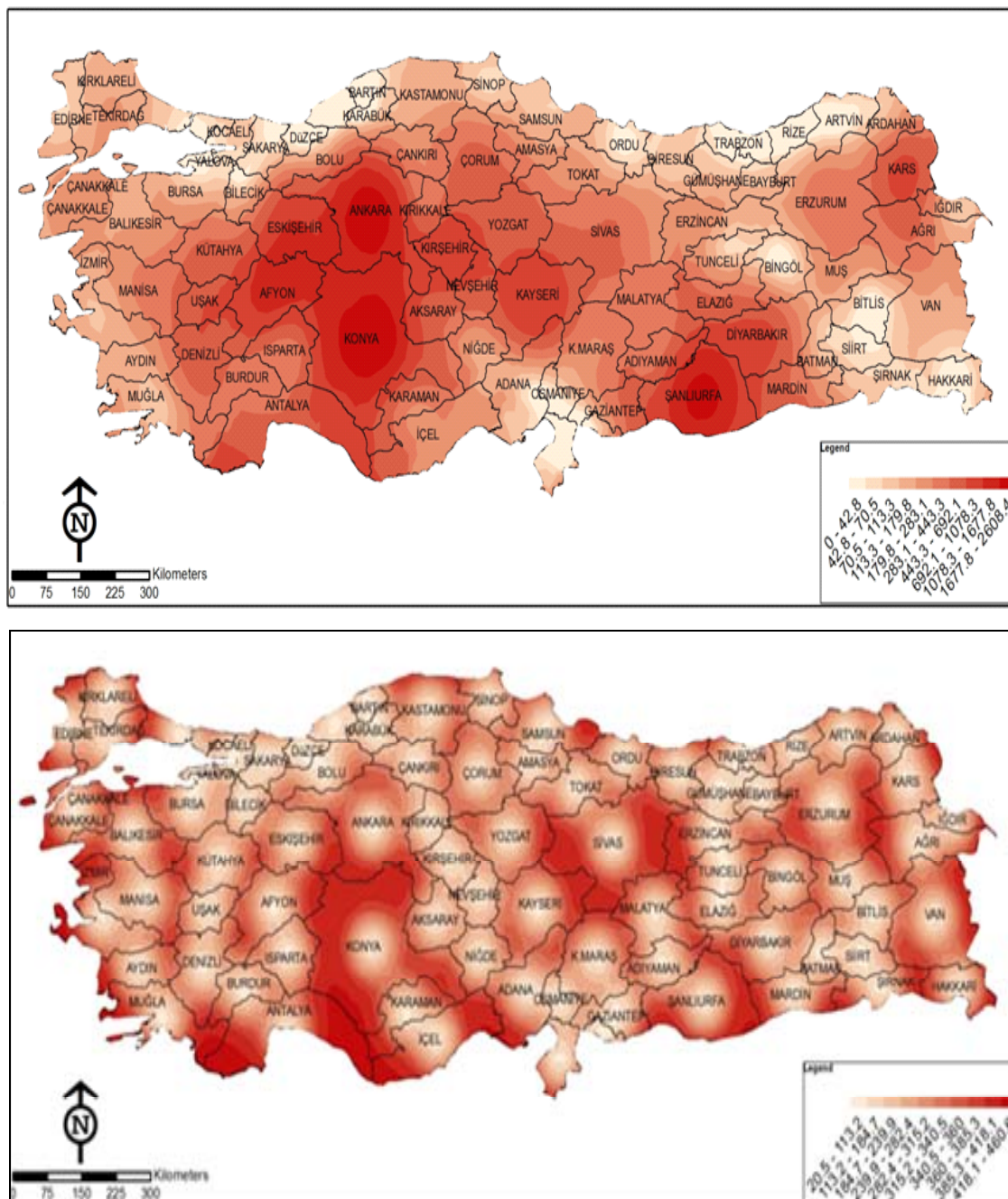


Figure 6. Maps of acreage and its error on barley in Turkey

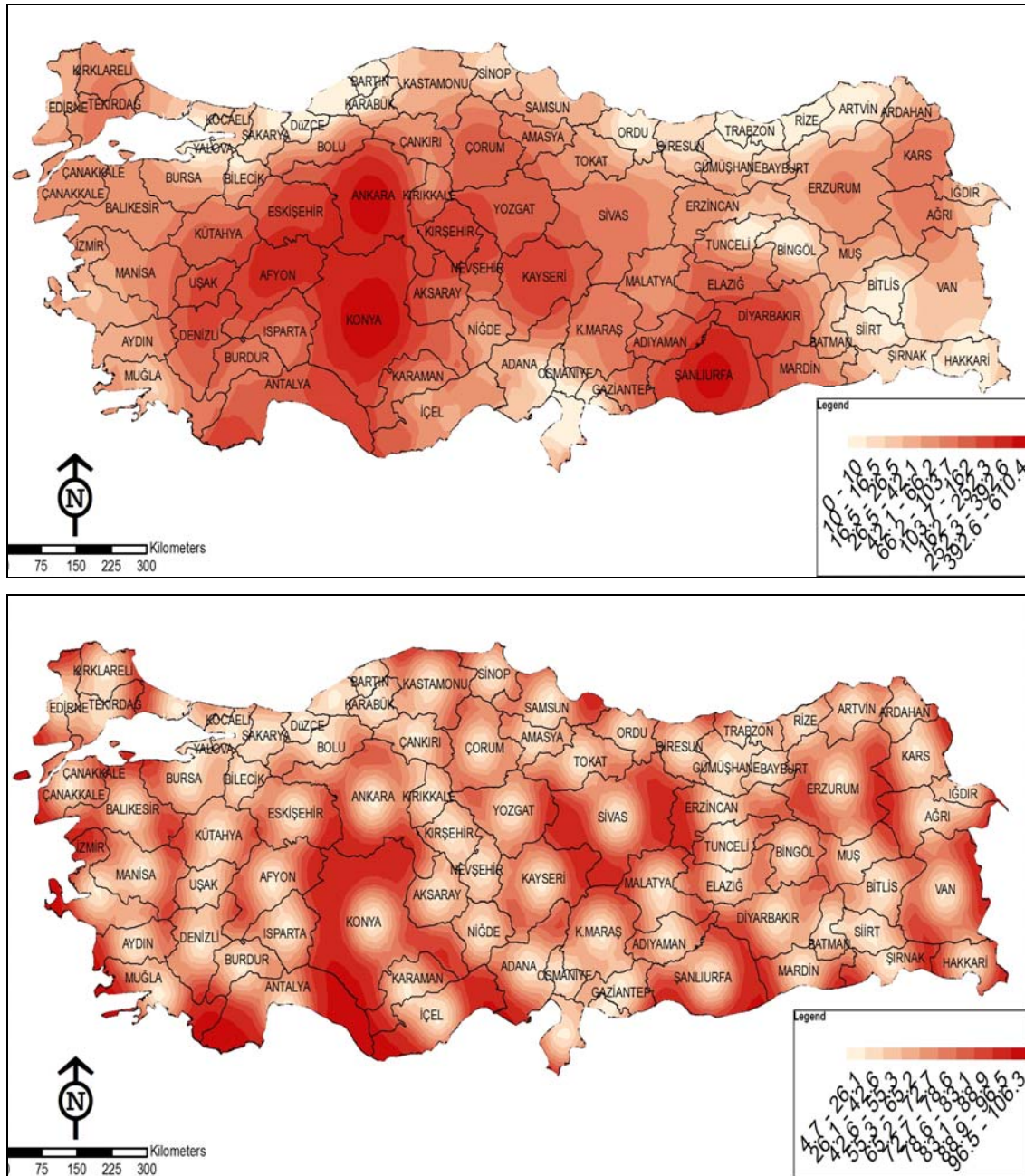


Figure 7. Maps of production and its error on barley in Turkey

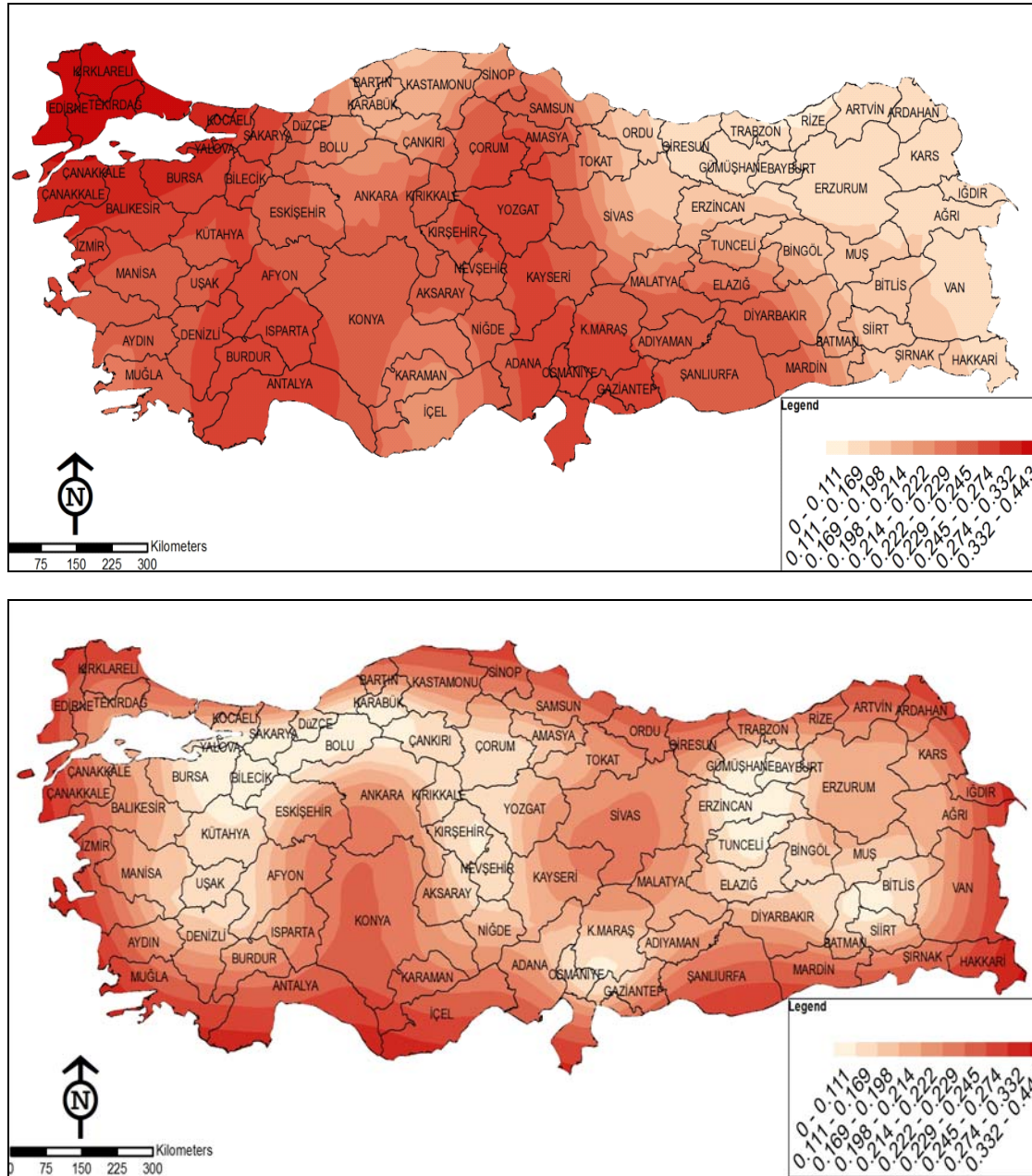


Figure 8. Maps of yield and its error on barley in Turkey

Çanakkale, Ankara, Isparta, and Sakarya provinces. Koornneef et al. (1997) warned that barley, as having economic importance is under danger of drought effect and low water input is main cause for crop yield decrease. It was concluded that climate topography and geography have about 60-80% rate on variability of acreage, production and yield in barley (Chmielewski and Kohn, 1999; Bielek, 2001; Spanik and Siska, 2004; Spanik, 2008). On the other hand six crops, wheat, rice, maize, soybeans, barley and sorghum are the most

common grown crops in the world and production of them these crops accounts for over 40% of global cropland area (Anon., 2006).

So, barley is important crop in Turkey and could play important role in crop production, food industry and animal husbandry whether it is given greater importance in production marketing and valorization. Weather conditions have significant effect on barley yield and production. Adverse effect of climatic factors could be diminished by using cultivars, more tolerant to drought

and have a shorter growing period allowing rapid development. Good relationships coexist between acreage, production and crop yield. Besides in the long run, strong relationship occurs between barley area planted and barley price, significantly affecting barley acreage.

4. REFERENCES

- Anonymous, 2006. FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) 2006 FAO Statistical Databases Available from: <http://faostat.fao.org>
- Anonymous, 2012. TUIK (Turkey Statistical Institution) TUIK Statistical Databases Available from: <http://tuik.gov.tr>
- Benaouda, H., El Mourid, M., Ameziane, T. 1992. Place de l'orge dans les systèmes des cultures des zones arides et semi-arides du maroc occidental. Projet. IFAD/ICARDA/Maghreb.
- Bielek, P. 2001. História poľnohospodárskej vedy a výskumu na slovensku. (In Demo A I., Dejiny Poľnohospodárstva Na Slovensku). 493-536.
- Chmielewski, F.M., Kohn, W. 1999. Impact of weather on yield components of spring cereals over 30 years. *Agric. For. Meteorol.*, 96: 49-58.
- Erdogan, S. 2010. Modelling the spatial distribution of dem error with geographically weighted regression: an experimental study. *Computers and Geosciences*, 36: 34-43.
- Fisunoğlu, M. 1998. Agricultural Production, Population and Environment Population. Environment And Development Conference, 55-70, 13-14 November, Ankara.
- Gençtan, T., Birsin, M., Balkan, A. 2006. Cereal and legumes production and problems. National Agriculture Congress, 15-17 November, Adana.
- Kara, A., Kadioğlu, S., Küçüközdemir, Ü., Yıldırım, T., Olgun, M., Küçük, N. 2008. Barley Farming and Related Problems in Northeastern Anatolia. National Grain Symposium. 2-5 June, Konya.
- Karing, P., Kallis, A., Tooming, H. 1999. Adaptation principles of agriculture to climate change. *Climate Research*, 12: 175-183
- Kınacı, E., Kınacı, G., Alp, A., Kutlu, İ. 2010. Opportunities to increase the production of cool season crops. VII. Turkey Agriculture Engineering Technical Congress, 11-15 January, Ankara.
- Koornneef, M., Alonso-Blanc, C., Peeters, A.J.M. 1997. Genetic approaches in plant physiology. *New Phytol.*, 137: 1-8.
- Kovacevic, V. 2005. Wheat yield variations among the years in the Eastern Croatia. In: Proceedings of the XL Cro-atian Symposium on Agriculture with International Participation (Kovacevic V. and Jovanovac Sonja Eds.), 453-454, 15-18 February, Opatija, Croatia.
- Kubinec, S., Kovát, K. 1998. *Progresivne technolgie pestovania jatmena jarného*. 82. Piešťany, Slovakia: VÚRV.
- Kün, E. 1988. *Cold Climate Cereals*. Course Book: 299, AU Faculty Of Agriculture Pub. No:1032, Ankara.
- Ludlow, M.M., Muchow, R.C. 1990. A critical evaluation of traits for improving crop yields in water limited environments. *Adv.Agron.*, 43:107-153.
- Macak, M., Zak, S., Birkas, M., Djalovic, I., Slamka, P. 2008. The influence of an ecological and low input system on yield and yield componets of spring barley. In *Cereal Research Communications*, 36: 1343-1346.
- Malekiani, A., Jafarzadeh, A. A. 2011. Qualitative land suitability evaluation of the khajeh research station for wheat, barley, alfalfa, maize and safflower. *Research in Plant Biology*, 1(5): 33-40
- Molnarova J. 2008. The influence of non-root nutrition and growing season on the yield formation process and yield amount in spring barley. *Protectia Mediului*, 13(13): 157-166.
- Paunović, A., Madić, M., Knežević, D., Biberdžić, M. 2008. Nitrogena and seed density effects on spike length and grain weight per spike in barley. *Cereal Res. Comm.*, 36: 75-78.
- Poehlman, M.I. 1985. *Adaptation and distribution, barley*. American Society of Agronomy, Number 26 in the Series, Madison, Wisconsin.
- Procházková, B., Dovrtel, J., Suškevit, M. 1997. Systémy Zpracování Pudy V Kukuritné Vyrobní Oblasti. In: *AGROREGION 97, Problems Of Today's Agriculture And Case Studies*, 165-168. Teské Budejovice, Czech Republic. ISBN 80-7040-232-6.
- Sleziak, E., Horevaj, V. 2000. Perspektivy Pestovania Sladovnickeho Jaemia Na Slovensku. In *Pestovanie A Vyulitie Obilnin Na Prelome Milenia*, 68-72. Nitra, Slovakia: SPU Nitra, ISBN - 7137- 783 -X.
- Špánik, F. 2008. Klimatické Zmeny A Ich Vplyv Na Poľnohospodárstvo. In *Liška A Ī. Všeobecná Rastlinná Výroba*, 65-69, ISBN 978-80-552-0016-3
- Špánik, F., Šiška, B. 2004. Predpokladaná Zmena Klímy V 21. Storočí A Poľnohospodárstvo. In: *Agrochémia*, 8(44): 22-26.

MISIRDA ENDOSPERM PROTEİN ORANI VE PROTEİN FRAKSİYONLARININ DEĞİŞİMİNDE EBEVEYN VE GENERASYONLARIN ETKİSİ

Cem Ömer EGESEL* Fatih KAHRIMAN Nur ÇORBACIOĞLU

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarımsal Biyoteknoloji Bölümü, 17020, Çanakkale
*cegesel@comu.edu.tr

Geliş Tarihi : 16.10.2012 Kabul Tarihi : 24.01.2013

ÖZET: Mısırdaki tane kalitesinin belirleyici unsurları arasında, protein oranı ve protein kalitesi önemli yer tutmaktadır. Bu çalışmanın amacı, yüksek lizin içeriğine sahip *opaque-2* (*o2*) mutant hattı ile oluşturulan farklı melez kombinasyonların endosperm protein oranının ve protein fraksiyonlarının farklı generasyonlarda değişiminin incelenmesidir. Çalışma Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dardanos Araştırma ve Uygulama Birimi'nde 2010 ve 2011 yetiştirme sezonlarında oluşturulan tohumluk setleri kullanılarak yürütülmüştür. Araştırmada bir *o2* hattı iki farklı baba hat ile melezlenmiş ve bu melezlerin $F_{0:1}$ ve $F_{1:2}$ tohumlukları ile ebeveyn hatların kendilenmiş örneklerinde protein oranı ve protein fraksiyonlarını belirlemek için analizler yapılmıştır. Araştırma bulgularına göre endosperm protein oranı bakımından ebeveyn hatlar ve hibrit kombinasyonların $F_{1:2}$ generasyonundaki tohumlukları arasında önemli ölçüde farklılık olduğu görülmüştür. Genotiplerin endosperm protein oranı % 5.54-8.93 arasında değişim göstermiştir. Baba hatların etkisinin albümin+globülin ve zein proteinlerinin içeriği kadar, toplam protein içeriğine de etkili olduğu görülmüştür. Albümin+globülin fraksiyonları 3.46-8.71 mg/g arasında değişim göstermiştir. Ayrıca zein ve toplam protein içeriğinin, $F_{1:2}$ generasyonunda $F_{0:1}$ generasyonuna göre daha düşük olduğu tespit edilmiş, zein proteinleri ise 16.9-61.0 mg/g arasında değişmiştir.

Anahtar Kelimeler: Albümin, Globülin, Protein, *Zea mays*

THE EFFECT OF GENERATION AND PARENTS ON ENDOSPERM PROTEIN RATIO AND CHANGE OF PROTEIN FRACTIONS IN MAIZE

ABSTRACT: Among the quality traits of maize grain, protein ratio and protein quality are two main components. The objective of the study was to investigate changes of endosperm protein ratio and protein fractions in successive generations of different hybrid combinations having a high lysine mutant parent, *opaque2* (*o2*). The study was carried out using seed samples generated at 2010 and 2011 growing seasons in Dardanos Research and Experiment Center of Çanakkale Onsekiz Mart University. To produce the plant material, an *o2* line was pollinated with two different inbreds. The seeds of $F_{0:1}$ and $F_{1:2}$ generations from these hybrids, as well as selfed seeds from the parents, were used to detect protein ratio and protein fractions. The results showed that there were significant differences between parent lines and $F_{1:2}$ seeds of hybrid combinations for endosperm protein ratios. Endosperm protein ratios ranged between 5.54% and 8.93%. There was a significant male parent effect on albumin + globulin and zein fractions as well as total protein ratio. Albumin + globulin fractions ranged between 3.46-8.71 mg/g. Lower values were detected for zein and total protein ratios in $F_{1:2}$ seeds as compared to the seeds of $F_{0:1}$ generation. In terms of zein fractions the range was between 16.9 and 61.0 mg/g.

Key Words: Albumin, Globulin, Protein, *Zea mays*

1. GİRİŞ

Mısırdaki ıslah amaçları içerisinde en önemli olan şüphesiz verim artışıdır. Buna karşın birçok ıslah programında verim ile birlikte veya bağımsız olarak kalite özelliklerinin geliştirilmesi konusunda yüksek çaba sarf edilmektedir. Tane kalitesini önemli ölçüde etkileyen protein oranı, normal mısır tanesinde % 8-11 arasında değişim göstermektedir (Gorinstein ve ark., 1991). Tane kalitesinde protein oranı kadar belirleyici olan protein kalitesi toplam proteini oluşturan protein fraksiyonları ile ilişkilidir. Mısırdaki protein fraksiyonları albümin, globülin, glutelin ve zein olmak üzere dört

farklı gruba ayrılmaktadır (Osborne, 1987). Mısır tanesinde baskın tip protein grubu olan zein tip proteinler, mutlak gerekli aminoasitlerden lizin ve triptofan aminoasitleri bakımından oldukça fakirdir (Vasal, 2002). Bu nedenle protein kalitesi bakımından normal mısır tipleri oldukça düşük değerlere sahiptir. Dünyada yetersiz protein alımı ve kaliteli protein eksikliği sorunlarıyla karşı karşıya olan çocuk sayısı 200 milyonun üzerinde olup, her yıl en az 5 milyon çocuk bu nedenle hayatını kaybetmektedir (FAO, 2008). Bu noktada protein kalitesi yüksek mısır (Quality Protein Maize-QPM) tipleri bu sorunun çözümünde önemli avantajlar sağlamaktadır. Proteini Kaliteli Mısır çeşitleri

ile ilgili çalışmalara temel oluşturan olay, 1920'li yıllarda Amerika Birleşik Devletleri'nde bir mısır tarlasında tesadüf eseri fark edilen, yumuşak opak tipteki (o2) bir mutant mısırın, Connecticut Tarımsal Araştırmalar İstasyonu'nda mercek altına alınması ve bu konu üzerinde çalışılmaya başlanmasıdır (Vietmeyer, 2000). Bu konu ile ilgili ilk bilimsel raporlar 1960'lı yıllarda Theodor Mertz ve Oliver Nelson tarafından sunulan o2 mısır tipini oluşturan mutasyonu konu edinmiştir (Crow ve Kermicle, 2002). Bu mutasyon nedeniyle o2 tip mısırdaki, normal mısırlara göre lizin ve triptofan aminoasitleri 2-3 kat daha fazla sentezlenmektedir (Sofi ve ark., 2009).

Mertz ve Nelson tarafından başlatılan çalışmalar daha sonra farklı araştırmacılar tarafından yeni yaklaşımlara konu olmuştur. Geliştirilen mutantların protein kaliteleri yüksek olmasına karşın yumuşak tane yapısına sahip olmaları nedeniyle, sert taneli ve protein kalitesi yüksek olan mısır tipleri (QPM) üzerinde çalışılmaya başlanmıştır (Motto ve ark., 2011). Özellikle Uluslararası Buğday ve Mısır Araştırmaları Merkezi'nde (CIMMYT) önemli çalışmalar yapılmış ve yeni mutant tipler geliştirilmiştir (Vasal, 1999). Protein kalitesi yüksek mısır tiplerinin beslenme konusunda normal mısır tiplerine olan üstünlükleri bilimsel araştırmalar ile kanıtlanmıştır. QPM hatları kullanılarak yapılan hayvan beslemenin; yumurtacı ve broiler tavuklarda beslenme ve ekonomik açıdan önemli katkılar sağladığı rapor edilmiştir (Panda ve ark., 2011). Benzer şekilde farelerde yapılan bir çalışmanın sonuçları QPM mısır ile beslenmiş farelerin canlı ağırlık artışının hibrit mısırla beslenen farelere göre 2-3 kat fazla olduğunu göstermiştir (Crow ve Kermicle, 2002). Yine QPM mısır tipleri ile ek protein kullanılmadan beslenen domuzların canlı ağırlık artışının normal mısır ile beslenen domuzlara göre iki kat daha fazla olduğu belirlenmiştir (Burgoon ve ark., 1992). QPM mısırın insan beslenmesi üzerine olan etkileri de araştırma konusu olmuştur. Çocuk beslenmesinde özellikle yaygın olarak mısır kullanılan ölkelerden birisi olan Gana'da yürütölen bir çalışmada yüksek lizin/triptofan içeriğine sahip mısırla beslenen çocukların normal mısırla beslenenlere göre daha hızlı gelişim gösterdiği ve hastalıklara yakalanma oranının azaldığı rapor edilmiştir (Akuoma-Boateng, 2002). Zira QPM mısırın biyolojik değeri % 80, sütün % 90 iken normal mısırın biyolojik değeri yalnızca % 45 civarındadır (FAO, 1992). Bu durumlar dikkate alındığında ölkemizde yalnızca verimi amaçlayan mısır ışlah çalışmalarına ek olarak tane kalitesini de konu edinen araştırmaların artırılması gerektiği anlaşılmaktadır. Protein kalitesinin mısırdaki değişimini inceleyen farklı araştırma bulguları, farklı hatlarla oluşturulmuş melez kombinasyonların (Paulis ve ark., 1993; Yau ve ark., 1999) ve farklı jenerasyonlarda alınan örneklerde (Ignjatovic-Micic ve ark., 2010) protein fraksiyonları ve aminoasit

kompozisyonlarının önemli derecede farklı olduğunu göstermiştir. Ancak polen etkisi nedeniyle ortaya çıkabilecek değişimler ve jenerasyon tohumluklarındaki farklılıklar bu konuda yürütölen çalışmalarda ele alınmamıştır. Ulusal bazda yürütölen çalışmalarda ise QPM veya *opaque-2* hatlarının kullanıldığı herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Tarımsal ve hayvansal üretim potansiyeli yüksek olan ölkemizde, mısır kalitesine yönelik çalışmaların sınırlı olması çok önemli bir eksikliktir.

Bu alışma protein kalitesi yüksek olan bir hat ile iki farklı saf hattın melezlenmesi sonucu elde edilen kombinasyonların farklı jenerasyonlarındaki tohum örneklerinde protein oranı ve protein kalitesinin değişiminin incelenmesi amacıyla yürütölmüştür.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

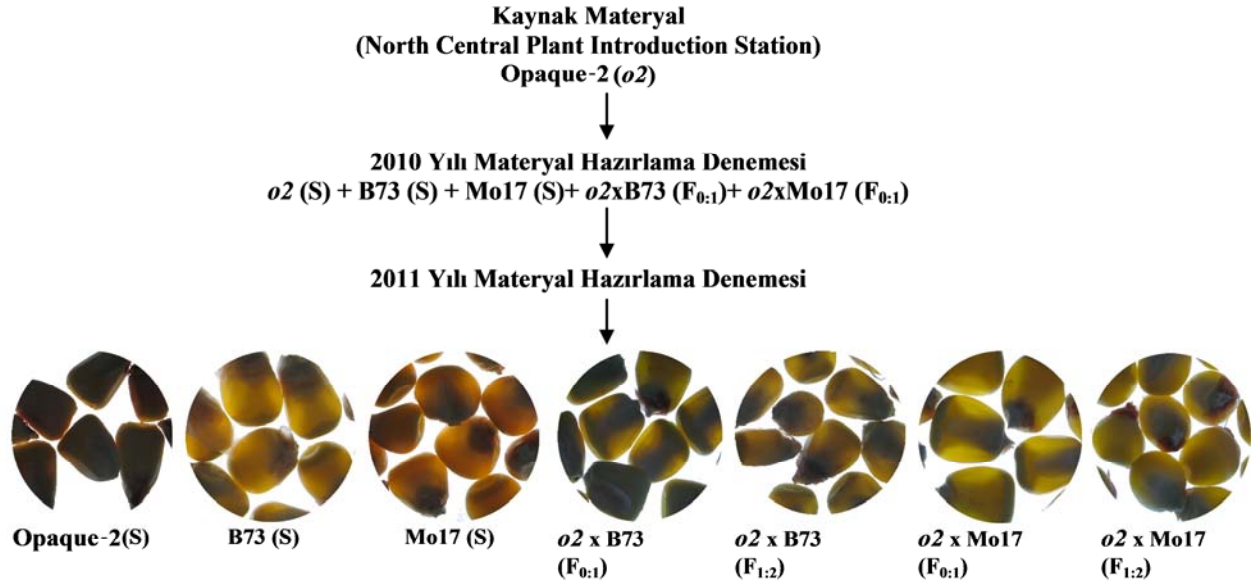
2.1 Deneme Materyali ve Deneme Alanı

Bu araştırma 2010 ve 2011 yıllarında Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Faköltesi, Tarla Bitkileri Bölümü'nde yürütölen mısır ışlah çalışmalarında oluşturulan genetik materyal kullanılarak yürütölmüştür. Denemeler her iki yılda da Mayıs ayının ikinci haftasında kurulmuştur. Çalışmada *opaque-2* tipi bir mısır hattı ana ebeveyn olarak ve iki farklı baba hattı (B73 ve Mo17) kullanılarak iki adet hibrit kombinasyon 2010 yılında oluşturulmuştur. Oluşturulan melez kombinasyonlar ve tohumluk setleri ile ilgili bilgiler şekil 1'de sunulmuştur. Analizlerde 2011 yılında yürütölen materyal hazırlama denemesinden elde edilen koanlar kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan tane örneklerin tamamı kendilenmiş koanlardan elde edilmiştir. Bu amaçla bitkiler çiçeklenme zamanında iken her sabah sıra kontrolleri yapılmış ve dışarıdan toz almaması için koanlar püsköl çıkarmadan önce izole edilmişlerdir. İzole edilen koanlar aynı bitkiden alınan polenler ile kontrollü şekilde tozlanmıştır. Sulama, damla sulama yöntemi ile bitkilerin fenolojik durumlarına göre haftalık olarak gerçekleştirilmiştir. Hasat işlemi, Ekim ayının ilk haftasında yapılmıştır.

2.2 Laboratuvar Analizleri

2.2.1 Örneklerin hazırlanması

Kullanılan her bir genotipin kendilenmiş koanlarından 50'şer adet tane alınmış ve opak olma durumunu görmek amacıyla ışıklı tablada, alttan ışık verilerek fotoğrafları çekilmiştir (şekil 1). Alınan tane örnekleri embriyo ve endospermin ayrılması amacıyla bir gece +4 °C'de saf su içerisinde bekletilmiştir. Daha sonra tanelerin kabukları pens ile soyularak ayrılmış ve embriyoları bistüri yardımı ile uzaklaştırılmıştır. Kalan endosperm örnekleri açık havada kurutulmuş ve 0,5 mm örnek çapında eleğe sahip laboratuvar değirmeninde (Fritsch pulverisette 14) öğütölmüştür. Öğütölen örneklerin nem içeriğleri 70 °C sıcaklıkta etüvde 24 saat



Şekil 1. Çalışmada kullanılan genotiplerin materyal oluşturma aşamaları ve örneklerin ışık geçirimlerini gösteren resimler. S: Kendileme

süreyle bekletilerek, AACC (2009) standart yöntemindeki formüle göre hesaplanmıştır. Bu değerler protein oranının kuru madde üzerinden hesaplanmasında kullanılmıştır.

2.2.2 Endosperm protein oranı

Örneklerin toplam protein içeriğini belirlemek amacıyla Kjeldahl yöntemi kullanılmıştır (CRA, 1980). Elde edilen toplam azot değeri 6.25 katsayısı ile çarpılarak toplam protein içeriği tespit edilmiştir.

2.2.3 Protein fraksiyonlarının belirlenmesi

Endosperm örneklerinde albümin+globülin ve zein fraksiyonlarının ekstrakte edilmesi amacıyla her örnekten 100 mg cam tüpler içerisine tartılmıştır. Protein fraksiyonlarının ekstraksiyonunda aynı örnekten izole işlemlerine dayalı olan sekansiyel bir yöntem kullanılmıştır. Bu yöntemle göre mısırdaki endosperm proteinleri; albümin+globülin ve zein olmak üzere iki alt fraksiyona ayrılmıştır (Yau ve ark., 1999). Albümin+globülin ekstraksiyonunda 0.5 N NaCl, zeinlerin ekstraksiyonunda %70'lik C₂H₅OH ve %2'lik β-merkaptotanol kullanılmıştır. Her örneğe ilgili çözücüler eklendikten sonra 15 dakika arayla çalkalamak suretiyle bir saat boyunca proteinlerin çözünmesi sağlanmıştır. Albümin+globülinlerin ekstraksiyonu 4°C'de, zeinlerin ekstraksiyonu 22°C'de yapılmıştır. Örnekler 10000×g devirli santrifüjde 10'ar dakika süreyle santrifüje edilmiştir. Ekstraktlarda kantitatif tayin amacıyla Bradford yönteminden faydalanılmıştır. Bu amaçla 50 ml ekstrakt üzerine 1,5

ml Bradford solüsyonu eklenmiş ve oda sıcaklığında 45 dakika bekletildikten sonra, UV-VIS spektrofotometrede (PG Instruments, UK) 595 nm'de absorbans değerleri kaydedilmiştir. Aynı şekilde ölçülen ve BSA standardı kullanılarak oluşturulan kurve yardımıyla örneklerin protein içerikleri tespit edilmiştir (Bradford, 1976).

2.2.3 Protein fraksiyonlarının kalitatif ayrımı

Örneklerden ekstrakte edilen protein fraksiyonlarının genotiplere göre kalitatif ayrımını gerçekleştirmek amacıyla SDS-PAGE elektroforez yöntemi uygulanmıştır. Her örnekten 100 mikrolitre örnek üzerine 100 mikrolitre 2X yükleme tamponu eklenmiş ve SDS-PAGE jeline yüklenerek 250 V akımda tampon boyası jelden çıkıncaya kadar yürütülmüştür. Jeller albümin+globülin fraksiyonları için % 12 ayırma ve % 14 ayırma, zein fraksiyonları için ise % 12 ayırma % 16 ayırma jellerinde yürütülmüştür (Yau ve ark., 1999). Elde edilen jeller Commasie Brilliant Blue R 250 ile bir gece boyunca boyanmış ve tarayıcıda taranarak jel resimleri çıkarılmıştır. Bu resimlerde tespit edilen bantların oransal taşınım değerleri hesaplanmış ve bu hesaplamaya göre bantlara 1/0 (var/yok) puanlaması yapılmıştır.

2.3 İstatistik Analizler

Çalışmada elde edilen veriler SAS V8 paket programı kullanılarak analiz edilmiştir (SAS Inst., 1999). Varyans analizi tesadüf blokları deneme desenine uygun model kullanılarak yapılmış ve istatistikî açıdan

önemli bulunan özellikler bakımından genotipleri karşılaştırmak amacıyla Asgari Önemli Fark (LSD) testi uygulanmıştır. Kalitatif değerlendirmelerde protein fraksiyonlarından elde edilen jel resimlerinde bantlar varlıkları ve yokluklarına göre (1/0) skorlanmış ve aynı istatistik programında PROC CLUSTER prosedürü kullanılarak Ward yöntemine göre kümeleme diagramları oluşturulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Varyans Analizi

Endosperm protein oranı ve protein fraksiyonlarının kantitatif verilerine dayalı yapılan varyans analizi sonuçları kullanılan genotiplerin bu özellikler bakımından önemli farklılıklara sahip olduğunu göstermiştir (Çizelge 1). Genotip etkisinin toplam varyans içerisindeki payı protein, albümin+globülin ve zein değişkenleri bakımından sırasıyla % 57.3, % 79.5 ve % 87.3 olarak tespit edilmiştir.

3.2. Protein Oranı

Çalışmada kullanılan genotiplerin endospermelerinde ortalama ham protein oranları % 5.54 ile 8.93 arasında değişim göstermiştir. Ana hat olarak kullanılan *opaque-2* tip mısırın endosperm protein oranı, baba hattı olarak kullanılan B73 ve Mo17 hatlarından bir miktar düşük olsa da bu fark istatistikî açıdan önemli bulunmamıştır (Çizelge 2). Diğer taraftan oluşturulan generasyonların tohumluklarında endosperm protein içerikleri kıyaslandığında, oluşturulan her iki melezin $F_{0:1}$ generasyonunda protein içeriğinin $F_{1:2}$ generasyonundaki tohumluklardan yüksek olduğu dikkat çekmiştir. Ayrıca erkek ebeveyn hatlar (B73, Mo17) ile $F_{1:2}$ generasyonunda yer alan tohumlukların protein oranları arasında önemli derecede fark bulunmuştur (Çizelge 2). En yüksek protein içeriği, baba hattı olarak kullanılan B73 hattında tespit edilmiş (% 8.93) ve elde edilen melez kombinasyonlarda yine en yüksek protein yüzdesinin $o2 \times B73$ melezine ait $F_{0:1}$ tohumluklarında olduğu sonucuna varılmıştır. Buna karşılık $o2 \times B73$ melezinin $F_{1:2}$ generasyonunda protein içeriği oldukça düşük göstermiştir (Çizelge 2). Çalışmada ana olarak kullanılan *o2* hattı düşük protein oranına sahip olmasına rağmen, yüksek protein içeriğine sahip B73 hattının baba olarak kullanılmasıyla elde edilen melezin protein içeriğinin fark edilir derecede yükseldiği görülmüştür. Bu durum farklı protein içeriğine sahip heterotik grupların baba ebeveyn olarak kullanılmak suretiyle oluşturulacak genotiplerin protein içeriğini yükseltmenin mümkün olabileceğini göstermiştir. Protein oranı ile ilgili yapılan çalışmalarda da QPM niteliği taşıyan genotiplerin ana ebeveyn olarak kullanıldığı melezlerde normal genotiplerin ana ebeveyn olarak kullanıldığı kombinasyonlara göre protein oranının düşük olduğu tespit edilmiştir (Paulis ve ark., 1993). Bu durum lizin bakımından fakir olan zein protein fraksiyonlarının

protein oranı ile olan negatif ilişkisinden (Bhatnagar ve ark., 2003) kaynaklanabilir. Bu konuda yürütülen diğer çalışmalarda işaret edilen ebeveyn, yetiştirme koşulları, işleme ve öğütme aşamaları (Paulis ve ark., 1993; Landry ve ark., 2002) kadar generasyonun da endosperm protein içeriği üzerine etkili olduğu görülmüştür.

3.3. Albümin+Globülin ve Zein Fraksiyonlarının Miktarı

Çalışmada kullanılan her genotipte, protein alt fraksiyonlarından olan albümin+globülinlerin miktarı mg/g olarak tespit edilmiştir. Genotiplerin albümin+globülin oranları 3.46 ile 8.71 mg/g arasında değişim göstermiştir. Ana olarak kullanılan *o2* tip mısır hattı rakamsal olarak en yüksek orana sahip olduğu ve $o2 \times B73$ ($F_{1:2}$) melez kombinasyonu dışında diğer genotiplerle arasında istatistikî açıdan önemli bir fark olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Baba ebeveynlerden Mo17 hattının ise rakamsal olarak en düşük içeriğe sahip olduğu anlaşılmış ve bu genotipin yer aldığı melezlerin de albümin+globülin içerikleri diğer mezelere göre düşük bulunmuştur. Generasyon bazında düşünüldüğünde $F_{1:2}$ generasyonundaki tohumlukların $F_{0:1}$ generasyonuna göre bir miktar yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmüştür.

Diğer önemli bir protein grubu normal mısır tiplerinde baskın olan zein tipi proteinlerdir. Zein fraksiyonları daha önce de belirtildiği gibi lizin ve triptofan aminoasitlerince fakir olduğundan bu fraksiyonun düşük seviyelerde olması istenmektedir. Çalışmamızda zein fraksiyonlarının kantitatif analizleri sonucunda genotiplere ait değerlerin 16.9-61.0 mg/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Söz konusu bileşenler bakımından en düşük ortalama değere *o2* hattı (16.9 mg/g), en yüksek değere ise Mo17 hattı sahip olmuş (61.0 mg/g) ve bu genotip diğer tüm genotiplerden istatistikî açıdan da farklı bulunmuştur (Çizelge 2). Generasyonlar dikkate alındığında $F_{0:1}$ generasyonuna göre $F_{1:2}$ generasyonuna ait tohumluklarda zein miktarının her iki melez kombinasyon için de düşüş gösterdiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Her iki generasyondaki tohumluklarda da B73 baba hattı kullanılarak oluşturulan $o2 \times B73$ melezinin zein içeriği Mo17 ile oluşturulan hibrite göre düşük bulunmuştur. Bu bulgular B73 ve Mo17 genotiplerinin ebeveyn olarak kullanılan benzer bir çalışmanın sonuçları ile örtüşmektedir. Yau ve ark (1999) tarafından yürütülen bu çalışmada B73 ile oluşturulan melez kombinasyonların zein içeriğinin (23.8-35.6 mg/g), Mo17 hattı ile oluşturulardan (48.9-49.5 mg/g) daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu durum gerek zein gerekse diğer protein fraksiyonları üzerine polen etkisinin önemli olduğuna işaret etmektedir.

Protein fraksiyonlarının toplam protein oranı ile ve birbirleri ile olan etkileşimleri dikkate alındığında

Çizelge 1. İncelenen özelliklere ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri

Varyans Kaynağı	S.D.	Protein	Albümin+globülin	Zein
Tekerrür	2	1.7838	0.7365	20.6764
Genotip	6	4.3797*	11.34537**	729.8691**
Hata	12	1.3325	1.3357	49.6285

İstatistikî olarak * $P < 0.05$ ve ** $p < 0.01$ düzeyinde önemli fark vardır. S.D.: Serbestlik derecesi

Çizelge 2. İncelenen özelliklere ait kareler ortalamaları ve önem düzeyleri.

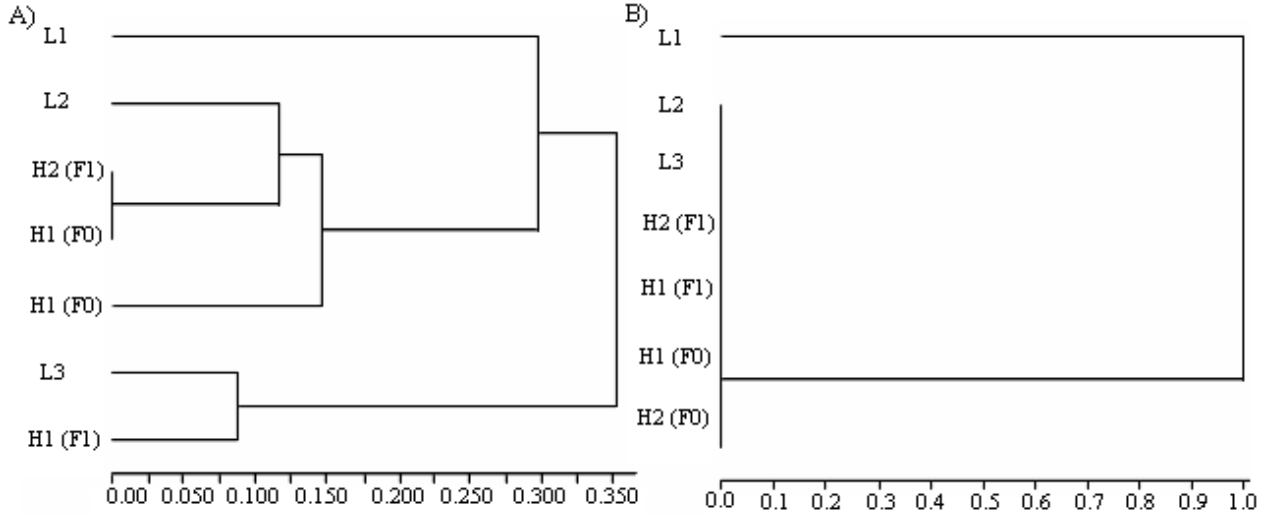
Genotip	Protein (%)	Albümin+globülin (mg/g)	Zein (mg/g)
<i>o2</i> (S)	7.41 abc	8.71 a	16.9 d
Mo17 (S)	8.35 a	3.46 d	61.0 a
B73 (S)	8.93 a	4.88 cd	30.8 c
<i>o2</i> x B73 ($F_{0.1}$)	8.08 ab	4.13 cd	25.3 cd
<i>o2</i> x Mo17 ($F_{0.1}$)	7.91 ab	4.48 cd	43.5 b
<i>o2</i> x B73 ($F_{1.2}$)	5.54 c	7.72 ab	17.8 d
<i>o2</i> x Mo17 ($F_{1.2}$)	6.23 bc	5.70 bc	28.6 cd
Ortalama	7.49	5.58	32.0
LSD (0.05)	2.05	2.06	12.5

Not: Aynı sütunda farklı harfler ile gösterilen ortalamalar arasında fark istatistikî olarak 0.05 düzeyinde önemlidir

beklenen sonuçların alındığı söylenebilir. Zira baskın tip protein grubu olan zein miktarı yüksek olan hatların protein içeriklerinin de zein içeriği düşük olan genotiplere göre nispeten yüksek olduğu göze çarpmaktadır. Yalnızca B73 hattında zein miktarı düşük bulunmasına karşın protein oranı en üst istatistikî grupta yer almış ve bu durum bir önceki cümlede atfedilen konunun bütün genotipler için geçerli olmadığına işaret etmiştir. Bu tip bir değişimin açıklanabilmesi için bütün fraksiyonların kantitatif olarak tayin edilmesi gerekmektedir. Dolayısıyla protein oranı ve protein fraksiyonlarının birbirleri ile olan ilişkilerini daha detaylı şekilde açıklayabilmek için glutelin fraksiyonlarının da bu tip çalışmalarda ele alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Bunun yanı sıra lizin ve triptofan aminoasitleri albümin+globülin ve glutelin fraksiyonlarında zengin, zein fraksiyonlarında fakir durumda bulunduğundan, zein ile diğer fraksiyonlar arasında negatif yönlü bir ilişki olduğu bilinmektedir (Yau ve ark., 1999). Bu durumun bir sonucu olarak çalışmamızda albümin+globülin içeriği yüksek bulunan *o2* hattı ile $F_{1.2}$ generasyonu melez tohumlukların zein içeriğinde gözlemlenen düşüş, beklenen bir sonuç olarak gösterilebilir. Bu konuda yürütülen benzer çalışmalardan birisinde BC_1F_1 ve F_3 generasyonlarının triptofan içeriği incelenmiş ve QPMx*o2* melezlerine göre normal bir hattın dişi olarak kullanılıp oluşturulduğu kombinasyonda diğerlerinin tersine F_3 generasyonunda triptofan içeriğinin arttığı görülmüştür (Ignjatovic-Micic ve ark., 2010). Çalışmamızda, açılan generasyonlarda F_3 seviyesine kadar gelinmemesine karşın, ilerleyen generasyonların tohumluklarında ($F_{1.2}$) benzer bir durum ortaya çıktığı söylenebilir.

3.4. Albümin+Globülin ve Zein Fraksiyonlarının SDS-PAGE Analizleri

Araştırmada yapılan kantitatif analizlerin yanı sıra protein gruplarının kalitatif ayrımı amacıyla yapılan SDS-PAGE analizlerinin sonuçlarına dayalı oluşturulan kümeleme dendogramları Şekil 2'de sunulmuştur. Zein fraksiyonlarına ait bant analizlerinde *o2* hattının kendilenmiş tohumluklarının diğer melez ve ebeveyn hatlardan farklılık gösterdiği kümeleme dendogramından anlaşılmaktadır. Oluşan bantların oransal taşınımaları hesaplanarak elde edilen bulgulara göre *o2* hatlarına ait orijinal ve kendilenmiş tohumluklarda 22 kD büyüklüğündeki bantın var olmadığı anlaşılmıştır. Motto ve ark., (2011) mısırdaki zein akümülyasyonuna etkili olan genetik farklılıklara dayanarak yaptıkları sınıflandırmada 12 farklı mutant tip olduğunu ve *o2* tipi genotiplerde 22 kD protein bantının elemine edildiğini bildirmişlerdir. Bu konu ile ilgili yapılan diğer bir araştırma *opaque-2* geninin 20 ve 22 kD büyüklüğündeki protein bantları ile negatif yönlü bir ilişkisinin olduğunu göstermiştir (Ming-sheng ve Meng-qian, 1994). Çalışmamızda anaç olarak kullanılan genotipte söz konusu bantın bulunmaması bu genotipin *o2* gen etkisine sahip olduğuna işaret etmektedir. Nitekim bu durum genotiplere ait tane örneklerinin ışık geçirime durumlarından da anlaşılmaktadır (Şekil 1). Buna karşın $F_{0.1}$ generasyonuna göre $F_{1.2}$ generasyonunda ait tohumluklarda söz konusu bantın yoğunluğunun arttığı görülmüştür. Bu durum *o2* hattında zein miktarının düşüşüne ve lizin ile triptofan aminoasitlerinin sentezine neden olan resesif gen grubunun etkisinin ileriki generasyonlarda arttığına



Şekil 2. Albümin+Globülin (A) ve Zein (B) ekstraktlarının SDS-PAGE analizlerine dayalı oluşturulan kümeleme dendogramı (L1=*Opaque-2*, L2=*B73*, L3=*Mo17*, H1 (F0)= *o2xB73*(F_{0:1}), H2 (F0)= *o2xMo17*(F_{0:1}), H1 (F1)= *o2xB73* (F_{1:2}), H2 (F1)= *o2xMo17* (F_{1:2}))

işaret etmektedir. Bu bulguyu zein miktarına ait tespit edilen kantitatif değerler de doğrulamaktadır (Çizelge 2)

Albümin+globülin fraksiyonlarına ait kümeleme dendogramı ve bu fraksiyonlara ait jel resimlerinde ise hatlar arasında kalitatif açıdan çok büyük bir fark olmadığı anlaşılmıştır. Her ne kadar densitometre ile ölçümler yapılmamış olsa da, baba ebeveyn olarak kullanılan B73 ile Mo17 hatlarının bu fraksiyonlar bakımından bant yoğunluklarının düşük olduğu, buna karşın oluşturulan genotiplerin F_{1:2} tohumluklarının yoğunluk açısından daha koyu bantlara sahip olduğu görülmüştür. Albümin ve globülin bantları ile ilgili olarak mevcut bant varyasyonunun büyük kısmının 20-80 kD arasında var olduğu anlaşılmıştır. Protein ağırlığı 20 kD'un altında olan bant dizileri bakımından genotipler arasında kalitatif açıdan önemli bir fark olmadığı belirlenmiştir.

Gerek albümin+globülin gerekse zein fraksiyonlarının kalitatif ve kantitatif verileri birlikte değerlendirildiğinde oluşan istatistiki gruplar ve kümeleme analizi sonuçlarının birbiri ile örtüşmediği görülmektedir. Özellikle albümin+globülin protein bant fraksiyonlarının kantitatif miktarına bantların varlığı veya yokluğundan çok, bant yoğunluklarının etkili olabileceği anlaşılmaktadır. Dolayısıyla bu konu ile ilgili ileride yürütülecek çalışmalarda bant yoğunluklarının da analiz edilerek değerlendirmelerin yapılması faydalı olabilir.

4. SONUÇ

Yürütülen bu çalışma neticesinde farklı protein oranlarına ve içeriklerine ait bir ana ve iki baba hat ile bunların melezlerinin protein içerikleri bakımından değişimi gözlemlenmiştir. Farklı heterotik grupların (Mo17 ve B73) baba olarak kullanılmasıyla elde edilen

melezlerde, yukarıda açıkça değindiğimiz değişimler gözlemlenmiştir. Genel olarak çıkarabileceğimiz sonuç, gerek toplam protein bakımından gerekse alt protein fraksiyonları bakımından, elde edilen melezlerde ilk generasyondan bir sonraki generasyona doğru gidildiğinde oransal olarak bir düşme gözlemlendiğidir. Albümin ve globülin ile zein fraksiyonları üzerine ebeveyn ve generasyonun önemli ölçüde etkisi olduğu anlaşılmıştır. Bunun yanı sıra polen kaynağı olarak yüksek protein kalitesine sahip mısır tipleri ile yüksek verimli mısır çeşitlerinin birlikte yetiştirilerek *xenia* etkisinden faydalanmak suretiyle ürünün kalite düzeyinin artırılacağı belirlenmiştir.

Ülkemizde mısır kalitesi üzerine yeni çalışmalar yapılmalı ve besin değeri açısından oldukça nitelikli olan opak/QPM materyallerinin geliştirilmesi üzerine araştırmalar tasarlanmalıdır. Bu alanda yürütülen ilk çalışma olan bu araştırmanın sonuçları hem materyal geliştirme hem de hat karakterizasyonu konusunda diğer moleküler fraksiyonların kalitatif ve kantitatif tayini gibi farklı yöntemlerin de bu tip çalışmalarda kullanılması gerektiğini göstermiştir.

5. KAYNAKLAR

- AACC, 2009. International. Moisture-Air-Oven Method. In Approved Methods of Analysis, 11th ed.; AACC International: St. Paul, MN, USA.
- Akuamo-Boateng, A. 2002. Quality Protein Maize: Infant Feeding Trials in Ghana. Ghana Health Service, Ashanti, Ghana.
- Bhatnagar, S., Bertan, F.J., Transue, D.K., 2003. Agronomic performance, aflatoxin accumulation and protein quality of subtropical and tropical QPM hybrids in southern U.S., *Maydica*, 48:113-124.

- Bradford, M.M., 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*, 72: p. 248-254.
- Burgoon, K.G., J.A. Hansen, D.A. Knabe, and A.J. Bockholt. 1992. Nutritional value of quality protein maize for starter and finisher swine. *Journal of Animal Science* 70:811-817.
- CRA, 1980. Protein. In *Standard Analytical Methods of the Member Companies; Corn Refiners Association*: Washington, DC, Method A-18.
- Crow, J.F., Kermicle, J., 2002. Oliver Nelson and Quality Protein Maize, *Genetics* 160: 819-821.
- FAO, 2008. Food and Agricultural Organization of the United Nations. 2008. The state of food insecurity in the world 2008: high food prices and food security-threats and opportunities. Available from: <http://www.fao.org/docrep/011/i0291e/i0291e00.htm>. Accessed Oct 2009.
- FAO. 1992. Maize in human nutrition. FAO, Rome.
- Gorinstein S., Nue I. A. D. ve de Arruda P., 1991. Alcohol-Soluble and Total Proteins from Amaranth Seeds and Their Comparison with Other Cereals. *J. Agric. Food Chem.*, 39: 848-850.
- Ignjatovic-Micic, D., Stankovic, G., Markovic, K., Drinic, S.M., Lazic-Jancic, V., Denic, M., 2010. Kernel Modifications And Tryptophan Content in QPM Segregating Generations ,*Genetika*, Vol. 42, No. 2, 267-278.
- Landry, J., Delheya, S., Damerval, C., 2002. Effect of opaque-2 gene on accumulation of protein fractions in maize endosperm, *Maydica*, 47:59-66.
- Ming-sheng, C., Meng-qian, Z., 1994. Electromicrographic analysis storage protein accumulation in endosperms of maize with qualified protein. *Acta Botanica Sinica*, 36(2):123-129.
- Motto, M., Hartings, H., Fracassetti, M., Consonni, G., 2011. Grain quality-related traits in maize: gene identification and exploitation, *Maydica* 56:291-314.
- Osborne, T.B. 1987. The amount and properties of the proteins of the maize kernel. *J. Am Chem. Soc.* 19: 525-532.
- Panda A. K., Raju M. V. L. N., Rao R. S. V., Lavanya G., Reddy E. P. K. ve de Sunder G. S., 2011. Nutritional Evaluation and Utilisation of Quality Protein Maize, Nityasrhee Hybrid Maize, and Normal Maize in Broiler Chickens. *British Poultry Science.*, 52: 632-638.
- Paulis, J.W., Peplinski, A.J., Bietz, J.A., Nelsen, T.C., Bergquist, R.R., 1993. Relation of Kernel Hardness and Lysine to Alcohol-Soluble Protein Composition in Quality Protein Maize Hybrids, *J. Agric. Food Chem.*, 41, 2249-2253.
- SAS 1999. SAS V8 User Manual. SAS Institute, Cary NC.
- Sofi, P.A., Wani S.A., Rather, A.G., Wani, S.H., 2009. Review article: Quality protein maize (QPM): Genetic manipulation for the nutritional fortification of maize, *Journal of Plant Breeding and Crop Science*, 1(6):244-253.
- Vasal S. K., 1999. Quality Protein Maize Story, *CIMMYT.*, 1: 1-16.
- Vasal, S.K., 2002. Quality Protein Maize: Overcoming the Hurdles, *Journal of Crop Production*, 6:1-2, 193-227.
- Vietmeyer, N.D. 2000. A drama in three long acts: the story behind the story of the development of quality-protein maize. *Diversity* 16:29-32.
- Yau J. C., Bockholt A. J., Smith J. D., Rooney L. W. ve de Waniska R. D., 1999. Maize Endosperm Proteins That Contribute to Endosperm Lysine Content. *Cereal Chem.*, 76: 668-672.

BORON STATUS, BORON FRACTIONS AND ITS AVAILABILITY IN SUGAR BEET GROWN SOILS

Bugra COLAK Ahmet KORKMAZ* Ayhan HORUZ

Ondokuz Mayıs University, Fac. of Agriculture, Soil Science and Plant Nutrition Dept. 55139 Samsun

*akorkmaz@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 12.12.2012 Kabul Tarihi : 16.04.2013

ABSTRACT: The objectives of this study are to determine boron (B) status, fractions and availability of sugar beet grown soils and their relationships with some soil properties. For this purpose, Colwell method (biological indexes) and hot water B extraction method were used to determine plant available B contents of soils. Furthermore, easily soluble, specific adsorbed, organic matter dependent, oxide dependent and residual B fractions of the soils were determined. Boron deficiency symptoms in plants were observed when plants' ages were 56 days in 4 soils and 62 days in 6 soils. B deficiency was observed in the 63.6 % of the soils taken from Çarşamba and in the 33 % of the soils taken from Bafra while Boron deficiency was not observed in the sunflower plants grown on soils taken from Suluova. The B contents extracted with hot water for the soils showed B deficiencies were generally found to be lower than 1.00 ppm. The available B contents extracted with hot water for the soils showed no B deficiencies were found to be between 1.39 and 4.61 ppm. The relationships among the biological indexes indicated that the available B content of the soils can be determined by the hot water extraction method. Easily soluble and oxide dependent B contents gave significant relationships with the biological indexes. As the clay, organic matter and exchangeable Na content increased B contents of the plants at their harvest ages and B uptakes by plants also increased significantly.

Key Words: Available boron, Boron fractions, Hot water method, Colwell method.

ŞEKER PANCARI YETİŞTİRİLEN TOPRAKLARIN BOR DURUMU, B FRAKSİYONLARI VE ALINABİLİRLİKLERİ

ÖZET: Bu çalışmanın amacı şeker pancarı yetiştirilen toprakların bitkiye yararlı bor (B) durumlarını, B fraksiyon dağılımları ve alınabilirliklerini ve bunların toprak özellikleriyle ilişkilerini ortaya koymaktır. Bu amaçla bitkiye yararlı B durumlarının belirlenmesinde Colwell (biyolojik yöntem) ve sıcak su ekstraksiyon yöntemleri kullanılmıştır. Ayrıca toprakların kolay çözünebilir, spesifik adsorbe, organik maddeye bağlı, oksitlere bağlı ve kalıntı B fraksiyonları belirlenmiştir. Yapılan çalışmada indikatör bitkide (ayçiçeği) B noksanlık simptomları toprakların 4'ünde bitki yaşı 56. günde, 6'sında ise bitki yaşı 62. günde ortaya çıkmıştır. Çarşambadan alınan toprakların % 63,6'sında, Bafradan alınan toprakların ise % 33'ünde B noksanlığı olduğu tespit edilmiştir. Suluova topraklarında yetiştirilen ayçiçeği bitkilerinde B noksanlığı gözlenmemiştir. B noksanlığı gösteren toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir B kapsamı çoğunlukla 1,00 ppm'in altında bulunmuştur. Bor noksanlığı göstermeyen toprakların sıcak su ile ekstrakte edilebilir yararlı B kapsamı ise 1,39 ile 4,61 ppm arasında değişmiştir. Biyolojik indekslerle ilişkileri dikkate alınarak toprakların yararlı B kapsamının belirlenmesinde uygun yöntemin sıcak su ekstraksiyon yöntemi olduğu ortaya konulmuştur. Kolay çözünebilir ve oksitlere bağlı B fraksiyon kapsamı ile biyolojik indeksler arasında ilişkiler istatistiksel olarak önemli bulunmuştur. Ayrıca toprakların kil, organik madde ve değişebilir Na kapsamı arttıkça hasat ayçiçeği bitkisinin B kapsam ve alımları artmıştır.

Anahtar Kelimeler: Yararlı Bor, Bor fraksiyonları, Sıcak su metodu, Colwell metodu, Ayçiçeği

1. INTRODUCTION

In several plant functions, B is implicated directly and indirectly as it involves in growth of cells in newly emerging shoot and root while in some plants it is crucial for boll formation, flowering, pollination, seed development and sugar transport synthesized by the different plant components (Dordas et al., 2007; Takano et al., 2008; Miwa et al., 2008;). B deficiency at early growth stage significantly boosts chlorophyll content in leaf, minimizes carbohydrate transport from leaf to fruit, ultimately leaf photosynthetic rate and stomatal conductance is abated (Oosterhuis and Zhao, 2006). Dordas (2007) performed a series of experiments on sugar beets, alfalfa, cotton and squash

crops and from his research he revealed that foliar application of B on cotton influences seed and lint yield as well as maintains seed quality.

Boron exists in the soil in five fractions. Zerrari et al. (1999) reported that these fractions are easily soluble, specific adsorbed, oxide bound, organic matter bound and residual (these are in silicate minerals, and cannot be used by plants). It has also been specified that the amount of these different fractions depends on the soil properties and the availability levels of these fractions differ. Loué (1986) suggested that B exists in soil solution as a non dissociated boric acid or borate anion forms, and borate anion formation increases with pH increases,

thus it is adsorbed as borate anion. Ellis and Knezek (1972) stated that B is more strongly adsorbed by soil when compared with other anions such as Cl and NO₃, and this adsorption is realized through inorganic substance such as Fe and Al oxide and hydroxides, clay minerals and especially mica type clay, Mg(OH)₂ and organic matter. In general, it has been suggested that mica type clays such as vermiculite adsorbed B more and in descending order, kaolinite and montmorillonite are also effective in the adsorption of B (Loué, 1986). Akin (2009) reported that there were significant positive relationships between soil pH and readily soluble B and specifically adsorbed B fractions; whereas, negative relationships were found between oxides bound B and calcium carbonate content of soils. Keren and Gast (1981) stated that boric acid, borate and OH anions are in competition for adsorption and for clay surfaces, borate and OH anions have more adsorption capacity when compared with boric acid. Moreover, it was also suggested that boric acid is dominant and B adsorption is weak under low pH levels. On the other hand, it was stated that as pH increases, borate concentration also increases, and there is more B adsorption.

Mortvedt et al. (1999) reported that at pH range of 5.50-7.50, the activeness or availability of B is the highest. Boron is sorbed to Fe and Al oxides in soils and its availability is lowest at pH range 6-9. Some studies showed that there were relationships amongst B availability and the existence of Ca ions. High levels of Ca at high pH reduce the B uptake in plants (Goldberg, 1997; Gupta and MacLeod, 1977). There are many studies, which revealed that wheat crop significantly responded to B application in low B calcareous soils (Soylu *et al.*, 2005).

In soil mass, B is distributed in various soil components like soil solution, organic matter and clay minerals. Readily available B in soil solution is known as plant uptake B, nevertheless this B brand hardly represents < 3% of entire soil B (Tsadilas, 1994; Jin *et al.*, 1987). Recent studies also clearly indicated that residual B comprised the leading fraction up to 78.75% (Zerrari *et al.*, 1999). Other studies revealed various extraction procedures from soil to determine B concentration in soil (Datta, 1996).

It was reported that clay minerals' getting wet and dry increases boron fixation, especially getting dry increases B fixation and decreases the recycling of B (Loué, 1986). Boron adsorption on iron and aluminum hydroxides makes it an important mechanism which affects the solubility of boron in soil. Al(OH)₃ is one of the main fraction that adsorbs B in soils and B adsorption through iron and aluminum hydroxides depends on pH. It has been suggested that the B adsorption of iron hydroxides raises to maximum level around pH 8-9, and the B adsorption of aluminum hydroxides raises to maximum level around pH 7, and also aluminum hydroxide adsorption is more when compared with iron hydroxides (Keren and Mezuman, 1981; Loué, 1986). The researchers also stated that

ferromagnesian minerals and Mg (OH)₂ adsorb B in a similar way to B iron and aluminum hydroxides. Moreover, it has been suggested that B is adsorbed in soil by organic matter and organic matter plays an important role in the availability of B in soils (Parker and Gardner, 1982). An important part of B, which is absorbed by organic matter, is freed with the effect of microorganisms (Sillanpaa, 1978).

The B adsorption of mineral fraction is lower in acid soils, and thus it has been stated that humic colloids form the main B reserve, and the B adsorption by organic matter is stronger than borate oxide binding. Additionally, it was suggested that there is a positive correlation between the soil's organic matter content and available B content which is easily soluble in water (Loué, 1986). Compost addition, which is rich in organic matter, increases the B content in plants (Gupta, 1979). Turan and Horuz (2012) argued that available B for plants is freed as a result of the mineralization of organic matter. Maurice (1977) claimed that the most influencing factor on water soluble B content in the acidic soils forming on silisium and aluminum rocks is the organic matter, and then soil pH follows it when compared to total boron, clay, free iron and aluminum contents. Cornillon (1970) argued that clay has more contribution to the total B content of soils and B content of the clay fraction makes up the 60% of the soil's total B content. On the contrary, there is a significant positive correlation between the B content of the silt fraction and B content of the soil. As a result of the decomposition of the organic matter in soil by hydrogen peroxide water, 1.3% of the total B content of the soil becomes soluble in water (Maurice, 1971).

Özbek *et al.* (1993) reported that B is bound with organic matter and clay minerals, and adsorbed by Fe and Al oxides, and also a small part of B is soluble in water. The researchers also indicated that the adsorption and desorption of B content in soil solution depends on pH, adsorption rises between pH 6.0-8.5 and reaches the highest value between pH 8.5-10 and decreases again at pH value that rises more. Besides, they reported that B(OH)₄⁻ adsorption takes place by changing places with OH⁻ (or H₂O) groups on the Fe and Al oxide surfaces and on the side surfaces of clay minerals; illite and vermiculite had high amount of B adsorption capacity while simectit and kaolinite had lower amount of B adsorption capacity. Boron can be bound to the humic matter of soil, OH groups of alcohols and other functional groups, besides B(OH)₄ can be partially bound to these groups when the pH value is under 7. They also reported that there may be a significant high relationship between organic substance B bindings, the soil's C_{org.} content and amount of B content soluble in hot water. The researchers also indicated that the most common way to determine the extractable B content in soil was Berger-Triog method, and in this method, B in soil was extracted by boiling water (5 minutes with 1:2

soil : water). Özbek (1969) reported that Colwell method was developed to determine the extractable B content in soil and this method was also used to determine whether the soil had B deficiency and if it did, to find out the level of this deficiency, sunflower plant was used for application of this method.

Niaz (2010) B fractionation study revealed that the highest mean plant available B (0.32 mg kg^{-1}) was obtained by hot water extraction followed by 0.05M HCl (0.31 mg kg^{-1}), and 1:2 water extraction whereas the lowest B concentration was extracted by 0.005M DTPA, and total soil B content of all the soils varied from 15.61 to 152.80 mg kg^{-1} and it was further fractionated by using 0.05 M HCl (readily soluble B), 0.05 M KH_2PO_4 (exchangeable B), 0.02 M $\text{HNO}_3\text{-H}_2\text{O}_2$ (extractable B), 0.25 M $\text{NH}_4\text{-oxalate}$ extractable B and the residual B.

The objectives of this study were to determine the boron status of the sugar beet grown soils sampled around Bafra, Çarşamba and Suluova, and to find out their B fraction distribution and availability for plants, and to present their relationships with soil properties.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Soil sampling locations and some physical and chemical analyses

A total number of 27 soil samples, 11 from Çarşamba plain, 9 from Bafra plain and 7 from Suluova, were taken from a depth of 0-20 cm from sugar beet grown fields (Kacar, 2009). Some soil properties were analyzed as follows: soil texture according to Soil Survey Staff (1992), organic matter, lime, total nitrogen, available phosphor for plants, exchangeable K and Na, and cation exchange capacity (CEC) according to Kacar (1994), pH and salt according to Anonymous (1996), and total boron content spectrophotometrically using Azometin-H method by wet digestion with aqua regia (3:1 HCl:HNO_3) according to Cottenie et al. (1982). The physical and chemical characteristics of the soils are presented in Table 1 and nutrient contents in Table 2.

2.2. Colwell method (Biological method).

As reported by Özbek (1969), it was formed according to Colwell (1943) to determine whether the soil has B deficiency, and if it does, to determine the level of this deficiency. B deficiency was first seen in the indicator plant which is grown to determine the extractable B amount in soil and by comparing with the calibration series done by pure quartz sand in parallel with the main experiment. In the experiment, *Tarsan 1018* sunflower variety was used as an indicator plant. In the greenhouse experiment, which was conducted according to randomized block design with three replications, 450 g of soil was put in plastic pots, based on oven dry weight, and 10 sunflower seeds were planted in each pot. In parallel with the main experiment, sand culture experiment was set up. In plastic pots, 450 g of washed quartz sand were

filled and 0 - 0.05 - 0.10 - 0.30 - 0.50 - 1.00 ppm B were applied as boric acid solution and 10 sunflower seeds were planted. In sand culture or soil experiment, 9 days after the plantation, 5 plants were left in each pot. Following the tenth day, 25 ml of food solution which didn't have B and which was prepared in according to Colwell's (1943) description was put in every pot in soil or sand culture pots once in every two days. Moreover, the pots in both experiments were given 2 ml/pot of 0.5 % sequestrane-138 Fe solution once in two or three days. During the experiment, phonological observations were made on the plants grown in both soil and sand culture

and lastly, the ages (as days) of the plants which showed B deficiency were established and they were harvested. In the sand culture method, the plants were harvested at the ages in which they showed B deficiency depending on the B doses practiced. In the soil experiment, the plants were kept until their 66th day, and during this time, the grown plants were harvested at the ages when B deficiency symptoms were observed. The harvested plant samples were washed with pure water and the extra water was taken on filter

paper. After this, they were dried in ovens at 65°C and their dry matter weight was determined. The dried plants samples were crushed and their B analyses were made in according to Kacar and İnal (2008). The equation ($y = a + bx_1 + cx_2$) which showed the relationship between the plant ages (x_1 day) in showing B deficiency or harvesting date, B uptake by plant (x_2 , $\mu\text{g pot}^{-1}$) in sand media was used to calculate the available B contents (y , ppm B) of the soils as ppm.

2.3. The method of extraction with hot water (Berger-Triog method).

In order to determine the extractable B content in soil, the suspension prepared at 1:2 soil-water ratio was boiled for 5 minutes and filtered, and the B content in the extract was determined by Azometin-H method (Kacar, 1994).

2.4. Determination of boron fractions in soils.

The B fractions of the soils were determined by using sequential methods as proposed by Hou et al. (1994). For this purpose, 1 g of soil sample was taken and after each fraction was extracted in specified solutions, the same soil sample was washed with distilled water each time. The B content of extracts for each fraction was determined by using Azometin-H method.

Easy soluble B. Extracted by shaken with 0.01 M CaCl_2 solution for two hours, the specific adsorbed B same soil sample was washed with distilled water and extracted by shaking with 0.05 M KH_2PO_4 for two hours.

Oxide dependent B. The same soil was washed with distilled water again and extracted by shaking with 0.2 M ammonium oxalate + 0.1 M oxalic acid for two hours.

Organic matter dependent B. After the same soil sample was washed with distilled water, it was extracted by digesting on sand bath with 30% H₂O₂ + 0.02 N HNO₃ for three hours (twice).

Residual B. After the same soil sample was washed with distilled water, it was extracted by digesting with 1/3 HNO₃:HCl mixture (aqua regia). In the extracts taken each fraction, B content was determined spectrophotometrically by using Azometin-H method.

Total B. It was determined through sum of each fraction determined sequentially.

2.5. Statistical analyses

Statistical analyses were done by Minitab package program according to Yurtsever (1984).

3. RESULTS AND DISCUSSION

3.1. The available B contents of soils determined by Colwell method and hot water extraction method, the relationships between these two methods and B status of soils

The ages of the plants showing B deficiency or harvesting date, their dry matter contents, B contents and

B uptakes in the sand media are given in Table 3. The ages of the plants showing B deficiency or harvesting date, their dry matter amounts, B contents and B uptakes, and the available B contents determined in soil samples by Colwell method, and B contents of soils determined by hot water extraction method are given in Table 4.

In sand media, the sunflower plant showed B deficiency symptoms at later days as the B doses increased; in control treatment B deficiency symptoms appeared about 20 days after the seeding and the deficiency symptoms appeared about 57.7 days after the seeding in the 1.00 ppm B treatment. The equation of the relationship between B doses applied in sand media (y) and the ages of the plants grown in harvesting date (x₁) and their B uptake (x₂) found as $y = 0.181 - 0.011x_1 + 0.0044x_2$; $R^2 = 0,991^{**}$. Özbek (1969) reported that most of the experiments done in greenhouses showed that there was an important relationship between the available B content of soil or sand media and the age of plants having B deficiency in the harvesting data and their B uptake.

Table 1. Physical and chemical properties of the soils

Soil No	Soil sampling locations		Sand %	Silt %	Clay %	pH _{H2O} 1:2.5	Salt %	Lime %	OM %	CEC me 100 g ⁻¹
	District*	Village								
1	I	Çınarcık	32.5	37.0	30.5	7.6	0.02	15.5	1.3	20.9
2		A.Karabağçe	15.7	60.3	24.0	6.9	0.03	3.2	2.7	19.8
3		Ovacık	24.3	27.4	48.3	6.9	0.03	1.3	2.2	33.5
4		Hürriyet	28.2	39.2	32.6	6.6	0.02	6.0	1.6	22.8
5		Durakbaşı	17.8	52.8	29.4	7.1	0.18	2.8	3.5	24.6
6		Ahubaba	18.0	36.4	45.6	6.5	0.03	0.5	2.4	32.2
7		Kurtahmetli	13.9	36.5	49.6	6.8	0.02	0.9	2.0	33.7
8		Muşçalı2	9.4	49.0	41.6	7.7	0.01	10.8	2.5	29.9
9		Bafraçalı	32.2	46.0	21.8	7.3	0.05	6.3	0.8	14.7
10		Muşçalı1	23.0	55.1	21.9	7.2	0.03	7.8	2.5	18.2
11		Yukarıdonurlu	35.3	36.0	28.7	7.6	0.03	1.2	1.6	20.5
12	II	Saluca	36.7	27.3	36.0	7.6	0.01	16.5	1.9	25.4
13		Uzunova	25.0	22.8	52.2	7.3	0.05	16.1	1.6	34.5
14		Yüzbey	32.9	42.6	24.5	7.5	0.01	12.3	1.0	16.7
15		Kurnaz	34.5	27.8	37.7	7.2	0.04	15.3	1.5	25.6
16		Saygılı	29.4	27.0	43.6	6.9	0.04	9.5	2.3	30.7
17		Eraslan	14.5	25.0	60.6	7.5	0.04	11.8	2.1	40.6
18		Hacıbayram	46.6	28.9	24.5	7.4	0.02	9.1	2.3	19.3
19	III	Doğanca1	15.7	20.3	64.0	7.1	0.06	0.0	3.0	44.4
20		Koşuköyü	34.5	45.6	19.9	7.7	0.02	10.5	1.9	15.7
21		Şeyhören	24.6	30.1	45.3	7.6	0.06	20.2	2.3	31.8
22		Kalaycılı	23.4	44.0	32.6	7.3	0.02	7.2	2.4	24.4
23		Adaköyü	22.9	44.5	32.6	7.4	0.04	10.5	2.5	24.6
24		Fenerköyü	56.8	35.7	7.5	7.2	0.03	10.3	0.7	6.0
25		Sarıkaya	19.7	45.3	35.0	5.2	0.02	0.0	2.0	25.0
26		Doğanca2	22.5	38.0	39.5	7.3	0.02	0.3	2.2	28.1
27		Sahilkent	13.4	29.0	57.6	6.7	0.03	4.8	4.1	42.7
Lowest			9.4	20.3	7.5	5.2	0.01	0.0	0.7	6.0
Highest			56.8	60.3	64.0	7.7	0.18	16.5	4.1	44.4

* I- Carsamba, II- Suluova, III- Bafra

Table 2. Plant available nutrient contents of the soils

Soil No	Soil sampling locations		Exch. K me 100 g ⁻¹	Exch. Na me 100 g ⁻¹	Total N, %	Available P, kg P ₂ O ₅ da ⁻¹	Total B ppm
	District*	Village					
1	I	Çınarcık	1.3	0.26	0.07	7.2	43.25
2		A.Karabahçe	0,5	0,43	0.14	15.2	57.09
3		Ovacık	0.8	0.37	0.11	42.9	57.95
4		Hürriyet	0.6	0.33	0.08	18.4	76.12
5		Durakbaşı	1.4	0.37	0.17	54.8	51.04
6		Ahubaba	1.3	0.37	0.12	24.1	57.09
7		Kurtahmetli	0.8	0.35	0.10	52.0	57.95
8		Muşçalı2	1.1	0.33	0.12	6.3	75.25
9		Bafraçalı	0.4	0.22	0.04	2.0	70.93
10		Muşçalı1	0.7	0.37	0.13	12.6	83.04
11		Yukarıdonurlu	0.8	0.22	0.08	7.7	62.28
12	II	Saluca	1.9	0.41	0.10	14.4	29.41
13		Uzunova	1.7	0.39	0.08	137.6	51.04
14		Yüzbey	0.9	0.57	0.05	18.2	47.57
15		Kurnaz	2.1	0.30	0.08	14.3	31.14
16		Saygılı	2.6	0.74	0.12	29.2	57.09
17		Eraslan	1.8	0.61	0.11	25.4	69.20
18		Hacıbayram	0.6	0.39	0.12	10.4	31.14
19	III	Doğanca1	1.8	1.74	0.15	17.6	76.12
20		Koşuköyü	0.8	1.98	0.10	10.4	63.15
21		Şeyhören	0.8	1.50	0.12	28.4	64.01
22		Kalaycılı	0.7	0.46	0.12	12.0	64.88
23		Adaköyü	0.4	0.33	0.13	13.6	70.93
24		Fenerköyü	0.2	0.52	0.04	20.8	55.36
25		Sarıkaya	0.3	1.09	0.10	51.9	54.50
26		Doğanca2	0.6	0.61	0.11	17.3	66.61
27		Sahilkent	1.6	0.78	0.20	23.3	64.01
Lowest			0.2	0.22	0.04	2.0	29.41
Highest			2.6	1.98	0.20	137.6	83.04

* I- Carsamba, II- Suluova, III- Bafra

Table 3. Results obtained in the sand media

B doses, ppm (y)	Plant age when B deficiency observed, day (x ₁)*	Dry matter in harvesting date when B deficiency observed, g pot ⁻¹	Plant B content in harvesting date when B deficiency observed, ppm	Plant B uptake in harvesting date when B deficiency observed, µg pot ⁻¹ (x ₂)*
0.00	20.0f	1.20f	14.07f	16.9f
0.05	23.7e	1.69de	18.80e	31.8de
0.10	26.3d	2.08d	21.44d	44.6d
0.30	39.0c	4.50c	24.99c	112.5c
0.50	54.0b	8.08b	26.93b	217.6b
1.00	57.7a	10.64a	30.69a	326.5a
LSD 5%	1.417	0.461	1.464	13.530

According to the experiment, done with soil media the plant ages having B deficiency or harvesting date, their dry matter contents, B contents and B uptakes, and available B contents determined by Colwell method and hot water extraction method showed differences among the soil samples (Table 4). Deficiency symptoms in the soils numbered as 9, 10, 24 and 25 were observed when the plants were 56 days old; and the deficiency in the soils numbered as

1, 3, 7, 8, 11 and 23 was observed when the plants were 62 days old. Boron deficiency was observed in the 63.6% of the soil samples taken from Çarşamba and in the 33% of the soil samples taken from Bafra. Boron deficiency in the all plants grown in the Suluova soil was not observed, and the plants were harvested in 66 days. When B deficiency was observed in the plants grown in the soil samples, the

Table 4. Results obtained in the soil media and the hot water extractable B contents of soils

Soils	The available B contents by Colwell method, ppm (y)*	Boron deficiency status of soils, plant age in harvesting date day (x ₁)	Plant dry matter amount in harvesting date, g pot ⁻¹	Plant B content in harvesting date, ppm	Boron uptake by plant in harvesting date, µg / pot ⁻¹ (x ₂)	Hot water extraction method B, ppm
1	1.75	Inadequate, 62	17.51c-g	28.94i-l	506.7gh	0.86
2	2.39	Adequate, 66	18.48b-e	35.82j-f	662.0c-e	2.09
3	1.84	Inadequate, 62	17.33c-g	30.46h-j	527.9g	1.62
4	1.89	Adequate, 66	16.61f-g	33.01f-h	548.33fg	1.39
5	1.66	Adequate, 66	18.08b-f	27.47k-m	496.7gh	2.16
6	2.40	Adequate, 66	18.13b-f	36.58c-e	663.2c-e	1.80
7	1.69	Inadequate, 62	18.00b-f	27.47k-m	494.5gh	0.94
8	1.89	Inadequate, 62	17.21dg	31.36g-i	539.7fg	0.94
9	1.05	Inadequate, 56	14.53ij	23.05n	334.9j	0.90
10	1.32	Inadequate, 56	15.02hi	26.26lm	394.4ij	0.50
11	1.73	Inadequate, 62	18.26b-e	27.51j-m	502.3gh	0.54
12	2.15	Adequate, 66	18.07b-f	33.63eg	607.7ef	1.42
13	2.39	Adequate, 66	18.53b-e	35.64d-f	660.4c-e	2.09
14	2.23	Adequate, 66	18.36b-e	34.04eg	625.0de	2.48
15	2.48	Adequate, 66	19.38ab	35.15d-f	681.2c-e	2.12
16	3.03	Adequate, 66	18.81bc	42.79a	804.9a	4.61
17	2.58	Adequate, 66	17.08d-g	41.18ab	703.4bc	2.41
18	1.90	Adequate, 66	18.18b-e	30.37h-k	552.1fg	1.66
19	2.91	Adequate, 66	18.46b-e	42.21a	779.2a	2.56
20	2.38	Adequate, 66	17.01e-g	38.73bc	658.8c-e	4.03
21	2.95	Adequate, 66	20.83a	37.83cd	788.0a	2.30
22	2.31	Adequate, 66	18.59b-d	34.62ef	643.6c-e	1.76
23	2.52	Inadequate, 62	19.38ab	35.15d-f	681.2cd	1.08
24	1.49	Inadequate, 56	16.43gh	26.44lm	434.4hi	0.86
25	1.08	Inadequate, 56	13.44j	25.46mn	342.1j	0.65
26	2.35	Adequate, 66	15.00hi	43.55a	653.3c-e	2.59
27	2.85	Adequate, 66	17.75d-g	43.10a	765.0ab	2.59
	LSD 5%		0.886	1.722	41.934	-

* – Calculated the available B contents of soils (y) according to Colwell method by using the equation ($y = 0.181 - 0.011x_1 + 0.0044x_2$; $R^2 = 0.991^{**}$). x₁: the ages of the plants grown by soil media in harvesting date and x₂: B uptake of the plants grown by soil media in harvesting data

dry matter content of the harvested plants varied between 13.44 and 19.38 g pot⁻¹. The dry matter content of the plants having sufficient B varied between 15.00 and 20.83 g pot⁻¹ due to having a longer growing period. Showing B deficiency in the plant, B contents and uptake of the plants at the harvesting date were ordered the sample number of the soil as follows : 9 < 25 < 10 < 24 < 7 < 11 < 1 < 3 < 8 < 23. Boron contents of the plants having B deficiency varied between 23.05 and 35.15 ppm at the harvest. Average boron content of the plants having B deficiency was found as 28.21 ± 2.47 ppm. While the B uptakes of plants having B deficiency were between 334.9 and 681.2 µg pot⁻¹, the B uptakes of the plants which didn't show B deficiency were between 496.7 and 804.9 µg pot⁻¹. Blamey et al. (1979) reported that the critical B content in the sunflower leaves was between 32 and 35 ppm, and the critical B content in leaves could be considered as 34 ppm. Loué (1986) suggested that in the previous studies, B deficiency symptoms of sunflower plant were observed when the

B content in the leaves was lower than 25 ppm. However, the lowest value for B deficiency differed between 25 and 35 ppm, and there was a lost in yield when the plants had boron content lower than these values. The plants which showed no boron deficiency had a B content between 27.47 and 43.55 ppm at the harvest.

The available B contents of the soils calculated by Colwell method were between 1.05 and 1.89 ppm in B deficient soils and between 1.66 and 3.03 ppm in soils which had sufficient B. According to the hot water extractable boron contents, the soil samples having B deficiency were ordered as follows: 10 (0.50 ppm) < 11 (0.54 ppm) < 25 (0.65 ppm) < 24 (0.86 ppm) = 1 (0.86 ppm) < 9 (0.90 ppm) < 8 (0.94 ppm) = 7 (0.94 ppm) < 23 (1.08 ppm) < 3 (1.62 ppm). In the other words, the hot water extractable B contents of the soils having B deficiency were found to be mostly lower than 1.00 ppm while it was 1.62 ppm only for one soil samples. Hot water extractable B contents of the soils which showed no B deficiency were above 1.00 ppm

and varied between 1.39 and 4.61 ppm. According to hot water extractable B contents of soils, Wolf (1971) classified soils as insufficient if the B content was lower than 0.4 ppm, as low if it was between 0.5 and 0.9 ppm, as sufficient if it was between 1.0 and 2.4 ppm, as high if it was between 2.5 and 4.9 ppm and as toxic if it was above 5 ppm. The results obtained in this study are the similar to the values given by Wolf (1971). The available B content of the soils determined by Colwell method showed a significant correlations with B content ($r = 0.926^{**}$) and B uptake ($r = 0.999^{**}$) of the plants in the harvesting date. These high correlations showed that there are strong relationships among the available B content of the soils determined, B content and B uptake of the plants. The correlation coefficients of the relationships between hot water extraction method and the available B contents determined by biological method of the soils and plant B content in the harvesting date or when B deficiency observed was found to be significant statistically ($r = 0.739^{**}$, $r = 0.783^{**}$ respectively). These results indicated that the available B content of the soils can be determined by the hot water extraction method. Özbek et al. (1993) reported that the most common method to determine the available B content of soils was the hot water extraction method. On the other hand, available boron contents of the soils determined by hot water extraction method gave a significant correlations with the B uptakes of the plants in the harvesting date ($r = 0.744^{**}$). Boron uptake by Chinese cabbage was significantly correlated with the water soluble B fraction in soil (Hwang et al., 1990).

3.2. The boron fraction distributions of the soils

Boron fraction contents of Bafra, Çarşamba and Suluova soils samples are given in Table 5. The easily soluble B content of the soils is between 0.48 and 1.70 ppm at Çarşamba plain, 1.08 and 2.58 ppm at Suluova, 0.73 and 2.41 ppm at Bafra plain. The 10 soils in B deficiency, easily soluble B contents were found between 0.48 and 1.55 ppm. The easily soluble B contents of the other soils, between 1.04 and 2.58 ppm, did not show B deficiency. The easily soluble B content was about 1.72% of the total B content in the soils having B deficiency, and about 2.89% of the total B content in the soils that did not B deficiency. This result indicates that the B solubility is low in the soils having boron deficiency. Zerrari et al. (1999) reported that the easily soluble B fraction of the soils was 0.31% of the total B fractions while Gupta (1979) reported that the B content of the soils determined by hot water method was less than 5% of the total B. The easily soluble B content of the soils showed significant correlations with available B content of soils by Colwell method ($r = 0.690^{**}$), the B content ($r = 0.735^{**}$), and B uptake ($r = 0.697^{**}$) of the plants in harvesting date. This result indicates that there is a strong relationship between the available B content of

the soils and their easily soluble B content. On the other hand, the correlation coefficient of the relationship between the easily soluble B content of the soils and the B content determined by hot water method was found to be $r = 0.808^{**}$. Hwang et al. (1990) indicated that boron uptake by Chinese cabbage was significantly correlated with the water soluble B fraction in soil.

The specific adsorbed B content of the soils were between 1.17 and 3.08 ppm in Çarşamba plain, 1.22 and 3.03 ppm in Suluova, 1.58 and 3.21 ppm in Bafra plain. It was found that the specific adsorbed B content in the soils of Bafra plain was more than the others. The specific adsorbed B content of the 10 soils having B deficiency symptoms were between 1.17 and 3.08 ppm. The specific adsorbed B content of the other soils which showed no B deficiency were between 1.22 and 3.21 ppm. The values for the specific adsorbed B content of the soils with and without B deficiency were found to be close each other. The adsorbed B in soils having B deficiency was 3.35% of the total B fraction. and 3.70% of the total B fraction in soils which did not have B deficiency. Zerrari et al. (1999) reported that the adsorbed B content of the soils was 0.87% of the total B fractions.

The organic matter dependent B content of the soils were found to be between 4.30 and 16.34 ppm in Çarşamba plain, 6.88 and 10.32 ppm in Suluova, 4.30 and 18.06 ppm in Bafra plain. The organic matter dependent B content of the 10 soils having B deficiency symptoms were between 4.30 and 16.34 ppm. The organic matter dependent B content of the other soils which showed no B deficiency was between 4.30 and 18.06 ppm. The organic matter dependent B content of the soils having B deficiency was approximately 8.51 ppm and the organic matter dependent B content of the soils which showed no B deficiency was approximately 11.08 ppm. The organic matter dependent B was found to be low in soils having B deficiency. The organic matter dependent B in B deficient soils was about 13.96% of the total B fractions, and 18.40% of the total B fraction in non deficient soils. Zerrari et al. (1999) reported that the organic matter dependent B content of the soils was 12.4% of the total B fractions.

The oxide dependent B content of the soils were found to be between 2.51 and 11.63 ppm in Çarşamba plain, 6.23 and 9.39 ppm in Suluova, 1.21 and 10.23 ppm in Bafra plain. The oxide dependent B content of the 10 soils having B deficiency was between 1.67 and 10.79 ppm. The oxide dependent B content of the other soils which showed no B deficiency was between 1.21 and 11.63 ppm. The oxide dependent B content of the B deficient soils was approximately 4.78 ppm, and the oxide dependent B content of the non deficient soils was approximately 7.78 ppm. The oxide dependent B was found to be low in soils having B deficiency. The oxide dependent B in soils having B

Table 5. Boron fraction contents of Bafra, Çarşamba and Suluova soils

Soil number	Easy soluble B, ppm	Specific adsorbed B, ppm	Organic matter dependent B ppm	Oxide dependent B, ppm	Residual B, ppm	Fraction total B ppm
1	1.55	2.06	7.74	4.65	38.23	54.25
2	1.05	2.19	15.48	11.63	42.50	72.85
3	1.26	1.79	9.46	7.44	35.70	55.65
4	1.45	2.11	13.76	8.84	43.35	69.51
5	1.70	2.31	14.62	10.42	44.20	73.25
6	1.19	2.87	8.60	10.60	30.60	53.86
7	1.04	1.17	4.30	2.51	43.35	52.37
8	1.45	1.22	6.02	10.79	52.70	72.18
9	0.95	1.97	5.16	2.60	63.75	74.43
10	0.48	2.07	16.34	2.70	45.05	66.64
11	0.66	3.08	13.76	2.60	35.70	55.80
12	1.09	2.02	8.60	6.23	42.50	60.44
13	1.68	1.22	9.46	9.02	47.60	68.98
14	1.04	3.03	10.32	7.44	30.60	52.43
15	2.38	2.65	10.32	8.09	28.05	51.49
16	2.58	2.86	8.60	9.02	34.00	57.06
17	1.90	1.34	6.88	9.39	48.45	67.96
18	1.73	2.55	10.32	8.84	21.25	44.69
19	2.18	1.79	18.06	7.53	33.15	62.71
20	2.41	3.21	4.30	1.21	45.05	56.18
21	1.80	1.75	15.48	2.33	29.75	51.11
22	1.48	2.77	16.34	5.49	30.60	56.68
23	1.31	2.94	8.60	4.93	45.90	63.68
24	0.73	2.38	11.18	7.91	43.35	65.55
25	1.04	1.77	11.18	1.67	33.15	48.81
26	2.13	1.72	7.74	5.95	45.90	63.44
27	1.84	1.58	9.46	10.23	38.25	61.36
Lowest	0.48	1.22	4.30	1.21	21.35	44.69
Highest	2.58	3.21	18.06	11.63	63.75	74.43

deficiency was about 7.84% of the total B fractions, and 12.92% of the total B fractions in non deficient soils. Zerrari et al. (1999) reported that the oxide dependent B content of the soils was 8.04% of the total B fractions.

The residual B content of the soils were found to be between 30.60 and 63.75 ppm in Çarşamba plain, 21.25 and 48.45 ppm in Suluova, 29.75 and 45.90 ppm in Bafra plain. The residual B content of the 10 soils having B deficiency was between 33.15 and 63.75 ppm.

The residual B content of the other soils which showed no B deficiency was between 21.25 and 48.45 ppm. The residual B content of the soils having B deficiency was approximately 43.69 ppm, and the residual B content of the soils which showed no B deficiency was approximately 37.40 ppm. The residual B was found to be higher in soils having B deficiency. This result shows that the soils having B deficiency had more minerals including residual B. The residual B in soils having B deficiency was about 71.69% of the total B fraction and 62.10% of the total B fraction in soils which did not have B deficiency. Zerrari et al. (1999) reported that the residual B

content of the soils was 78.75% of the total B fractions. Xu et al. (2001) reported that the nonspecifically adsorbed B and specifically adsorbed B comprised <1% of total B, by contrast, B occluded in Mn oxyhydroxide, in amorphous Fe and Al oxides and in crystalline Fe and Al oxides comprised from 0.01 to 7.6% of total B. Diana and Beni (2006) determined that in soils water soluble and adsorbed B fractions represented only a small proportion of the total soil B content (0.66-1.21 % of total soil B), although in the most soil, residual B fraction accounted for between 86.3 and 88.2 % of total soil B.

The total B fraction of the soils were found to be between 52.37 and 74.43 ppm in Çarşamba plain, 51.49 and 68.98 ppm in Suluova, 48.81 and 65.55 ppm in Bafra plain. The total B fraction of the 10 soils having B deficiency was between 48.81 and 74.43 ppm. The total B fraction of the other soils which showed no B deficiency symptoms were between 44.69 and 73.25 ppm. The total B fraction of the B deficient soils was approximately 60.94 ppm, and the total B fraction of the non deficient soils was approximately 60.23 ppm. In terms of total B content, no difference was observed between the B deficient

and non deficient soils. Loué (1986) reported that the total B content of the soils were between 2 and 200 ppm, and the total B content of the soils were higher than the total B content of the rocks on which they were formed.

The available B content of the soils determined by Colwell method did not show significant relationships with the adsorbed, organic matter dependent, oxide dependent, residual and total B fraction contents. However, there was a statistically significant correlation ($r=0.375^*$) between B uptake of the plants in harvesting date and the oxide dependent B content of the soils at the level of 5%. The relationship between the B content of the plants in harvesting date and the oxide dependent B content of the soils was not statistically significant ($r=0.358$). Similarly, no strong relationships were found among the B content and B uptake of the plants in the harvesting date, and the adsorbed B, organic matter dependent B, residual B and total B fraction. Also, no strong relationships were found among the B content of the soils by hot water method, B fractions and total B fraction.

3.3. The relationships between B fractions and soil properties

As clay and exchangeable Na increased, the easily soluble B content of the soils also increased significantly at the level of 5% and 1% ($r = 0.436^*$, 0.485^{**} , respectively). The increase in the easily soluble B content of the soils as a result of the increase in the Na content of the soils can be explained with the formation of high soluble sodium borate in Na high soils (Rai et al., 1970). No significant effect of pH, sand, organic matter, lime, salt and extractable phosphor was observed on the easily soluble B content of the soils.

As clay content and extractable phosphor increased, adsorbed B content of the soils decreased significantly at the level of 1% and 5% ($r = -0.553^{**}$, -0.418^* respectively) and increased significantly as the sand content increased at the level of 1% ($r = 0.495^{**}$). Increase in clay content decreased extractable B content due to increase in adsorbed B fractions in the soils. Xu et al. (2001) reported that the content of the nonspecifically adsorbed B fraction increased with increasing soil pH and exchangeable Ca. However, the increase in the sand content increased extractable B content due to decrease in the adsorbed B fractions in soils. Loué (1986) reported that B was strongly adsorbed on the surfaces of clay minerals. It was observed that the organic matter dependent, oxide dependent and residue B contents and the total of B fractions were not dependent on clay, sand, salt, exchangeable Na and extractable phosphor content of the soils. The relationships among the total B content of the soils determined through aqua regia, the available B content of the soils by Colwell method and hot water extraction method, and the B content and B uptake of the plants in the harvesting date were not significant. On the other

hand, as the sand and clay content of the soils increased. the total B contents determined through aqua regia decreased significantly at the level of 1% and 5% ($r = -0.488^{**}$ and -0.419^* respectively). As the soils' clay, organic matter and exchangeable Na content increased, their useful B content, B content and B uptake of the plants in the harvesting date increased significantly ($r=0.560^{**}$, 0.410^* and 0.416^* ; $r=0.573^{**}$, 0.423^* and 0.461^* ; $r=0.559^{**}$, 0.415^* and 0.407^* respectively). There was a significant correlation ($r=0.547^{**}$) between the available B content of the soils by hot water extraction method and the exchangeable Na content. As the exchangeable Na content of the soils increased, a significant increase was observed in the available B content. Wojcik (2000) indicated that simple correlation analysis showed positive correlation between B contents in M.26 apple rootstocks and amounts of B in soil solution ($r=0.77$), B non-specifically adsorbed on soil colloid surfaces ($r=0.65$), B specifically adsorbed on soil surface ($r=0.76$) and B occluded in Mn oxyhydroxides ($r=0.77$), and no relation was found between plant B contents and amounts of B occluded in noncrystalline and crystalline Al and Fe oxides, B fixed with soil silicates and total B. Xu et al. (2001) investigated that the B occluded in Mn oxyhydroxide fraction was positively correlated with soil pH and cation-exchange capacity (CEC) and the crystalline Fe and Al oxides-B fraction was positively correlated with pH and exchangeable Ca.

Tsadilas et al. (1994) reported that soil boron occurring in various forms was correlated with boron contents in the leaves of olive trees in 51 and in barley leaves in 20 soils. Also, the amounts of boron: in soil solution non specifically adsorbed, specifically adsorbed, occluded in Mn oxides, occluded in amorphous Fe-Al oxyhydroxides, were correlated with soil properties such as: organic matter content, pH, free aluminum and iron oxyhydroxides, amorphous aluminum and iron oxyhydroxides.

4. CONCLUSIONS

The results of this study can be concluded as follows;

1. B deficiency symptoms in plants were found when plants' ages were 56 and 62 days.
2. B deficiency was found in the 63.6 % of the soils taken from Çarşamba and in the 33 % of the soils taken from Bafra while B deficiency did not found in the sunflower plants grown on soils taken from Suluova.
3. The B contents extracted with hot water for the soils showed B deficiencies were generally found to be lower than 1.00 ppm.
4. The available B contents extracted with hot water for the soils showed no B deficiencies were found to be between 1.39 and 4.61 ppm.

This study showed that the available B content of the soils can be determined by the hot water extraction method. Easily soluble and oxide dependent B contents had significant relationships with the biological indexes such as; plant age when boron deficiency observed, dry matter, B content and uptake of sunflower plants.

5. REFERENCES

- Akın, A. 2009. Chemical fractionation of soil boron and the relationships of these fractions with soil properties in Kazova soils. <http://agris.fao.org/agris-search/search/display.do?f=2011/TR/TR1011.xml:TR2010002162>, AGRIS, 41 p.
- Anonymous, 1996. Soil survey laboratory methods manual. United states department of agriculture natural resources conservation service national soil survey center. Soil survey investigations report No. 42, version 3.0, 693p.
- Blamey, F.P.C., Mould, D., Chapman, L. 1979. Critical boron concentrations in plant tissues of two sunflower cultivars. *Argonomy Journal*, 71(2):243-247
- Colwell, W.E. 1943. A biological method for determining the relative boron content of soils. *Soil Science*, vol. 56 p.71-94
- Cornillon, P. 1970. La répartition du bore dans les différentes fractions granulométriques du sol. *Bulletin Association France Et Sol*, vol.5 p. 3-9
- Cottenie, A., Verloo, A., Kiekens, L., Velghe, G., Camerlinck, R. 1982. Chemical analysis of plants and soils. Laboratory Of Anal And Agrochem State University Of Ghent, 63 p.
- Datta, S. P. 1996. Availability of native and applied boron in some acid soils. Ph. D. Thesis, Indian Insti. of Techn. Kharagpur, India. pp. 1-39.
- Diana, G, Beni, C. 2006. Effect of organic and mineral fertilization on soil boron fractions. *Agr. Med.* 136 :70-78.
- Dordas, C. 2006. Foliar boron application improves seed set, seed yield, and seed quality of alfalfa (*Medicago sativa* L.). *Agron. J.* 98: 907-913.
- Ellis, B.G., Knezek, B.D. 1972. Adsorption reactions of micronutrients in soils. In "Micronutrients in Agriculture" Soil Sci. Soc. of America, Madison, USA, 4:59-78
- Goldberg, S. 1997. Reactions of boron with soils. *Plant Soil*. 193: 35-48.
- Gupta, G. 1979. Boron nutrition of crops. *Advances In Agronomy*, 31:273-307
- Gupta, U. C. 1977a. Effects of boron and limestone on cereal yields and on B and N concentrations of plant tissue. *Plant Soil*. 47: 283-287.
- Hou, J., Evans, L.J. 1994. Spiers, G.A. Boron fractions in soils. Communications. In *Soils Science And Plant Analysis*, vol. 25 p.1841-1853
- Hwang, K. S., Yoon, J. H., Park, Y. H., Park, Y. D. 1990. Distribution and plant availability of boron fractions for soils cultivated for Chinese cabbage. Research reports of the rural development administration, *Soil & Fertilizer*, 32(3):57-61
- Jin, J., D.C. Martens, and L.W. Zelazny. 1987. Distribution and plant availability of soil boron fractions. *Soil Sci. Soc. Am.* 51: 1228-1231.
- Kacar, B, İnal, A. 2008. Bitki Analizleri. Nobel Yayın No :1241, 892 p.
- Kacar, B. 1994. Toprak Analizleri Bitki ve Toprağın Kimyasal Knalizleri III. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Eğitim Araştırma ve Geliştirme Yayınları, 705 p.
- Kacar, B. 2009. Toprak Analizleri. Nobel Yayın No. 1387. Genişletilmiş II. Baskı, 467p.
- Keren, R. and Gast, R.G. 1981. Effects of wetting and drying and of exchangeable cations on boron adsorption and release by montmorillonite. *Soil Science Society of America Journal*, 45: 478-482.
- Keren, R. and Mezuman, U. 1981. Boron adsorption by clay minerals using a phenomenological equation. *Clays and Clay Minerals*, 29(3):198-204.
- Loué, A. 1986. Les oligo-éléments en agriculture. Agri-Nathan International, Rue du Chemin-Vert 75011, 339 p.
- Maurice, J. 1971. Sur la distribution du bor dans les fractions granulométriques de divers sols schisteux et granitiques du Massif armoricain. *CR Academy Agriculture*, 57 :553-556
- Maurice, J. 1977. Relations entre le bore extractible a l'eau et le pH, les matieres organiques, l'argile, le fer "libre" et l'aluminium"libre" des sols acides du massif armoricain. *CR Academy Agriculture*, 16 :1135-1140
- Miwa, K., J. Takano and T. Fujiwara. 2008. Molecular mechanisms of boron transport in plants and its modification for plant growth improvement. *Tanpakushitsu kakusan koso, Protein, Nucleic acid, Enzyme.* 53(9): 1173-1179.
- Mortvedt, J. J., L. S. Murphy and R. H. Follet. 1999. *Fertilizer Technology and Application*. Meister Publishing, Willoughby, Ohio.
- Niaz, A. (2010). Boron Dynamics in Alkaline Calcareous Soils and its Availability under Wheat-cotton Cropping System. Institute of Soil And Environmental Sciences University of Agriculture Faisalabad Pakistan (Ph.D).
- Özbek, H., Kaya, Z., Gök, M., Kaptan, H. 1993. Toprak Bilimi (Çeviri). Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları. 816 p.
- Özbek, N. 1969. Deneme tekniği. I. Sera denemesi, tekniği ve metodları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Ders Kitabı, 437 p.
- Parker, D.R., Gardner, E.H. 1982. Factors affecting the mobility and plant availability of boron in some Western Oregon soils. *Soil Science Society of American Journal*, 46:573-578
- Rai, M.M., Shitoley, D.B., Pal, A.A., Vakil, P., Gupta, S.K. (1970). Available micronutrients status of deep black soil of Madhya pradesh. *Journal of Indian Society of Soil Science*, 18(4):383-389.
- Sillanpaa, M. 1978. Problems involved in estimating the micronutrient status of soils. *Soils Bulletin FAO Pome*, 14:140-151
- Soil Survey Staff, 1992. Procedures for collecting soil samples and methods of analysis for soil survey. *Soil Surv. Invest. Rep. I. U.S. Gov. Print. Office*, Washington D.C. USA
- Soylu, S., B. Sade, A. Topal, N. Akgun, E. E. Hakkı and M. Babaoglu. 2005. Response of irrigated durum and bread wheat cultivars to boron application in a low boron calcareous soil. *Turk J. Agric. For.* 29: 275-286.
- Takano, J., K. Miwa and T. Fujiwara. 2008. Boron transport mechanisms: collaboration of channels and transporters. *Trends in Plant Sci.* 13: 451-457.
- Tsadilas, C. D., C. S. Yassoglou, C. S. Cosmas, C. H. Kallianou. 1994. The availability of soil boron fractions

- to olive trees and barley and their relationships to soil properties. *Plant Soil*. 162: 211-217.
- Turan, M., Horuz, A. 2012. Bitki Beslemenin Temel İlkeleri. Bitki Besleme. Editör :Karaman, M.R., Gübretaş Rehber Kitaplar Dizisi :2, ISBN 978-605-87103-2-0, 1066p.
- Wojcik, P. 2000. Availability of soil boron fractions to M.26 apple rootstock. *Journal of plant nutrition*, 23:1025-1035
- Wolf, B. 1971. He determination of boron in soils extracts, plant materials, composts, manures, water and nutrient solution. *Soil Science and Plant Analysis*, 2(5):363-374
- Xu, J.M., Wang, K., Bell, R.W., Yang, Y.A. and Huang, L.B. 2001. *Soil boron fractions and their relationship to soil properties*. *Soil Science Society of America Journal*, 65 (1):133-138.
- Yurtsever, N. 1984. Deneysel İstatistik Metodları. Toprak ve Gübre Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Yayınları, 623 p.
- Zerrari N, Moustaoui D, Verloo M (1999). The forms of boron in soil, effect of soil characteristics and availability for the plants. *Agrochimica* 43:77-88.
- Zerrari, N., Moustaoui, D., Verloo, M. 1980. Les formes du bore de sols: importance, effet des caractéristiques des sols et disponibilité pour les plantes. *Agrochimica*, 43(2) :77-88

FARKLI VERİ YAPILARINDA KULLANILABİLECEK REGRESYON YÖNTEMLERİ

Arzu ARI Hasan ÖNDER*

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Samsun
*honder@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 23.01.2012 Kabul Tarihi : 23.11.2012

ÖZET: Regresyon, üzerinde durulan yanıt değişkeni ile ilişkili olabileceği düşünülen açıklayıcı değişkenlerin bir fonksiyonu olarak ifade edilmektedir. Değişkenler arasındaki ilişkinin fonksiyonel şekli regresyon modelleri ile incelenmektedir. Kullanılması gereken regresyon modeli verinin yapısına göre farklılık göstermekte ve yanlış model kullanılması hatalı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. Bu derlemede regresyon modellerinden; doğrusal regresyon, lojistik regresyon, negatif binom regresyon, poisson regresyon, temel bileşenler regresyonu, probit regresyon, ridge regresyon, Cox regresyon modellerinin hangi durumlarda kullanılabileceği incelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Regresyon, Doğrusal regresyon, Doğrusal olmayan regresyonlar

REGRESSION MODELS USED FOR DIFFERENT DATA STRUCTURES

ABSTRACT: Regression can be expressed as a function between interested response variable and explanatory variables thought to be related on response. Functional form of the relationship between the explanatory variables and response variable described as regression model. The regression model must be chosen according to the data structure. If the chosen model is wrong, it leads to erroneous results. In this review, regression methods were examined to determine which regression models such as; linear regression, logistic regression, negative binomial regression, poisson regression, principal components regression, probit regression, ridge regression and Cox regression, is suitable for different data structure.

Key Words: Regression, Linear regression, Nonlinear regressions

1. GİRİŞ

Biyoloji, tıp, ekonomi, fizik, kimya ve sosyal bilimler gibi birçok alanda yaygın olarak kullanılmakta olan regresyon analizi, aralarında sebep - sonuç ilişkisi bulunan iki veya daha fazla değişken arasındaki ilişkiyi inceleyen ve bu ilişkiyi modellemek için kullanılan istatistiksel bir analiz yöntemidir (Vural, 2007). Uygun olmayan regresyon yöntemlerinin kullanılması hatalı ve yanıltıcı sonuçların elde edilmesine neden olabilmektedir. Regresyon analizinde incelenen değişkenler sürekli ya da kesikli yapıda olabilmektedir ve bu veri yapısına bağlı olarak farklı regresyon modelleri kullanılabilmektedir (Özarıcı, 1996).

Bu çalışma, regresyon yöntemlerinden; Doğrusal regresyon, Lojistik regresyon, Negatif binom regresyon, Poisson regresyon, Temel bileşenler regresyonu, Probit regresyon, Ridge regresyon, Cox regresyon yöntemlerinin hangi durumlarda kullanılabileceği konusunda araştırmacılara yol göstermek amacıyla yapılmıştır.

2. REGRESYON YÖNTEMLERİ

2.1. Doğrusal regresyon

Doğrusal regresyon analizi basit doğrusal regresyon ve çoklu doğrusal regresyon olarak iki başlık altında incelenmektedir.

Basit regresyon analizi, yanıt değişkeni ile tek bir açıklayıcı değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi açıklar. Eğer tek bir yanıt değişkeni ve birden fazla açıklayıcı değişken arasındaki doğrusal veya eğrisel bir ilişki tanımlanmak istenirse, ilişki çoklu doğrusal regresyon analizi ile incelenir (Okur, 2009; Weisberg, 2005).

Basit doğrusal regresyonda, Y yanıt değişkeni, X_1 açıklayıcı değişkeni, β_0 ve β_1 bu değişkenin bilinmeyen parametrelerini ve ε_i şansa bağlı hata terimlerini ifade etmek üzere basit doğrusal regresyon modeli;

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

olarak yazılabilmektedir (Kutner ve ark., 2005). Çoklu doğrusal regresyon modeli, p adet açıklayıcı değişken ve n adet gözlem için;

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_p X_{pi} + \varepsilon_i \quad i = 1, 2, \dots, n$$

şeklinde yazılabilmektedir (Kutner ve ark., 2005; Weisberg, 2005).

Gerek basit gerekse çoklu doğrusal regresyon analizi sonucunda elde edilecek olan regresyon modeline ait parametre kestirimlerinin güvenilir olabilmesi için modelle ilgili bazı varsayımların sağlanabilmesi gereklidir.

Basit doğrusal regresyon analizinde elde edilen regresyon denkleminin tahmin amaçlı kullanılabilmesi için; hata terimlerinin ($\epsilon_i = Y_i - \hat{Y}_i$) şansa bağlı normal dağılım göstermesi, hataların beklenen değerinin ortalamasının 0 ve varyansının homojen olup σ^2 'ye eşit olması, hataların bağımsız olması [$Cov(\epsilon_i, \epsilon_j) = 0$], hata terimleri ile açıklayıcı değişken(ler) arasında korelasyon bulunmaması gibi bazı varsayımların sağlanması gerekmektedir (Alma ve Vupa, 2008).

Çoklu doğrusal regresyonda, basit doğrusal regresyondaki varsayımlara ilaveten açıklayıcı değişkenlerin birbirinden bağımsız olması varsayımının da sağlanması gerekmektedir (Vural, 2007). Açıklayıcı değişkenler arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının sıfır veya sıfıra çok yakın olması şartı şeklinde de açıklanabilen bu varsayım, istatistikte “Çoklu doğrusal bağlantı” bulunmaması olarak ifade edilmektedir (Orhunbilge, 2002). Çoklu bağlantı durumunda En Küçük Kareler (EKK) kestirim yöntemi işlevini yitirmektedir (Vural, 2007).

Bu nedenle açıklayıcı değişkenler seçilirken, bu değişkenlerin yanıt değişkeni ile basit doğrusal korelasyon katsayılarının yüksek (1'e yakın), birbirleri arasındaki basit doğrusal korelasyon katsayılarının düşük (0'a yakın) olmasına dikkat edilmesi önerilmektedir (Damodar, 2001). Bu varsayımların sağlanamadığı durumlarda parametre kestirim yöntemlerinin değiştirilmesi önerilmektedir.

2.2. Poisson regresyon

Araştırmadan elde edilen verilerin ölçeğinin sürekli yapıda olmadığı, diğer bir ifade ile kategorik veriye sahip olduğunda doğrusal regresyon modelleri kullanılarak yapılacak analizler etkisiz, tutarsız ve güvenilmez sonuçlar verebilir. Özellikle, sayma ölçeğinde elde edilen veriler için kullanılacak en etkin modellerden biri Poisson regresyon modelidir (Deniz, 2005). Poisson regresyon modeli;

$$\log_e(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 \dots, \text{ olup,}$$

$$Y = (e^{\beta_0})(e^{\beta_1 X_1})(e^{\beta_2 X_2}) \dots,$$

olarak da tanımlanabilmektedir (Demaris, 2004). Modelden anlaşılacağı üzere Poisson regresyon modeli tahmin edicilerin doğrusal fonksiyonunun logaritmik dönüşümü olarak ifade edilebilmektedir (URL_1). İstatistik literatüründe bu model log-doğrusal model olarak bilinmektedir. $x\beta$ 'nin $\exp(x_i\beta)$ olarak alınması, beklenen sayma değerinin pozitif olmasını gerektirir. Bu durum Poisson dağılımı için zorunludur. Poisson dağılımında ortalama ve varyansın eşitliği söz konusu olup;

$$\mu_i = E(y_i | x_i) = V(y_i | x_i),$$

olarak gösterilebilir. Ortalama ve varyansın eşitliği “eşit yayılım” olarak ifade edilmektedir. Uygulamada sayılarak elde edilen değişkenler genellikle ortalamadan daha büyük varyansa sahiptirler. Bu durum aşırı yayılım (overdispersion) olarak adlandırılmaktadır. Aşırı yayılım durumunda Poisson Regresyon Modelinden elde edilen tahminler tutarlı fakat etkin değildir (Selim, 2003; Demaris, 2004).

2.3. Negatif Binom Regresyonu

Negatif binom regresyonunun uygulandığı veri kümesinde değerlerin çoğunun sıfır olmasından dolayı dağılım sağa çarpıktır. Bu durum, doğrusal regresyon kullanımında kuramsal olarak hatalı olan negatif parametre tahminlerini beraberinde getirmektedir (Frome ve ark., 1973; Cox, 1983; SAS, 2005). Negatif binom regresyon modeli için olasılık yoğunluk fonksiyonu;

$$\Pr(Y_i = y_i; \alpha, d) = \frac{(y_i + d - 1)!}{y_i! (d - 1)!} \frac{\alpha^{y_i}}{(1 - \alpha)^{y_i + d}}; \quad y_i = 0, 1, 2, \dots$$

olarak verilebilmektedir. Burada, α bir olgunun ortaya çıkma olasılığı [$P(Y=1)$] ve d indeks veya yayılım parametresi olarak adlandırılmaktadır. Negatif binom regresyonu çözümlemesinde parametre kestirimleri Newton-Raphson algoritması yardımıyla En Çok Olabilirlik yöntemi kullanılarak elde edilir. Negatif Binom regresyonun model eşitliği;

$$E(Y_i) = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \beta_2 X_{i2} + \dots + \beta_q X_{iq} \text{ dir.}$$

Negatif Binom regresyonu, Poisson regresyonun özel bir durumudur. Bu iki model arasındaki seçim kararı, kestirimi elde edilen d katsayısının istatistiksel anlamlılığı yönünden belirlenir. Eğer d (yayılım parametresi), sıfırdan önemli derecede farklı değilse (istatistiksel olarak önemli değilse), Negatif Binom regresyonu Poisson regresyonuna dönüşür. Bununla beraber, d önemli derecede sıfırdan farklı ise, Negatif Binom regresyonu tercih edilmelidir (Hadayeghi, 2002; Aktaş ve Saraçbaşı, 2005).

2.4. Lojistik Regresyon

Lojistik regresyon, istatistikte kullanılan bir model oluşturma tekniği olup iki ya da daha fazla sınıfta ifade edilebilen kesikli verilerde yanıt değişkeni (Y) için bir model oluşturma tekniğidir. Yanıt değişkeninin kesikli olduğu durumlarda Lojistik ya da Probit regresyon yöntemleri kullanılmaktadır (Freese and Long, 2006). Modelin amacı, yanıt değişkeni iki değerli veya sınıflandırılmış olduğunda yanıt değişkeni ile açıklayıcı değişken veya değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklayan bir model oluşturmaktır (Önder ve Cebeci, 2002).

Lojistik regresyon ile doğrusal regresyon yöntemi arasında üç önemli fark vardır (Bircan, 2004), bu farklılıklar;

1. Doğrusal regresyon analizinde tahmin edilecek olan yanıt değişkeni sürekli iken, Lojistik Regresyon Analizinde yanıt değişkeni kesikli bir değer almaktadır.
2. Doğrusal regresyon analizinde yanıt değişkeninin değeri, Lojistik Regresyon Analizinde ise yanıt değişkeninin alabileceği değerlerden birinin gerçekleşme olasılığı tahmin edilir.
3. Doğrusal regresyon analizinde açıklayıcı değişkenin çoklu normal dağılım göstermesi şartı aranırken, Lojistik Regresyon Analizinde böyle bir şart yoktur.

Lojistik regresyon analizinde, yanıt değişkeni doğrudan modellenmemektedir. Daha doğru bir yaklaşımla, lojistik regresyon analizi, Y yanıt değişkeninin değerinin birleştirilmiş olasılığı üzerine kurulmuştur. Uygulamada çok yaygın olarak yanıt değişkeninin başarılı veya pozitif çıktı için 0 ve başarısız veya negatif çıktı için 1 değerini aldığı farz edilir. Yanıt değişkeni 1 olduğunda olasılık;

$$P(Y = 1 | X_1, \dots, X_p) = \frac{e^{\alpha + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j}}{1 + e^{\alpha + \sum_{j=1}^p \beta_j X_j}},$$

olarak gösterilebilir.

Lojistik regresyon modellerindeki çoklu iç ilişki, açıklayıcı değişkenler arasındaki güçlü korelasyondan kaynaklanır. Lojistik regresyondaki çoklu iç ilişki regresyon katsayılarının kestirimlerinin büyüklüğünün ve işaretinin yanlış olarak bulunmasını sağlayabilir ve neticede yanıt ve açıklayıcı değişkenler arasındaki ilişkiler hakkında yanlış sonuçlara ulaşılmasına yol açabilir (Ürük, 2007; Önder ve Cebeci, 2002; Kleinbaum ve ark., 1998).

2.5. Probit Regresyon

Probit analizi lojistik regresyona alternatif olarak bir veya daha fazla açıklayıcı değişkenin kategorik bir yanıt değişkeni (sağ, ölü; çalışıyor, çalışmıyor, ürün satıldı veya satılmadı vb) üzerindeki etkisini bulmak için kullanılan bir modeldir. Hem lojistik hem de Probit regresyon analizi birbirlerine oldukça benzer ve elde edilen olasılık tahminleri birbirlerine yakın değerdedir. Lojistik regresyon analizinde log-odds (olabilirlik oranları) kullanılırken, Probitte kümülatif normal dağılım kullanılmaktadır, Temel olarak Probit birikimli standart normal dağılımın tersidir (Topcu, 2008, Bek, 2009).

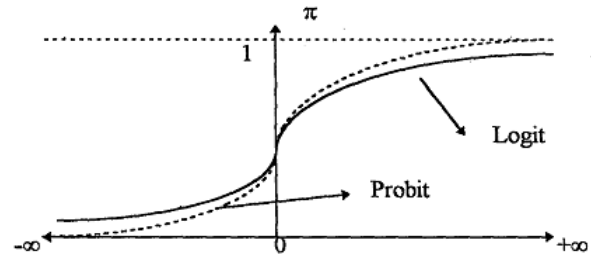
Probit modelin altında yatan varsayım, yanıt fonksiyonunun $Y_i = \alpha + \beta X_i + U_i$ formunda olmasıdır. Burada X_i gözlemlenebilen fakat Y_i gözlemlenemeyen değişkendir. $Y_i > 0$ ise $Y_i = 1$, fakat $Y_i < 0$ ise $Y_i = 0$ olur (Y_i değişkeninin sonucu atanırken, eşik değeri olarak kullanılan c değeri genellikle 0 olarak alınmakta olup, sıfır yerine başka sayı değeri de kullanılabilir (Demaris, 2004)). Eğer normal standart değişken Z

için, $\Phi(z)$ kümülatif normal dağılım fonksiyonu $\Phi(z) = P(Z \leq z)$ olarak tanımlanırsa;

$$P(Y_i = 1) = P(u_i > -\alpha - \beta X_i) = 1 - \Phi\left(\frac{-\alpha - \beta X_i}{\sigma}\right)$$

$$P(Y_i = 0) = P(u_i \leq -\alpha - \beta X_i) = \Phi\left(\frac{-\alpha - \beta X_i}{\sigma}\right)$$

olarak ifade edilebilir. Probit modelinde birden fazla açıklayıcı değişken olduğu zaman, $\Pr(Y = 1 / X) = \Phi(X\beta)$ şeklinde tanımlanır. Burada Φ standart normal olasılık dağılımıdır. βX Probit skoru ya da indeksi olarak adlandırılır ve normal dağılıma sahiptir. Probit katsayısı β , tahmindeki bir birimlik artışın Probit skorunda yapacağı β standart sapmalık yükselmeyi ifade eder. Probit katsayısı bağımsız değişkenin bağımlı değişkene ait standart z-değerinde yapacağı etkiyi ölçer. Bu katsayıların sayısal büyüklüklerinin bir önemi ve özel bir yorumu yoktur, sadece ilişkinin yönü ve derecesini belirler (Topcu, 2008; Kulendran ve Wong, 2011; MacKinnon ve ark., 2007).



Şekil 1. Logit ve Probit birikimli dağılımlar

Probit ve Logit modeller genellikle yanıt değişkeninin iki düzeyli olduğu durumlarda uygulanmaktadır. Hesaplama zorluğu ve özel tablolara ihtiyaç duyulmaması bakımından Logit modelin Probit modeline göre kolaylığına rağmen, normal olasılık yoğunluk fonksiyonunun gerek teoride gerekse uygulamada daha çok kullanılan model olması biyolojik verilerin bazı özelliklerine ilişkin dağılımlarının normal olasılık yoğunluk fonksiyonuna uyum göstermesi, hesaplamada normal kümülatif dağılım fonksiyonunu kullanan Probit modelin uygulama çalışmasında kullanılmasını özendirir (Özarıcı, 1996).

2.6. Temel bileşenler regresyonu

Her bir bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle arasındaki korelasyon katsayılarının karesi olan değer 1'e yakınsa, yüksek derecede çoklu bağlantı olduğu anlaşılabilir (Yıldırım, 2010). Açıklayıcı değişkenler arasında bir ya da daha fazla doğrusal bağıntı olduğunda çoklu bağlantı sorunu ortaya çıkmaktadır (Polat, 2009). Çoklu doğrusal bağlantı problemi, yapılan analizler sonucunda elde

edilen en küçük kareler kestiricilerinin varyans değerlerinin büyük olmasına ve tahminlerin gerçek değerlerinden uzaklaşmasına neden olmaktadır (Bulut ve Alın, 2009) ve çoklu bağlantı probleminin ortaya çıkması durumunda doğrusal regresyon analizi etkinliğini yitirmektedir. Bu durumda temel bileşenler regresyonu ya da ridge regresyon yöntemi kullanılabilir.

Temel bileşenler regresyonu her doğrusal regresyon modelinin bir dik açıklayıcı değişkenler kümesine dayanarak yeniden açıklanması temeli üzerine yapılandırılmış olup, açıklayıcı değişkenler arasında çoklu bağlantı olduğu durumlarda uygulanmaktadır (Özkan, 2009).

Çoklu bağlantı durumunda, EKK yerine yanlı kestirim tekniklerinin kullanılmasının en uygun yaklaşım olduğu bilinmektedir (Albayrak, 2006).

Yanlı kestirimleri veren yöntemlerin başında, gerçek değişkenler yerine bunların dik dönüşümlerinin kullanıldığı Temel Bileşenler Regresyonu (PCR/Principal Component Regression) ve korelasyon matrisinin köşegen elemanlarına küçük bir pozitif sayı eklenerek kestirim varyanslarının küçültüldüğü Ridge Regresyon (RR) yöntemi gelmektedir (Polat, 2009).

Çoklu doğrusal regresyon modelinde açıklayıcı değişken katsayıları matris notasyonunda;

$$\hat{\beta} = (X'X)^{-1} X'y$$

olarak tahmin edilebilir ve burada, X açıklayıcı değişkenler matrisini ve Y ise yanıt değişkeni vektörünü göstermektedir., bu katsayılar temel bileşenler regresyonunda;

$$\hat{\beta}_{PC} = D_q \Lambda_q^{-1} D_q' X'y$$

olarak tahmin edilmektedir. Burada, D_q , $X'X$ ye ait ilk q adet öz vektör matrisi; Λ_q , $X'X$ ye ait ilk q adet öz vektör için köşegen matrisi göstermektedir (Al-Hassan ve Al-Kassab, 2009).

PCR sonucunda elde edilen tahminler yanlı olur. Ancak varyansın azaltılmasıyla, yanlılıktaki büyüklük dengelenir. RR tekniğinde k yanlılık sabitinin seçiminde yaşanan belirsizliğin aksine, PCR analizinde modelden çıkarılacak PC'lerin sayısı göreceli olarak daha tutarlıdır (Albayrak, 2011; Aswani ve ark., 2011; Al-Hassan ve Al-Kassab, 2009).

2.7. Ridge regresyon

Çoklu doğrusal bağlantı olduğunda yanlı tahmin yöntemlerinden Ridge Tahmin Yöntemi gerekli olan tüm değişkenlerin modele alınmasını sağlar. Bu yöntem çoklu doğrusal bağlantı olduğunda EKK kestirimlerinden daha küçük varyanslı parametre kestirimlerinin elde edilmesini ve modelden gereksiz değişkenlerin çıkarılmasını amaçlamaktadır (Karadavut ve ark., 2005).

Ridge regresyon yöntemi genellikle modeldeki iki ya da daha fazla açıklayıcı değişken arasında yüksek dereceden ilişki olması durumunda kullanılır. Bu yöntemde uygulanırken ilk adım olarak açıklayıcı değişkenler standartlaştırılır (Karadavut ve ark., 2005). Standartlaştırılmamış orijinal değişkenlerin bulunduğu model;

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{i1} + \dots + \beta_p X_{ip} + \varepsilon_i$$

$$i = 1, 2, \dots, n$$

şeklinde gösterilebilmektedir. Bu modeldeki açıklayıcı değişkenler standartlaştırılarak,

$$y_i = \mu + \gamma_1 Z_{i1} + \dots + \gamma_p Z_{ip} + \varepsilon_i$$

modeli elde edilir (Karadavut ve ark., 2005). Ridge regresyonun yanlı regresyon yöntemi olmasına karşın EKK yöntemine göre iki önemli katkısı vardır. Bunlar; açıklayıcı değişkenlerde çoklu bağlantıyı elemine etmek ve regresyonda yanlılık karesiyle varyansı değiştirerek Hata Kareler Ortalamasını azaltmaktır (İpek, 2011).

Ridge regresyon modelinde açıklayıcı değişken katsayıları matris notasyonunda;

$$\hat{\beta}_{(k)} = (X'X + kI_p)^{-1} X'y,$$

olarak tahmin edilebilmektedir. Burada; k , yanlılık ya da Ridge parametresi olarak bilinmektedir ve veri kümesinden tahmin edilmelidir (Al-Hassan ve Al-Kassab, 2009).

Çoklu regresyon modelinde açıklayıcı değişkenler birbirleri ile bağlantılı olduklarında EKK β kestiricisinden daha küçük varyanslı β kestiricilerinden elde edilmesinde, güçlü çoklu bağlantı etkisi ile regresyon katsayılarında oluşan kararsızlıkların grafik üzerinde gösterilmesinde ve modeldeki gereksiz değişkenlerin çıkarılması amacıyla Ridge regresyon yöntemi kullanılabilir (Yıldırım, 2010; Pamukçu ve ark., 2010).

2.8. Cox regresyon

20. yüzyılda başlayan yaşam çözümlemesi çalışmaları, bu yüzyılın ikinci yarısı boyunca büyük ilerlemeler göstermiştir. Bu alandaki en etkili gelişmelerden biri; yaşam süresi üzerinde açıklayıcı değişkenlerin etkilerini ölçebilmek için kullanılan "Cox Regresyon Modeli" dir.

Parametrik modellerin gerektirdiği varsayımların (normallik, bağımsızlık vb.) sağlanmadığı durumlarda Cox regresyon analizi, parametrik analizlerden daha etkilidir. Cox regresyon modelinin temel varsayımları şu şekilde açıklanabilir: bağımsız değişkenlerin risk (hazard) fonksiyonu üzerindeki etkileri loglineerdir ve bağımsız değişkenlerin loglineer fonksiyonu ile risk fonksiyonu arasındaki ilişki çarpımsaldır (Özdamar,

2001; Laubender ve Bender, 2010; Chen ve ark., 2009; Liu ve ark., 2010).

Bu iki varsayıma ek olarak gözlemlerin birbirinden bağımsız olmaları ve risk oranının zamana göre değişmemesi, yani sabit olması gerekmektedir (Yay ve ark., 2007).

Cox regresyon modelinde yaşam zamanı T nin şartlı dağılımı, Z ve X hazard fonksiyonu $\lambda(t|Z, X)$ tarafından tanımlanmaktadır ve hazard;

$$\lambda(t|Z, X) = \lambda_0(t) \exp(\gamma Z + \beta'X) ,$$

olarak tanımlanabilmektedir. Burada; γ , Z ye ait regresyon katsayılarını, β ise X 'e ait regresyon katsayıları vektörünü göstermektedir. $\lambda_0(\cdot)$ ise $Z=0$ ve $X=0$ olan bir denek için temel alınan hazard fonksiyonunu göstermektedir (Laubender ve Bender, 2010).

Cox regresyon modelinin temel varsayımı olan orantılı hazard varsayımı, hazard oranının zamana karşı sabit olması ya da bir bireyin hazard fonksiyonunun diğer bireyin hazard fonksiyonuna orantılı olması anlamına gelmektedir. Klinik denemelerde özellikle uzun süreli veriler söz konusu olduğun da orantısız hazardlar açığa çıkmaktadır. Hazardların orantılı olmaması durumunda ise Cox regresyon modeli yaşam verisi için uygun olmamaktadır (Ata ve ark., 2007; Chen ve ark., 2009).

3. MODEL SEÇİMİ

Yukarıda yapılan model tanımlarının ardından, model seçiminde uygulamaya yönelik karar mekanizması veriye ait histogram grafiğinin yapısına göre aşağıda örnek bir çalışma ile birlikte Çizelge 1'de verilmiştir.

4. SONUÇ

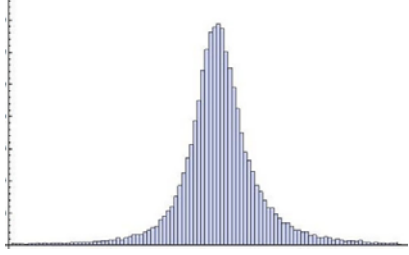
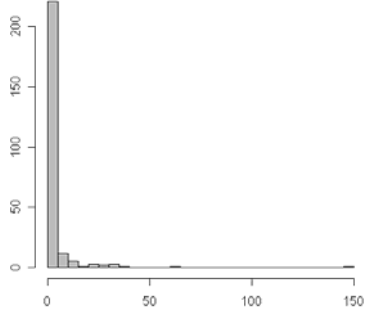
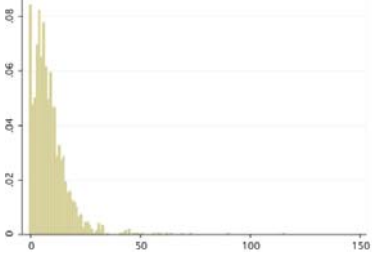
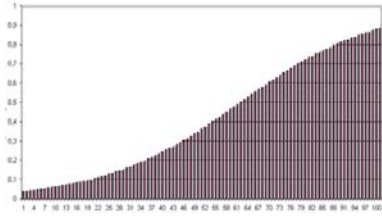
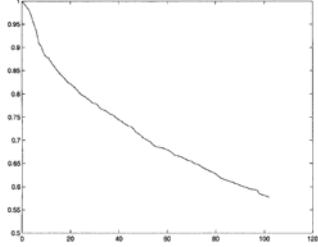
Bir araştırmada elde edilen verilere hangi istatistiklerin uygulanabilir olduğunu belirlemek için bazı ölçütler söz konusudur. Uygun istatistik yöntemlerle araştırmayı çözümlmek, araştırmacının güvenilirliğini artırmakla birlikte sonuçların tutarlı bir şekilde yorumlanmasını da sağlamaktadır. Bu nedenle değişken yapıları, ölçme ölçekleri, varsayımların tutarlılığı istatistiksel çalışmalarda öncelikli olarak dikkate alınması gereken önemli bir durumdur. Çözümlemedeki adimsal yaklaşımı dikkate almadıklarından araştırmacılar yanıltıcı ve güvenilir olmayan raporlar yayınlatabilmektedir. Değişken yapıları seçilecek olan istatistiksel yöntemi belirlemektedir.

Elde edilen verinin yapısına uygun modelin seçilmesi araştırmadan elde edilen sonuçların güvenilirliğini ve tahmin gücünü yükseltecektir.

5. KAYNAKLAR

- Aktaş, A., Saraçbaşı, O., 2005. Negatif Binom Regresyon Modeli, VIII. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 20-22 Eylül 2005, Bursa, 124 – 129.
- Albayrak, A. S. 2006. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistik Teknikleri, Asil Yayın Dağıtım Ltd. Şti.
- Albayrak, A.S. 2011. Çoklu Doğrusal Bağlantı Halinde Enküçük Kareler Tekniğinin Alternatifi Yanlı Tahmin Teknikleri Ve Bir Uygulama. sbd.karaelmas.edu.tr/makaleler/1303-9245/200501001105126.pdf. Erişim Tarihi: 27.04.2011.
- Al-Hassan, Y.M., Al-Kassab, M. M., 2009. A Monte Carlo Comparison between Ridge and Principal Components Regression Methods. Applied Mathematical Sciences, 3(42), 2085 – 2098.
- Alma, G.Ö., Vupa, Ö., 2008. Regresyon Analizinde Kullanılan En Küçük Kareler Ve En Küçük Medyan Kareler Yöntemlerinin Karşılaştırılması. SDÜ Fen Edebiyat Fakültesi Fen Dergisi (E-Dergi). 2008, 3(2) 219-229.
- Aswani, A., Bickel, P., Tomlin, C., 2011. Regression on Manifolds: Estimation of the Exterior Derivative. Ann. Statist. 39(1), 48 – 81.
- Ata, N., Karasoy, D., Sözer, M.T. 2007. Orantısız Hazardlar İçin Tabakalandırılmış Cox Regresyon Modeli ve Meme Kanseri Hastaları Üzerine Bir Uygulama. Türkiye Klinikleri J Med Sci, s. 28.
- Bek, Y., 2009. R Programında Doz-Yanıt Uygulamaları Çalıştayı Dinleyici Notları. 27 – 29 Mayıs 2009, Samsun.
- Bircan, H. 2004. Lojistik Regresyon Analizi: Tıp Verileri Üzerine Bir Uygulama. Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 2004 / 2 : 185-208.
- Bulut, E., Alm, A., 2009. Kısmi En Küçük Kareler Regresyon Yöntemi Algoritmalarından Nipals ve PLS - Kernel Algoritmalarının Karşılaştırılması ve Bir Uygulama. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 24(2), 127 – 138.
- Chen, M., Ibrahim, J.G., Shao, Q., 2009. Maximum Likelihood Inference for the Cox Regression Model with Applications to Missing Covariates. Journal of Multivariate Analysis 100, 2018 – 2030.
- Cox, R., 1983. Some Remarks on Overdispersion. Biometrika, 70: 269-274.
- Deniz, Ö. 2005. Poisson Regresyon Analizi. İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Yıl:4 Sayı:7 Bahar 2005/1 S. 59-72.
- Damodar, N. 2001. Temel Ekonometri, 2. Basım, İstanbul: Literatür Yayıncılık, s.192.
- Demaris, A., 2004. Regression with Social Data : Modeling Continuous and Limited Response Variables. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Freese, J. and Long, J.S., 2006. Regression Models for Categorical Dependent Variables Using Stata. College Station: Stata Pres.
- Frome, E.D., Kutner, M.H., Beauchamp, J.J., 1973. Regression Analysis of Poisson- Distributed Data. Journal of American Statistical Association, 68(344): 935-940.
- Hadayeghi, A., 2002. Accident Prediction Models for Safety Evaluation of Urban Safety Transportation, Yüksek Lisans Tezi, Toronto Üniversitesi İnşaat Mühendisliği Bölümü, Kanada.
- İpek, O. 2011. Ridge Regresyon Üzerine Bir Çalışma. idari.cu.edu.tr/sempozyum/bil28.htm Erişim Tarihi: 02.05.2011.

Çizelge 1. Model seçimi için karar mekanizması

Yöntem	Histogram grafiği	
Doğrusal regresyon		<p>Ölçme ölçeğinde ve EKK yönteminin varsayımları sağlanabiliyor ise kullanılmalıdır.</p> <p>Doğrusal regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, yanıt değişkeni ve açıklayıcı değişkenlerin tamamının ölçülerek elde edildiği bir kasaplık canlı ağırlık (yanıt) üzerine doğum ağırlığı ve süten kesim ağırlığının (açıklayıcı) etkisi verilebilir (URL₂)</p>
Poisson		<p>Sayma ölçeğinde ve d parametresi sıfırdan istatistiksel olarak farklı değil ise kullanılmalıdır.</p> <p>Poisson regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, klinik mastitis düzeyinin (skor) yanıt değişkeni olduğu ve açıklayıcı değişkenin somatik hücre sayısı olduğu bir deneme gösterilebilir (URL₃)</p>
Negatif binom		<p>Sayma ölçeğinde ve d parametresi sıfırdan istatistiksel olarak farklı ise kullanılmalıdır.</p> <p>Negatif Binom regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, böcek sayısı (yanıt) üzerine bitki çeşidi (indeks) ve bitkide yaprak sayısının (açıklayıcı) etkisinin incelendiği bir araştırma verilebilir (URL₄)</p>
Lojistik ve Probit		<p>İki veya daha fazla sınıfta gruplanan verilerde, birikimli artış ifadelerinde Probit kullanılmalı, olabilirlik tahmini için ise Lojistik kullanılmalıdır.</p> <p>Lojistik regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, hayvan sağlığı (sağlıklı, hasta) yanıt değişkeni üzerine yaş (kesikli), süt verimi (sürekli), parazit (var, yok) ve barınak durumunun (skor) açıklayıcı değişkenlerinin etkisinin incelendiği bir çalışma gösterilebilir.</p> <p>Probit regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, orman yangını (var, yok) yanıt değişkeni üzerine nem (sürekli), organik madde tabakasının kalınlığı (sürekli), organik madde tabakasının çeşidi (indeks), sıcaklık (sürekli) açıklayıcı değişkenlerinin etkisinin incelendiği bir çalışma verilebilir (URL₅).</p>
Temel Bileşenler ve Ridge		<p>Doğrusal regresyonda çoklu bağlantı olması durumunda, ilgisiz değişkenlerin modelden çıkarılması için Ridge kullanılmalı, tüm değişkenler modelde tutulmak isteniyor ise Temel Bileşenler kullanılmalıdır.</p> <p>Temel bileşenler ve Ridge regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, çoklu bağlantı olması durumunda, canlı ağırlık (sürekli) yanıt değişkeni üzerine vücut ölçülerinin (sürekli) etkisinin incelendiği bir çalışma gösterilebilir.</p>
Cox		<p>Uzun süreli yaşam verilerinin modellenmesinde kullanılmalıdır.</p> <p>Cox regresyonun kullanılabilceği veri kümesine örnek olarak, sığırlarda subklınik endometritis riski üzerine ilk tohumlamada gebelik oranı (yüzde), gebelik başına servis sayısı (oran), parity (doğum sırası; kesikli), vücut kondisyon skoru (skor) açıklayıcı değişkenlerinin etkisinin incelendiği bir çalışma gösterilebilir (Demaris, 2004)</p>

- Karadavut, U., Genç, A., Tozluca, A., Kınacı, İ., Aksoyak, Ş., Palta, Ç., Pekgör, A. 2005. Nohut (*Cicer Arietinum* L.) Bitkisinde Verime Etki Eden Bazı Karakterlerin Alternatif Regresyon Yöntemleriyle Karşılaştırılması. Tarım Bilimleri Dergisi 2005, 11 (3) 328-333.
- Kleinbaum, D. G., Kupper, L. L., Muller, K. E., Nizam, A., 1998, Applied Regression Analysis and Other Multivariable Methods, 798, Duxbury Press, 511 Forest Lodge Road Pacific Grove, CA 93950 USA.
- Kulendran, N., Wong, K.K.F., 2011. Determinants versus Composite Leading Indicators in Predicting Turning Points in Growth Cycle. Journal of Travel Research, 50(4), 417 – 430.
- Kutner, M. H., Nachtsheim, C. J., Neter, J. ve Li, W., 2005. Applied Linear Statistical Models. McGraw-Hill Irwin Companies inc. New York.
- Laubender, R.P., Bender, R., 2010. Estimating Adjusted Risk Difference (RD) and Number Needed to Treat (NNT) Measures in the Cox Regression Model. Statist. Med. 29, 851 – 859.
- Liu, M., Lu, W., Shore, R.E., Zeleniuch-Jacquotte, A., 2010. Cox Regression Model with Time-Varying Coefficients in Nested Case-Control Studies. Biostatistics, 11 (4), 693 – 706.
- MacKinnon, D.P., Lockwood, C.M., Brown, C.H., Wang, W., Hoffman, J.M., 2007. The Intermediate Endpoint Effect in Logistic and Probit Regression. Clinical Trials, 4, 499 – 513.
- Okur, S. 2009. Parametrik Ve Parametrik Olmayan Doğrusal Regresyon Analiz Yöntemlerinin Karşılaştırmalı Olarak İncelenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, Adana.
- Orhunbilge, N. 2002. Uygulamalı Regresyon Ve Korelasyon Analizi, İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayınları, İstanbul.
- Önder, H., Cebeci, Z., 2002. Lojistik Regresyonlarda Değişken Seçimi. Çukurova Üniv. Ziraat Fakültesi Dergisi, 17(2),105-114.
- Özarıcı, Ö. 1996. Farklı Not Sistemlerinde Öğrencinin Başarılı Olma Olasılığının Probit Regresyon Analiziyle Değerlendirilmesi, Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- Özdamar, K. 2001.SPSS ile Biyoistatistik, Kaan Kitabevi, Eskişehir.
- Özkan, K. 2009. Toprağın Tarla Kapasitesi Değişiminin Toprak Türüne Göre Temel Bileşenler Regresyon Analizi İle Modellenmesi Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi Seri: A, Sayı: 2, Issn: 1302-7085, Sayfa: 1-9.
- Pamukçu, E., Çolak, C., Çalık, S., Kuzu, Z., 2010. Sistolik Kan Basıncının Tahmininde Yanlı Regresyon Yöntemlerinin Kullanılması. Journal of Inonu University Medical Faculty, 17(4), 347 – 353.
- Polat, E. 2009. Kısmi En Küçük Kareler Regresyonu. Hacettepe Üniversitesi, Fen bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.
- SAS, 2005. SAS/STAT Software:Hangen and Enhanced. SAS, Inst. Inc., USA.
- Selim, S. 2003. Sayma Veri Modelleri İle Çocuk Sayısı Belirleyicileri: Türkiye'deki Seçilmiş İller İçin Sosyoekonomik Analizler. D.E.Ü.İ.İ.B.F.Dergisi Cilt:18 Sayı:2, Ss:13-31.
- Topcu, Y. 2008. Çiftçilerin Tarımsal Destekleme Politikalarından Faydalanma İstekliliğinde Etkili Faktörlerin Analizi: Erzurum İli Örneği. Akdeniz Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(2), 205-212.
- URL₁: http://www.oxfordjournals.org/our_journals/tropej/online/ma_chap13.pdf. Poisson Regression Analysis (Erişim Tarihi: 01.05.2011).
- URL₂: <http://theclimatescepticsparty.blogspot.com/2011/08/nzclimate-truth-newsletter-no-273.html> (Erişim Tarihi: 10.01.2012).
- URL₃: <http://www.ats.ucla.edu/stat/r/dae/zipoisson.htm> (Erişim Tarihi: 10.01.2012).
- URL₄: <http://www.philender.com/courses/categorical/notes1/trunc0.html> (Erişim Tarihi: 10.01.2012).
- URL₅: <http://archimede.bibl.ulaval.ca/archimede/fichiers/23662/ch07.html> (Erişim Tarihi: 10.01.2012).
- Ürük, E. , 2007. İstatistiksel Uygulamalarda Lojistik Regresyon Analizi. Marmara Vural, A. 2007. Aykırı Değerlerin Regresyon Modellerine Etkileri ve Sağlam Kestiriciler. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Vural, A. 2007. Aykırı Değerlerin Regresyon Modellerine Etkileri ve Sağlam Kestiriciler. Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Weisberg, S., 2005. Applied Linear Regression. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, New Jersey.
- Yay, M., Çöker, E., Uysal, Ö. 2007. Yaflam Analizinde Cox Regresyon Modeli ve Artıkların İncelenmesi. Cerrahpaşa Tıp Dergisi, 38:139-145, ISSN: 1300-5227.
- Yıldırım, N., 2010. En Küçük Kareler, Ridge Regresyon Ve Robust Regresyon Yöntemlerinde Analiz Sonuçlarına Aykırı Değerlerin Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tez, Adana.

HAYWARD VE MATUA KİVİ ÇEŞİTLERİNİN ODUN ÇELİKLERİYLE ÇOĞALTILMASINDA FARKLI UYGULAMALARIN ETKİLERİ

Hamdi ZENGİNBAL^{1*} Muharrem ÖZCAN²

¹Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bolu Meslek Yüksekokulu Şehir Kampüsü, 14300, Bolu

²Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü, 55139 Atakum, Samsun

*hzeninbal@gmail.com

Geliş Tarihi :27.02.2013

Kabul Tarihi : 29.03.2013

ÖZET : Hayward ve Matua (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) kivi çeşitlerine ait odun çeliklerin köklendirilmesinde, en uygun çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA dozlarının saptanmasını amaçlayan bu çalışma, 2002-2003 yılları arasında Rize’de yürütülmüştür. Çalışmada, çelikler 1 Ocak ve 1 Şubat olmak üzere 2 farklı zamanda alınmıştır. İki ve üç gözlü olarak hazırlanan çeliklere 0, 2000, 4000 ve 6000 ppm IBA uygulaması yapıldıktan sonra, alttan ısıtma ve mistleme ünitesine sahip, ısıtsız cam serada perlit ortamında köklenmeye alınmıştır. Köklendirme ortamından 120 gün sonra sökülen çeliklerde köklenme ve canlılık oranları, en gelişmiş kök uzunluğu ve çapı, kök sayısı ve kalitesi belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, köklenme ve kök kalitesi bakımından en yüksek sonuçlar Hayward için 1 Ocak, Matua için ise 1 Ocak ve 1 Şubat tarihlerinde 3 gözlü olarak hazırlanarak, 4000 ile 6000 ppm IBA uygulaması yapılan çeliklerden alınmıştır. Hayward çeşidinde % 52.0-73.0, Matua çeşidinde % 48.0-83.0 arasında değişen köklenme oranları elde edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kivi, Hayward, Matua, odun çeliği, çoğaltma

THE EFFECTS OF DIFFERENT TREATMENTS ON PROPAGATION BY HARDWOOD CUTTINGS IN HAYWARD AND MATUA KIWIFRUIT CULTIVARS

ABSTRACT : This study was carried out to determine the suitable time for preparation of cuttings, type of cuttings and IBA concentrations to root the hardwood cuttings of Hayward and Matua kiwifruit (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) cultivars in Rize during 2002 and 2003. The hardwood cuttings were used on 1 January and 1 February. After pre-treating with 0, 2000, 4000 and 6000 ppm IBA, the cuttings with two or three shoot buds were rooted in unheated greenhouse with a bottom heated mist propagation frame containing perlite medium. Hardwood cuttings were exposed to the rooting media for 120 days and then they all were removed from the media to determine the rooting and viability rates, the most developed roots in both length and width, lateral root number and root quality. As a result of the study, the highest rooting and rooting quality were obtained from hardwood cuttings of cv. Hayward prepared with three shoot buds on 1 January and cv. Matua prepared with three shoots buds on 1 January and 1 February. All the cuttings were treated with 4000 and 6000 ppm IBA. Rooting ration was found to be 52.0 % - 73.0 % and 48.0 % - 83.0 % for cv. for Hayward and Matua, respectively.

Key words: Kiwifruit, Hayward, Matua, hardwood cutting, propagation

1. GİRİŞ

Ülkemiz meyve yetiştiriciliğine sürekli yeni türler eklenmekte ve bu türler kaliteli bir şekilde ülkemizde yetiştirilebilmektedir. Bu türlerden bir tanesi de kividir. Önceleri ithalat yoluyla farklı ülkelerden, sonraları da ülkemizin değişik yörelerinde tesis edilen kapama bahçelerden pazara gelen kivi, tüketicinin beğenisini kazanmış ve yüksek fiyatla alıcı bulmuştur. Lezzeti, vitamin zenginliği, işleme ve tüketim alternatifleri itibarıyla çok yönlü avantajlara sahip olan bu meyve türü, kısa sürede popüler hale gelmiş ve yetiştiriciliği yaygınlaşmıştır (Sivritepe ve Eriş, 2000; Özcan 2012).

Türkiye’de kivi yetiştiriciliği konusunda ilk çalışmalar 1980’li yılların ortalarında bazı özel sektör girişimcileri ve Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bahçe Bitkileri Bölümü tarafından yapılmıştır (Özcan, 2012). Daha sonra 1988 yılında, Tarım Orman ve Köy İşleri Bakanlığı kuruluşlarının yürüttüğü adaptasyon

çalışmaları ile kivi yetiştiriciliği ülke genelinde araştırılmıştır. Bu çalışmalarda, Marmara ve Karadeniz kivi yetiştiriciliği için en uygun ekolojiler olduğu ortaya konmuştur (Samancı ve Uslu, 1992; Yalçın ve Samancı, 1997; Özcan, 2012).

Kiviye olan bu talebin karşılanabilmesi için her şeyden önce kivi fidanlarının elde edilmesi ve üreticiye sunulması gerekmektedir. Kivi, generatif ve vegetatif yöntemlerle çoğaltılabilmektedir. Ancak çoğaltmada tercih edilen yöntemler, diğer birçok meyve türünde olduğu gibi vegetatif çoğaltma yöntemleridir.

Kivi yeşil, yarı odunsu, odun ve kök çelikleri ile çoğaltılabilmektedir. Kök çelikleriyle çoğaltmanın, pratik kullanımı bulunmamaktadır (Sale, 1985). Yeşil çelikler, vegetasyonun erken dönemlerinde alınması nedeniyle yeterli miktarda depo maddeleri içermemekte, mantari hastalıklara ve olumsuz çevre koşullarına dayanımları az olmaktadır (Samancı, 1990). Ayrıca, dış çevre koşullarına adaptasyonlarının

uzun sürmesi ve bu dönemde firelerin artması yanında; dinlenmeye girmelerinin gecikmesi ve soğuklama ihtiyaçlarını karşılayamamaları nedenleriyle, ertesi yıl sürmeme gibi dezavantajları da bulunmaktadır (Connor, 1982). Tüm bu nedenlerden dolayı kivilerin çelikle üretiminde yeşil çelikler yerine odun çeliklerle üretimi daha yaygın olarak yapılmaktadır.

Ayrıca son yıllarda doku kültürü ile üretimde giderek yaygınlaşmaktadır. Özellikle ismine doğru ve sağlıklı fidan üretimi için doku kültürü yöntemi ile üretilen fidanlar yurtdışından ülkemize getirilip satılmaktadır.

Odun çelikleri, yaprak dökümünden başlayarak ilkbahara kadar olan dönemde (Ocak-Mart) alınabilmektedir. Çelikler iyi odunlaşmış, orta kuvvette gelişmiş, hastaliksız bir yıllık 10-12 mm çapındaki dallardan seçilerek, 3 boğum uzunluğunda (25-30 cm) hazırlanmaktadır. Fungusit ve büyümeyi düzenleyici madde uygulamalarından sonra köklendirme ortamına dikilen çeliklerde, 25-30 günde köklenme meydana gelmekte ve 2 aylık periyot sonunda köklü çelikler tüplenenek alıştırma tünellerine alınabilmektedir. İyi bakım koşullarında bu fidanlar, aynı yıl satışa sunulabilmektedir (Eriş, 1989; Samancı, 1990). Ancak bunların 2 yaşlı hale geldikten sonra satılması çok daha uygundur.

Çelikle çoğaltmada başarı oranını arttırmak için çeşitli uygulamalar yapılmaktadır. Bu uygulamaların başında büyümeyi düzenleyici madde uygulamaları gelmektedir. Bu maddelerin uygulanmasındaki amaç, özellikle zor köklenen türlerde çeliklerin kök oluşumunu hızlandırmak, çelik başına kök sayısını ve kalitesini arttırmaktır. Bunun yanında çelik alma zamanı ve çelik tipide çeliklerin köklendirilmesinde etkili olan önemli faktörlerdendir.

Kivi odun çeliklerinde yapılan çalışmada Özcan (1993), Hayward ve Matua çeşidine ait çelikleri 10 Ocak ve 10 Şubat'ta alarak, 2000, 4000 ve 6000 ppm'lik IBA dozlarını uygulamıştır. Köklendirme ortamı olarak torf kullanmış ve çelikleri 120 gün köklendirme ortamında tutmuştur. Araştırma sonucunda en iyi sonuçları, her iki çeşitte 10 Ocak'ta alınan ve 6000 ppm IBA uygulanan çeliklerden elde etmiştir.

Sivritepe ve Eriş (2000) ise, Hayward odun çeliklerini Ocak, Şubat ve Mart aylarında alıp, NAA (3000, 4000 ve 5000 ppm) ve saf su (kontrol) uygulamışlardır. Çelikleri cam serada, perlit ortamında 21 ± 1 °C alttan ısıtma ve ıslak alan prensibine dayalı sisleme ile 8 hafta köklenmeye bırakmışlardır. Araştırma sonucunda Ocak ve Şubat aylarının en uygun çelik alma zamanı olduğunu belirlemişlerdir. Ocak ayında alınan çeliklerde kök sayısı yüksek olmasına rağmen, Şubat ayında alınan çeliklerin kök uzunluğu, kalınlığı ve kök gelişimi bakımından daha üstün niteliklere sahip olduğunu bulmuşlardır. Mart ayında alınan çeliklerde köklenme oranının ve kök

kalitesinin genel olarak tüm uygulamalarda düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Hayward odun çeliklerinde çalışmalar yapan Ercişli ve ark. (2002), Ocak ve Şubat'ta aldıkları çelikleri 2000, 4000, 6000 ppm IBA uygulamasından sonra köklendirmeye almışlardır. Köklendirme ortamı olarak, perlit, turba, talaş, turba + talaş (1:1) ve turba + perlit kullanmışlardır. Araştırma sonucunda, IBA uygulamalarının köklenmeyi olumlu yönde etkilediğini ve 6000 ppm IBA uygulamasının en iyi sonucu verdiğini belirlemişlerdir. Aynı çalışmada en yüksek köklenme oranını turba + perlit ve turba + talaş ortamlarında her iki ayda alınan çeliklerden elde ettiklerini ve Şubatta alınan çeliklerin Ocakta alınanlara göre çok daha iyi köklendiğini belirtmektedirler.

Kivinin çelikle çoğaltma tekniklerinin saptanması amacıyla yapılan bu çalışmada, odun çeliklerin köklenmeleri üzerine çelik alma zamanı, çelik tipi ve bitki büyümeyi düzenleyici madde (IBA) etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Bu çalışma, 2002 ve 2003 yıllarında Çay İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Rize Atatürk Çay ve Bahçe Kültürleri Araştırma Enstitüsüne ait ısıtmasız cam sera ve kivi bahçesinde yürütülmüştür. Araştırmada, bitki materyali olarak dünyada en fazla yetiştiriciliği yapılan *Actinidia deliciosa* cul. Hayward ve Matua kivi çeşitleri kullanılmıştır.

Deneme yürütüldüğü 2002-2003 yıllarında, Rize ili ve sera içi sıcaklık (°C) ve oransal nem (%) değerleri elektronik sıcaklık ve nem kaydedicilerle alınmış ve günlük ortalama sıcaklık (°C) ve oransal nem (%) değişimleri Şekil 1, 2' de verilmiştir.

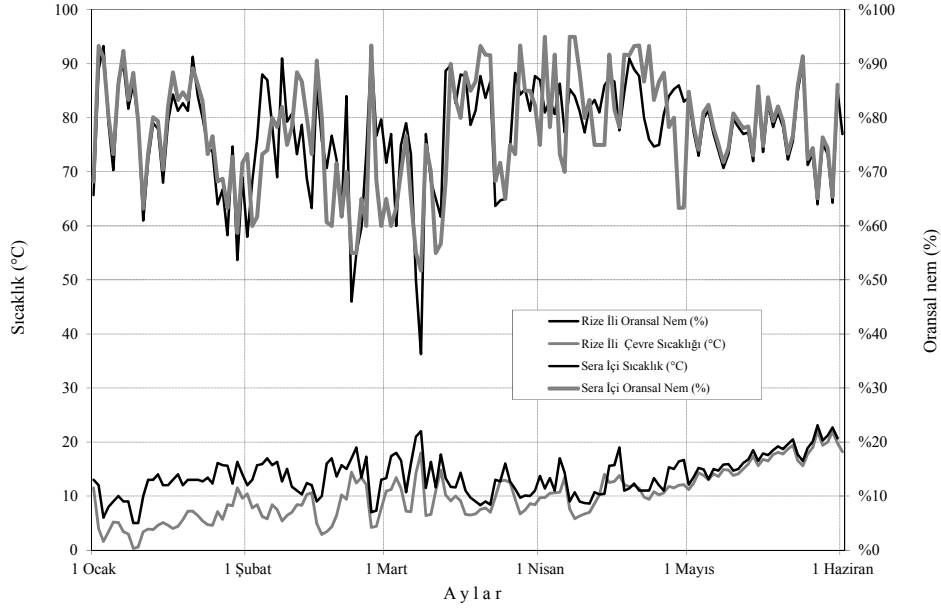
Denemenin yürütüldüğü köklendirme tavalarında, alttan ısıtılmalı (22 ± 2 °C) mist-propagation sistemi kurulmuştur. Sıcaklık kontrolü termostat ile sağlanmış ve termostat, çeliklerin dip kısımlarına gelecek şekilde köklendirme ortamına konulmuştur. Sisleme süresinin uzunluğu ve aralığı hava sıcaklığı ile neme (% 70-90 olacak şekilde) göre ayarlanmıştır. Sera içi sıcaklık 20°C ve oransal nem % 60'ın altına düştüğünde 1 saat arayla 15 saniye sisleme ayarlanmıştır. Kapalı ve yağmurlu günlerde ve 17⁰⁰ ile 08³⁰ saatleri arasında sisleme ünitesi kapalı tutulmuştur. Çeliklerde tomurcuklar açtıktan sonra sisleme ünitesi, güneşli günlerde 1 saat arayla 30 saniye; sera içinde yüksek sıcaklık ve düşük nemde 30 dakikada 30 saniye olarak ayarlanmıştır. Çelikleri düşük hava sıcaklıklarından korumak için hava sıcaklığının çok düştüğü (+7°C'nin altına) durumlarda köklendirme ortamının üstü polietilen plastik örtü materyali ile örtülerek olarak tünel oluşturulmuştur. Köklendirme ortamı olarak geliştirilmiş steril süper iri perlit kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

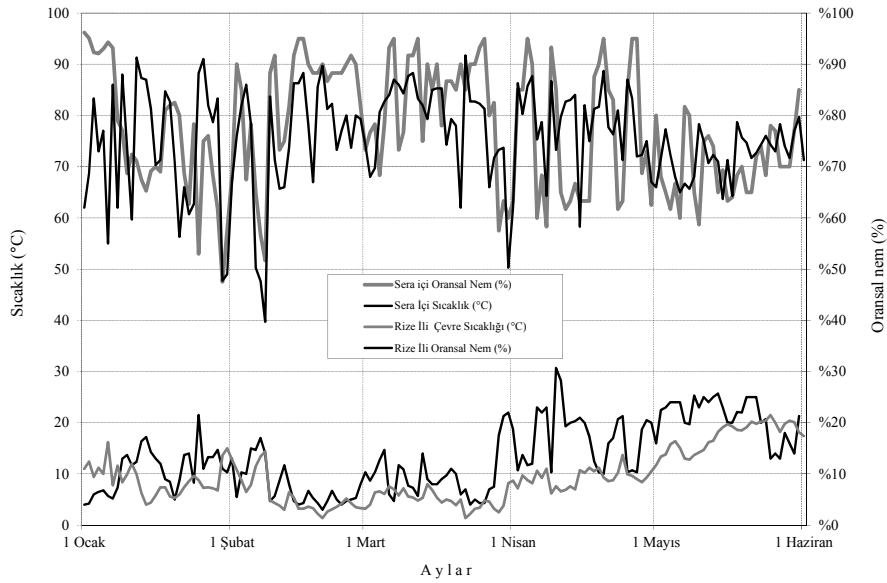
Araştırmada çelikler, 1 Ocak ve 1 Şubat olmak üzere iki farklı zamanda alınmış, iki ve üç gözlü hazırlanarak 2 farklı çelik tipi denenmiştir. Çeliklerin alındığı kivi bahçesi, doku kültürü yoluyla klonal üretilmiş fidanlarla 1991 yılında tesis edilmiştir. Çelik alınan ağaçlarda her yıl budama, gübreleme gibi kültürel uygulamalar düzenli yapılmıştır. Ayrıca çelik alınan ağaçlarda büyüme-gelişme ve verim bakımından bir farklılık olmamasına özen gösterilmiştir

ve çelikler bir yıllık, düzgün, hastaliksız ve odunlaşmış sürgünlerin orta kısımlarından alınmıştır. Çelik uzunluğunun 15-20 cm arasında; kalınlığının ise 6 mm'den küçük, 12 mm'den büyük olmamasına dikkat edilmiştir. Obur dallardan çelik alınmamıştır.

Alınan çelikler, mantari enfeksiyonlardan korunmak için fungusit (Benlate % 0.3'lük) çözeltisi içinde 10 dakika tutularak dezenfekte edilmiştir. Fungusit uygulamasından sonra çeliklerin kuruması



Şekil 1. Rize ili ve sera içi 2002 yılı günlük ortalama oransal nem (%) ve sıcaklık (°C) değişimleri



Şekil 2. Rize ili ve sera içi 2003 yılı günlük ortalama oransal nem (%) ve sıcaklık (°C) değişimleri

için beklenmiş ve daha sonra çeliklere Indol Butirik Asit (IBA)'ın 0, 2000, 4000, 6000 ppm'lik dozları uygulanmıştır.

Köklenmeye alınan odun çelikler, dikimden 120 gün sonra köklenme oranı (%), canlılık oranı (%), en gelişmiş kök uzunluğu (cm), en gelişmiş kök çapı (mm), kök sayısı (adet) ve kök kalitesi (0-4 puan) belirlenmiştir. Kök sayısı belirlenirken 5 mm'den büyük kökler sayılmıştır. Kök kalitesinin belirlenmesinde ise Çelik (1982) tarafından aşılı asma çelikleri için geliştirilen yöntem, kivi çeliklerine uyarlanmış ve her çeliğin sahip olduğu kök sistemi, 0-4 arasında değişen değerlere sahip 5 ayrı grup halinde rakamsal olarak değerlendirilmiştir.

Araştırma dört tekerrürlü olarak ve her tekrardan 25 çelik olacak şekilde hazırlanmıştır. Deneme, faktöriyel düzende tesadüf bloklarında kurulmuş ve buna göre istatistiksel analizleri MSTAT-C paket programı kullanılarak yapılmıştır. Denemede elde edilen sonuçlardan % olarak ifade edilen (köklenme oranı ve canlılık oranı) değerlere, açı ($\arcsin \sqrt{x}$) transformasyonu uygulanmıştır. Tablodaki harflendirmeler transforme edilmiş değerler üzerinden yapılmış ve tabloda orijinal değerler gösterilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda farklılık gösteren ortalamalar arasındaki farklılığın belirlenmesinde aynı paket programı kullanılarak Duncan Multiple Range Test uygulanmıştır. Sonuçların, istatistiksel değerlendirilmesinde farklar arasındaki önemlilik düzeyi, % 5 (önemli) ve % 1 (çok önemli) olarak ifade edilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Köklenme Oranı

Hayward çeşidinde köklenme oranı üzerine 2002 yılında çelik alma zamanı, IBA uygulamaları çok önemli, çelik alma zamanı x IBA etkileşimi önemli; 2003 yılında ise çelik alma zamanı, çelik tipi, IBA uygulamaları ve çelik alma zamanı x IBA etkileşiminin çok önemli etkileri olmuştur. Köklenme oranları, 2002 yılında % 0.0 ile % 52.0 arasında; 2003 yılında ise % 0.0 ile % 73.0 arasında değişiklik göstermiştir. Her iki yılda en düşük sonuçlar, her iki zamanda alınan ve kontrol uygulaması yapılan çeliklerden; en yüksek sonuçlar ise 1 Ocak tarihinde alınan ve 4000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü çeliklerden elde edilmiştir (Çizelge 1). Matua çeşidine ait veriler incelendiğinde, 2002 yılında çelik alma zamanı, IBA uygulamaları; 2003 yılında çelik alma zamanı, IBA uygulamaları ve çelik alma zamanı x IBA etkileşiminin çok önemli etkileri olmuştur. 2002 yılında köklenme oranları % 0.0 ile % 76.0 arasında; 2003 yılında % 0.0 ile % 83.0 arasında değişiklik göstermiştir. Her iki yılda en düşük veriler, her iki zamanda alınan kontrol grubu çeliklerden alınmıştır. En yüksek veriler 2002 yılında, 1 Şubat tarihinde 3 gözlü alınan ve 6000 ppm IBA uygulaması yapılan çeliklerden; 2003 yılında ise 1 Ocak tarihinde alınan ve IBA uygulaması yapılan çeliklerden alınmıştır (Çizelge 2).

Bu sonuçlar neticesinde köklenme oranı bakımından, Hayward için 1 Ocak; Matua için ise 1 Ocak ve 1 Şubat tarihleri en uygun çelik alma zamanı olduğu söylenebilir. Nitekim, Anvari ve ark. (1991), 5 Ocak ve 5 Şubat tarihleri arasında alınan çeliklerin; Özcan (1993), Hayward ve Matua çeşitlerinde 10 Ocak tarihinde alınan çeliklerin; Mattiuz ve Fachinello (1996), Tomuri ve Bruno çeşitlerinde Ocak ayında alınan çeliklerin; Sivritepe ve Eriş (2000), Hayward çeşidinde Ocak ve Şubat aylarında alınan çeliklerin köklenme oranı bakımından en uygun çelik alma zamanı olduğunu bildirmektedirler. Araştırmacıların bu bulgularını çalışmamızda elde edilen sonuçları desteklemektedir. Bu bulguların tersine, Ercişli ve ark. (2002), Hayward odun çeliklerinde köklenme oranı bakımından en uygun çelik alma zamanının Şubat ayı olduğunu belirtmektedirler. Bunun, Özcan (2012)'in belirttiği gibi ekolojik farklılığa bağlı olarak ortaya çıktığı düşünülebilir. Çalışmada genel olarak çelik tipinin köklenme oranı üzerine etkili olduğu ve çelikte göz sayısı arttıkça köklenmenin olumlu yönde arttığı görülmüştür. Bu bulgularımıza paralel olarak Yılmaz (1992), yaprağını döken meyve tür ve çeşitlerin odun çeliklerinde iyi oluşmuş gözlerin çeliklerin köklenmesi üzerine olumlu etki yaptığını belirtmektedir. Bunun yanında araştırmamızda genel olarak, IBA dozu arttıkça köklenme oranı artış göstermiştir. En iyi sonuçlar, 4000 ve 6000 ppm uygulamalarından elde edilmiştir. Kivi odun çeliklerinde IBA uygulamaları ile ilgili yapılan çalışmalarda (Lawes ve Sim, 1980; Costa ve Baraldi, 1984; Morini ve Isolero, 1986; Covatta ve Borscak, 1991; Özcan, 1993; Tayfon, 1996; Ercişli ve ark., 2002; Üçler ve ark., 2004; Zenginbal ve ark., 2006;), 4000-6000 ppm uygulamalarıyla çeliklerin köklendirilmesinde en iyi sonuçların alındığı belirtilmektedir ve bulgularımızı desteklemektedirler.

Hayward ve Matua odun çeliklerinde, genel ortalamalara göre 2002 yılında % 26.1 ve % 30.6 köklenme elde edilirken, bu değer 2003'de % 38.4 ve % 52.0 olmuştur. Yıllar arasında bu farklılığın, iklimsel nedenlerden kaynaklandığı düşünülebilir. Nitekim, 2002 yılında çevre sıcaklıklarının erken dönemde yükselmesi (Şubat ayında) (Şekil 1) çelik alınan ağaçlarda erken uyanmalara neden olmuştur. Bu uyanmalarla beraber çeliklerdeki depo maddesi birikimi az olmuş ve bu da köklenmeyi olumsuz etkilemiştir. Nitekim çeşitli araştırmacılar (Kaşka ve Yılmaz, 1974; Hartmann ve ark., 2002), çeliklerde depo maddesi birikiminin köklenme üzerine etkili olduğunu belirtmekte ve bu savımızı güçlendirmektedir.

Genel ortalamalara göre, Matua çeşidine ait çelikler (her iki yılda), Hayward çeşidine ait çeliklere kıyasla daha iyi köklenmiştir. Bu farklılık, genetik yapıdan kaynaklandığı söylenebilir. Çeşitli araştırmacıların (Sim ve Lawes, 1981, Zucherelli ve Zucherelli, 1985) yapmış oldukları çalışmalarda, kivi çeşitlerinin köklenme eğilimleri farklılık gösterdiğini belirlemişlerdir. Bu görüşü Costa ve Baraldi (1984) ve

Çizelge 1. Hayward odun çeliklerinde, köklenme ve canlılık oranı (%) ile kök kalitesi üzerine çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA dozlarının etkileri

Yıl	Çelik Alma Zamanı	Çelik Tipi	Köklenme Oranı (%)						Canlılık Oranı (%)						Kök Kalitesi (0 – 4 puan)			
			IBA Uygulaması (ppm)			Ortalama			IBA Uygulaması (ppm)			Ortalama			IBA Uygulaması (ppm)			Ortalama
			0	2000	4000	6000	0	2000	4000	6000	0	2000	4000	6000	0	2000	4000	
2002	1 Ocak	2 Göz	0.0	31.0	46.0	37.0	28.5	68.0	65.0	80.0	68.0	70.3	0.0	2.00	3.45	2.50	1.98	
		3 Göz	0.0	29.0	52.0	38.0	29.8	48.0	68.0	72.0	63.0	62.8	0.0	1.25	3.61	2.50	1.84	
	Ortalama	0.0 e	30.0 c	49.0 a	37.5 b	29.1 a**	58.0 b	66.5 b	76.0 b	65.5 b	66.5 b**	0.0 d	1.62 c	3.53 a	2.50 b	1.91 a**		
		1 Şubat	2 Göz	0.0	23.0	40.0	32.0	23.8	95.0	76.0	77.0	80.8	0.0	1.50	2.62	2.29	1.60	
	Ortalama	0.0	20.0	37.0	33.0	22.5	96.0	73.0	74.0	72.0	78.8	0.0	1.12	2.52	2.16	1.45		
		Ortalama	0.0 e	21.5 d	38.5 b	32.5 c	23.1 b**	95.5 a	74.5 b	75.5 b	73.5 b	79.8 a**	0.0 d	1.31 c	2.57 b	2.22 b	1.52 b**	
	Genel Ort.	2 Göz	0.0	27.0	43.0	34.5	26.1	81.5	70.5	78.5	71.5	75.5	0.0 e	1.75 c	3.03 a	2.39 b	1.79 a*	
		3 Göz	0.0	24.5	44.5	35.5	26.1	72.0	70.5	73.0	67.5	70.8	0.0 e	1.18 d	3.06 a	2.33 b	1.64 b*	
		Ortalama	0.0 d	25.8 c	43.8 a	35.0 b	26.1	76.8 a	70.5 b	75.8 ab	69.5 b	73.1	0.0 d	1.47 c	3.05 a	2.36 b	1.72	
				LSD _{95%} (IBA): 2.4, LSD _{95%} (Zaman x IBA): 2.5			LSD _{95%} (IBA): 6.0, LSD _{95%} (Zaman x IBA): 11.3			LSD _{95%} (IBA): 0.262, LSD _{95%} (Çelik Tipi x IBA): 0.28, LSD _{95%} (Zaman x IBA): 0.37								
2003	1 Ocak	2 Göz	0.0	47.0	58.0	63.0	42.0	85.0	90.0	87.0	82.0	86.0	0.0	2.25	3.43	2.88	2.14	
		3 Göz	0.0	48.0	73.0	71.0	48.0	93.0	98.0	88.0	89.0	92.0	0.0	2.18	3.81	3.15	2.28	
	Ortalama	0.0 b	47.5 a	65.5 a	67.0 a	45.0 a**	89.0	94.0	87.5	85.5	89.0 a**	0.0	2.21	3.62	3.01	2.21 a**		
		1 Şubat	2 Göz	0.0	27.0	49.0	44.0	30.0	73.0	78.0	79.0	84.0	78.5	0.0	1.90	3.12	2.75	1.94
	Ortalama	0.0	35.0	53.0	46.0	33.5	77.0	81.0	82.0	87.0	81.8	0.0	2.00	3.18	2.93	2.03		
		Ortalama	0.0 b	31.0 ab	51.0 a	45.0 a	31.8 b**	72.0	79.5	80.5	85.5	80.1 b**	0.0	1.95	3.15	2.84	1.98 b**	
	Genel Ort.	2 Göz	0.0	37.0	53.5	53.5	36.0 b**	79.0	84.0	83.0	83.0	82.3	0.0	2.07	3.27	2.81	2.04	
		3 Göz	0.0	41.5	63.0	58.5	40.8 a**	85.0	89.5	85.0	88.0	86.9	0.0	2.09	3.50	3.04	2.16	
		Ortalama	0.0 b	39.3 a	58.3 a	56.0 a	38.4	80.5	86.8	84.0	85.5	84.6	0.0 d	2.08 c	3.39 a	2.93 b	2.10	
				LSD _{95%} (IBA): 25.5, LSD _{95%} (Zaman x IBA): 36.1			LSD _{95%} (IBA): 0.222, LSD _{95%} (Çelik Tipi x IBA): 0.222, LSD _{95%} (Zaman x IBA): 0.222											

* İstatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli ** İstatistiksel olarak %1 seviyesinde çok önemli

Çizelge 2. Matua odun çeliklerinde, köklenme ve canlılık oranı (%) ile kök kalitesi üzerine çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA dozlarının etkileri

Yıl	Çelik Alma Zamanı	Çelik Tipi	Köklenme Oranı (%)					Canlılık Oranı (%)					Kök Kalitesi (0 – 4 puan)					
			IBA Uygulaması (ppm)					IBA Uygulaması (ppm)					IBA Uygulaması (ppm)					
			0	2000	4000	6000	Ortalama	0	2000	4000	6000	Ortalama	0	2000	4000	6000	Ortalama	
2002	1 Ocak	2 Göz	1.0	0.0	58.0	42.0	25.53	75.0	71.0	82.0	77.0	76.3	0.25	0.0	3.65	3.40	1.82	
			3 Göz	0.0	52.0	48.0	25.0	66.0	69.0	74.0	81.0	72.5	0.0	0.0	3.81	3.50	1.82	
	1 Şubat	2 Göz	0.5	0.0	55.0	45.0	25.1 b**	70.5	70.0	78.0	79.0	74.4 b**	0.12 d	0.0 d	3.73 ab	3.45 ab	1.82	
			3 Göz	11.0	10.0	64.0	60.0	33.8	73.0	72.0	92.0	89.0	81.5	0.0	0.50	3.50	3.68	1.92
	Genel Ort.	2 Göz	5.5	10.5	60.0	68.0	36.0 a**	75.5	74.5	90.0	91.5	82.9 a**	0.28 cc	0.62 c	3.25 b	3.78 a	1.98	
			3 Göz	0.5	5.5	61.0	51.0	29.5	74.0	71.5	87.0	83.0	78.9	0.12	0.25	3.57	3.54	1.87
	Genel Ort.	3 Göz	5.5	5.0	54.0	62.0	31.6	72.0	73.0	81.0	87.5	78.4	0.28	0.37	3.40	3.68	1.94	
			IBA	3.0 b	5.3 b	57.5 a	56.5 a	30.6	73.0 b	72.3 b	84.0 a	85.3 a	78.6	0.20 b	0.31 b	3.49 a	3.61 a	1.91
	2003	1 Ocak	2 Göz	0.0	72.0	78.0	75.0	56.3	100.0	98.0	91.0	86.0	93.8	0.0	3.37	3.93	4.00	2.82
				3 Göz	5.0	82.0	82.0	83.0	63.0	100.0	100.0	93.0	96.0	97.3	0.0	3.68	4.00	4.00
1 Şubat		2 Göz	2.5 c	77.0 a	80.0 a	79.0 a	59.6 a**	100.0 a	99.0 a	92.0 b	91.0 b	95.5 a**	0.0 d	3.53 b	3.96 a	4.00 a	2.87 a**	
			3 Göz	0.0	38.0	69.0	67.0	43.5	79.0	81.0	88.0	84.0	83.0	0.0	2.12	3.54	3.31	2.24
Genel Ort.		2 Göz	0.0 c	38.5 b	70.5 a	68.5 a	44.4 b**	75.5 c	82.0 c	87.0 bc	86.5 bc	82.8 b**	0.0 d	2.15 c	3.57 ab	3.34 b	2.26 b**	
			3 Göz	0.0	55.0	73.5	71.0	49.9	89.5	89.5	89.5	85.0	88.4	0.0	2.75	3.74	3.65	2.53
Genel Ort.		3 Göz	2.5	60.5	77.0	76.5	54.1	86.0	91.5	89.5	92.5	89.9	0.0	2.93	3.80	3.68	2.60	
			IBA	1.3 c	57.8 b	75.3 a	73.8 a	52.0	87.8	90.5	89.5	88.8	89.1	0.0 c	2.84 b	3.77 a	3.67 a	2.56
			LSD ₉₅ (IBA): 9.4					LSD ₉₅ (IBA): 6.5					LSD ₉₅ (IBA): 0.44, LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 0.46					
			LSD ₉₅ (IBA): 8.9, LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 12.7					LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 7.8					LSD ₉₅ (IBA): 0.29, LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 0.41					

** İstatistiksel olarak %1 seviyesinde çok önemli

Özcan (1993) adlı araştırmacılar yapmış oldukları çalışmalarla desteklemekte fakat çalışmalarında, Hayward çeşidine ait çeliklerin, Matua çeşidine oranla daha iyi köklenmediğini belirten sonuçları bizim bulgularımızla uyuşmamaktadır. Ancak, Kaşka ve Yılmaz (1974), Yılmaz (1992), Hartmann ve ark. (2002)'nin çelikle çoğaltmada, çeliklerin alındığı çeşidin köklenme oranı üzerine etki ettiğini ve her çeşidin köklenme eğilimlerinin farklı olduğunu belirtmektedirler. Ayrıca çeliklerin alındığı dalın çeşidi, çeliğin dal üzerindeki yeri ve çeliklerin üzerinde meyve veya çiçek gözü bulunmasının da köklenmede etkili olduğu bildirmektedirler. Bu bağlamda dişi bir çeşit olan Hayward çeşidinde meyve yükünün bulunması köklenmedeki düşüklüğün nedeni olarak gösterilebilir. Nitekim Zenginbal (2007) kivi çeşitlerinde yapmış olduğu aşılama çalışmasında, erkek çeşitlerin (Matua ve Tomuri) dişi çeşitlere (Hayward ve Bruno) oranla daha iyi aşı tutma, aşı sürme, aşı sürgün uzunluğu ve çapı elde etmiştir. Dişi çeşitlerde daha düşük sonuçlar almasını da yukarıda bahsettiğimiz gibi dişi çeşitlerin meyve yüküne sahip olmasına bağlamıştır.

3.2. Canlılık Oranı

Her iki yılda Hayward ve Matua çeliklerinde uygulamaların canlılık oranı üzerine farklı düzeyde etkileri olmuş ve Çizelge 1 ile 2'de gösterilmiştir. Genel ortalamalara göre her iki çeşitte IBA dozuna orantılı olarak canlılık oranı artış göstermiş ve 2002 yılında 1 Şubat tarihinde 2 gözlü alınan; 2003 yılında 1 Ocak tarihinde 3 gözlü alınan çeliklerden iyi sonuçlar alınmıştır.

Bu bulgular neticesinde her iki çeşitte, köklenme oranına paralel olarak 1 Ocak ve 1 Şubat tarihlerinin canlılık oranı açısından en uygun çelik alma zamanı; 2 ve 3 gözlü çelikler en uygun çelik tipi; 4000 ve 6000 ppm IBA uygulamaları en uygun doz olduğu söylenebilir. Nitekim, Anvari ve ark. (1991), 5 Ocak ve 5 Şubat tarihleri arasında alınan çeliklerin; Özcan (1993), Hayward ve Matua çeşitlerinde 10 Ocak'ta alınan 6000 ppm IBA uygulaması yapılan çeliklerin; Mattiuz ve Fachinello (1996), Tomuri ve Bruno çeşitlerinde Ocak'ta alınan çeliklerin; Sivritepe ve Eriş (2000), Hayward çeşidinde Ocak ve Şubat'ta alınan çeliklerin; Ercişli ve ark. (2002), Hayward odun çeliklerinde Şubat'ta alınan ve 6000 ppm IBA uygulaması yapılan çeliklerin canlılık oranı bakımından en iyi sonuçlar verdiğini bildirerek bulgularımızı desteklemektedirler.

Bu değerlendirmelerin yanında Hayward ve Matua çeliklerinde, 2002 yılında % 73.1 ve % 78.6 canlılık elde edilirken, bu değer 2003'de % 84.6 ve % 89.1 olmuştur. Yıllar arasında bu farklılık, iklimsel nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. 2002 yılında çelik alınan ağaçlarda uyanmalar erken başlaması ve uyanmalarla beraber çeliklerdeki depo maddesi birikimi azalma göstermesi canlılığı olumsuz etkilemiştir. Kaşka ve Yılmaz (1974)'ın bildirimleri bulgularımızı desteklemektedir. Bunun yanında 2002

yılında sera içi aylık ortalama oransal nem değerlerinin düşük (Şubat ve mart aylarında) (Şekil 1,2), sıcaklığın yüksek olması canlılık oranını olumsuz etkilemiştir. Ayrıca, 2002 yılında çeliklerde uyanmaların erken başlaması ve sera içi havalandırmalarının her gün yapılmış olmasının canlılığı olumsuz yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

3.3. Kök Kalitesi

Çizelge 1 ve 2'de görüldüğü gibi her iki yılda Hayward ve Matua çeliklerinde uygulamaların kök kalitesi üzerine farklı düzeylerde etkileri olmuştur. 2002 ve 2003 yıllarında Hayward ve Matua çeşitlerinde en yüksek sonuçlar 1 Ocak tarihinde alınarak 4000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü çeliklerden elde edilmiştir. Kontrol grubu çeliklerinden ise köklenme olmadığı (Hayward) veya düşük oranda köklenme (Matua) olduğu için en düşük sonuçlar alınmıştır.

Bu sonuçlar ışığında, 1 Ocak ve 1 Şubat tarihinde alınan ve 4000 ile 6000 ppm IBA uygulaması yapılan çeliklerde kök kalitesinin yüksek olduğu söylenebilir. Nitekim, Rathore, (1984), Anvari ve ark. (1991), Özcan (1993), Mattiuz ve Fachinello (1996), Sivritepe ve Eriş (2000)'in çalışmalarında bulgularımızı destekleyici sonuçlar elde etmişlerdir. Bunun yanında çeliklerde kök kalitesi, yıllar ve çeşitler arasında farklılık göstermesine karşın, genelde her iki çelik tipinin kök kalitesinin aynı olduğu söylenebilir.

3.4. En Gelişmiş Kök Uzunluğu

En gelişmiş kök uzunluğu üzerine Hayward çeşidinde 2002 yılında, çelik alma zamanının önemli, IBA uygulamaları, çelik alma zamanı x çelik tipi x IBA etkileşimi çok önemli; 2003 yılında IBA uygulamalarının çok önemli, çelik alma zamanı x IBA etkileşiminin önemli etkileri olmuştur. Matua çeşidinde ise 2002 yılında IBA uygulamalarının çok önemli, çelik alma zamanı ve çelik alma zamanı x IBA uygulaması etkileşimini önemli; 2003 yılında ise çelik alma zamanı, IBA uygulamaları ve çelik alma zamanı x IBA etkileşiminin çok önemli etkileri olmuştur. Kök uzunlukları Hayward çeşidinde 2002 yılında 0.0-6.83 cm; 2003 yılında 0.0-10.15 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek sonuçlar 2002 yılında 1 Ocak tarihinde alınan ve 4000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü çeliklerden, 2003 yılında ise 1 Şubat tarihinde alınan ve 6000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü çeliklerden alınmıştır. Matua çeşidinde ise kök uzunlukları, 2002 yılında 0.0-8.65 cm; 2003 yılında 0.0-14.94 cm arasında değişiklik göstermiştir. En yüksek sonuçlar 1 Ocak tarihinde alınan 2002 yılında 4000 ppm uygulaması yapılan 2 gözlü çeliklerden, 2003 yılında ise 2000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü çeliklerden alınmıştır. Her iki yıl ve çeşitte en düşük sonuçlar kontrol grubu çeliklerinden elde edilmiştir (Çizelge 3 ve 4).

Çizelge 3. Hayward odun çeliklerinde, en gelişmiş kök uzunluğu (cm) ile kök çapı (mm) ve kök sayısı (adet) üzerine çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA dozlarının etkileri

Yıl	Çelik Alma Zamanı	Çelik Tipi	En Gelişmiş Kök Uzunluğu (cm)				En Gelişmiş Kök Çapı (mm)				Kök Sayısı (adet)							
			0		2000		4000		6000		0		2000		4000		6000	
			Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama	Ortalama
2002	1 Ocak	2 Göz	0.0 d	5.17 ab	5.67 ab	5.12 ab	3.99	0.0	1.27	1.30	1.23	0.95	0.0	4.12	5.10	4.00	3.30	
		3 Göz	0.0 d	3.01 c	6.83 a	5.03 ab	3.72	0.0	1.05	1.22	1.12	0.85	0.0	1.89	5.26	4.22	2.84	
	Ortalama	0.0	4.09	6.25	5.07	3.85 a*	0.0 c	1.16 a	1.26 a	1.17 a	0.90 a**	0.0	3.01	5.18	4.11	3.07		
	1 Şubat	2 Göz	0.0 d	3.00 c	5.84 ab	4.14 bc	3.25	0.0	1.07	0.89	0.96	0.73	0.0	2.25	4.25	5.16	2.91	
	3 Göz	0.0 d	4.53 bc	4.06 bc	4.18 bc	3.19	0.0	0.83	0.88	1.10	0.70	0.0	4.12	2.67	4.82	2.90		
Genel Ort.	2 Göz	0.0	3.77	4.95	4.16	3.22 b*	0.0 c	0.95 b	0.88 b	1.03 c	0.72 b**	0.0	3.18	3.46	4.99	2.91		
	3 Göz	0.0	4.09	5.76	4.63	3.62	0.0 c	1.17 a	1.10 a	1.09 a	0.83 a*	0.0	3.18	4.67	4.58	3.11		
	Ortalama	0.0	3.77	5.45	4.60	3.46	0.0 c	0.94 b	1.05 ab	1.11 a	0.77 b*	0.0	3.01	3.97	4.52	2.87		
Genel Ort. IBA	0.0 c	3.93 b	5.60 a	4.62 ab	3.54	0.0 b	1.05 a	1.07 a	1.10 a	0.80	0.0 b	3.09 a	4.32 a	4.55 a	2.99			
	LSD ₉₄ (IBA): 1.16, LSD ₉₅ (Zaman x Çelik Tipi x IBA): 1.73 LSD ₉₄ (IBA): 0.12, LSD ₉₅ (Çelik Tipi x IBA): 0.13, LSD ₉₄ (IBA): 1.57																	
	LSD ₉₄ (IBA): 1.16, LSD ₉₅ (Zaman x Çelik Tipi x IBA): 1.73 LSD ₉₄ (IBA): 0.12, LSD ₉₅ (Çelik Tipi x IBA): 0.13, LSD ₉₄ (IBA): 1.57																	
2003	1 Ocak	2 Göz	0.0	6.38	7.19	7.00	5.14	0.0	1.16	1.35	1.21	0.93	0.0	7.08	8.31	7.75	5.78	
		3 Göz	0.0	7.44	8.13	9.00	6.14	0.0	1.16	1.18	1.20	0.88	0.0	6.06	9.81	8.68	6.14	
	Ortalama	0.0 d	6.91 bc	7.66 b	8.00 b	5.64	0.0	1.16	1.26	1.21	0.91	0.0	6.57	9.06	8.21	5.96 a**		
	1 Şubat	2 Göz	0.0	4.92	6.29	9.58	5.20	0.0	1.09	1.26	1.31	0.91	0.0	4.05	6.25	5.83	4.03	
	3 Göz	0.0	5.42	6.52	10.15	5.52	0.0	1.14	1.35	1.33	0.95	0.0	4.30	7.46	5.94	4.42		
Genel Ort.	2 Göz	0.0	5.65	6.74	8.29	5.17	0.0	1.12	1.30	1.26	0.92	0.0	5.56	7.28	6.79	4.91		
	3 Göz	0.0	6.43	7.32	9.57	5.83	0.0	1.15	1.26	1.26	0.92	0.0	5.18	8.63	7.31	5.28		
	Ortalama	0.0 d	5.17 c	6.41 bc	9.86 a	5.36	0.0	1.11	1.30	1.32	0.93	0.0	4.17	6.85	5.88	4.23 b**		
Genel Ort. IBA	0.0 c	6.04 b	7.03 b	8.93 a	5.50	0.0 c	1.13 b	1.28 a	1.26 a	0.92	0.0 c	5.37 b	7.96 a	7.05 a	5.10			
	LSD ₉₄ (IBA): 1.75, LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 1.85 LSD ₉₄ (IBA): 0.09 LSD ₉₄ (IBA): 1.36																	
	LSD ₉₄ (IBA): 1.75, LSD ₉₅ (Zaman x IBA): 1.85 LSD ₉₄ (IBA): 0.09 LSD ₉₄ (IBA): 1.36																	

* İstatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli ** İstatistiksel olarak %1 seviyesinde çok önemli

Çizelge 4. Matua odun çeliklerinde, en gelişmiş kök uzunluğu (cm) ile kök çapı (mm) ve kök sayısı (adet) üzerine çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA dozlarının etkileri

Yıl	Çelik Alma Zamanı	Çelik Tipi	En Gelişmiş Kök Uzunluğu (cm)			En Gelişmiş Kök Çapı (mm)			Kök Sayısı (adet)								
			IBA Uygulaması (ppm)			IBA Uygulaması (ppm)			IBA Uygulaması (ppm)								
			0	2000	4000	6000	0	2000	4000	6000	0	2000	4000	6000			
2002	1 Ocak	2 Göz	0.50	0.0	7.75	5.50	3.44	0.21	0.0	1.18	1.26	0.66	0.25	0.0	8.80	7.62	4.17
		3 Göz	0.0	0.0	7.32	5.94	3.32	0.0	0.0	1.39	1.32	0.68	0.0	0.0	9.93	9.74	4.92
	1 Şubat	Ortalama	0.25 cd	0.0 d	7.54 a	5.72 b	3.38 b*	0.10	0.0	1.29	1.29	0.67 b*	0.12	0.0	9.36	8.68	4.54
		2 Göz	0.0	1.69	6.30	8.65	4.16	0.0	0.27	1.30	1.50	0.77	0.0	1.37	10.15	8.48	5.00
		3 Göz	1.25	1.88	7.27	7.60	4.50	0.45	0.64	1.26	1.30	0.91	1.25	1.00	6.62	9.87	4.68
Genel Ort.	Ortalama	0.63 cd	1.78 c	6.79 ab	8.12 a	4.33 a*	0.23	0.45	1.28	1.40	0.84 a*	0.62	1.18	8.39	9.18	4.84	
	2 Göz	0.25	0.84	7.03	7.07	3.80	0.10	0.14	1.24	1.38	0.72	0.12	0.68	9.47	8.05	4.58	
	3 Göz	0.63	0.94	7.30	6.77	3.91	0.23	0.32	1.32	1.31	0.79	0.62	0.50	8.28	9.80	4.80	
Genel Ort. IBA	2 Göz	0.44 b	0.89 b	7.16 a	6.92 a	2.86	0.17 b	0.23 b	1.28 a	1.34 a	0.76	0.37 b	0.59 b	8.87 a	8.93 a	4.69	
		LSD _{%1} (IBA): 1.53, LSD _{%5} (Zaman x IBA): 1.62															
		LSD _{%1} (IBA): 0.29															
2003	1 Ocak	2 Göz	0.0	14.88	11.63	11.06	9.39	0.0	1.59	1.42	1.51	1.31	0.0	11.00	27.25	30.37	17.15
		3 Göz	0.69	14.94	14.00	12.13	10.44	0.66	1.54	1.50	1.48	1.29	0.50	10.32	25.87	37.81	18.62
	1 Şubat	Ortalama	0.34 d	14.91 a	12.81 ab	11.59 bc	9.91 a**	0.33	1.56	1.46	1.50	1.21 a**	0.25 d	10.66 c	26.56 b	34.09 a	17.89 a**
		2 Göz	0.0	8.99	10.65	9.84	7.37	0.0	1.21	1.45	1.36	1.00	0.0	7.25	14.73	9.90	7.97
		3 Göz	0.0	9.13	10.36	9.48	7.24	0.0	1.22	1.34	1.38	0.99	0.0	6.56	13.97	9.77	7.57
Genel Ort.	Ortalama	0.0 d	9.06 c	10.51 bc	9.66 c	7.31 b**	0.0	1.21	1.40	1.37	0.99 b**	0.0 d	6.90 cd	14.35 c	9.83 c	7.77 b**	
	2 Göz	0.0	11.93	11.14	10.45	8.38	0.0	1.40	1.44	1.44	1.07	0.0	9.12	20.99	20.13	12.56	
	3 Göz	0.34	12.03	12.18	10.80	8.84	0.33	1.38	1.42	1.43	1.14	0.25	8.44	19.92	23.79	13.10	
Genel Ort. IBA	2 Göz	0.17 b	11.98 a	11.66 a	10.63 a	8.61	0.16 b	1.39 a	1.43 a	1.43 a	1.11	0.12 c	8.78 b	20.45 a	21.96 a	12.83	
		LSD _{%1} (IBA): 1.79, LSD _{%5} (Zaman x IBA): 2.54															
		LSD _{%1} (IBA): 4.97, LSD _{%5} (Zaman x IBA): 7.02															

* İstatistiksel olarak %5 seviyesinde önemli ** İstatistiksel olarak %1 seviyesinde çok önemli

Bu bulgular neticesinde kök uzunluğu açısından, Hayward çeşidi için 1 Ocak; Matua çeşidi için ise 1 Ocak ve 1 Şubat tarihleri en uygun çelik alma zamanı; her iki çeşitte 3 gözlü çelikler en uygun çelik tipi; 4000 ile 6000 ppm IBA uygulaması en uygun doz olduğu söylenebilir. Bu bulgular Lawes ve Sim (1980), Costa ve Baraldi (1984), Morini ve Isoleri (1986), Caldwell ve ark. (1988), Anvari ve ark. (1991), Covatta ve Borscak (1991), Özcan (1993), Mattiuz ve Fachinello (1996), Tayfon (1996), Rana ve ark. (1999), Sivritepe ve Eriş (2000) ve Ercişli ve ark. (2002)'ın bulguları ile büyük ölçüde benzerlik göstermektedir.

3.5. En Gelişmiş Kök Çapı

Hayward ve Matua çeliklerinde her iki yılda uygulamaların en gelişmiş kök çapı üzerine farklı düzeyde etkileri olmuş ve Çizelge 3, 4'te gösterilmiştir. Her iki yıl ve çeşitte 1 Ocak ve 1 Şubat tarihlerinde alınarak 4000 ile 6000 ppm IBA uygulaması yapılan her iki çelik tipinde ideal sayılabilecek kök çapları elde edilmiştir. Kontrol grubu çeliklerden en düşük sonuçlar alınmıştır.

Bu bulgular neticesinde, her iki çeşitte 1 Ocak ve 1 Şubat tarihlerinin en uygun çelik alma zamanı; 4000 ile 6000 ppm IBA uygulamasının en uygun doz; 2 ve 3 gözlü çeliklerin uygun çelik tipi olduğu söylenebilir. Kivi odun çeliklerinde çalışmalar yapan Özcan (1993), köklenmeyle beraber en gelişmiş yan kök uzunluğu ve çap gelişimi üzerine hormon dozlarının artırıcı yönde etkide bulunduğunu ve 4000 ile 6000 ppm IBA uygulamalarının en uygun doz olduğunu; 10 Ocak tarihinin en uygun çelik alma zamanı olduğunu belirterek bulgularımızı desteklemektedir.

3.6. Kök Sayısı

Hayward ve Matua odun çeliklerde her iki yılda, uygulamaların kök sayısı üzerine değişik düzeyde etkileri olmuştur (Çizelge 3, 4). Çelik alma zamanı bakımında her iki yılda 1 Ocak tarihinde alınan ve 4000 ile 6000 ppm IBA uygulaması yapılan 3 gözlü Matua, 2 ve 3 gözlü Hayward çeliklerinden en yüksek kök sayıları elde edilmiştir.

Bu bulgular neticesinde, her iki çeşitte kök sayısı bakımından en uygun çelik alma zamanının çeşitli araştırmacıların bildirdiklerine uygun olarak (Anvari ve ark., 1991; Özcan, 1993; Mattiuz ve Fachinello, 1996; Sivritepe ve Eriş, 2000) 1 Ocak olduğu söylenebilir. Bu bilgilere ilave olarak araştırma sonucunda, IBA uygulamaları kök sayısını arttırmış ve en yüksek sonuçlar 4000 ile 6000 ppm dozlarından alınmıştır. Nitekim, Weaver (1972), büyüme regülatörleri, üretilen kök sayısı olduğu kadar köklerin tipini de değiştirdiğini ve IBA'in ise güçlü bir saçak kök oluşumunu teşvik eden bitki büyüme regülatörü olduğunu belirtmektedir. Çeşit bazında kök sayıları karşılaştırıldığında, Matua çeşidi Hayward çeşidine kıyasla daha iyi veriler oluşturmuştur. Bu durum

köklenme oranında açıklandığı gibi genetik yapıdan kaynaklanmaktadır.

4. SONUÇ

Ülkemiz kivi yetiştiriciliğinde arzulanan gelişmeyi sağlayabilmesi, öncelikle kaliteli, adına doğru, sertifikalı ve sağlıklı fidanların üretilmesine bağlıdır. Kivi fidan üretimi, çelikle, aşıyla ve doku kültürü yoluyla elde edilmektedir. Çelikle üretilmiş fidanlarla kurulan bahçelerde kurumaların çok olması ve zamanla gövdede fizyolojik yarılmaların olması sebebiyle bu yöntem günümüzde dünyada pek kullanılmamakta ama ülkemizde yaygın olarak kullanılmaktadır. Bunun sebebi ise aşılı fidan üretiminin uzun zaman alması ve doku kültürü ile çoğaltılmış fidanların pahalı olmasıdır. Ayrıca doku kültürü ile fidan üretimi için yeterli alt yapının bulunmaması ve bilgi birikimi ile tesis masrafının çok olması sebebiyle bu yöntem az düzeyde kullanılmaktadır.

Ülkemiz kivi yetiştiriciliğine yeni başlarken ihtiyaç duyulan fidanlar yurtdışından getirilmek suretiyle ithal etmekteydi. İthal edilen fidanlar doku kültürü yoluyla elde edilmiş olduğundan ve kiviye olan rağbetin çok olmasından dolayı fidan fiyatları oldukça yüksekti. Bunun yanında ithal edilen fidanların yeterli büyüklüğe ulaşmadan satışı sunulmuş olmasından dolayı arazi şartlarında kuruma oranı oldukça yüksekti. Bütün bu olumsuz sebeplerden dolayı ülkemiz kivi fidan üreticileri pratik, kolay ve alt yapı yatırımları çok az olan çelikle çoğaltma yöntemini tercih etmişlerdir. Kivi yetiştiriciliğinin artması için önemli bir aşama olan fidan üretimine yönelik yapılan bu çalışmada, odun çeliklerin kullanım olanakları araştırılmış; çelik alma zamanı, çelik tipi ve IBA'nın farklı doz uygulamalarının köklenme oranı ve kök kalitesi üzerine etkileri saptanmıştır.

Araştırma sonucunda köklenme ve kök kalitesi bakımından odun çeliklerinde, Hayward için ocak ayının ilk haftası, Matua için ise ocak ayının ilk haftası ile şubat ayının ilk haftası en uygun çelik alma zamanı; 3 gözlü çelikler en uygun çelik tipi; 4000 ve 6000 ppm, en uygun IBA konsantrasyonu olarak belirlenmiştir. Sonuç olarak odun çeliklerle kivi fidan üretiminde, köklenme ve kök kalitesi bakımından en iyi sonuçların alınabilmesi için, yukarıdaki belirtilen kombinasyonların uygulanması önerilebilir.

5. KAYNAKLAR

- Anvari, F., Ebrahimi, Y., Alian, Y.M. 1991. The effect of collecting time on root development in kiwifruit hardwood cuttings in Northern Iran. Acta Horticulturae, 297:193-196.
- Caldwell, J.D., Coston, D.C., Brock, K.H. 1988. Rooting of semi-hardwood "Hayward" kiwifruit cuttings. A Publication of the American Society for Horticultural Science, 23(4): 714-717.

- Connor, D.M. 1982. Cutting propagation of *Actinidia chinensis* (kiwifruit). Combined Proceedings of the International Plant Propagators Society, 32: 329-333.
- Costa, G., Baraldi, R. 1984. Studies on the propagation of *Actinidia chinensis* from wood cuttings. Università Di Bologna, Italy. Horticultural Abstract. 67(2):123-128.
- Covatta, F., Borscak, J.D. 1991. Rooting of hardwood cutting of *Actinidia deliciosa* (Chevalier) C. F. Liang A. R. Ferguson, 1984 cv. Hayward. Revista de la Facultad de Agronomia Universidad de Buenos Aires, 12(3): 245-248.
- Çelik, H. 1982. Kalecik Karası / 41 B aşu kombinasyonu için sera koşullarında yapılan aşılı köklü fidan üretiminde değişik köklenme ortamları ve NAA uygulamalarının etkileri. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Doçentlik Tezi (Basılmamış), 73 s.
- Ercişli, S., Anapalı, Ö., Esitken, A., Şahin, Ü. 2002. The effect of IBA, rooting media and cutting collection time on rooting of kiwifruit. Gartenbauwissenschaft, 67 (1):34-38.
- Eriş, A. 1989. Türkiye İçin Yeni Bir Meyve Türü Kivi (*Actinidia chinensis* Planch.). T.C. Ziraat Bankası Kültür Yayınları No:22, Ankara.
- Hartmann H.T., Kester, D. E., Davies, F. T. JR., Geneve, L. R. 2002. Plant Propagation: Principles and Practices. Seventh Edition. Regents / Prentice Hall International Editions, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.
- Kaşka, N., Yılmaz, M. 1974. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Ders Kitabı, No:79, Adana, 601s.
- Lawes, G.S., Sim, B.L. 1980. An analysis of factors affecting the propagation of kiwifruit. The Orchardist of New Zealand. Massey University. 53(3) Palmerston North. New Zealand.
- Mattiuz, B.H., Fachinello, J.C. 1996. Rooting of cutting of kiwi *Actinidia deliciosa* (A. Chev.) C.F. Liang & A.R. Ferguson var. Deliciosa. Pesquisa Agropecuaria, 31:7, 503-508. Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Pelotas, Brazil.
- Morini, S., Isoleri, M. 1986. Effect of IBA and NAA on rooting of *Actinidia chinensis* cuttings. Acta Horticulturae, 179 (Vol II): 885-886.
- Özcan, M. 1993. Hayward ve Matua kivi çeşitlerinin odun çeliklerinin köklenmeleri üzerine IBA dozlarının ve çelik alma zamanlarının etkileri. Bahçe 22(1-2):85-90.
- Özcan, M. 2012. Subtropik Meyveler Ders Notları. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Samsun (Basılmamış).
- Rana, H.S., Bhardwaj, D.R., Rana, V. 1999. Effect of season and bud number on rooting behaviour of some kiwifruit cultivars. Scientific Horticulture, 6:65-70. Department of Pomology University of Horticulture&Forestry, Nauri, Solan, India.
- Rathore, D.S. 1984. Propagation of Chinese Gooseberry from stem cuttings. N.B.P.G.R., Regional Station. Phagli. Simla. Indiana Journal of Horticulture, 41(3/4):237-239.
- Sale, P.R. 1985. Kiwifruit Culture. Edited by Dle Ashenden Williams. V.R.Word, Government Printer, Wellington, New Zealand.
- Samancı, H. 1990. Kivi (*Actinidia*) Yetiştiriciliği. Tarımsal Araştırmaları Destekleme ve Geliştirme Vakfı, Yayın No:22, Yalova.
- Samancı, H., Uslu, İ. 1992. Türkiye’de kivi (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) yetiştirme olanakları üzerinde çalışmalar. Türkiye 1. Ulusal Bahçe Bitkileri Kongresi, Cilt 1:187-190, 13-16 Ekim, Bornova-İzmir.
- Sim, B.L., Lawes, G.S. 1981. Propagation of kiwifruit from stem cuttings. Gartenbauwissenschaft. 46(2).
- Sivritepe, N., Eriş, A. 2000. Farklı çelik alma zamanları ve büyüme düzenleyici madde uygulamalarının kivi çeliklerinin köklenmesi üzerine etkileri. Bahçe, 29:27-38.
- Tayfon, A. 1996. Kivinin çelikle üretilmesi üzerine araştırmalar. Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Bahçe Bitkileri Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış).
- Üçler, A.Ö., Parlak, S., Yücesan, Z. 2003. Effects of IBA cutting dates on the rooting ability of semi-hardwood kiwifruit (*Actinidia deliciosa* A. Chev.) cuttings. Turk J. Agric. Forest, 28:195-201.
- Weaver, R.J. 1972. Plant Growth Substances in Agriculture. W.H. Freeman and Company. San Frasisco, 504p.
- Yalçın, T., Samancı, H. 1997. Potential and future prospects of kiwifruit industry in Turkey. Acta Horticulturae 444, Vol.1; 53-58.
- Yılmaz, M. 1992. Bahçe Bitkileri Yetiştirme Tekniği. Çukurova Üniversitesi Basımevi, Adana.
- Zenginbal, H., Özcan, M., Haznedar, A. 2006. Kivi (*Actinidia deliciosa*, A. Chev.) odun çeliklerinin köklenmesi üzerine IBA uygulamalarının köklenmesi üzerine IBA uygulamalarının etkisi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 21(1):40-43.
- Zenginbal, H. 2007. The Effects of different grafting methods on success grafting in different kiwifruit (*Actinidia deliciosa*, A. Chev) cultivars. International Journal of Agricultural Research, 2(8):736-740.
- Zucherelli, G., Zucherelli, G. 1985. L’*Actinidia* pianta da frutto e da girardino. Edagricole, Bologna.

ARAZİ TOPLULAŞTIRMASININ SULAMA PROJELERİNİN PERFORMANSI ÜZERİNE ETKİLERİ

Hakan ARSLAN* Emre TUNCA

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü-Samsun
*hakan.arslan@omu.edu.tr

Geliş Tarihi : 08.01.2013

Kabul Tarihi : 30.01.2013

ÖZET: Arazi toplulaştırma projelerinin, parsellere ulaşım sağlanması, su kaynaklarının etkin kullanılması, parsellerin birleştirilmesi, sulama ve drenaj projelerinin maliyetlerinin azaltılması başta olmak üzere birçok yararı bulunmaktadır. Bu çalışma kapsamında Bafra Ovası Sol Sahilinde yeralan toplulaştırma çalışmaları ele alınmıştır. Bu alandaki sulama ve drenaj inşaatı çalışmaları 1996 yılında toplulaştırmaz halde projelendirilmiş ve ihale edilmiştir. Ancak çalışmalara başlanılmadan önce bu alan arazi toplulaştırma kapsamına alınmış, tüm sulama ve drenaj şebekesi yeniden revize edilmiş ve proje toplulaştırmaya uygun hale getirilmiştir. Araştırmada toplulaştırmaz ve toplulaştırmalı şartlardaki sulama şebekesinin sulama oranı, toplulaştırma oranı, sulama ve drenaj yoğunluğu, kamulaştırma maliyetleri gibi performans kriterleri incelenmiştir. Arazi toplulaştırmaz durumda sulama oranının %27, parsel sayısının 1315, sulama ve drenaj yoğunluğunun sırasıyla 23.79 m/ha ve 24.53 m/ha olacağı belirlenmiştir. Toplulaştırmalı bir şekilde sulama ve drenaj şebekesinin inşaatının yapılması ile sulama oranı %95.84, parsel sayısı 616 olmuş, toplulaştırma oranı ise %53 olarak gerçekleşmiştir. Sulama ve drenaj yoğunluğu sırasıyla 36.88 m/ha ve 39.98 m/ha olmuştur. Toplulaştırma yapılmadan sulama ve drenaj sisteminin inşaa edilmesi durumunda, sulama ve drenaj kanallarının inşaatı için yaklaşık 115 da lık alanın kamulaştırılmasına gereksinim duyulacağı belirlenmiştir. Sulama ve drenaj inşaatı çalışmaları mutlaka toplulaştırma projeleri ile birlikte yapılmalıdır. Çalışmalara başlanılmış olan sulama projelerinin ise yeniden revize edilerek, toplulaştırmalı hale getirilmesinin projelerden beklenen faydanın sağlanmasına çok yarar sağlayacağı, belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Arazi toplulaştırması, sulama oranı, toplulaştırma oranı, Bafra Ovası

EFFECT OF LAND CONSOLIDATION ON THE PERFORMANCE OF IRRIGATION PROJECTS

ABSTRACT: Land consolidation has many advantages, such as water use efficiency, parcel consolidation, reducing the costs of irrigation and drainage projects, and providing access to parcels. In this study, Bafra Plain Left Coast consolidation was examined. Irrigation and drainage project in this area was designed without consolidation in 1996. However, before beginning, the project has been revised according to consolidation. Indicators such as irrigation rate, consolidation rate, irrigation and drainage density and cost of expropriation have been compared with consolidated and non-consolidated situation. Irrigation rate of 27% , parcel number of 1315, irrigation density of 23.79 m / ha and drainage density of 24.53 m / ha were determined without consolidation. On the other hand, irrigation rate of 95.84%, parcel number of 616, consolidation rate of % 53, irrigation density of 36.88 m/ha, drainage density of 39.88 m/ha were determined with consolidation. The area to be expropriated for the construction of irrigation and drainage channels was determined to be approximately 115 da without consolidation. Irrigation and drainage works must be accompanied by consolidation projects. Even if irrigation and drainage projects already started without consolidation, these project need to be revised with consolidation.

Key words: Land consolidation, irrigation rate, consolidation rate, Bafra Plain

1.GİRİŞ

Nüfusun hızla artması ve bununla birlikte beslenme ihtiyacındaki artış günümüzde ortaya çıkan en büyük sorunların başında gelmektedir. Artan nüfusla birlikte ihtiyaçların artması ve tarım arazilerinin sabit kalması tarım arazilerinden maksimum faydalanmayı zorunlu kılmaktadır. Tarım arazilerinin artırılması mümkün olmadığından, yapılacak işlem birim alandan elde edilen verim artışının sağlanmasıdır. Bu artış geleneksel tarımından vazgeçilmesi ve, modern tarım tekniklerine geçilmesi ile mümkün olacaktır. Modern tarım tekniklerinin başında ise sulama gelmektedir.

Ülkemizde inşası tamamlanmış sulama

şebekelerinde tarım işletmelerinin küçük, işletmelerin sahip olduğu parsel şekillerinin düzensiz ve parsellerin şebekesinin farklı yerlerine dağılmış olması; proje alanında sulanacak parsellerin önemli bir çoğunluğunun sulama, drenaj ve ulaşım sistemlerinden yararlanamamasına neden olmaktadır. Parsellerin şekillerinin düzgün olmaması ve bu parsellerin sulama kanallarına uzak olması bu nedenlerin başında gelmektedir. Bu durum sulamayı güçleştirdiği gibi bazı parsellerin sulama projesinden faydalanamaması ve dolayısıyla yapılan yatırımlar ile istenilen verim artışının sağlanamamasına da neden olmaktadır. (Çevik, 1974).

Arazi toplulaştırma tarımdaki verimliliği arttırmak için tarım arazilerini yol, sulama şebekesi, drenaj,

tesviye ve köy yerleşim yerlerinin yeniden düzenlenmesi gibi çeşitli alt yapı hizmetleri ile birlikte düzenleyen teknik hizmetlerin bütünüdür (Çay ve İnceyol, 2000).

Sulama projelerinde, sulanan alan miktarlarının artırılmasında tarla içi geliştirme çalışmalarının önemli yeri bulunmaktadır. Tarla içi geliştirme çalışmaları içinde önemli bir yeri olan arazi toplulaştırması yapılmadan planlanan ve uygulanan sulama şebekelerinde, parsellerin sulamadan ve drenaj sisteminden doğrudan faydalanamaması, topografya nedeniyle bazı parsellerin sulanamaması ve parsellere ulaşımın sağlanamaması gibi sorunlar çözülemezken, arazi toplulaştırması uygulanan sulama projelerinde bu sorunlar tamamen ortadan kalkmaktadır (Takka, 1993).

Ülkemizde, sulama projelerinde, fiilen sulanan alanların, proje kapsamındaki sulanabilir alana oranını ifade eden sulama oranı çok düşük değerlerdedir. Bunun nedeni ise sulanan parsellerin şekilsiz ve küçük oluşu ile sulama şebekesi uzunluğunun yetersiz olmasıdır (Çevik ve Tekinel, 1988).

Kara (1984) de yapmış olduğu çalışmada, sulama şebekelerinde sulama oranı, arazi parçalanması, şebeke yoğunluğu ve ülkemizdeki durumu incelemiş ve Erzincan iline bağlı Güllüce toplulaştırma sahasında toplulaştırmadan sonra kanallardan su alan parsel oranının %55'ten %85'e yükseldiğini belirlemiştir.

Köse (2009)' da Manisa'da yapmış olduğu bir çalışmada, aynı sekonder sulama kanalından su alan, toplulaştırma yapılmış ve toplulaştırma yapılmamış 2 ayrı tersiyer kanaldaki sulama oranlarını incelemiştir. Sulama kanalından doğrudan faydalanan parsellerin oranının toplulaştırılmış alanda %60 iken, toplulaştırılmamış alanda %18 olduğunu tespit etmiştir.

Balikesir-Sındırgı İbiller köyünde uygulanan arazi toplulaştırması ile sulama sisteminden doğrudan yararlanma oranının %19'dan %83.5'e ve drenaj sisteminden yararlanma oranının ise %33.40'den %100'e çıktığı belirlemiştir. Tokat-Erbaa-Çalkara arazi toplulaştırması projesinde; ise toplulaştırmaz durumda sulama sisteminden yararlanma oranı %6 iken, toplulaştırma ile sulama ve drenaj sistemlerinden yararlanma oranı %100'e ulaşmıştır. (Takka, 1988).

Özer (2010)'da Çanakkale'de, arazi toplulaştırmasını etkinliğini belirlemek için yapmış olduğu bir çalışmada; toplulaştırmanın sulama etkinliği, ulaşım etkinliği, parsel şekli, büyüklüğü ve sayısına etkisi incelenmiş ve toplulaştırma ile toplam parsel sayısında %63'lük bir azalma olduğu, ve sulama oranının ise %81,6 olarak gerçekleştiğini tespit edilmiştir.

Çelebi (2010) yapmış olduğu çalışmada Karaman ilinde yürütülen bazı toplulaştırmalardaki toplam parsel sayısı, bir maliğe düşen parsel sayısı ve miras yoluyla oluşan hisselendirmeler, yoldan ve kanaldan doğrudan faydalanan parsel sayıları, yol ve kanal uzunlukları ve sınır kayıpları ile ilgili toplulaştırma öncesi ve sonrasındaki değerleri mukayese edilmiş ve

toplulaştırmadan sonra yoldan ve sulamadan doğrudan faydalanan parsel oranının %100 olduğu belirlenmiştir.

Türkiye'de daha önce yapılan toplulaştırma çalışmalarında kanallardan doğrudan faydalanan parsel adedi Manisa-Merkez-Veziroğlu da 37.7% den 84.1% e, Yeni Mahmudiye'de 23% ten 93% e, Karaağaçlı da 20.42% den 48.55% e, Saruhanlı-Yılmaz da 62% den 100% e, Tokat-Artova-Ekinli de 20.3% ten 85.5% a yükselmiştir. Araştırma alanı projelerinde toplulaştırmadan önce çok sayıda parselin sulamadan doğrudan faydalanamazken, toplulaştırmadan sonra tüm parsellerin sulamadan doğrudan faydalandığını belirlenmişlerdir (Sipahi, 1989).

Bir sulama şebekesinde birim alana düşen kanal uzunluğu "Şebeke Yoğunluğu" olarak ifade edilebilir. Şebeke yoğunluğu, bir hektarlık alana düşen metre cinsinden kanal uzunluğu olduğundan birimi "m/ha"dır (Kara, 1984). Çalışkan ve Ünal, (2005) Menemen Ovasında yapmış oldukları çalışmada, arazi toplulaştırma projesi alanında, toplulaştırma sonrasında şebeke yoğunluklarının arttığını, yani birim alana düşen kanal uzunluklarında bir artış olduğunu belirlemiştir.

Bu çalışma kapsamında Samsun ili Bafra Ovası'nda sol sahil kısmında gerçekleştirilen toplulaştırma çalışmasını ele almıştır. Bu kapsamda alana ait toplulaştırmaz ve toplulaştırmaya uygun sulama ve drenaj projeleri karşılaştırılmış ve toplulaştırmanın sulama oranı, toplulaştırma oranı, parsel şekli, sayısı ve büyüklüğü üzerine etkisi ile şebeke yoğunluğu üzerine olan etkileri incelenmiştir.

2. MATERYAL ve YÖNTEM

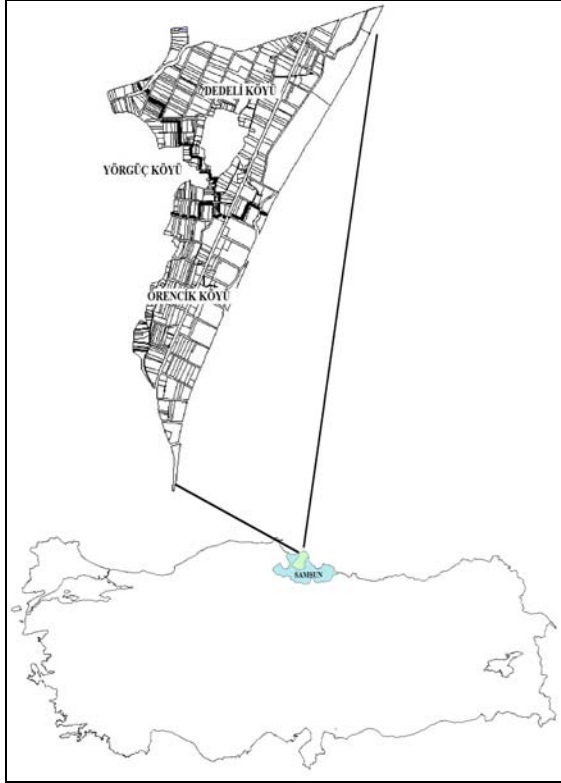
2.1. Araştırma Alanının Belirlenmesi

Çalışma alanı; Devlet Su İşleri Genel Müdürlüğü tarafından planlaması yapılarak bölümler halinde uygulamasına geçilen Bafra Ovası Sol Sahil Sulaması Projesi kapsamında bulunmaktadır. Bafra Ovası Sol Sahil Sulaması projesinde toplam 19 122 ha lık alanın sulanması planlanmıştır. Proje 1996 yılında ihale edilmiş ancak 2005 yılına kadar projede fazla bir ilerleme olmamıştır.

Bafra İlçesine bağlı 19 köy ve 1 belde ile, Alaçam İlçesine bağlı 12 köy 2006 yılında Tarım Reformu Genel Müdürlüğü tarafından toplulaştırma alanı ilan edilmiş ve çalışmalara başlanılmıştır.

Alanda sulama ve arazi toplulaştırma çalışmaları birlikte sürdürülmüş ve alandaki sulama ve drenaj şebekesine ait önceden hazırlanmış olan projeler, arazi toplulaştırma şartlarına göre tekrar revize edilmiş ve buna göre inşaat çalışmalarına başlanılmıştır.

Proje kapsamında Örencik, Dedeli ve Yörgüç köylerinde arazi toplulaştırma ile sulama ve drenaj inşaatı tamamlanmış ve çiftçilere yeni parselleri verilmiştir. Şekil 1. de Bafra Ovası Sol Sahil Sulama şebekesi toplulaştırma projesi kapsamında bulunan köyler verilmiştir.



Şekil 1. Bafra Ovası Sol Sahil Sulaması Toplulaştırma Projesi Kapsamında Yer alan Köyler

2.2. İklim Özellikleri ve Tarımsal Yapı

Bafra ovasında Karadeniz Bölgesinin ılıman iklim özellikleri görülmektedir. Meteorolojiden alınan uzun yıllar ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz ayıdır. Yıllık yağış toplamı uzun yıllar ortalamasına göre 754.9 mm dir. En sıcak ay Temmuz ayı ve en soğuk ay ise Ocak ayıdır. Uzun yıllar ortalama gözlem sonuçlarına göre en yağışlı ay Aralık, en kurak ay ise Temmuz ayıdır. Yıllık yağış toplamı 722.5 mm dir (Anonymous, 2009a). Toplulaştırma yapılan alanlardaki tarımsal üretim sekli tütün, buğday, dane mısır, seker pancarı ve yer yer sebzeçilik seklindedir. Toplulaştırma alanının büyük çoğunluğunda yılda iki üretim yapılabilmektedir. Bu şekilde üretimde birinci ürün olarak buğday, ikinci ürün olarak da dane mısır yapılmaktadır.

2.3. Yöntem

Çalışma kapsamında Bafra Ovası Sol Sahil sulaması kapsamında yer alan ve toplulaştırma çalışmaları tamamlanmış olan Örencik, Dedeli ve Yörgüç köyleri incelenmiştir. Bu 3 köye ait toplam sulama alanı 7201 da dır.

Bafra Ovası Sol Sahil sulaması 1996 yılında toplulaştırmasız şekilde düşünülmüş ve bu şekilde de projelendirilmiştir. Ancak 2005 yılına kadar projede anakanal haricinde herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Bafra Ovası Sağ sahilinde bulunan ve toplulaştırmasız bir şekilde inşaatı tamamlanan sulama projesinde, parsellerin çok küçük ve şekilsiz olması nedeniyle bir çok parsel sulamadan doğrudan faydalanamamış ve sulama oranları çok düşük seviyelerde kalmıştır. Bu nedenle sol sahil sulamasında da aynı sorunların oluşmaması için, proje tekrar revize edilmiş, toplulaştırmaya uygun hale getirilmiş ve inşaat çalışmaları buna göre yapılmıştır.

Çalışma kapsamında toplulaştırmasız ve toplulaştırmalı durumlardaki projenin sulama oranı, toplulaştırma oranı, parsel şekli ve alanı, kamulaştırma alanı ve şebeke yoğunluğu gibi toplulaştırma performansları belirlenmiş ve karşılaştırılmıştır.

Bunun için öncelikle toplulaştırmasız durumu gösteren 1/5000 ölçekli proje ile eski kadastro paftası Netcad ortamında sayısallaştırılmıştır. Sayısallaştırılmış olan bu 2 pafta kullanılarak toplulaştırmasız haldeki sulama kanallarının doğrudan sulayacağı parsel sayısı ve sulama oranları belirlenmiştir. Ayrıca parsel şekillerinin sayısı, şebeke yoğunluğu ve drenaj kanallarının açılması esnasında yapılacak kamulaştırma miktarı da tespit edilmiştir. Toplulaştırmalı duruma ait sulama oranı, toplulaştırma oranı ve şebeke yoğunluğu gibi toplulaştırmadan sonraki performans kriterleri incelenmiş ve toplulaştırmasız durum ile karşılaştırılmıştır.

Toplulaştırma oranının büyüklüğü toplulaştırmanın başarısının bir göstergesidir. Toplulaştırma oranı büyüdükçe işletmecilik uygun biçime gelmekte ve arazi toplulaştırmasının etkinliği artmaktadır. Toplulaştırma oranının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlik kullanılmaktadır (Arıcı, 1994).

$$T.O = \frac{E.P. - Y.P.}{E.P.} * 100 \quad (1)$$

T.O. = Toplulaştırma oranı

E.P. = Eski parsel sayısı

Y.P. = Yeni parsel sayısı

Sulama şebekelerinin inşasında verimliliğin göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Sulama şebekelerinde sulanan alanın, toplam alana oranı "sulama oranı" olarak tanımlanır. Sulama oranının belirlenmesinde aşağıdaki eşitlikten faydalanılmaktadır.

$$Sulama \ oranı = \frac{Sulanan \ alan.}{Toplam \ alan} * 100 \dots(2)$$

Çalışma alanında toplulaştırmasız ve toplulaştırmalı durumlar için şebeke yoğunlukları Kara'nın (1984) belirttiği şekilde, kuarter kanallarının olmaması durumuna göre aşağıdaki eşitlik yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\$Y = \frac{TU}{TA} + \frac{10000}{TU} \quad (3)$$

TU= Tersiyer uzunluğu

TA= Tersiyer sulama alanı (ha)

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Toplulaştırma Oranı

Araştırma sahasındaki toplulaştırma öncesi ve sonrası parsel durumlarına ait bilgiler Çizelge 1 de verilmiştir. Dedeli köyünde toplulaştırma öncesinde 192 işletmeye ait toplam 3848 da arazide 538 parsel bulunduğu, ortalama parsel büyüklüğünün 7.15 da olduğu ve her bir işletmeye düşen ortalama parsel sayısının ise 2.80 adet olduğu belirlenmiştir. Toplulaştırmadan sonra parsel sayısı 286'ya, ortalama parsel sayısı 1.49'a ve ortalama parsel büyüklüğü ise 15.15 da'ya yükselmiş ve toplulaştırma oranı ise % 55 olarak gerçekleşmiştir. Arazi toplulaştırma proje alanlarında, gölet, baraj, yol, sulama ve tahliye kanalları, elektrik iletim tesisleri ve diğer tesislerin sadece toplulaştırma proje alanına hizmet eden ayrıntıları için gerekli olan arazi, öncelikle ortak katılım payından karşılanır (Anonymous, 2009b). Çalışma alanında Dedeli köyünde toplulaştırma kapsamında 181 da lık arazi ortak katılım payı olarak kullanılmıştır. Bu nedenle toplulaştırmadan önceki ve sonraki alan arasında farklılık oluşmuştur. Bu arazi toplam arazinin % 4.70 olup, sulama ve drenaj kanalları ile tarla içi ulaşım yollarına ayrılmıştır.

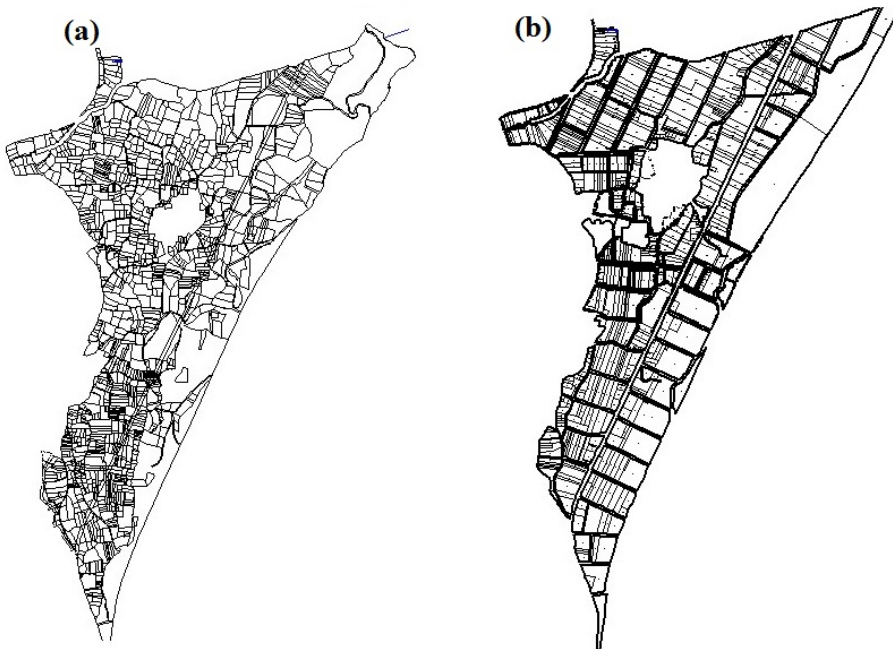
Örencik köyünde toplulaştırma öncesinde 188 işletmeye ait toplam 2547 da arazide 650 parsel bulunmaktadır. Ortalama parsel büyüklüğü 3.91 da olup işletmeye düşen ortalama parsel sayısı 3.46'dır. Toplulaştırmadan sonra parsel sayısı 275'e, ortalama parsel sayısı 1.46'ya ve ortalama parsel büyüklüğü ise 8.93 da'ya yükselmiş ve toplulaştırma oranı ise % 58 olarak gerçekleşmiştir. Toplulaştırmadan sonra sulama, drenaj ve yollar için köy alanının %3.6 sına denk gelen 92 da lık alanın çiftçiden katılım payı olarak kesildiği belirlenmiştir.

Yörgüç köyünde toplulaştırma öncesinde 89 işletmeye ait toplam 626 da arazide 127 parsel bulunmaktadır. Ortalama parsel büyüklüğü 4.92 da olup işletmeye düşen ortalama parsel sayısı 1.43'dür. Toplulaştırmadan sonra parsel sayısı 99'a, ortalama parsel sayısı 1.11'e ve ortalama parsel büyüklüğü ise 6.03 da'ya yükselmiş ve toplulaştırma oranı ise % 22 olarak gerçekleşmiştir.

Araştırma kapsamında incelenen 3 köydeki toplulaştırma oranının %53 olduğu belirlenmiştir. Eser (2006) yılında Gaziantep Nurdağı Gedikli Köyünde yapılan arazi toplulaştırmasının etkinliğinin araştırıldığı bir çalışmada toplulaştırma oranının %47 olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 1. Çalışma alanında toplulaştırmadan önceki ve sonraki parsel durumları

Köyün İsmi	Dedeli		Örencik		Yörgüç	
	Önce	Sonra	Önce	Sonra	Önce	Sonra
İşletme Sayısı	192	192	188	188	89	89
Toplam Parsel Sayısı	538	242	650	275	127	99
İşletmeye Düşen Parsel Sayısı	2.80	1.26	3.46	1.46	1.43	1.11
Toplam Alan (da)	3848	3667	2547	2455	626	597
Ortalama Parsel Büyüklüğü	7.15	15.15	3.91	8.93	4.92	6.03
Toplulaştırma Oranı (%)		55		58		22



Şekil 2. Çalışma alanının toplulaştırma öncesi (a) ve sonrası (b) mülkiyet haritası

3.2. Arazi Toplulaştırmasının Sulama Oranı Üzerine Etkisi

Ülkemizde tarımda su kullanım etkinliği göstergelerinden sulama oranı çok düşük seviyelerde bulunmaktadır. 2005 yılı verilerine göre DSİ' ce işletilen tesislerde sulama oranı %23, sulama birliklerine veya sulama kooperatiflerine devredilen sulama tesislerinde ise sulama oranıdır (Çakmak ve ark. 2006). Ülkemiz sulama projelerinde sulama oranının düşük kalmasına yol açan faktörlerin başında; tarım arazilerinin küçük, şekillerinin düzensiz ve dağınık parseller halinde olması ve sulama şebekesi uzunluğunun yetersiz olmasıdır. Bu sorunlara alternatif çözüm olarak, arazi toplulaştırması ve şebeke yoğunluğunun artırılması gerektiği işaret edilmektedir (Kara,1984).

Toplulaştırmasız durumda yapılacak olan sulama şebekesine ait proje Şekil 3. de verilmiştir. Şekilde iki tersiyer kanal arasında bulunan ve kanallardan doğrudan faydalanamayacak bir çok parselin olduğu görülmektedir. Toplulaştırma çalışmaları ile birlikte nin başlamasıyla sulama ve drenaj projesi revize edilmiş ve yeniden hazırlanmıştır. Şekil 2 (b) de toplulaştırmalı durumda parseller ve sulama kanalları görülmektedir.

Çizelge 2. de toplulaştırma olmamış halde sulama projesi yapılmış olması durumunda sulamadan direkt olarak faydalanacak toplam alan ve yüzdeleri verilmiştir. Buna göre toplulaştırma yapılmamış olsaydı Dedeli Köyünde toplam proje alanının %30.82 lük kısmı sulamadan doğrudan faydalanacakken bu oran Yörgüç Köyünde % 19.65 ve Örencik Köyünde ise %23.00 olacaktı. Bu ise toplulaştırmanın yapılmamış olduğu Bafra Ovası Sağ Sahil Sulaması ve diğer sulama şebekelerinde de bu değerlere yakın değerler olacağı tahmin edilmektedir. Bu durum ise toplulaştırmasız yapılan sulama projelerinden beklenen faydanın tam olarak gerçekleşmediğini göstermektedir.



Şekil 3. Toplulaştırmasız durum için yapılmış düşünülen sulama şebekesi

Çizelge 2. Arazi toplulaştırmasız sulama oranları

Köy Adı	Sulanacak Alan (da)	Toplam Alan (da)	Sulama Oranı
Dedeli	1186	3848	30.82
Yörgüç	123	626	19.65
Örencik	586	2547	23.00

Arazi toplulaştırmalı durumundaki sulama oranlarını belirleyebilmek için yapımı tamamlanmış olan sulama şebekesi ve toplulaştırmalı duruma ait kadastro paftaları kullanılmıştır. Her bir blok tek tek incelenmiş ve bu sayede her bir blokta sulanamayan parsel sayıları ve alanları belirlenmiştir. Arazi toplulaştırmalı durumdaki sulanamayan parsel sayıları ve alanları Çizelge 3 de verilmiştir.

Arazi toplulaştırması sonucunda Dedeli köyünde sulamadan direkt faydalanamayacak parsel sayısı 23 ve sulanamayan alan miktarının ise 105 da olduğu belirlenmiştir. Aynı şekilde Yörgüç köyünde de sulamadan doğrudan faydalanamayacak parsel sayısı 5 ve alan miktarı 25 da ve Örencik köyünde ise sulanamayacak parsel sayısı 26 ve alanı ise 138 da olarak belirlenmiştir.

Çalışma kapsamında ele alınan 3 köyde toplulaştırma yapılmadan sulama şebekesi inşaatı yapılmış olsaydı, sulamadan doğrudan faydalanacak alan, toplam alanın % 27 'si olacaktı. 3 köyde toplulaştırma projesinin yapılmasından sonra bu oranın % 95.84 e ulaştığı belirlenmiş, sulamadan doğrudan faydalanan parsel sayısının 562, sulanan alanın ise 6451 da olduğu görülmüştür. Uçar ve Kara (2006) yılında yapmış oldukları bir çalışmada arazi toplulaştırması yapılan ve yapılmayan 2 adet sekonder kanaldaki sulama oranlarını incelemişler. Arazi toplulaştırması yapılmayan kanaldaki sulama oranı %25 iken, toplulaştırma yapılan kanaldaki sulama oranının ise %52 olduğunu belirlenmişlerdir.

3.3. Arazi Toplulaştırmasının Parsel Şekli, Büyüklüğü ve Sayısına Etkisi

Toplulaştırma projelerinin uygulanmasıyla birlikte işletme merkezi ile parseller arasındaki uzaklıkta azalma olmaktadır. Tarım işletmelerinde toprak işlenmesi, ekim, dikim ve hasat gibi çeşitli faaliyetler için işletme merkezinden ayrı ve değişik yerlerde bulunan parsellere gidip gelme sırasında çiftçilerin, parsel sayısı ile orantılı olarak fazla yol kat etmesi; iş, zaman ve akaryakıt kaybı ile taşıt ve makinelerin yıpranmasına yol açmaktadır (Çevik ve Tekinel, 1989). Bilindiği gibi parsellerin şekilleri ile tarımsal gelir arasında yakın bir ilişki vardır.

Parsellerin şekilleri tarımsal mekanizasyonu ve parsel içi sulamayı doğrudan etkilemektedir. Uygun şekilde olmayan bir parselin hangi yöntemle olursa olsun sulanabilmesi için daha fazla işçilik ve

Çizelge 3. Arazi toplulaştırılmalı sulama oranları

Köy Adı	Toplam Parsel Sayısı	Sulanan parsel sayısı	Sulanan alan (da)	Toplam Alan	Sulama Oranı
Dedeli	242	219	3562	3667	97.13
Yörgüç	99	94	572	597	95.81
Örencik	275	249	2317	2455	94.37

malzeme. gerekecektir. Bu durum üretim maliyetlerini arttıracaktır. Parsellerin şekilleri tarımsal mekanizasyon açısından önem taşımaktadır. Arazilerin şekilleri ile işleme zamanlarında oluşabilecek kayıpların belirlenmesi amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Cordes (1970) ve Dinçer (1971) farklı parsel şekillerini tarımsal mekanizasyon açısından karşılaştırmışlar ve eşit büyüklükteki parselleri işlemek için dikdörtgen şekilli arazilere göre, diğer şekillerde ortaya çıkan kayıpları belirlenmişlerdir. Bu kayıplar Çizelge 4 de verilmiştir.

Çizelge 4. Parsel şekilleri ve zaman kayıp oranları

Arazi şekli	Kayıp oranı
Dikdörtgen	1.00
Yamuk	1.10
Kare	1.20
Üçgen	1.30

Çalışma alanına ait toplulaştırmadan önceki ve sonraki parsel şekillerini belirleyebilmek amacıyla kadastro paftaları kullanılmış ve tüm parseller tek tek incelenmiştir. Bu çalışmada arazi toplulaştırmasından önce ve sonraki parseller şekillerine göre dikdörtgen, yamuk, üçgen, kare ve şekilsiz olmak üzere beş gruba ayrılarak, bu gruplara ait toplulaştırma öncesi ve sonrasındaki parsel sayıları Çizelge 5 ve Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 5. Toplulaştırmadan önceki parsel şekilleri

Köy Adı	Şekilsiz		Yamuk		Dikdörtgen		Kare		Üçgen	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Örencik	318	48	236	36	69	11	19	3	8	2
Dedeli	313	58	157	28	41	8	7	2	20	4
Yörgüç	72	57	37	27	11	9	5	4	2	3

Çizelge 6. Toplulaştırmadan sonraki parsel şekilleri

Köy Adı	Şekilsiz		Yamuk		Dikdörtgen		Kare		Üçgen	
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%	Adet	%
Örencik	32	12	78	29	151	55	8	2	6	2
Dedeli	31	13	91	38	105	44	3	1	12	4
Yörgüç	11	11	28	29	58	58	1	1	1	1

Örencik köyünde toplulaştırmadan önce 318 parselin şekilsiz, 236 parselin yamuk, 69 parselin dikdörtgen, 19 parselin kare ve 8 parselin üçgen olduğu görülmektedir. Dikdörtgen parsel oranı toplulaştırmadan önce % 11 iken, toplulaştırmadan sonra % 55 e yükselmiştir.

Dedeli köyünde toplulaştırmadan önce 313 parselin şekilsiz, 157 parselin yamuk, 41 parselin dikdörtgen, 7 parselin kare ve 20 parselin üçgen olduğu görülmektedir. Dikdörtgen parsel oranı toplulaştırmadan önce %8 iken toplulaştırmadan sonra % 44 e yükselmiştir.

Yörgüç köyünde toplulaştırmadan önce 72 parselin şekilsiz, 37 parselin yamuk, 11 parselin dikdörtgen, 5 parselin kare ve 2 parselin üçgen olduğu görülmektedir. Dikdörtgen parsel oranı toplulaştırmadan önce % 9 iken, toplulaştırmadan sonra % 58 e yükselmiştir.

3.4. Arazi Toplulaştırmasının Şebeke Yoğunluğuna Etkisi

Çalışma kapsamında incelenen 3 köyde toplulaştırma yapılmadan sulama inşaatı yapılmış olsaydı tersiyer kanal uzunluğunun 16704 m olacağı hesaplanmıştır. Toplulaştırılmalı durumda ise kanal uzunluğunun 24510 m olduğu belirlenmiştir.

Toplulaştırmasız duruma göre şebeke yoğunluğu 23.79 m/ha iken, toplulaştırmalı koşullarda şebeke yoğunluğu 36.88m/ha olmuştur. Toplulaştırma ile sulama alanındaki parsellerin sulama kanallarından daha fazla yararlanması sağlanmıştır. Köse (2009) da Manisa'nın Salihli İlçesinde yapmış olduğu bir çalışmada toplulaştırma öncesinde hektar başına 13.96 m sulama kanalı düşerken, toplulaştırma sonrasında yeni yapılan kanallar ile hektar başına 39.04 m sulama kanalı düştüğünü belirlenmiştir.

Bafra Ovası Sol Sahil sulamasında 3 köyde toplulaştırmasız durumda 17 250 m drenaj kanalı açılacakken toplulaştırmalı durumda 26 617 m drenaj kanalı açılmıştır. Sulama şebekesinin yoğunluğunun hesaplanmasında kullanılan eşitlik şebekesinin etkinliğinin belirlenmesi için de kullanılmıştır. Toplulaştırmasız durumda drenaj etkinliği 24.53 m/ha iken, toplulaştırmalı durumda ise drenaj etkinliği 39.98 m/ha olmuştur. Bu durum proje alanında meydana gelebilecek tabansuyu veya tuzluluk sorunlarının önlenmesinde büyük yararlar sağlayacaktır.

Arazi toplulaştırması ile uygulanan sulama projelerinin maliyetleri daha ucuz olmaktadır. Bunun nedeni arazi toplulaştırması ile birlikte yapılan sulama projelerinde kamulaştırma giderlerinin olmamasıdır. Sulama ve drenaj kanalları için gerekli olan alan şebeke alanındaki çiftçilerden ortak olarak karşılanmaktadır. Toplulaştırmasız durumda 16704 m drenaj kanalı için yaklaşık 117 da (ortalama kamulaştırma genişlikleri projeden 7 m olarak alınmıştır) alanın kamulaştırmasının yapılması gerekmektedir. Bu ise tüm proje dikkate alındığında yatırım için ayrılacak paranın büyük bir kısmının kamulaştırma için ayrıldığını göstermektedir.

4. SONUÇ

Sulama projelerinin etkinliğinin artırılması, projeden beklenen faydanın sağlanması ve su ve toprak kaynaklarının etkin bir şekilde kullanılmasında önemli bir role sahip olan arazi toplulaştırmasının, sulama sistemlerinin performansına etkisini belirlemek için toplulaştırmasız ve toplulaştırmalı durumlardaki performans kriterleri karşılaştırılmıştır.

Bu çalışma kapsamında Karadeniz Bölgesinin en büyük iki ovasından bir tanesi olan ve toplam sulama alanı 19122 ha olan Bafra Ovası Sol sahil sulama kapsamında bulunan 3 köy pilot bölge olarak seçilmiştir.

Çalışma alanında toplulaştırma oranının %53, sulama oranının ise % 95.8 olduğu belirlenmiştir. Toplulaştırmalı durumda yapılan sulama şebekesinden tüm alanın büyük kısmının faydalandığı, toplulaştırmadan sonra parsellerin mekanizasyon açısından uygun olan dikdörtgen şekilli parsel sayısının %9 dan % 58' e yükseldiği belirlenmiştir.

Çalışma alanındaki sulama ve drenaj şebekesi ilk planlandığı durum olan toplulaştırmasız durumda

yapılmış olsaydı, Ülkemizin diğer bölgelerindeki sulama projelerinde olduğu gibi çok düşük sulama oranlarına sahip olacak ve projeden beklenen fayda sağlanmamış olacaktır.

Sulama projelerinin maksimum faydanın elde edilmesi için arazi toplulaştırması çalışmaları ile birlikte yürütülmesi gerektiği belirlenmiş, bu nedenle yeni yapılacak çalışmalarda bu durumun gözönünde tutulması gerektiği önerilmiştir. Ayrıca önceki yıllarda sulama çalışmaları tamamlanmış alanlarda ise yeniden revize çalışmaları yapılarak arazi toplulaştırmasının yapılması Ülkemizin su ve toprak kaynaklarının yönetimi için büyük önem taşımaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Anonim, 2009a. DMİ Genel Müdürlüğü, Samsun Meteoroloji verileri
- Anonim, 2009b. Tarım arazilerinin korunması, kullanılması ve Arazi toplulaştırmasına ilişkin tüzük, Resmi Gazete, Sayı : 27298, <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/07/20090724-3.htm>. [Ulaşım: 15 Aralık 2012].
- Çakmak, B., Aküzüm, T. 2006. Türkiye'de Tarımda Su Yönetimi, Sorunlar ve Çözüm Önerileri. TMMOB İnşaat Mühendisleri Odası Su Politikaları Kongresi. Ankara.
- Çalışkan, A.D.Ü., Ünal, H.B. 2005. Menemen Ovası Sulama Şebekesinin Arazi Toplulaştırması Öncesi ve Sonrası Durumunun Değerlendirilmesi. Ege Üniv. Ziraat Fak. Dergisi, 42(2) :109-120.
- Çay, T., İnceyol, Y. 2000. Arazi Toplulaştırması Çalışmalarında Jeodezi ve Fotoğrametri Mühendisliğinin Yeri. Harita Bülteni Sayı: 43.
- Çelebi, Ö. 2010. Toplulaştırmanın Karaman İlinde Sulama ve Diğer Tarımsal Faaliyetlerin Verimliliği Üzerinde Etkileri. Tarım Bilimleri Araştırma Dergisi, 3(2): 1- 6.
- Çevik, B. 1974. Konya İli Çumra-Karkın Köyünün Kültürteknik Sorunları ve Bu Sorunların Çözümünde Arazi Toplulaştırmasının Yeri ve Önemi Üzerinde Bir Araştırma. ÇÜ. Ziraat Fakültesi, Yayın No: 52, Ankara.
- Çevik, B., Tekinel, O. 1987. Arazi Toplulaştırılması, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Kitabı, Adana.
- Çevik, B., Tekinel, O. 1988. Arazi Toplulaştırması., Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırma Seminer Bildirileri, Devlet Su İşleri, 14-17 Kasım, Bursa. 45-68.
- Cordes, W. 1970. Flachengröße, Flackenform und Feld-Hofentfernung, Praktische Landtechnik, h.15, Wien.
- Diñçer, H. 1971. Ziraat Alet ve Makinalarında İş Başarılarına Tarlaların Uzaklık ve Büyüklüklerinin Etki Dereceleri, A. Ü. Ziraat Fakültesi Yıllığı, Ankara.
- Eser, Ö. 2006. Gaziantep Nurdağı Gedikli Köyü Arazi Toplulaştırmasının Etkinliği. Yüksek Lisans Tezi Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kara, M. 1984. Sulama Şebekelerinde Sulama Oranı - Arazi Parçalanması Şebeke Yoğunluğu İlişkileri ve Türkiye'deki Durum Üzerine Bir Araştırma. Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Isparta, 125-146.
- Köse, T. 2009. Arazi Toplulaştırmasının Sulama Sistemlerine Etkisi (Manisa Salihli Sağ Sahil Sulama Alanı Örneği). Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Özer, A. 2010. Çanakkale İli Biga İlçesi Yeniçiftlik Köyü Arazi Toplulaştırması Sonrası Durumunun İzlenmesi ve Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale Onsekizmart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale
- Sipahi, Ö.1989. KOP Kapsamındaki Arazi Toplulaştırma ve Tarla İçi Geliştirme çalışmaları Konya Ovaları Projeleri (KOP) paneli, Konya
- Takka, S. 1988. “Türkiye’de Arazi Toplulaştırmasının Önemi, Sulama Projelerinde Sağladığı Faydalar ve Toplulaştırmayı Gerektiren Nedenler; Toplulaştırma Uygulamaları ve Kanuni Mevzuat”, Sulama Projelerinde Arazi Toplulaştırması Semineri Bildirileri.
- Takka, S. 1993. Arazi Toplulaştırması, Kültürteknik Derneği Yayın No:1, Ankara,
- Uçar, Y., Kara, M. 2006. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen ve Mühendislik Dergisi, 9(1): 117-126