

BLOK VE PARSEL YÖNLENDİRMESİNİN ARAZİ TOPLULAŞTIRMASINDAKİ ÖNEMİ

Kadir Ersin TEMİZEL^{1*} Yaşar AYRANCI² Mustafa OKANT³

¹OMÜ Ziraat Fakültesi, Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü 55139- Samsun

²Muğla Üniv. Ortaca Meslek Yüksek Okulu, Ortaca-Muğla

³Harran Üniv. Ziraat Fakültesi, Tarla Bitkileri Bölümü, Osmanbey Yerleşkesi, Şanlıurfa

*ersint@omu.edu.tr

Geliş Tarihi: 17.06.2011

Kabul Tarihi:07.12.2011

ÖZET: Araştırma, parsellerin yönlendirilmesinin, bitkisel ürün verimi ve bazı verim özellikleri üzerindeki etkisini belirlemek amacıyla yapılmıştır. Çalışma Samsun'un Bafra İlçesinde 2001- 2002 yıllarında, ikinci ürün olarak, mısır bitkisi üzerinde yürütülmüştür. Deneme; doğu-batı, kuzey-güney, kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu yönlerinde ve 70x12 cm sıra aralığı ve sıra üzeri ekim mesafelerinde olmak üzere 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonuçlarına göre, K-G ve KB-GD yönünde oluşturulan parsellerde verim açısından avantaj sağlanabileceği anlaşılmıştır. Bu nedenle; arazi toplulaştırmasında, blok planlamasında, blok kısa ekseninin K-G yönünde oluşturulması (ya da blok uzun ekseninin D-B yönünde oluşturulması) durumunda, oluşturulacak parsellerin uzun kenarı da K-G yönünde olacağından dolayı, tarımsal üretim miktarında diğer yönler göre önemli kazanımlar sağlanabilecektir. Diğer yandan; ikinci verimin alındığı yönün KB-GD olduğu dikkate alındığında, arazi toplulaştırmasında blok planlamasında bir optimum yönler bölgesinden söz edilebilir. Bu da K-G yönü ile KB-GD yönü arasında kalan bölgedir. Bu durum, blok planlamasında, planlamacıya önemli esneklikler sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Parsel yönlendirmesi, arazi toplulaştırması, blok planlaması

THE IMPORTANCE OF ORIENTATION OF THE BLOCK AND PARCEL IN LAND CONSOLIDATION

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate response of parcel orientation on crop yield and yield characteristics. The study was carried out on second crop maize in Bafra District of Samsun province in 2001 and 2002 years. The experiment was established at four different directions (east-west, north-south, northeast-southwest and northwest-southeast) containing the plots with 70x12 cm row spacing and row planting distances in three replications. The result of the study revealed that the parcels constructed on N-S and NW-SE orientations seem to be more advantageous in terms of plant growth and yield. For this reason, during block planning in Land Consolidation, if the short axis of any block is created towards the NS direction (or the long axis of any block is on the EW direction), in this case, the long side of the plots created will be in the NS direction, hence significant gains might be expected in agricultural production comparing the other directions. On the other hand, when it is considered that the second highest yield is obtained from the NW-SE direction, it can be mentioned that the zone between N-S and NW-SE directions is a zone of optimal directions in the block planning in land consolidation. This information may provide important flexibility to the planner during the block planning.

Key words: Parcel orientation, Land Consolidation, block planning

1. GİRİŞ

İşıklenme, gece ve gündüz sıcaklığı, kullanılabilir su miktarı gibi çevresel faktörler, hava nemi ile birlikte stomaların açılmasını belirler ve CO₂ değişimi ve dolayısıyla da fotosentez üzerinde büyük bir etkiye sahiptir (Ştampar ve ark., 1999). Özellikle işıklenme, bu tip ideal koşullarda fotosentez için itici bir güç oluşturur (Muchow ve ark., 1990; Tsubo ve ark., 2001). Sıraya ekilen/dikilen bitkilerin, ekim/dikim yönlerine göre birbirlerini gölgeleme etkileri de vardır. Bitki sıralarının güneş ışınımını etkilemesi konusunda birçok araştırmalar yapılmıştır (Allen, 1974; Whitfield, 1986; Yang ve ark., 1990; Kaul ve ark., 2000). Bir bitki sırası tarafından engellenen direkt güneş ışını miktarı, alınan güneş ışınımı sabit olmak kaydıyla, temel olarak, bitki sıralarının yönlendirilmesine, ekim/dikim yoğunluğuna ve geometrik yapısına bağlıdır (Li ve ark., 2000). Bitki sıralarının kuzey-güney doğrultusunda yönlendirilmesi, radyasyon kullanım etkinliğini (Niwas ve ark., 1997), ışığın spektral dağılımını (Kasperbauer ve Hunt, 1989; Yoon ve Johnson, 2004),

kök ve sürgün gelişimini artırmaktadır (Kaul ve Kasperbauer, 1988; Karlen ve Kasperbauer, 1989). Parsel yönü, yalnızca bitki gelişimi değil aynı zamanda toprak sıcaklığı ve nemi üzerine de etkilidir (Yıldız ve Lal, 1996).

İncelenen araştırma sonuçlarına göre; bitki sıralarının yönlendirilmesinin, çeşitli bitkilerin verimi üzerinde farklı etkiler oluşturduğu görülmektedir. Shah ve ark. (2001) mısır bitkisinde 75 cm sıra aralığı ve doğu-batı sıra yönlendirmesinin en fazla verimi sağladığını bildirmektedir. Kuzey-güney yönündeki sıraya dikilen susam bitkisi, bitki gelişme oranı, nispi gelişme oranı, net özümleme oranı ve çeşitli verim özellikleri açısından doğu-batı yönünde ekilen bitki sıralarına göre daha yüksek verim sağlamıştır (Sarkar ve Banik, 2002). Ayçiçeği üzerinde yapılan ve dört farklı yönlendirmenin (kuzey-güney, doğu-batı, kuzeydoğu-güneybatı ve kuzeybatı-güneydoğu) kullanıldığı bir araştırmada (Shafiullah ve ark., 2000); en yüksek verim kuzeydoğu-güneybatı yönlendirmesinde, en düşük verim doğu-batı yönlendirmesinde elde edilmiştir. Akbar ve Khan (2002), mısır bitkisinde kuzey-güney yönünde oluşturulan bitki

sıralarından, doğu-batı yönünde oluşturulanlara göre belirgin derecede daha yüksek verim alındığını bildirmektedirler. Yulaf bitkisinde; kuzey-güney, doğu-batı ve dairesel ekim yönlerini deneyen Sniady ve ark. (2008), dane, saman ve biokütle veriminin etkilendiğini saptamışlardır. Bir başka araştırmaya göre; kuzey-güney yönünde oluşturulmuş olan elma ağaçları, doğu-batı yönündekilere nazaran gelişme ve verim bakımından %17 daha olumlu sonuç vermiştir (Christensen, 1979). Gostoviç ve Peiç (1984 ve 1990), mısır bitkisi parsellerinin kuzey-güney yönünde yönlendirilmesi ile doğu-batı yönünde yerleştirilenlere oranla %7 daha fazla ürün almışlardır. Nohut ve Hindistan Hardalının karışık olarak yetiştirildiği 2 yıllık bir başka denemede (Ali ve Mishra, 2002); kuzey-güney yönündeki parseller, verim bakımından doğu-batı yönündekilere göre % 8.3 ve % 10.5 oranında iyi sonuç vermiştir. Şeker pancarı denemesinde, doğu-batı yönünde oluşturulan parseller, kuzey-güney yönündekilere kıyasla, daha fazla gölgelik ve sıra arası toprak sıcaklığına ulaşmış ve daha düşük stomal direnç göstermiştir (Anda ve Stephens, 1996). Doğu-batı yönünde ekilen ayçiçeği bitki sıraları, kuzey-güney yönündekilere oranla %12 daha fazla yağ verimi sağlamıştır (Diepenbrock ve ark., 2001).

Tüm dünyada kırsal alanların kalkındırılması çabalarına üst düzeyde katkı sağlayabilen bir araç haline gelmiş olan arazi toplulaştırması, son yıllarda ülkemizde de giderek yaygın bir uygulama alanı bulmuştur. Arazi toplulaştırması projeleri ile kırsal alana yapılan altyapı yatırımları sayesinde, yeni ve kalıcı bir kadastral görünüm kazandırılmaktadır. Disiplinler arası ve çok parametrelili çalışmalar olan toplulaştırma çalışmaları; ön etüt, planlama, projeleme ve uygulama safhalarında gerçekleştirilmektedir. Planlama safhasının önemli aşamalarından olan blokların oluşturulması işlemi ise pek çok unsura bağlı olarak gerçekleştirilir. Blok planlaması (yol ağı ve sulama şebekesi) arazi toplulaştırma projelerinin iskeletini oluşturmaktadır (Ayten ve ark., 2007). Arazinin eğimi, bakışı ve diğer topoğrafik özellikleri blokların oluşturulmasında temel unsurlardır. Planlanan veya mevcut olan yol ağı, sulama ve drenaj sistemi de blokların oluşturulmasında önemli olan etmenlerdir.

Arazi toplulaştırmasından maksimum yararın sağlanabilmesi ve halen tamamı kamu kaynakları ile karşılanan proje giderlerinin kısa zamanda dönüşümünün sağlanması, ülke kaynaklarının verimli kullanılması açısından önemlidir. Bilindiği gibi, arazi toplulaştırmasında, mevcut parsellasyon tamamen değiştirilmekte ve alanda yeniden bir parsel düzenlemesine gidilmektedir. Oluşturulan yeni planlamanın, tarımsal üretim açısından da uygun özellikler taşıması, büyük ekonomik kazanımlar sağlama yanında, kırsal alanın kalkındırılması çabalarına da katkıda bulunabilecektir.

Bu çalışmada, bitki sıralarının yönlendirilmesinin verim ve diğer bitkisel özelliklere etkisinin

belirlenmesi ve arazi toplulaştırmasında blok/parsel planlamasında, planlayıcılara ışık tutabilecek bilgiler edinilmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOT

Samsun ili Bafra İlçesinde yürütülen araştırmada, Karadeniz Bölgesinin temel ürünlerinden biri olan mısır bitkisi kullanılmıştır. Bafra İlçesi, Türkiye'nin kuzeyinde (41°31'K ve 35°35'D) yer almaktadır ve toplam 145 700 ha yüzölçümüne sahiptir. Toplam alanın % 46.53'ünden (67787ha) tarım arazisi olarak yararlanılmaktadır. 2011 yılı verilerine göre, yaklaşık 1250 da alanda alçak ve yüksek tünel tarımı yapılan ilçede; lahana, ıspanak, karnabahar, biber, domates, fasulye, kavun ve karpuz gibi birçok kışlık ve yazlık sebze üretimi yanında, 556315da alanda ise tarla tarımı yapılmaktadır (Anonymous, 2011). Deneme, 2001 ve 2002 yıllarında, bölünmüş parseller deneme desenine göre 3 tekerrürlü ve ikinci ürün olarak planlanmıştır. Ekim tarihleri, 01.07.2001 ve 14.07.2002, hasat tarihleri ise 20.10.2001 ve 27.10.2002'dir. Bitkilerin sıra arası mesafesi 70.0 cm, sıra üzeri mesafesi 12.0 cm olacak şekilde ekim yapılmış ve her parsel 28 m² (2.8 x 10 m) büyüklükte ve dört farklı yönde (Doğu-Batı/DB, Kuzey-Güney/KG, Kuzeydoğu-Güneybatı/KD-GB ve Kuzeybatı-Güneydoğu/KB-GD) oluşturulmuştur.

Ekimden önce her parsel, parsel uzunluğuna paralel yönde sürülerek, diskaro çekilmiş ve tırmıklanmıştır. Daha iyi bir tohum yatağı oluşturmak amacıyla bu işlemler iki kez tekrarlanmıştır. Ekim, pnömatik mibzer ile aynı mibzer ayarında yapılmıştır. Gölgelemeyi önlemek için parseller arasında 2 m aralık bırakılmıştır. Ekim sonrası yağmurlama sulama yöntemi kullanılarak can suyu verilmiş, diğer sulamalar ise karık yöntemi ile her parsele eşit miktarda su verilerek yapılmıştır. Ekim sırasında mibzerle, çapalama sırasında ise kazayağı ile gübre verilmiştir. Çapalama işlemi, önce kazayağı ardından karık sabanı kullanılarak iki defa yapılmıştır. Deneme alanında ortaya çıkan yabancı ot mücadelesinde standart traktör pülverizatörü kullanılmıştır. Meteorolojik verilere göre; denemenin yürütüldüğü birinci yıl Temmuz ve Ağustos aylarında birim alana düşen gün ışığının (SR) daha yoğun ancak bu dönemde kaydedilen sıcaklık ortalamalarının daha düşük, ortalama rüzgâr hızının daha yüksek ve esme yönünün ise ağırlıklı olarak doğudan olduğu görülmektedir (Çizelge 1). Ağır bünyeye sahip olan deneme alanı topraklarının bazı fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Araştırmada; parseldeki bitki sayısı, parseldeki bitki ve koçan sayısı, bitki boyu, koçan ve sap ağırlığı, koçandaki dane sayısı, bin dane ağırlığı ve dane verimi ile ilgili ölçümler yapılmıştır. Denemede elde edilen veriler, SAS V8 istatistik paket programında, 1 nolu eşitlikteki istatistik model yardımıyla analiz edilmiştir. Kullanılan modelde yıl etkisi ana parsel olarak alınmış, yön ise alt parsel olarak tanımlanmıştır.

Çizelge 1. Bafra İlçesinin bazı iklimsel elemanlarının uzun yıllar ortalama değerleri

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Ort.	
2001	T (°C)	2.9	5.1	6.8	13.2	15.2	19.0	23.2	23.0	19.5	14.8	13.2	8.6	13.7
	SR (Cal/m ²)	122.4	195.2	327.7	364.8	477.9	512.8	558.6	446.4	318.8	239.5	188.3	117.7	322.5
	RH(%)	75.3	71.1	73.1	83.4	78.7	76.1	72.8	75.2	78.6	82.8	68.0	76.8	76.0
	R (mm)	166.0	102.4	77.2	51.6	36.9	43.4	-	35.9	50.3	51.9	10.6	68.0	63.1
	WS (m/s)	3.1	3.3	3.0	2.0	1.5	1.7	2.1	1.8	1.5	1.4	1.6	2.7	2.1
	WO	SW	SW	SW	E	E	E	E	NW	E	SW	E	SW	SW
2002	T (°C)	7.5	6.8	11.1	11.4	14.5	19.5	24.9	25.0	21.2	14.7	11.3	6.7	14.6
	SR (Cal/m ²)	143.9	162.9	287.5	363.2	430.0	544.7	520.0	437.7	368.8	236.2	145.8	83.2	310.3
	RH(%)	77.6	82.1	74.3	83.2	82.2	75.1	77.0	75.5	78.9	80.5	72.1	79.0	78.1
	R (mm)	77.0	46.5	37.5	36.9	98.8	23.7	1.9	34.1	61.8	67.2	105.7	152.7	62.0
	WS (m/s)	2.7	2.4	2.7	2.0	1.9	1.8	1.8	1.6	1.6	1.3	2.6	2.4	2.1
	WO	SW	SW	E	E	NW	E	W	NW	E	SW	SW	SW	SW

Çizelge 2. Deneme alanı toprağının bazı fiziksel özellikleri

Derinlik cm	Tarla Kapasitesi P _w (%)	Solma Noktası P _w (%)	Hacim Ağırlığı g cm ⁻³	% Kum	% Kil	% Silt	Bünye Sınıfı
0-30	40.62	23.11	1.32	15.43	45.38	39.19	SiC
30-60	38.38	24.32	1.35	14.48	51.34	34.18	C
60-90	39.47	23.89	1.41	17.48	50.34	32.18	C

$$Y_{ijk} = \mu + R_i + G_j + S_k + GS_{jk} + e_{ijk} \quad (1)$$

Eşitlikte: Y_{ijk} ; Gözlemlenen değeri, μ ; genel ortalamayı, R_i ; i. tekrerrürün etkisini, G_j ; j. yılın etkisini, S_k ; k. yönün etkisini, GS_{jk} ; j. yıl ile yönün interaksyon etkisini, e_{ijk} ; tesadüfî hatayı, i; tekrerrür sayısını, j; yıl sayısını ve k; yön sayısını ifade etmektedir. İncelenen özellikler arasındaki farklılıkların belirlenmesinde, Asgari Önem Fark (AÖF) çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Araştırmada incelenen özelliklere ait varyans analizi sonuçları Çizelge 3'te görülmektedir. Analiz sonuçlarına göre; ana parselde yer alan *yetiştiricilik yapılan yılın*, sap ağırlığı ve bitki boyu haricindeki özelliklerin ortalama değerleri üzerine önemli bir etkisinin ($p \leq 0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Alt parselde yer alan *parsel yönünün* ise parseldeki bitki sayısı, toplam koçan ağırlığı, toplam sap ağırlığı, bitki boyu ($p \leq 0.05$), bin dane ağırlığı ve dane verimindeki değişime etkisinin ($p \leq 0.01$) önemli olduğu görülmektedir. Alt parsel ve ana parsel interaksyon etkisi, yalnızca koçan ağırlığı ve bin dane ağırlığı üzerinde önemli ($p \leq 0.05$) bulunmuştur.

Ortalama değerler açısından en fazla değişim sap ağırlığında (% 13.00) görülmüş, bu özelliği dekara dane verimi (% 11.40) ve parseldeki bitki sayısı (% 9.74) özellikleri izlemiştir (Çizelge 3). İncelenen özelliklerin farklı yıllardaki ortalama değerleri arasında önemli fark olan özelliklerden parseldeki bitki sayısı, koçandaki sıra sayısı dışında diğer özelliklerin birinci yıl ortalaması ikinci yıldan daha yüksek bulunmuştur.

Birinci yıldaki iklim verileri dikkate alındığında, ışıklanma açısından birinci yıldaki avantajın bu duruma katkı sağladığı düşünülebilir. İncelenen özellik ortalamaları dikkate alındığında, parselde bitki sayısı ortalamaları en düşük KD-GB yönündeki parsellerden elde edilmiştir. Diğer yönler arasında bitki sayısı bakımından önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Buna karşın atılan tohum miktarı dikkate alındığında, parseldeki bitki sayısı hedeflenen ($199 \text{ bitki parsel}^{-1}$) yoğunluktan düşük olmuştur. Parseldeki koçan ağırlığı bakımından ilk yıl yüksek ortalamaya (14.6 kg) sahip olan K-G yönlü parsellerin ikinci yıl düşük (9.8 kg) bulunması, bu özellik üzerine Yıl x Yön etkileşiminin önemli olmasına neden olmuştur.

Sap ağırlığı bakımından K-G yönünde ekimi yapılan parsellerden en yüksek ortalama değer elde

Çizelge 3. İncelenen bitkisel özellikler ile ilgili kareler ortalamaları ve önem düzeyleri.

Varyans Kaynağı	S.D.	PBS	TKA	TSA	BB	BDA	KB	DDV
TK	2	66.30	6.68*	22.45	121.30	6130.30**	6.11*	22496.70*
YIL	1	551.00**	46.20**	0.48	643.80	31886.50**	128.81**	90860.10**
Hata 1	2	133.80*	31.52**	45.54*	144.90	459.40	10.58	23440.80*
BLG	3	212.90**	11.53**	50.27**	737.00*	2415.80**	1.46	26979.50**
YIL*BLG	3	17.20	4.18*	7.15	184.70	1543.50*	0.50	1876.70
Hata 2	12	32.50	1.08	7.27	212.40	378.70	1.04	3696.80
CV		9.74	9.63	13.00	6.23	7.21	6.19	11.40

Not: * İstatistikî olarak $p \leq 0.05$ ve ** $p \leq 0.01$ düzeyinde önemlidir. (PBS; parseldeki bitki sayısı, TKA; toplam koçan ağırlığı, TSA; toplam sap ağırlığı, BB; bitki boyu, BDA; bin dane ağırlığı, KB; koçan boyu, DDV; dekara dane verimi)

Blok ve parsel yönlendirmesinin arazi toplulaştırmasındaki önemi

edilmiş (23.5 kg) ve bu ile D-B ve KD-GB yönünde ekilen parseller arasında önemli bir fark olduğu tespit edilmiştir. Bitki boyu değerlerinde en yüksek ortalama, KB-GD (241.6 cm) ve K-G (244.5 cm) yönlerinde ekim yapılan parsellerden elde edilmiştir. Bu yönler ile D-B yönünde ekim yapılan parseller arasında bitki boyu açısından önemli bir fark olduğu görülmüştür.

En yüksek bin dane ağırlığı ortalama değeri K-G yönünden elde edilmiş (299.6 g) ve diğer üç yön ile bu

yön arasında önemli bir fark tespit edilmiştir. Araştırmanın birinci yılında bin dane ağırlığı ortalamaları yüksekten düşüğe doğru K-G, KB-GD, D-B ve KD-GB şeklinde sıralanırken, ikinci yılda K-G, KD-GB, D-B ve KB-GD şeklinde değişim göstermiştir. Dekara dane verimi bakımından en yüksek ortalamalar K-G (616.2 kgda⁻¹) ve KB-GD (564.9 kgda⁻¹) yönlerinden elde edilmiştir. Bu iki yön ile diğer yönler arasında dane verimi açısından önemli bir fark ortaya çıkmıştır (Çizelge 4).

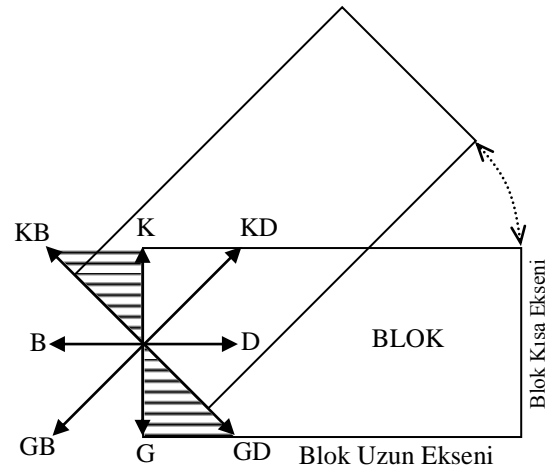
Çizelge 4. İncelenen özelliklere ait ortalama değerler ve çoklu karşılaştırma testi sonuçları.

	PBS			TKA			TSA		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort	1. Yıl	2. Yıl	Ort	1. Yıl	2. Yıl	Ort
D-B	56.0	65.0	60.5 a	11.3 ab	8.2 b	9.7 b	19,3	20,5	19,9 bc
KB-GD	53.3	67.7	60.5 a	12.2 ab	11.4 a	11.7 a	21,5	23,2	22,4 ab
K-G	59.0	67.7	63.3 a	14.6 a	9.8 b	12.1 a	24,9	22,0	23,5 a
KD-GB	46.6	53.0	49.8 b	10.7 b	8.3 b	9.5 b	17,5	16,4	16,9 c
Ortalama	53.7 B	63.3 A		12.2 A	9.4 B		20,8	20,5	

	BB			BDA		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
D-B	221.3	222.1	221.7 b	308.5 bc	205.8 c	257.1 b
KB-GD	247.1	236.0	241.6 a	312.9 ab	214.5 bc	263.7 b
K-G	257.2	231.8	244.5 a	320.5 a	278.6 a	299.6 a
KD-GB	229.8	224.0	226.9 ab	282.9 c	234.2 ab	258.6 b
Ortalama	238.8	225.5		306.2 A	233.3 B	

	KB			DDV		
	1. Yıl	2. Yıl	Ort.	1. Yıl	2. Yıl	Ort.
D-B	17.9	14.0	16.0	556.4	408.1	482.3 b
KB-GD	19.5	14.4	17.0	622.2	507.7	564.9 a
K-G	19.2	14.3	16.8	692.7	539.8	616.2 a
KD-GB	18.4	13.8	16.1	516.6	440.0	478.3 b
Ortalama	18.8 A	14.1 B		596.9 A	473.9 B	

Araştırmada incelenen yönler dikkate alındığında en yüksek verimin K-G yönündeki parsellerde, ikinci derecedeki verimin ise KB-GD yönündeki parsellerde elde edildiği görülmektedir. Bu durumda, blok planlaması açısından bir optimum yönler bölgesinden söz edilebilir. Bu da K-G yönü ile KB-GD yönü arasında kalan bölgedir (Şekil 1). Bunun anlamı ise; blok planlamasında, blok kısa ekseninin K-G yönünde oluşturulamaması durumunda, K-G yönü ile KB-GD yönleri arasında kalan bölgeden, blok kısa ekseninin düzenlenmesinde yararlanılabilir (blok kısa eksen, K-G ile KB-GD yönleri arasındaki 45° bölgesinde oluşturulabilir). Bu ise, planlayıcıya blok planlamasında büyük bir esneklik sağlaması bakımından önemlidir. Bu açıdan elde edilen bulgular, Gostovic ve Peic (1984)'in elde ettiği verilerle de paralellik göstermektedir.



Şekil 1. Optimum yönler bölgesi

4. SONUÇ

Samsun İli Bafra ilçesinde, ikinci ürün koşullarında, mısır bitkisi üzerinde 2001-2002 yıllarında yürütülen bu araştırma sonucunda, K-G ve KB-GD yönünde ekim yapılan parsellerde verim açısından avantaj sağlanılabileceği tespit edilmiştir. Elde edilen bulguların; arazi toplulaştırma projelerinin blok planlaması aşamasında bir faktör olarak dikkate alınması gerektiği söylenebilir. Buna göre; blok planlamasında, blok kısa ekseninin K-G yönünde oluşturulması durumunda, oluşturulacak parsellerin uzun kenarı K-G yönünde olacağından ve parsellerde uzun eksenleri boyunca işlediğinden, ayrıca bitki sıralarının parselin uzun kenarına paralel doğrultuda oluşturulması nedeniyle, dekara elde edilen gelir açısından diğer yönler göre önemli kazanımlar sağlanabilecektir.

Bunun yanında, arazi toplulaştırmasında blok planlamasında, blok kısa ekseninin D-B yönünde oluşturulmasından kaçınılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Akbar, M. ve Khan, M.I., 2002. Effect of row orientation on yield and yield components of maize. *Pakistan J. Agric. Res.* 17(2), 186-189.
- Ali, M. ve Mishra, J.P., 2002. Genotypic compatibility with an interplay of row orientation in gram (*Cicer arietinum*) + indian mustard (*Brassica juncea*) under irrigated conditions of indo-gangetic alluviums. *Indian J. of Agr. Sci.*, 72 (2): 97-100 .
- Allen Jr., L.H., 1974. Model of light penetration into a wide-row crop. *Agron. J.*, 66: 41-47.
- Anda, A. ve Stephens, W., 1996. Sugar beet production as influenced by row orientation. *Agron. j.*, 88(6): 991-996.
- Anonymous, 2001. Bafra'nın tarımsal yapısına ilişkin veriler. Available from URL: <http://www.baftratarim.gov.tr/tarimsal.asp> [Ulaşım: 14 Haziran 2011].
- Ayten, T, Çağla, H., Akkuş, S., Başçiftçi, F., Yılmaz, S.A., Yalçın, B., 2007. Kırsal alan düzenleme projelerinde blok planlamasından ve derecelendirme haritalarından doğan sorunlar. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası, 11. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı, 2-6 Nisan, Ankara.
- Christensen, J.V., 1979. Effects of density, rectangularity and row orientation on apple trees, measured in a multivariate experimental design. *Scientia Horticulturae*, 10 (2):155-165.
- Diepenbrock, W., Log, M., Feil, B., 2001. Yield and quality of sunflower as affected by row orientation, row spacing and plant density. *Bodenkultur*, 52(1): 29-36.
- Gostovic, M., Peic, A., 1984. Importance of Rural Network Orientation. Minor Rural Roads, Planning, Design and Evaluation. Proceedings of European Workshop on Minor Rural Roads, Wageningen, Netherlands, 28-30 October.
- Gostovic, M. and Peic, A., 1990. Influence of parcels orientation on rural network design. XIX Congress International, 310-323, Helsinki, Finland.
- Karlen, D. L., Kasperbauer, M. J., 1989. Row orientation and configuration effects on canopy light spectra and corn growth. *Appl. Agr. Res.* 4(1): 51-56.
- Kasperbauer, M.J., Hunt, P.G., 1989. Soybean spacing and row orientation effects on phytochrome regulation of plant development. Proc. World Soybean Research Conference IV, 5-9 March, Buenos Aires, Argentina, 1:422-427.
- Kaul, K., Kasperbauer, M.J., 1988. Row orientation effects on FR/R light ratio, growth and development of field-grown bush bean. *Physiologia Plantarum*, 74(3): 415-417.
- Kaul, K., Greer, E.C., Kasperbauer, M.J., Mahl, C., 2000. Row orientation affects fruit yield in field-grown okra. *J. of Sustainable Agric.*, 17(2-3): 169-174.
- Li, S., Kurata, K., Takakura, T., 2000. Direct solar radiation penetration into row crop canopies in a lean-to greenhouse. *Agric. and Forest Meteorol.*, 100: 243-253.
- Muchow, R.C., Sinclair, T.R., Bennet, J.M., 1990. Temperature and solar radiation effects on potential maize yield across locations. *Agron. J.*, 82: 338-343.
- Niwas, R., Sastri, C.V.S., Atri, S.D., 1997. Influence of direction of sowing on radiation-use efficiency of pearl millet. *Annals of Arid Zone*, 36(4): 345-348.
- Sarkar, R.K., Banik, P., 2002. Effect of planting geometry, direction of planting and sulphur application on growth and productivity of sesame (*Sesamum indicum*). *Indian J. of Agric. Sci.*, 72 (2): 70-73.
- Shafiullah, A. S., Rana, M.A. Baitullah Khan, A.S., Malik, M.A. Effect of row directions on yield and yield components of sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Pakistan J. of Biol. Sci.*, 3(2): 345-347.
- Sniady, R.A., Katedra O.U., Roli, R., 2008. Effect of seeding density and row direction on yielding of naked oats in organic farm. *J. of Res. And Appl. In Agric. Engineer.*, 53(4): 116-119.
- Shah, S., Khan, S., Muhammad, Z., Hayat, Y., Arif, M., 2001. Effect of different row spacing and orientations on the performance of maize. *Sarhad J. of Agric.*, 17(4): 515-518.
- Štampar, F., Hudina, M., Usenik, V., Šturm, K., Viršček Marn, M., Batič, F., 1999. Influence of Leaf Area on Net Photosynthesis, Yield and Flower-Bud Formation in Apple (*Malus domestica* Borkh.), *Phyton* (Austria) Special issue: "Plant Physiology", 39(3): 101-106.
- Tsubo, M., Walker, S., Mukhala, E., 2001. Comparison of radiation use efficiency of mono-/inter-cropping systems with different row orientations. *Field Crops Res.*, 71, 17-19.
- Whitfield, D.M., 1986. A simple model of light penetration into row crops. *Agric. For. Meteorol.* 36, 297-315.
- Yang, X., Short, T.H., Fox, R.D., Bauerle, W.L., 1990. Plant architectural parameters of a greenhouse cucumber row crop. *Agric. For. Meteorol.* 51, 93-105.
- Yıldız, İ., Lal, R., 1996. Effect of row orientation and mulching on soil temperature and moisture regimes. *Turk. J. Agric. and Forestry.*, 20: 319-325.
- Yoon, S.T. ve Johnson, J., 2004. Microclimate, Growth and Yield in Wheat under North-South and East-West Row Orientation. *Korean J. of Crop Sci.*, 49(3): 155-15

KURU İNCİR FİRMALARINDA GIDA GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ BENİMSENMESİNE YÖNELİK OLARAK EKONOMİK TEŞVİK EDİCİLERİN BELİRLENMESİ

Ferit ÇOBANOĞLU

Adnan Menderes Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Tarım Ekonomisi Bölümü, Aydın
ferit.cobanoglu@adu.edu.tr

Geliş Tarihi:18.08.2011

Kabul Tarihi: 20.12.2011

ÖZET: Gıda güvenliği uygulamalarının yeterli ve etkili bir şekilde uygulanması, kuru incir firmalarını da kapsayan, tüm gıda işletmeleri için kaçınılmaz bir zorunluluk haline gelmiştir. Bu çalışmada, kuru incir firmalarında gıda güvenliği uygulamalarının benimsenmesine yönelik, ekonomik teşvik edicilerin belirlenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla, Türkiye kuru incir üretiminin önemli bir bölümünün karşılandığı Aydın ilinde faaliyet gösteren 91 kuru incir işletmesi yöneticisi ile tam sayım yöntemi esas alınarak anket çalışması yapılmıştır. Öncelikle, gıda güvenliği uygulamalarının benimsenmesinde etkili olabileceği öngörülen 30 adet ekonomik teşvik edici belirlenmiş olup, firma yöneticilerinin bu konudaki tutumlarını belirlemek için de likert ölçeğinden yararlanılmıştır. Verilerin güvenilir olup olmadığı Cronbach alfa (α) testi ile tespit edilmiştir. Ekonomik teşvik edicilerden, gıda güvenliği uygulamalarının benimsenmesinde, hangilerinin daha çok etkili olduğunu belirlemek için de faktör analizi ve bunun içerisinde yer alan temel bileşenler yöntemi, varimax rotasyonundan yararlanılmıştır. Faktör yüklerine göre; üretici düzeyinde yapılan iyi uygulamalar, firma düzeyinde de iyi işleme uygulamaları en önemli teşvik ediciler olarak tespit edilmiştir. Modern pazarlama faaliyetlerinin uygulanması, bunları izlemektedir.

Anahtar Sözcükler: Benimsenme, Ekonomik teşvik ediciler, Faktör analizi, Gıda güvenliği uygulamaları, Kuru incir firmaları

DETERMINATION OF ECONOMIC INCENTIVES IN TERMS OF THE ADOPTION OF FOOD SAFETY PRACTICES IN DRIED FIG FIRMS

ABSTRACT: The implementation of food safety practices in sufficient and efficient ways becomes an inevitable necessity for food establishments including dried fig firms. This study aimed to determine economic incentives for adoption of food safety practices in dried fig firms. Therefore, a survey questionnaire based on whole count method was planned and 91 firm managers employing in Aydın region, where a large amount of dried fig of Turkey is produced, were interviewed. Firstly, 30 economic incentives being assumed that they would have crucial effects on adoption of food safety practices were determined, and then a likert scale was utilized to define the attitudes of the firm managers on this issue. Cronbach alpha (α) test was used in order to determine whether the data of this study was reliable. Varimax rotation in principal components within factor analysis was used to identify the incentives showing substantially the most efficient characteristics regarding to the adoption of food safety practices. Good agricultural practices (GAP) in the farmer level and good processing operations in the firm level in respect of factor loadings were defined as the most important economic incentives. The implementation of contemporary marketing practices also followed them.

Key Words: Adoption, economic incentives, factor analysis, food safety practices, dried fig firms

1. GİRİŞ

Gıda güvenliği sistemlerinin benimsenmesi ile özellikle tarıma dayalı sanayi işletmelerine sağlayabileceği birçok faydalar bulunmakla birlikte, söz konusu sistemlerin etkin bir şekilde uygulanmasında bazı kısıtlar da söz konusu olabilmektedir. Çalışma detaylı olarak incelenmeden önce, araştırma konusunun esasını oluşturan bazı kavramların açıklanması faydalı olabilecektir. Örneğin gıda güvenliği; Dünya Sağlık Örgütü tarafından, gıdaların üretim, işleme, depolama, dağıtım ve hazırlama aşamalarında güvenli, sağlıklı ve insan tüketimine uygun olması için gereken koşullar veya ölçüler olarak tanımlanmaktadır (Knight ve ark., 2003). Gıda güvenliğinin tam olarak sağlanamaması sonucu, gıda zehirlenmelerine neden olan mikroorganizmalar, gıdalara, işleme öncesinde veya işleme sırasında bulaşmakta, üretim veya hazırlama aşamasında yapılan yanlış uygulamalar ise gıda zehirlenmesi riskini arttırmaktadır (Demirel, 2007). HACCP (Hazard Analysis of Critical Control Points) ve benzeri gıda güvenliği sistemlerinin uygulanması,

esas olarak üç düzeyde uygulanan farklı tipteki teşvik ediciler arasındaki karşılıklı etkileşimi yansıtmaktadır: (1) bunlar pazar yönlendirmeli olabilmektedir, ya da (2) yasal düzenlemeler ile zorunlu hale getirilebilmektedir, ya da (3) zorunlu normlar (Buzby ve ark., 2001), risk belirsizliği ya da finansal durum gibi daha ileri düzeyli değişkenler ile uygulanabilmektedir (Segerson, 1999). Bu teşvik edicilerin bir firmaya etkisi, gıda güvenliği sistemlerinin, benimsenmemesine karşın, benimsenmesi durumunda olası içsel fayda ve maliyetlerin ortaya konması (Holleran ve ark., 1999) ve pazar payı, karlılık gibi endüstriyel performanstaki gelişme potansiyeline (Rugman ve Verbeke, 1998) yönelik düşünce ve beklentilere bağlı olarak değişiklik gösterebilmektedir (Jayasinghe-Mudalige ve Henson, 2007). Bu yaklaşımlar altında, gıda güvenliği sistemlerinin bir firmada adaptasyonu, esas olarak, söz konusu sistemlerin gerektirdiği tüm uygulama ve ilkelerin, istenilen düzeyde ve tam olarak yerine getirilmesi olarak tanımlanabilir. Bu yaklaşımı tamamlayıcı bir kavram olarak teşvik ediciler de, gıda güvenliği sistemlerinin, firma tarafından

benimsenmesini teşvik eden tüm parametre ve değişkenler olarak açıklanabilir.

Organik tarım ve İyi Tarım Uygulamaları (İTU), sürdürülebilir ve güvenli gıda üretimini sağlayan arz zincirinde, daha çok tarımsal üretim, dolayısıyla üretici tarafında bulunan kavramlardır. Organik tarım; doğadaki dengeyi koruyan, toprak verimliliğinde devamlılığı sağlayan, hastalık ve zararlıları kontrol altına alarak, doğadaki canlıların devamlılığını sağlayan, doğal kaynakların ve enerjinin en uygun kullanımı ile optimum verim alınan bir üretim sistemini ifade etmektedir (Ak, 2004). Bir başka ifadeyle, organik tarım, ekolojik sistemde hatalı uygulamalar sonucu kaybolan doğal dengeyi yeniden kurmaya yönelik, insana ve çevreye dost üretim sistemlerini içeren, esas olarak sentetik kimyasal tarım ilaçları, hormonlar ve sentetik mineral gübrelerin kullanımını yasaklayan ve bunların yerine organik ve yeşil gübreleme, münavebe, toprağın muhafazası, bitkinin direncini arttırma, doğal düşmanlardan yararlanma gibi birçok çevre dostu tekniği tavsiye eden, bütün bu olanakların kapalı bir sistemde oluşturulmasını öneren, üretimde sadece miktar artışının değil aynı zamanda ürün kalitesinin de yükselmesini amaçlayan, her aşaması kontrollü, kayıtlı ve sertifikalı olan alternatif bir üretim şekli olarak tanımlanmaktadır (İlter ve Altındisli, 1998). İTU (GAP: Good Agricultural Practices); çevre, insan ve hayvan sağlığına zarar vermeyen bir tarımsal üretimin yapılması, doğal kaynakların korunması, tarımda izlenebilirlik, sürdürülebilirlik ile gıda güvenliğinin sağlanması amacıyla yapılan tarımsal üretim modeli olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2011a). Kuru incir işletmelerinde, firmada, ürün işleme sürecinde, gıda güvenliği sistemlerinin tam ve etkin olarak uygulanması için, kuru incir üreticilerinin organik tarım ve İTU'nu yerine getirmesi, söz konusu sürece olumlu katkı sağlayan teşvik edici parametreler arasında önemli bir yer aldığı düşünülmektedir.

ISO (International Organization for Standardization), diğer bir ifade ile Uluslararası Standardizasyon Örgütü'nün oluşturmuş olduğu kalite yönetim standardına genel olarak ISO denilmektedir. ISO 9001 belgesi ise ilgili kuruluşun ürün veya hizmetlerinin uluslararası kabul görmüş bir yönetim sistemine uygun olarak sevk ve idare edilen bir yönetim anlayışının sonucunda ortaya konduğu ve dolayısıyla ilgili kuruluşun ürün ve hizmet kalitesinin sürekliliğinin sağlanabileceğinin bir güvencesini belirtmektedir. TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi, özünde doğal kaynak kullanımının azaltılması, toprağa, suya, havaya verilen zararların minimum düzeyine indirilmesini amaçlayan, risk analizleri tabanında kurulan bir yönetim modelidir. Ürünün, hammaddeden başlayıp, nihai ürün haline getirilerek müşterilere sunulmasına kadar geçen sürecin her aşamasında çevresel faktörlerin belirlenmesi ve bu faktörlerin gerekli muayeneler ve önlemler ile kontrol altına alınarak çevreye verilen zararın en aza indirilmesini sağlayan bir sistemin

kurulmasını tarif etmektedir. ISO 9001 ve ISO 14001 gibi standartlar kalite ve çevre yönetimleri üzerine yoğunlaşmış, dolayısıyla işletmelerde İş Sağlığı ve Güvenliğinin sağlanması ve sürekli iyileştirilerek korunabilmesi için ayrı bir standarda gereksinim duyulmuştur. Avrupa Birliği ile entegrasyonda da en önemli konulardan olan İş Sağlığı ve Güvenliği ayrıca Çalışma Kanununda da yaklaşık olarak bu standardın bütün isteklerini içermektedir. Kuruluşlarda karşılaşılan en önemli insan kaynakları sorunlarından biri, çalışanların emniyetli ve sağlıklı bir çalışma ortamına sahip olmamalarıdır. Kuruluşların daha iyi rekabet koşullarına ulaşabilmesi için çalışanların iş sağlığı ve güvenliği konusunda planlı ve sistemli çalışmalar yürütmeleri gerekmektedir. OHSAS 18001, BSI (British Standards Institute) tarafından yayınlanmış olan "İş Sağlığı ve Güvenliği" standardıdır. OHSAS 18001; ISO 9000 ve ISO 14000 gibi diğer uluslararası standartlardan farklı olarak bazı ulusal standart kuruluşları ve belgelendirme kuruluşlarının birlikte çalışmasıyla gerçekleştirilmiştir ve bir ISO standardı değildir. OHSAS 18001 kuruluşların ürün ve hizmetlerinin güvenliğinden çok çalışanın sağlığına ve işin güvenliğine yönelik bir standarttır (Anonim, 2011b).

Jayasinghe-Mudalige ve Henson (2007), yukarıda da belirtildiği gibi, gıda güvenliği sistemlerinin benimsenmesi için ekonomik teşvik edicilerin üç ana başlık altında toplanmasının uygun olacağını belirtmiştir. Bunlar; (1) pazar temelli teşvik ediciler, (2) yasal düzenlemelere dayalı teşvik ediciler, (3) zorunlu normlara dayalı teşvik ediciler. Pazar temelli teşvik ediciler içerisinde maliyet/finans (başlangıç maliyetleri, danışmanlık, koordinasyon vb.), yönetsel etkinlik (personel eğitimi, kayıt altına alma, verimlilik, işçi eğitimi vb.), firma etkinliği (yöntem, atık kontrolü, kalite vb.), iyi uygulamalar (dünya genelinde uygulanan genel kabuller vb.), satışlar (pazar payı, fiyat primi, yeni müşteriler vb.), saygınlık (marka adı, tüketici tepkisi vb.) ve ticari baskılar (ticari organizasyonlar, hissedarlık vb.) yer almaktadır. Yasal düzenlemelere dayalı teşvik ediciler içerisinde ise; mevcut yasal düzenlemeler (ihracat, ürün geri iadeleri vb) ve öngörülen yasal düzenlemeler (hükümet programlarına erişim, endüstriden çıkış vb.) bulunmaktadır. Zorunlu normlara dayalı teşvik edicilere ise yasal koruma vb. gibi uygulamalar girmektedir. Bu çok fonksiyonlu yaklaşımdan, gıda güvenliği sistemlerinin firma düzeyinde benimsenmesinde etkili olabilen, çok boyutlu ekonomik teşvik edici parametrelerin bulunduğu anlaşılmaktadır. Söz konusu sürecin, firma öncesi uygulamalardan, işleme ve ürünün pazarlanmasına kadar olan tüm aşamalarda, iyi uygulamaların yerine getirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu sebeple çalışmada da, kuru incirin üretici boyutunda yetiştirilmesinde geçerli olan teknik ve tarımsal işlemlerde, firma düzeyinde işleme, pazarlama ve hatta tüketiciye ulaşıncaya kadar olan aşamalarda uygulanmakta olan tüm işlemler ekonomik teşvik

ediciler kavramı içerisinde incelenmiştir. Ekonomik teşvik ediciler, işleme öncesi, işleme ve işleme sonrası aşamalar esas alınarak değerlendirilmiştir.

Gıda güvenliği ve kalitesi uygulamalarının benimsenmesi, firmalar arasında farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılık; güvenli gıda ürünleri arzına yönelik, herbir firma tarafından algılanan teşvik edicilerin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Bu teşvik ediciler, dışsal olarak yönlendirilebildiği gibi (örneğin; yasal gereksinimlerin ya da önemli müşterilerin ihtiyaçlarının karşılanması gibi) ya da içsel olarak da (örneğin; yönetsel etkinliğin geliştirilmesi ya da hata oranlarının, atıkların ve maliyetlerin azaltılması gibi) belirlenebilmektedir (Hassan ve ark., 2004). Diğer teşvik ediciler; marka adının geliştirilmesi (Klein ve Leffler, 1981), benimsemeye yönelik olumsuzlukların azaltılması (Antle, 2001) ya da arz zincirinde yer alan ortaklara düşen masraflarda azaltma sağlanması (Caswell ve ark., 1998; Holleram ve ark., 1999) olarak ifade edilebilir.

Gıda güvenliği yönetim sistemlerinin uygulanmasında, anahtar teşvik ediciler, kazançlar, fırsatlar ve olası kısıtları ortaya koyan, değişik ülkelerde yapılmış, çok detaylı ve nitelikli çalışmalar bulunmaktadır. Anahtar teşvik ediciler arasında; Loader ve Hobbs (1999) İtalya ve Kanada'da yasal gereksinimler ve sigorta gereksinimleri olduğunu, Henson ve Hooker (2001), Avustralya'da müşteri ve işçi gereksimleri olduğunu, Romano ve ark. (2004) Amerika Birleşik Devletleri'nde (ABD) geliştirilmiş işbirliği imajının, Khatri ve Collins (2007), Jayasinghe-Mudalige ve Henson (2007), Yeni Zelanda'da yönetsel ve işlevsel etkinlik ve iyi uygulamaların bulunduğunu belirtmişlerdir. Söz konusu çalışmalar; et ve süt sektörü, et ve kanatlı eti işleme sektöründe gerçekleştirilmiştir. Araştırmada, gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonu ile sağlanabilecek kazançların ise birincil üreticilere (çiftçilere), işleyici ve dağıtıcılara faydalarının olabileceği belirtilmiş olup, bu çalışmalar, Taylor (2001), Romano ve ark. (2004) ve Trienekens ve Zuurbier (2008) tarafından, Avrupa, Afrika ve Pasifik Bölgesinde gerçekleştirilmiştir. Söz konusu kazançlar ise; pazara ulaşımdaki kolaylık, maliyet etkinliği, zamandan kazanım, üretim etkinliği, işgücü gelişimi, bilgi ve iletişimdeki artış, organizasyonel gelişime yönelik yasal uyumun gelişmesi, ürün kalitesi ve güvenliğindeki artıştır. Söz konusu gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonuna yönelik olası kısıtlar; adaptasyonun aşırı maliyeti (Taylor, 2001) organizasyonel kültür (Fairman ve Yapp, 2004), aşırı belgeleme (Yapp ve Fairman, 2006), gıda güvenliği düzenlemelerine ilişkin teknik yetenek ve bilgi eksikliği (Jayasinghe-Mudalige ve Henson, 2007), zaman yetersizliği (Khatri ve Collins, 2007) olarak belirtilmiştir. Bunların belirlenmesine yönelik araştırma çalışmaları ise Avustralya ve Avrupa'da; et ve catering sektörlerinde yapılmıştır. Son olarak da; Mensah ve Julien (2011) Birleşik Krallık ve dünya

genelinde, uluslararası gıda güvenliği düzenlemelerindeki gelişmeleri belirlemişlerdir. Ayrıca, aynı yazarlar entegre bir gıda güvenliği yönetim sisteminin, başarılı bir şekilde uygulanmasını etkileyen faktörleri belirlemişlerdir. Aynı çalışmada, gıda güvenliği düzenlemelerinin adaptasyonuna ilişkin, teşvik ediciler, kazançlar, fırsat ve kısıtlar üzerinde, firma büyüklüğünün önemli bir etkisinin bulunmadığı sonucuna varılmıştır.

Gıda firmalarında, gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonuna ilişkin, Türkiye'de, görece olarak daha az çalışmanın yapıldığı dikkati çekmektedir. Mutlu ve ark. (2003) Adana ve Mersin illerinde, değişik sektörlerde faaliyet gösteren 40 gıda işletmesinden, 19'u HACCP sistemine sahip iken, geriye kalan 21'inin ise bunu uygulamadığını tespit etmişlerdir. HACCP sistemine sahip olan firmaların, Avrupa Birliği (AB) ülkelerine ihracat eğiliminde oldukları, daha nitelikli personel istihdam ettikleri ve bu firmalarda, yöneticilerin, genellikle firma sahipleri olmadıklarını belirlemişlerdir. Ayrıca, HACCP sisteminin uygulanmasında en önemli problemin, HACCP hakkında eğitim eksikliği olduğunu belirtmişlerdir. Baş ve ark. (2006) ve Baş ve ark. (2007) Türkiye'deki gıda işletmelerinde HACCP uygulanmasındaki problemlerin; düşük seviyedeki gıda hijyeni yönetimi eğitimi, personel istihdamında sürekliliğin olmaması, finansal kaynaklar ve motivasyondaki eksiklikler, ekipman ve fiziksel koşullardaki yetersizlikler, hükümet desteği ve kontrolündeki yetersizliklerin olduğunu belirtmişlerdir. Benzer problemler ve eksikliklerin; süt toplama merkezlerinde (Demirbaş ve ark., 2008), süt ve süt ürünleri sektörlerinde geçerli olduğu Demirbaş ve Karagözlü (2008) tarafından belirtilmiştir. Koletzko (2008), Türkiye'de gıda sektöründe yer alan tüm birimler (gıda firmaları, devlet kurumları, laboratuvarlar vb) arasında, görece olarak etkili ve yeterli bilgi iletişim sistemleri kurulmasına rağmen, halen önemli sayılabilecek düzeyde eksikliklerin bulunduğu, mevcut bilgi ve teknoloji alt yapısının daha da iyileştirilmesi gerektiğini ifade etmiştir. Tunahoglu (2010) Türkiye'de zeytinyağı pazarlamasında uygulanan gıda güvenliği ve kalite güvence sistemlerini, mevzuat ve sorumlu kurumların yaptırımlarını esas alarak incelemiştir. Çalışmada, kaliteli üretim ve pazarlamada ülkemizin mevcut üstünlüğünün korunması için, yasal düzenlemeler ve üretici birliklerinin etkin çalışması tavsiye edilmiştir. Esengün (2010) tarafından yapılan bir proje çalışmasında, AB'ne uyum sürecinde gıda sanayi işletmelerinin, gıda güvenliğini ve kalitesini sağlamaya yönelik araçlara uyum düzeylerinin belirlenmesi belirli bir derinlik çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmada, özellikle ihracata yönelik çalışan birçok gıda işletmesinde, söz konusu gıda güvenliği ve kalitesini sağlamaya yönelik araçlara önemli düzeyde uyum sağlanırken, ihracat odaklı çalışmayan küçük ve orta ölçekli firmalarda, bu konuda halen önemli kısıtların olduğu belirtilmiştir.

Koç ve ark. (2011) Türkiye’de gıda kalite güvence sistemlerini değerlendirmek için swot analizini kullanmışlardır. Bu çalışma, görece olarak geniş bir perspektifte yapılmasına karşın, hızlı kırsal değerlendirme sonuçları kullanılarak, çiftçilerin bakış açısından gerekli değerlendirmeler yapılmıştır. Son olarak; Karaman ve Kınık (2011) Türkiye’de üretilen geleneksel ürünlerin işlenip, pazarlanması sürecinde gıda güvenliği sistemlerinin sağlanmasına yönelik gerekli tavsiyelerde bulunmuş olup, bu düzenlemelerin de olabildiğince AB yasaları ile uyum içerisinde gerçekleştirilmesi gerektiğini ifade etmişlerdir.

Diğer yandan, kuru incir üretimi ve ihracatında Türkiye, dünyada yer alan aktörler içerisinde, ilk sıralarda bulunmaktadır. İklimsel ve kültürel koşullara bağlı olmakla birlikte, yıllık 45-60 bin ton kuru incir üretimi ve 42-56 bin ton ihracat ile ülkemiz bu alanda, dünya genelinde en üst seviyede bulunmaktadır (CAC, 2011). Türkiye’de üretilen kuru incirin tamamı, Aydın ve İzmir yörelerinde bulunan Büyük ve Küçük Menderes havzalarında üretilmekte olup, söz konusu üretim ‘Sarılop’ (sinonim ‘Calimyrna’) (synonym: sinonim: anlamdaş) kurutmalık incir çeşidinden sağlanmaktadır. Yaklaşık olarak üretilen kuru incirin %90’ı ihraç edilmekte olup, incir işleme firmalarının da, 100-5500 ton arasında değişen yıllık kuru incir işleme kapasitelerine sahip oldukları belirtilmektedir. Bu ihracatın da %70-75’i AB ülkelerine yapılmaktadır (Aksoy ve ark., 2009). Bununla birlikte, ülkemiz kuru incir firmaları, AB’ne ihracatta, *Aspergillus* türleri, özellikle *A. flavus* ve *A. parasiticus* tarafından oluşturduğu bilinen aflatoksin (AFT) varlığından dolayı, oldukça önemli sıkıntılar çekmektedir. AB’nde uygulanmakta olan 1881/2006 nolu yasal yönetmeliğe göre (EC, 2006); kuru incir için, AB’ne ihracatta AFT B1 limiti $2\mu\text{g kg}^{-1}$ ve toplam AFT limiti ise $4\mu\text{g kg}^{-1}$ ’dir. Türkiye tarafından, 2006 ve 2007 yıllarında, sırasıyla, AB’ne gerçekleştirilen 37968 ton ve 29011 ton kuru incir ihracatında, aynı yıllar için 54 ve 61 RASFF (the Rapid Alert System of Food and Feed) bildirim yapıldığı bildirilmektedir (EC, 2008). RASFF sistemi, AB’ne üye ülkeler arasında kurulmuş olup, Birliğe yapılan özellikle tarımsal ürünler ihracatında, gıda güvenliği açısından risk taşıyan ve değişik ürünler için önceden belirlenmiş olan üst limitleri aşan durumlarda, hızlı bir bilgi akış sistemini tesis etmektedir. Böylelikle söz konusu ürünlerin hafif düzeyde ikazından, sınırlardan geri döndürülmeye kadar varan yaptırıma sahip olan bir güvenlik ağı sistemi olarak tarif edilebilir.

Yukarıda belirtilen sebeplerden dolayı; gerek iç ve gerekse dış pazarda, özellikle AB’ne olan kuru incir ihracatında, söz konusu olan istikrarın ve üstünlüğün korunması için, ülkemiz kuru incir firmalarında uygulanan gıda güvenliği sistemlerinin, yeterli ve etkili bir şekilde uygulanma durumu oldukça önem kazanmaktadır. Ayrıca bu uygulamaların adaptasyonuna etki edebilecek olası ekonomik teşvik edici unsurların ortaya konması oldukça önemlidir.

Söz konusu araştırmanın ana amacı bu faktörleri ortaya koyabilmektir. Yapılan kapsamlı literatür taramasına göre, bu alanda yapılmış sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmış olmakla birlikte, araştırmada incelenen konunun ve kullanılan yöntemin özgünlüğü, bu ve benzer sektörlerde yapılacak diğer çalışmalara da belirli bir öngörü ve analitik bir katkı sağlayabilecektir. Çalışma, dört ana başlık altında dizayn edilmiştir. İlk olarak, gıda güvenliği sistemlerinin, firma düzeyinde sahip oldukları önemi, bunların benimsenmesinde geçerli olan kısıtlar ve uygulanmaları ile sahip olunan olası kazançları belirten giriş bölümünün ardından, çalışmanın gerçekleştirilmesini sağlayan veri kaynakları ve kullanılan yöntemlerin yer aldığı materyal ve metod bölümü ikinci kısımda yer almıştır. Üçüncü bölümde, elde edilmiş olan araştırma bulguları ve son aşama olan dördüncü bölümde ise, elde edilen sonuçların sentezlendiği ve çıkarımların yapıldığı tartışma ve sonuç yer almıştır.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Türkiye kuru incir üretiminin tamamı Aydın ve İzmir illerinden karşılanmakta olup (Aksoy ve ark., 2009), üretimin %70-75’i sadece Aydın yöresinden karşılanmaktadır. Kuru incir ihracatının önemli bir kısmı İzmir limanından yapılmakla birlikte, günümüzde, kuru incir firmalarının da önemli bir kısmı Aydın yöresinde faaliyetlerini sürdürmektedirler (Çobanoğlu, 2007). Bütün bu verilerin ışığı altında; Aydın ilinde faaliyet gösteren 91 adet kuru incir firmasının (AİGTHM, 2010) tamamı ile tam sayım esas alınarak anket çalışması yapılmıştır. Söz konusu firmaların listesi, Aydın Gıda, Tarım ve Hayvancılık İl Müdürlüğü’nden sağlanmış olup, işletme yöneticileri ile Mayıs-Ağustos 2010 döneminde, yüz yüze görüşülerek, gerekli olan veriler elde edilmiştir. Yörede anket çalışması yapılan firmaların dağılımı aşağıdaki gibidir: Acarlar (3), Atça (1), Bozdoğan (2), Buharkent (1), Merkez (1), Germencik (15), İncirliova (7), Köşk (12), Kuyucak (1), Nazilli (34), Ortaklar (5), Sultanhisar (2), Umurlu (6), Yenipazar (1). Anket soruları hazırlanırken, kuru incirin işlenmesi ile ilgili olarak Türk Gıda Kodeksi, Codex, AB düzenlemeleri dikkate alınmıştır.

2.2. Metot

Bir ya da daha fazla gıda güvenliği sisteminin adaptasyonuna ilişkin olarak, kuru incir firmalarında kapsamlı ekonomik teşvik edicileri içeren detaylı bir anket hazırlanmıştır. Anket çalışmasında, verilerin elde edilmesinde 5’li likert ölçeğinden yararlanılmıştır (Malhotra, 1996): 1 kesinlikle katılmıyorum, 2 katılmıyorum, 3 ne katılıyorum ne katılmıyorum, 4 katılıyorum, 5 kesinlikle katılıyorum. Likert ölçeğindeki artış, söz konusu ifadeler ve değişkenler için, daha güçlü sürdürülebilirliği ve firma yöneticilerinin söz konusu ekonomik teşvik

edicileri daha yüksek oranda kabul ettiğini ortaya koymaktadır (Davis, 1971). Söz konusu herbir değişkenin aritmetik ortalaması, standart sapması Çizelge 1’de verilmiştir. Kuru incir firmaları için, işleme öncesi, işleme dönemi ve işleme sonrası dönem olmak üzere toplam 30 adet ekonomik teşvik edici parametre modelde değerlendirilmeye alınmıştır. Türkiye’de, tarıma dayalı sanayi işletmelerinde, gıda güvenliği sistemlerinin uygulanması sürecini düzenleyen 11.06.2010 tarihli ve 5996 sayılı “Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu” (Anonim, 2010) ve bu kanunun yürürlüğe girmesi ile yürürlükten kalkan 27.5.2004 tarihli ve 5179 sayılı “Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair” Kanun Hükmünde Kararname (Anonim, 2004) gıda işletmelerinde HACCP uygulanmasını zorunlu tutarken, diğer gıda güvenliği sistemlerinin uygulanmasını gönüllük esasına bırakmıştır. Yani firma yöneticileri için, HACCP dışındaki tüm gıda güvenliği sistemlerini firmalarında uygulamalarında herhangi bir zorunluluk bulunmamaktadır. Bu sebeple çalışmada, firma yöneticilerinin, gıda güvenliği sistemlerinin benimsenmesinde, yasal teşvik edici parametrelere yönelik düşünceleri ve/veya faaliyetleri incelenmemiştir.

Esas olarak, kuru incir firmalarının gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonuna yönelik olarak, en etkin faktörleri belirlemek için temel bileşenler faktör analizi (principal components factor analysis) yöntemi kullanılmıştır. Çalışmada, öncelikle incelenen herbir uygulama için; güvenilir olmayan değişkenleri belirlemek üzere, düzeltilmiş madde-toplam korelasyon (corrected item-total correlation) > 0.5 (Han ve ark., 2007) ve Cronbach alfa (α) > 0.67 (Nunnally, 1978) değerleri dikkate alınmıştır. Modelde kullanılan otuz adet ekonomik teşvik edici parametrenin; düzeltilmiş madde toplam korelasyon ve Cronbach alfa değerlerine göre içsel tutarlılık gösterdikleri ve yeterince açıklama gücüne sahip oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 1). Temel eksen faktörleri (principal axis factors) dikkate alındığında da, faktör yükleri 0.45’den büyük olanlar, söz konusu yapıların altını çizen ölçümlerin tutarlı ve geçerli olduğunu belirtmektedir (Spector, 1992; Herath ve Henson, 2010).

Gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonuna ilişkin olarak, ekonomik teşvik edicileri daha iyi ortaya koyabilmek için, varimaks rotasyonu (varimax rotation) kullanılarak, temel bileşenler analizi (principal component analysis) uygulanmıştır. Söz konusu analize ait Kaiser-Meyer-Olkin ölçümü 0.859 olarak tespit edilmiş olup, bu da faktör analizinin güvenilir olduğunu ortaya koymaktadır (Field, 2005). Barlett küresellik sınamaları da istatistiksel olarak önemli bulunmuştur [$\chi^2 = 1811.809$, (serbestlik derecesi (df)=496), $p=0.000$]. Söz konusu değerler, modelde kullanılan değişkenlerin içsel tutarlılık gösterdiğini ve yeterli açıklama gücüne sahip olduklarını ortaya koymaktadır.

Eigen değerleri 1’den büyük olan ve kümülatif olarak toplam parça skorlarındaki değişimin %71.45’ini ortaya koyan 8 (sekiz) adet temel bileşen (principal component) olduğu belirlenmiştir (Çizelge 2). Komponent skorlarının skattır plot (scatter plot) matriksini oluşturmak için, komponentler (bileşenler) arasındaki dağılım ilişkisini ortaya koymak üzere grafik oluşturulmuştur (Şekil 1). Herbir temel bileşene ait faktör yükleri de Çizelge 3’de ifade edilmiştir. Modelde kullanılan tüm analizler PASW 19 (SPSS, 2010) istatistiksel paket programı kullanılarak yapılmıştır.

3. BULGULAR

Firmaların %36.3 ‘ü (33 adet) en az bir ya da daha fazla gıda güvenliği sistemine [ISO 9001 vb] sahip iken, geriye kalan firmaların (58 adet) herhangi bir sertifikasyon sistemine sahip olmadıkları tespit edilmiştir. Ayrıca işletmelerin hiçbirinin OHSAS 18001 İş Sağlığı Güvenliği ve TS EN ISO 14001 Çevre Yönetim Sistemi güvenlik sistemlerine sahip olmadığı belirlenmiştir.

Temel bileşenler analizine göre; değişimin %36.38’ini açıklayan birinci bileşen aşağıdaki ekonomik teşvik edici parametreleri içermektedir. Bunlar: üreticinin yetiştirme koşullarına, kuru incirin kalitesine ve sınıfına, depocunun ya da üreticinin kuru inciri iyi sınıflandırmasına, kuru incirin işletmede tekrar sınıflandırılmasına oldukça önem verme, ayrıca fümigasyon aşamasında kullanılan yöntem, kuru incirin tüketicinin isteklerine göre paketlenmesi ve markaya yeterince önem verme ifadeleridir. Değişimin %8.77’sini kapsayan ikinci bileşen de aşağıdaki parametreleri içermektedir: kuru incirin temiz ve kaliteli olmasına yönelik çalışmalar yapma, üreticinin ilek filesi, ekşilik böceği kullanma vb gibi İTU yapmasına önem verme, organik tarım ve diğer İTU yapılmasının da tercih edilmesi, ürün işleme aşamalarının mevcut gıda güvenliği sistemine göre takip edilmesi, kuru incirin işleme aşamalarının tümünde, soğuk hava depolarında bekletmeye özen gösterme, yükleme ve taşıma işlemlerinin de yeterli hijyen ve temizlik koşulları altında gerçekleşmesini sağlama. Değişimin %6.20’sini içeren üçüncü bileşen de aşağıdaki ekonomik teşvik edicileri içermektedir. Bunlar: aracıda/depocuda aflatoksin ile bulaşık olma olasılığı olan kuru incirlerin UV lamba altından geçirilmesi, incirin işletmede tekrar UV lamba altından geçirilmesi, kuru incirlere uygun bir tuzlama işleminin uygulanması, tuzlamadan sonra kurutma ve ikinci kez UV lamba altından geçirme, işletmede kullanılan suyun içeriği ve analizine önem verme, alıcı firmaların işletmeyi ziyaret etmelerini önemseme. Değişimin %5.32’sini ifade eden dördüncü bileşen de aşağıdaki parametreleri içermektedir. Bu ekonomik teşvik ediciler: depocunun/aracının güvenilir olması, çoğu kez kuru inciri depocudan almayı tercih etme, kuru incir alım maliyetine önem verme.

Çizelge 1. Kuru incir firmaları için tanımlanan ekonomik teşvik edicilere ait ortalama skor değerleri¹ ve güvenilirlik testleri

Dönemler	Ekonomik teşvik ediciler	Aritmetik ortalama	Standart sapma	Düzeltilmiş madde - toplam korelasyon	Cronbach alfa (α)
İşleme öncesi aşama	Üreticinin yetiştirme koşullarına önem veririm.	3.07	1.09	0.643	0.681
	Kuru incirin kalitesi, görünümü ve sınıfına önem veririm.	3.73	1.00	0.663	0.772
	Kuru incirin temiz ve kaliteli olmasına yönelik çalışmalar yaparım.	2.36	1.20	0.632	0.688
	Depocunun/aracının güvenilir olmasına dikkat ederim.	3.26	1.17	0.614	0.714
	Çoğu kez kuru inciri depocu/aracıdan alırım.	2.58	1.13	0.510	0.671
	Depocunun ya da ürününün alındığı üreticinin kuru inciri iyi sınıflandırmasına dikkat ederim.	3.75	0.94	0.667	0.787
	Kuru incirin alım maliyetine önem veririm.	2.92	0.76	0.515	0.678
	Aracıda/depocuda, aflatoksin ile bulaşma ihtimali yüksek kuru incirleri ayıklamak için, ultra-violet (UV) lamba altından geçirilmesine dikkat ederim.	2.96	1.15	0.734	0.704
	İşlenen kuru incirin ova inciri ya da dağ inciri olmasına dikkat ederim.	3.81	0.76	0.524	0.683
	Üreticinin, ilek filesi, ekşilik böceği tuzağı kullanması, ürününü kasada depolaması gibi iyi tarım uygulamalarına (İTU) dikkat etmesi önemlidir.	1.70	1.19	0.536	0.789
Üreticinin organik tarım ve diğer İTU yapması önemlidir.	1.82	1.16	0.592	0.816	
İşleme aşaması	İşletmede tekrar kuru incirin sınıflandırılması önemlidir.	3.59	1.08	0.634	0.782
	Mevcut kalite güvence sistemlerine uygun olarak ürün işleme aşamalarının takip edilmesi önemlidir.	1.97	1.19	0.588	0.681
	İncirin UV lamba altından geçirilip, aflatoksin ile bulaşık olma olasılığı olanların ayrılması önemlidir.	2.64	1.22	0.685	0.662
	İncirin, işleme aşamasına gelinceye kadar, soğuk hava depo koşullarında bekletilmesine dikkat ederim.	2.05	1.29	0.530	0.682
	Kuru incirin tuzlu sudan geçirilme işleminin iyi bir şekilde yapılması önemlidir.	3.33	1.18	0.539	0.756
	Tuzlu su işleminden sonraki aşamada kuru incirin kurutulması önemlidir.	3.42	1.09	0.601	0.795
	Kuru incirleri ikinci kez UV lambadan geçirmeye dikkat ederim.	2.48	1.51	0.717	0.794
	Fümigasyon aşamasında kullandığımız yönteme dikkat ederim.	3.48	1.17	0.558	0.683
	İşletmede kullanılan suyun içeriği ve analizi önemlidir.	1.89	1.33	0.647	0.750
	Paketleme aşamasında kuru incirin, tüketicinin istediği işleme yöntemine göre paketlenmesi önemlidir.	3.56	1.13	0.671	0.727
Yükleme, taşıma işlemlerinin, sağlıklı ve hijyenik yapılması önemlidir.	2.60	1.16	0.677	0.717	
İşleme sonrası aşama	Müşterilerin firma faaliyetleri için olumlu düşünmesi önemlidir.	3.71	0.87	0.733	0.736
	Verimli reklam kampanyalarımız olmaktadır.	1.60	0.86	0.509	0.677
	Alıcı firmaların, işletmeyi ziyaret etmeleri önemlidir.	3.19	1.21	0.624	0.689
	Marka, firma faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.	3.20	1.15	0.666	0.707
	Rakiplerden daha düşük fiyatlar verebilmek, pazarlama stratejisi açısından önemlidir.	2.56	1.19	0.514	0.679
	Yeni müşteri edinme konularına dikkat ederim.	3.30	1.06	0.517	0.684
	Kuru incir işleme şekillerini müşteri talebi belirler.	3.48	1.28	0.530	0.711
	Kuru incir işleme şekillerini genellikle tecrübelerime dayalı olarak ben belirlerim.	2.53	1.27	0.525	0.684

¹Skor değerleri, 1= kesinlikle katılmıyorum, 5= kesinlikle katılıyorum ifadelerini belirtmektedirler.

Çizelge 2. Eigen değerlerine göre temel bileşenler

Temel Bileşenler	Başlangıç Eigen değerleri		
	Toplam	Değişimin yüzdesi (%)	Kümülatif (%)
1	11.64	36.38	36.38
2	2.81	8.77	45.15
3	1.99	6.20	51.35
4	1.70	5.32	56.67
5	1.46	4.57	61.24
6	1.14	3.55	64.79
7	1.09	3.42	68.21
8	1.04	3.24	71.45

Değişimin %4.57'sini içeren beşinci bileşen ise, kuru incir işleme şekillerini müşteri talebinin belirlenmesi ve bu işleme şekillerini kendi tecrübelerime dayalı olarak firma yöneticilerinin kendisinin belirlenmesi ifadelerini içermektedir. Değişimin %3.55'ini içeren altıncı bileşen ise rakiplerden daha düşük fiyat verebilmenin pazarlama stratejisi açısından önemli olduğu ifadesini içerirken, değişimin %3.42'sini ifade eden yedinci bileşen ise verimli reklam kampanyalarının gerçekleştirilmesi parametresini kapsamaktadır. Son olarak ise, değişimin %3.24'ünü belirten sekizinci bileşenin de, işlenen kuru incirin ova ya da dağ inciri olmasına önem verme ve yeni müşteri edinme gibi konulara dikkat etme gibi ekonomik teşvik edici parametreleri içerdiği belirlenmiştir. Temel bileşenler arasındaki dağılım ilişkisi incelendiğinde, genel olarak bileşenler arasında eğrisel yani birbirine paralel olmayan dağılım olduğu tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA VE SONUÇ

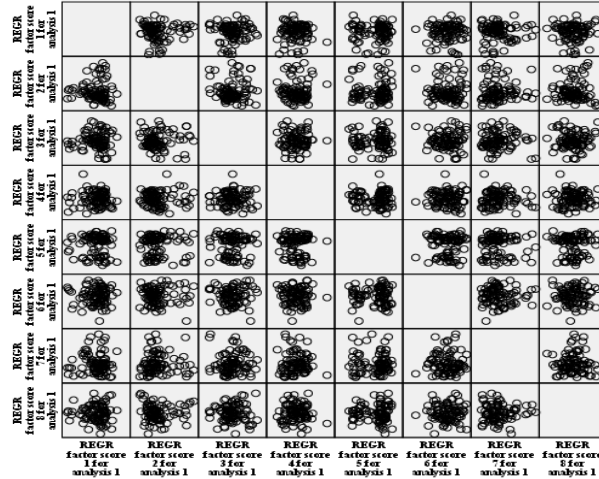
Kuru incir firmalarında, gıda güvenliği sistemlerinin adaptasyonuna etkisi olduğu öngörülen parametreler arasında yapılan temel bileşenler analizine göre, birinci bileşen içinde; işleme öncesinde, üreticinin yetiştirme koşullarının uygun olması, kuru incirin yeterince kaliteli olup, üreticinin iyi bir sınıflandırma yapması ilk öncelikli konular arasında olduğu tespit edilmiştir. İşleme aşamasında da ise yine sınıflandırmanın düzgün yapılması, fümigasyon ve paketleme işlemlerinin istenilen şekilde olması gibi özellikler ilk bileşen içerisinde yer almıştır. Pazarlama aşamasında da, müşterilerin firma faaliyetleri hakkında olumlu düşünmesi ve marka kullanım etkinliğinin öncelikli parametreler arasında yer aldığı tespit edilmiştir. Yine ikinci ve üçüncü temel bileşen içerisinde de, genel olarak üretici ve işleme aşamasında iyi üretim ve işleme uygulamalarına önem verme, alıcı firma faaliyetleri ve tercihlerini dikkate alma gibi parametreler yer almıştır. Bu sonuçlar; firma düzeyinde gıda güvenliği uygulamalarının benimsenmesine etki eden faktörlerin belirlenmesine yönelik yapılmış olan diğer çalışmalar ile büyük oranda tutarlılık göstermektedir (Gorris, 2005; Van Schothorst ve ark., 2009; Doménech ve ark., 2011). Üretici, depocu/aracı ve firma düzeyinde olabildiğince iyi uygulamaların yerine getirilmesi

doğal olarak beraberinde bir maliyet unsurunu getirecektir. Cobanoğlu ve ark. (2010), kuru incir arz zincirinde, üreticiden, firma düzeyine kadar olan aşamada iyi uygulamaları yerine getirmenin, kovansiyonel sisteme göre belirli bir maliyet farkını oluşturduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, bu sistem değişikliğinin, 1 kilogram kuru incir başına 1.14 ABD doları fark oluşturduğunu, bu farkın da; 0.51 dolarının üretici, 0.22 doların depocu/aracı ve 0.41 dolarının da işleyici/firma düzeyinde meydana geldiği ifade edilmiştir. Ancak bu maliyet artışının, söz konusu iyi uygulamaların yerine getirilmemesi ile oluşacak zarardan çok daha az olduğu birçok çalışma tarafından belirlenmiştir (örneğin; Hassan ve ark., 2004; Mensah ve Julien, 2011). Dördüncü temel bileşen içerisinde, depocu/aracı faaliyetlerinin uygunluğu ve ürün alımında bunların tercihi, kuru incir alım maliyetinin minimize edilmesi, beşinci bileşen içinde, kuru incir işleme şekillerinin müşteri tarafından ya da firma sahibi tarafından tecrübeye dayalı olarak belirlenmesi parametreleri yer almıştır. Altıncı, yedinci ve sekizinci bileşenler de sırasıyla; rakiplerden daha düşük fiyat verme, verimli reklam kampanyaları oluşturma, yeni müşteri edinme ve kuru incirin ova veya dağ inciri olmasına dikkat etme gibi değişkenler, gıda güvenliği sistemlerinin benimsenmesine olumlu yönde etki eden ekonomik teşvik ediciler olarak tespit edilmiştir. Bektaş ve Miran (2005), kuru incir üretiminin, Türkiye'de yoğun olarak yetiştirildiği bölgeler olan Aydın ve İzmir yöresinde, zaten büyük oranda organik sisteme uygun olarak yetiştirildiğini, üretici boyutunda, organik sistem ile kovansiyonel sistem arasında verim kaybı yönünden bir fark olmadığını belirtmişlerdir. Sadece iyi bir eğitim ve danışmanlık hizmetinin sağlanarak, sözleşmeli üretim sisteminde prim ödeme koşullarında, üretici ve firma arasında karşılıklı güvenin tesis edilmesinin önemini vurgulamışlardır. Mutlu ve ark. (2003) HACCP sisteminin firma düzeyinde adaptasyonuna etki eden faktörler arasında; ürünün güvenilir olmak zorunda olması, gıda güvenliğinin fiyattan daha önemli olduğu, tüketici şikayetlerinin düzenli olarak kayıt edilmesi zorunluluğunun bulunduğu, HACCP'in tüketici bağlılığı ve firma performansını geliştirmesi vb. ekonomik teşvik edicilerin ilk sıralarda bulunduğunu ifade etmişlerdir. Kuru incir firmalarının, özellikle orta ve büyük ölçekli olanların, büyük oranda ihracat (%90'ı AB pazarlarına yönelik) hedefli çalışmalarından dolayı, söz konusu gıda güvenliği sistemlerinin benimsenme oranının artmış olduğu gözlemlenmiştir. Bunun sonucu olarak da, halen bazı problemler ve uygulama yetersizlikleri görülse de, söz konusu sistemlerin adaptasyonu ile firmaların, bazı temel uygulamaları (hijyenik ürün işleme, üreticiden tüketiciye sürdürülebilirlik sağlama vb.) önemli ölçüde yerine getirdiği tespit edilmiştir.

Çizelge 3. Ekonomik teşvik edici parametrelerin belirlenmesine yönelik temel bileşenlere ait faktör yükleri

Ekonomik teşvik edici parametreler ¹	Temel Bileşenler							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Üreticinin yetiştirme koşullarına önem veririm.	0.690	0.373	0.191	0.019	-0.079	0.076	-0.170	-0.178
Kuru incirin kalitesi, görünümü ve sınıfına önem veririm.	0.752	0.125	0.265	0.309	-0.016	-0.107	-0.036	0.070
Kuru incirin temiz ve kaliteli olmasına yönelik çalışmalar yaparım.	0.227	0.638	0.218	0.229	0.077	0.050	0.338	-0.046
Depocunun/aracının güvenilir olmasına dikkat ederim.	0.557	0.208	0.126	0.563	-0.062	0.005	0.007	0.252
Çoğu kez kuru inciri depocu/aracıdan alırım.	0.073	0.088	0.195	0.814	0.055	-0.045	-0.030	0.085
Depocunun ya da ürününün alındığı üreticinin kuru inciri iyi sınıflandırmasına dikkat ederim.	0.845	0.159	0.174	0.102	0.037	0.117	-0.033	0.129
Kuru incirin alım maliyetine önem veririm.	0.175	0.139	0.144	0.633	-0.117	0.023	-0.050	-0.092
Aracıda/depocuda, aflatoksin ile bulaşma ihtimali yüksek kuru incirleri ayıklamak için, UV lamba altından geçirilmesine dikkat ederim.	0.289	0.408	0.594	0.229	0.108	-0.021	0.099	0.058
İşlenen kuru incirin ova inciri ya da dağ inciri olmasına dikkat ederim.	0.610	-0.053	0.189	-0.009	0.069	0.025	0.134	-0.451
Üreticinin, ilek filesi, ekşilik böceği tuzağı kullanması, ürününü kasada depolaması gibi iyi tarım uygulamalarına (İTU) dikkat etmesi önemlidir.	0.176	0.869	0.051	-0.038	0.040	-0.120	-0.084	0.111
Üreticinin organik tarım ve diğer İTU yapması önemlidir.	0.197	0.862	0.124	0.012	0.069	-0.039	-0.111	0.131
İşletmede tekrar kuru incirin sınıflandırılması önemlidir.	0.831	0.193	0.192	-0.001	-0.083	-0.045	-0.043	0.199
Mevcut kalite güvence sistemlerine uygun olarak ürün işleme aşamalarının takip edilmesi önemlidir.	0.078	0.715	0.186	0.306	-0.010	0.147	0.105	-0.029
İncirin UV lamba altından geçirilip, aflatoksin ile bulaşık olma olasılığı olanların ayrılması önemlidir.	0.252	0.469	0.575	-0.008	0.037	0.066	0.047	0.237
İncirin, işleme aşamasına gelinceye kadar, soğuk hava depo koşullarında bekletilmesine dikkat ederim.	0.092	0.651	0.084	0.239	0.067	0.303	0.056	0.063
Kuru incirin tuzlu sudan geçirilme işleminin iyi bir şekilde yapılması önemlidir.	0.231	-0.015	0.796	0.156	-0.057	-0.032	-0.098	-0.059
Tuzlu su işleminden sonraki aşamada kuru incirin kurutulması önemlidir.	0.357	-0.031	0.736	0.249	-0.122	0.032	-0.110	0.043
Kuru incirleri ikinci kez UV lambadan geçirmeye dikkat ederim.	0.229	0.409	0.687	0.121	0.040	0.028	0.001	0.164
Fümigasyon aşamasında kullandığımız yönteme dikkat ederim.	0.546	0.010	0.391	0.156	0.209	0.287	-0.062	-0.007
İşletmede kullanılan suyun içeriği ve analizi önemlidir.	0.077	0.563	0.633	-0.019	0.099	0.155	-0.098	0.093
Paketleme aşamasında kuru incirin, tüketicinin istediği işleme yöntemine göre paketlenmesi önemlidir.	0.664	0.185	0.259	0.149	0.264	0.247	0.145	-0.098
Yükleme, taşıma işlemlerinin, sağlıklı ve hijyenik yapılması önemlidir.	0.221	0.627	0.402	0.062	-0.113	0.252	0.227	-0.135
Müşterilerin firma faaliyetleri için olumlu düşünmesi önemlidir.	0.649	0.284	0.305	0.106	-0.026	0.323	0.164	-0.108
Verimli reklam kampanyalarımız olmaktadır.	-0.073	0.028	-0.098	-0.107	-0.069	-0.084	0.853	0.138
Alıcı firmaların, işletmeyi ziyaret etmeleri önemlidir.	0.333	0.153	0.524	0.316	-0.083	0.187	0.038	-0.163
Marka, firma faaliyetlerinin sürdürülebilirliği açısından önemlidir.	0.582	0.393	0.375	0.005	-0.079	0.293	0.350	-0.247
Rakiplerden daha düşük fiyatlar verebilmek, pazarlama stratejisi açısından önemlidir.	-0.189	-0.095	-0.055	0.070	0.022	-0.721	0.056	-0.213
Yeni müşteri edinme konularına dikkat ederim.	0.090	0.173	0.150	0.037	-0.099	0.266	0.251	0.628
Kuru incir işleme şekillerini müşteri talebi belirler.	0.230	0.165	0.056	-0.064	0.853	-0.080	0.008	-0.119
Kuru incir işleme şekillerini genellikle tecrübelerime dayalı olarak ben belirlerim.	0.149	0.022	0.042	0.040	-0.916	-0.031	0.084	-0.027

¹Koyu harf ile belirtilmiş olan değerler, her bir ekonomik teşvik edici parametrenin, sahip olduğu faktör yüklerine göre, ait olduğu temel bileşen sütununu göstermektedir.



Şekil 1. Temel bileşenler arasındaki dağılım ilişkisi

İthalatçı firmaların istemiş olduğu, iyi hijyen, iyi üretim ve iyi yönetim uygulamaları, görünmez bir kural olarak, firma yöneticilerini, söz konusu gıda güvenliği sistemlerini etkili bir şekilde uygulamaya zorladığı ifade edilebilir.

Yasal teşvik edicilerin de, gıda güvenliği sistemlerinin benimsenmesinde oldukça önemli bir etkisinin olduğu da dikkat edilmesi gereken bir konudur (Henson ve Holt, 2001; Hassan ve ark., 2004). Diğer yandan, ülkemizde de yasal mevzuatın, özellikle gıda firmalarında HACCP ve diğer iyi uygulamaların etkili bir şekilde benimsenebilmesi için sürekli bir düzenleme ve yenilenme içerisinde olduğu ifade edilebilir. Son olarak, 11 Haziran 2010 tarihinde Türkiye Cumhuriyeti Resmi Gazetesi'nde (TCRG) yayınlanıp, 13 Haziran 2010 tarihinde yürürlüğe giren 5996 sayılı kanun ile gıda güvenliği hizmetlerinde tek yetkili kurum olarak Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı belirlenmiştir. Bu kanun ile, gıda işletmelerinde zaten zorunlu olarak uygulanan HACCP sertifikasyonu zorunluluğu sürdürülmekte, üreticiden tüketiciye kadar olan tüm aşamalarda, izlenebilirlik ve şeffaflığın sağlanması, tüm hijyenik ve gıda güvenliğine ilişkin ilke ve kuralların detaylı bir şekilde yerine getirilmesi öngörülmektedir (Anonim, 2010). İzleyen dönemde; kuru incir firmaları da dahil olmak üzere, tüm tarıma dayalı sanayi sektörlerinde faaliyet gösteren gıda firmalarında, gıda güvenliği sistemlerinin gereği olan iyi uygulamaların, etkili ve amacına uygun olarak uygulanacağı düşünülmektedir.

Temel bileşenler arasındaki dağılım ilişkisi incelendiğinde, genel olarak bileşenler arasında eğrisel yani birbirine paralel olmayan dağılım olduğu tespit edilmiştir. Bu sonuç da, genel olarak tüm bileşenlerin, incelenmiş olan tüm ekonomik teşvik ediciler ile belirli bir düzeyde korelasyon ilişkisi gösterdiğini, beklenildiği gibi, ilk dört bileşenin, diğerlerine göre, daha çok sayıdaki ekonomik teşvik edici parametre ile korelasyon ilişkisi içerisinde olduğunu ortaya koymuştur.

Sonuç olarak; kuru incir firmaları içerisinde, özellikle AB pazarlarına yönelik olarak, ihracat hedefli çalışan işletmelerin ISO 9001 gibi gıda güvenliği sistemlerini uyguladığı, buna karşın daha çok iç pazar hedefli çalışan küçük ölçekli firmaların ise, bu sistemleri edinmeye ihtiyaç duymadıkları tespit edilmiştir. Diğer yandan; bazı küçük ölçekli firmaların da, herhangi bir gıda güvenliği sistemine sahip olmamasına rağmen, gerek yöneticilerin öngörülere, gerek iç pazardaki tüketici talepleri, gerekse yasal zorunluluklardan dolayı, işleme öncesi, işleme ve işleme sonrası dönemde birçok iyi uygulamayı yerine getirmekte olduğu tespit edilmiştir. Firmalar genelinde de, iyi uygulamaların benimsenmesinde, özellikle iyi işleme sürecinde yoğunlaşan birçok ekonomik teşvik edici parametrenin önemli etkilere sahip olduğu tespit edilmiştir. Özellikle, yukarıda belirtilmiş olan, yeni yürürlüğe giren 5996 sayılı kanun sonrası, firmalarda gıda güvenliği uygulamalarının etkin bir şekilde tesis edilmesine yönelik, ekonomik teşvik edicilerin yanı sıra, ekonomik bariyerlerin de ortaya konulması, gelecekte yapılması gereken önemli çalışma konuları arasında olarak gösterilebilir.

TEŞEKKÜR

Söz konusu çalışma, Adnan Menderes Üniversitesi (ADÜ), Bilimsel Araştırma Projeleri (ZRF-10012) desteği ile yürütülen entegre bir proje çalışmasının belirli bir bölümünü sunmaktadır.

5. KAYNAKLAR

- Ak, İ., 2004. Ekolojik tarım ve hayvancılık. 4. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, 1: 490-497, 1-3 Eylül, Isparta.
- Aksoy, U., Meyvacı, K.B., Sen, F., Can, H.Z., 2009. Monitorin aflatoxin contamination in Turkish dried figs. IV. International Symposium on Fig, 29 September-3 October, Meknes, Morocco.
- Antle, J.M., 2001. Economic analysis of food safety. Handbook of Agricultural Economics. Eds: Gardner, B., Rausser, G. Vol. 1B. Amsterdam: Elsevier.

- AİGTHM, 2010. Aydın İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğü, Gıda ve Yem Şube Müdürlüğü verileri, 2010.
- Anonim, 2004. Türkiye Cumhuriyeti (TC) Resmi Gazete, 27/5/2004 tarih ve 5179 sayılı Gıdaların Üretimi, Tüketimi ve Denetlenmesine Dair Kanun Hükmünde Kararname, Ankara.
- Anonim, 2010. Türkiye Cumhuriyeti (TC) Resmi Gazete, 11/6/2010 tarih ve 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, Ankara.
- Anonim, 2011a. İyi Tarım Uygulamaları (İTU). Available from URL: <http://iyi.tarim.gov.tr/> [Ulaşım: 14 Aralık 2011].
- Anonim, 2011b. Standart Kalite Teknik Danışmanlık Ltd. Şti. Available from URL: <http://www.standartkalite.com/> [Ulaşım: 14 Aralık 2011].
- Baş, M., Ersun, A.Ş., Kivanç, G., 2006. Implementation of HACCP and prerequisite programs in food business in Turkey. *Food Control*, 17(2): 118-126.
- Baş, M., Yüksel, M., Çavuşoğlu, T., 2007. Difficulties and barriers for the implementing of HACCP and food safety systems in food businesses in Turkey. *Food Control*, 18: 124-130.
- Bektaş, Z.K., Miran, B., 2005. Geleneksel ve organik kuru incirin ekonomisi üzerine bir araştırma: Aydın ili örneği. *ADÜ Ziraat Fak. Der.*, 2(2): 79-86.
- Buzby, J.C, Frenzen, P.D., Rasco, B., 2001. Product liability and microbial food borne illness. *Agricultural Economic Report No. 799*.
- CAC, 2011. Proposed draft maximum levels for total aflatoxins in dried figs (N-11-2010). Codex Alimentarius Commission, Joint FAO/WHO Food Standards Programme Codex Committee on Contaminants in Foods. 5th 447 Session, The Hague, The Netherlands, 21-25 March 2011.
- Caswell, J.A., Bredahl, M.E., Hooker, N.H., 1998. How quality management metasystems are effecting the food industry? *Rev. Agric. Econ.*, 20: 547-557.
- Çobanoğlu, F., 2007. Türkiye kuru ve taze incir üretim, iç ve dış pazarlamasında bazı kalite güvence sistemlerinin uygulanabilirliği üzerine bir araştırma. Doktora tezi. Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Cobanoğlu, F., Aksoy, U., Tunalioglu, R., Karaman, A.D., 2010. Differences in the economic cost of implementing conventional practices and good practices intended for aflatoxin management in the dried fig supply chain. *Toxin Rev.*, 29(3-4): 87-98.
- Davis, J.A., 1971. *Elementary Survey Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, pp. 9-32.
- Demirbaş, N., Gölge, E., Tosun, D., Çukur, F., 2008. Food safety practices in milk collection centers in Turkey: a case study. *Brit. Food J.*, 110(8): 781-789.
- Demirbaş, N., Karagözlü, C., 2008. Constraints in meeting food safety and quality requirements in the Turkish dairy industry: a case study of Izmir province. *J. Food Protect.*, 71(2): 440-444.
- Demirel, N.N., 2007. Tüketicilerin gıda güvenliği hakkındaki bilgi düzeylerinin tespiti. Yüksek Lisans tezi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Fen Bil. Enst. Çanakkale.
- Doménech, E., Amorós, J.A., Pérez-Gonzalvo, M., Escriche, I., 2011. Implementation and effectiveness of the HACCP and pre-requisites in food establishments. *Food Control*, 22: 1419-1423.
- EC, 2006. Setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. European Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006. *Official Journal of the European Union*. L 364, 20.12.2006, p. 5-24.
- EC, 2008. European Commission: Final report of a mission carried out in Turkey, from 14 October to 23 October 2008 in order to assess the control systems in place to prevent mycotoxin contamination in hazelnuts, pistachios and dried fruit intended for export to the European Union. European Commission 2008. DG (SANCO)/2008-7858-MR-Final, European Commission, pp 1-23.
- Esengün, K., 2010. Avrupa Birliğine uyum sürecinde gıda sanayi işletmelerinin gıda güvenliğini ve kalitesini sağlamaya yönelik araçlara uyum düzeylerinin belirlenmesi. T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tokat, s. 245.
- Fairman, R., Yapp, C., 2004. Compliance with food safety legislation in small and micro-business: enforcement as an external motivator. *J. Environ. Health*, 3(2): 44-52.
- Field, A., 2005. *Discovering Statistics using SPSS (2nd ed.)*. London: Sage.
- Gorris, L.G.M., 2005. Food safety objective: an integral part of food chain management. *Food Control*, 16(9): 801-809.
- Han, J., Omta, S.W.F., Trienekens, J.H., 2007. The joint impact of supply chain integration and quality management on the performance of pork processing firms in China. *Int. J. Food Agribusiness Manag. Rev.*, 10(2): 67-98.
- Hassan, Z.A., Green, R., Herath, D., 2004. An empirical analysis of the adoption of food safety and quality practices in the Canadian food processing industry. Available from URL: <http://www.bepress.com/cgi/viewcontent.cgi?article=1012&context=sjohnson> [Ulaşım: 10 Ekim 2009].
- Henson, S., Hooker, N.H., 2001. Private sector management of food safety: public regulation and the role of private controls. *Int. J. Food and Agribusiness Manag. Rev.*, 4: 7-17.
- Henson, S., Holt, G., 2001. Exploring incentives for the adoption of food safety controls: HACCP implementation in the UK dairy sector. *Rev. Agr. Econ.*, 22: 407-420.
- Herath, D., Henson, S., 2010. Barriers to HACCP implementation: Evidence from the food processing sector in Ontario. *Can. Agribusiness*, 26(2): 265-279.
- Holleran, E., Bredahl, M.E., Zaibet, L., 1999. Private incentives for adopting food safety and quality assurance. *Food Policy*, 24: 669-683.
- İter, E., Altındisli, A. 1998. Ekolojik tarım ve ilkeleri. Ekolojik (Organik, Biyolojik) Tarım. Ekolojik Tarım Organizasyonu, s: 24-29, İzmir.
- Jayasinghe-Mudalige, U., Henson, S., 2007. Identifying economic incentives for Canadian red meat and poultry processing enterprises to adopt enhanced food safety controls. *Food Control* 18(11): 1363-1371.
- Karaman, A.D., Kımık, Ö., 2011. Geleneksel süt ürünlerinde coğrafi işaretlemeye bilimsel ve sosyal açıdan bir bakış. *Hasad Gıda*, 26(312): 22-29.
- Khatri, Y., Collins, R., 2007. Impact and status of HACCP in the Australian meat industry. *Brit. Food J.*, 109(5): 343-354.
- Klein, N.L., Leffler, K.B., 1981. The role of market forces in assuring contractual performance. *J. Polit. Econ.*, 89: 615-641.

- Knight, P.G., Jackson, J.C., Bain, B., Eldemire-Shearer, D., 2003. Household food safety awareness of selected urban consumers in Jamaica. *Int. J. Food Sci. Nutr.*, 54(4): 309-320.
- Koç, A.A., Asci, S., Alpas, H., Giray, F.H., Gay, S.H., 2011. Food quality assurance schemes in Turkey. JRC Scientific and Technical Reports. European Commission Joint Research Centre Institute for Prospective Technological Studies.
- Koletzko, B., 2008. Food safety situation in Turkey. DG International Policies of the Union, Policy Department of Economic and Scientific Policy, European Parliament. IP/A/ENVI/NT/2008-20, PE 408.568, 1-14.
- Loader, R., Hobbs, J.E., 1999. Strategic responses to food safety legislation. *Food Policy*, 24: 685-706.
- Malhotra, N.K., 1996). *Marketing Research: An Applied Orientation*, 2nd edition, Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Mensah, L.D., Julien, D., 2011. Implementation of food safety management systems in the UK. *Food Control*, 22(8): 1216-1225.
- Mutlu, S., Bal, T., Say, D., Emeksiz, F., 2003. The adoption and implementation of the food quality system (HACCP) in Mediterranean Region of Turkey. In: Nikolaidis, A., Baourakis, G., Isikli, E., Yercan, M. (eds.). *The market for organic products in the Mediterranean Region*. Chania: CIHEAM-IAMC, pp. 201-217.
- Nunnally, J.C., 1978. *Psychometric Theory*, McGraw Hill, New York, NY.
- Romano, D., Cavicchi, A., Rocchi, B., Stefani, G., 2004. Costs and benefits of compliance for HACCP regulation in the Italian meat and dairy sector. In: 84th EAAE Seminar Food Safety in a Dynamic World, 8-11 February, Zeist, Netherlands.
- Rugman, A.M., Verbeke, A., 1998. Corporate strategy and international environmental policy. *J. Int. Bus. Stud.*, 2(4): 819-834.
- Segerson, K., 1999. Mandatory versus voluntary approaches to food safety. *Agribusiness: An Int. J.*, 15(1): 53-70.
- Spector, P.E., 1992. Summated Rating Scale Construction. *Basic Management*. Ed: Lewis-Beck, M. Newbury Park, CA. pp. 65-78
- SPSS, 2010. PASW 19, Predictive Analytics Software, SPSS Inc., Chicago, USA, 2010.
- Taylor, E., 2001. HACCP in small companies: benefits or burden? *Food Control*, 12: 217-222.
- Trienekens, J., Zuurbier, P., 2008. Quality and safety standards in the food industry, developments and challenges. *Int. J. Prod. Econ.*, 113(1): 107-122.
- Tunahoğlu, R., 2010. Türkiye’de zeytinyağı pazarlamasında gıda güvenliği ve kalite güvence sistemlerinin uygulanması ve gelişmelerin değerlendirilmesi. *Tarım Ekon. Der.*, 16(2): 59-66.
- Van Schothorst, M., Zwietering, M.H., Ross, T., Buchanan, R.L., Cole, M.B., 2009. Relating microbiological criteria to food safety objectives and performance objectives. *Food Control*, 20(11): 967-979.
- Yapp, C., Fairman, R., 2006. Factors affecting food safety compliance within small and medium-sized enterprises: implications for regulatory and enforcement strategies. *Food Control*, 17: 42-52.

NOHUT (*Cicer arietinum* L.)'TA TOHUM İRİLİĞİNE YÖNELİK SELEKSİYONUN VERİM VE VERİM ÖGELERİNE ETKİSİ

B. Tuba BİÇER*

Doğan ŞAKAR

Dicle Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bit. Böl. 21280-Diyarbakır.
*tbicer@dicle.edu.tr

Geliş Tarihi: 09.02.2011

Kabul Tarihi:20.12.2011

ÖZET: Araştırmada (Diyar 95 x ILC 482) melezinden gelen ve F₄ kuşağına kadar bulk olarak ilerletilen nohut melez popülasyonu, F₄ kuşağında dört farklı tohum irilik sınıfına ayrılmış ve teksel seleksiyonla F₈ kuşağına kadar bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal ve bakla sayısı, bitki tane verimi ile 100 tane ağırlığına tohum iriliğinin etkisi gözlenmiştir. İncelenen karakterler yönünden generasyonlar arası ve tohum irilik grupları arası farklılıklar önemli bulunmuştur. İri tohumlular uzun boylu ve iri taneli, ancak dal ve bakla sayıları az ve bu nedenle düşük verimli olmuşlardır. Küçük taneliler ise verimli ancak Pazar değeri düşük küçük tohumlu olmuşlardır. İri tane seçimler ile iri tanelilik yakalanamamıştır.

Anahtar Sözcükler: Nohut (*Cicer arietinum* L.), tohum iriliği, seleksiyon, tohum verimi, korelasyon

THE EFFECT OF SELECTION ON YIELD AND YIELD COMPONENTS FOR SEED SIZE IN CHICKPEA (*Cicer arietinum* L.)

ABSTRACT: Chickpea hybrid population, which has been derived from crosses Diyar 95 x ILC 482 and advanced until F₄ generation by bulk, was separated to four different seed size-classes in this generation. Pedigree selection was used from F₅ to F₈, and seed size effecting plant height, first pod height, number of branches, pods and seeds per plant, seed yield per plant and 100 seed weight were evaluated. Differences among both seed size classes and generations were significant for all characters. The plants of large-seeded group grew up taller and produced larger seeds than the others, but this group gave less branches, pods and grain yield. Small-seeded groups had higher yields, but produced smaller seed with low market value. Large-seeded plants with high yield were not obtained by selection in this study.

Key words: Chickpea (*Cicer arietinum* L.), seed size, selection, seed yield, correlation

1.GİRİŞ

Nohutta (*Cicer arietinum* L.) birinci derecede önemli ve gözle görülebilir tohum kalite kriterleri tohum iriliği, rengi ve şekli olarak sıralanmaktadır. Tohum iriliği dünya nohut ticaretinin önemli kalite parametresi olup vazgeçilmez bir yere sahiptir. pazarlamadan önce derecelendirilen tohumlar iriliklerine göre fiyatlandırılmakta ve daha iri taneliler daha yüksek prim yapmaktadırlar. Tohum iriliğinde 1 mm'lik artış fiyatı 80-190 ton/USD değiştirebilmektedir. Türkiye'de 8.0 mm tane iriliği için ton başına 831 dolar verilirken 10.0 mm için 1107 dolar verilmektedir (Düşünceli ve ark. 2007). Tohum iriliği, kısmen içinde bulunulan çevre tarafından kısmen de genetik olarak kontrol edilen, daima tüketici tercihleri ile belirlenen önemli bir verim ve adaptasyon özelliğidir (Singh ve Paroda 1986; Upadhyaya ve ark. 2006).

Tohum iriliğinin bitki performansı üzerindeki etkisi uzun zamandır bilinmektedir. Nitekim, tohum iriliği başlangıç noktasını temsil etmekte olup önceleri büyük tohumdan oluşan bitkilerin iyi bir rekabete sahip olacağı varsayılırken, sonraları yapılan çalışmalarla büyük tohumlu bazı türlerdeki büyüme oranı avantajının kimi hızlı büyüyen küçük tohumlularda da olduğu anlaşılmış (Stougaard ve Xue 2005), büyük tohumlularda tarla koşullarında görülen ilk dönem çıkış hızı ve hızlı büyüme üstünlüğünün tane verimine yansımadağı da görülmüştür (Royo ve ark. 2006).

Stougaard ve Xue (2005), bir ürünün bir çeşidinde bile bitki performansına tohum iriliğinin etkisinin kritik önemde olduğu, ayrıca tane verimi ve tohum iriliği arasındaki olumlu ilişkiden dolayı büyük tohumluların % 18 daha fazla tane verimi verdiklerini bildirmektedir. Royo ve ark. (2006)'a göre makarnalık buğdayda (*Triticum turgidum* var. *durum* L.) küçük tohum kullanmanın birim alan bitki yoğunluğunu % 20 azaltığından verimde yaklaşık % 16 azalmaya neden olduğunu belirtmektedirler. Tawaha ve Türk (2004), bezelyede (*Pisum sativum* L.) ağır tohumların hafif tohumlara göre %12 ile 32 arasında daha çok tane verimi, 100 tane ağırlığı ve bitkide bakla sayısı ürettiklerini bildirmişlerdir. Ancak, Pedersen (2006) Soya (*Glycine max* L.)'da aynı çeşit içinde tohum iriliklerinin verimde farklılıklar oluşturmadığını; Kenneth ve Johnson (2004) Kolza (*Brassica napus* L.)'da; Gan ve ark. (2000) ise nohutta tohum iriliğinin herhangi bir tarımsal karaktere etki etmediğini ancak tohum üretici ve satıcıları için kalite oluşturma anlamında önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Bu araştırma, F₄ generasyonundan elde edilen tohumlarda iriliğe göre yapılan seleksiyonunun ileri generasyonların verim ve diğer özelliklere olan etkisini incelemek amacıyla yürütülmüştür.

2. MATERYAL VE METOT

Araştırmamız 2005-2008 yıllarında ve Diyarbakır ili ilkbahar koşullarında yürütülmüştür. Araştırma yıllarına ait yağış ve sıcaklık değerleri Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Diyarbakır ili 2005-2008 yılları yağış ve sıcaklık değerleri (Kaynak: Diyarbakır Meteoroloji Müdürlüğü Kayıtları, 2008).

Aylar	Yağış (mm)				Sıcaklık (°C)				Nem (%)			
	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008	2005	2006	2007	2008
Ocak	58.7	121.3	44.5	25.0	2.3	0.4	-5.4	-2.0	66	77	85.5	53
Şubat	46.8	121.0	79.8	40.8	3.0	4.3	3.0	1.7	62	71	78.6	53
Mart	58.4	26.6	55.5	17.3	8.4	9.2	8.8	11.6	53	62	73.4	52
Nisan	36.8	77.9	88.2	19.0	14.1	14.5	10.3	16.8	52	69	79.3	39
Mayıs	26.5	38.4	45.5	34.9	19.6	19.4	20.6	18.7	44	53	75.5	35
Haziran	33.1	-	19.5	2.2	25.8	28.5	27.2	27.4	25	23	51.9	25
Temmuz	-	6.1	-	-	32.4	31.4	31.8	31.8	11	25	44	17
Toplam	260.3	391.3	333.0	139.2								

Çizelge incelendiğinde; 2008 yılının (139.2 mm) 2005 (260.3 mm), 2006 (391.3 mm) ve 2007 (333.0 mm) yıllarına göre daha kurak olduğu görülmektedir. Büyüme ve gelişmenin maksimum olduğu Mart, Nisan ve Mayıs ayları incelendiğinde; 2006 (Mart 26.6 mm Nisan 77.9 mm ve Mayıs 38.4 mm), 2007 (Mart 55.5 mm Nisan 88.2 mm ve Mayıs 45.5 mm) yıllarının 2005 (Mart 58.4 mm Nisan 36.8 mm ve Mayıs 26.5 mm) ve 2008 (Mart 17.3 mm Nisan 19.0 mm ve Mayıs 34.9 mm) yıllarından daha yüksek ve düzenli yağış aldığı görülmüştür (Çizelge 1).

Araştırmada, materyal olarak Diyar 95 x ILC 482 melezinin döllerini kullanılmıştır. Melez populasyon F₄ kuşağına kadar bulk olarak ilerletilmiş, F₄ kuşağından sonra pedigrisi ile devam edilmiştir. F₅ bulk populasyonu yuvarlak delikli baklagillere uygun laboratuvar test elekleri kullanılarak dört farklı tohum irilik (9 mm elek arası ve üzeri, 8 mm ve 7.1 mm ve 6.3 mm) sınıfına ayrılmış (Retsch, laboratory test sieve, DIN-ISO 3310/2, Germany), kontrol grubu elekten geçirilmeden tesadüfi seçilmiştir. F₅ kuşağında ise her tohum sınıfı, boyu 10 m olan 8 sıradan oluşmuş parsellere ekilerek bitki boyu ve tohum iriliği için 1000 bitki seçilerek; farklı irilik grubunu temsil eden 30 bitkide ölçüm yapılmıştır. F₆ kuşağında 150 bitki seçilmiş, F₇'de 150 hat, 3 sıra halinde ekilmiş ve hasatta 30 hat seçilmiştir. F₈'de ise bu 30 hat, 3 tekrarlamalı olarak 4 sıra halinde, erken ilkbaharda, 40 bitki/m² (Şehrali, 1988) olacak şekilde elle ekilmiştir. F₅-F₆-F₇-F₈ generasyonlarında bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal ve bakla sayısı, bitki tane verimi ile 100 tane ağırlığı ölçümleri yapılmış elde edilen tüm ortalama değerlerin analizi MSTAT-C (Freed ve ark. 1989) istatistik paket programında değerlendirilmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

Nohutta F₅-F₆-F₇ ve F₈ generasyonlarında tohum iriliğinin bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal

ve bakla sayısı, bitki tane verimi ve 100 tane ağırlığına etkisi incelenmiş; bunlardan bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğine ait ortalamalar Çizelge 2'de verilmiştir.

Bitki boyu yönünden generasyonlar arası farklılık önemli bulunmuştur. F₅'te 42.9 cm olan bitki boyu F₇'de 48.8 cm ve F₈'de 30.6 cm olarak ölçülmüştür (Çizelge 2). Nitekim, denememizdeki tüm generasyonlarda 9.0 mm ile 8.0 mm tohum iriliği grubu en yüksek bitki boyu değerlerini vermiştir (Çizelge 2). Eser ve ark. (1991) nohutta; Erskine (1996) ise mercimekte (*Lens culinaris* Medik) iri tohumluların küçük tohumlulara göre daha uzun bitkiler verdiğini bildirmişlerdir. F₈'deki bitki boyu değerleri diğer yıllara göre oldukça düşük bulunmuştur ki bu durum (yani F₅'den F₇'ye kadar artmış F₈'de düşmüş) daha çok o yıldaki iklim koşullarından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. İklim verileri incelendiğinde; 2008 yılının en düşük yağış toplamı ve nem içeriğine sahip olduğu görülecektir. Ayrıca, nohutta bitki boyunun çevresel pek çok faktörden önemli düzeyde etkilenen bir karakter olduğu Cubero 1987 ve Chauhan ve Singh 1998 tarafından da bildirilmiştir. Buna karşılık, Kumar ve Dubey (2001) yüksek kalıtım derecesine sahip olan bu karakteri genetik faktörlerin çevreden daha çok etkilediğini; yine Biçer ve Şakar (2008) bu karakterin orta derecede kalıtıma sahip olup hem çevresel hem de genetik etkilerle hareket ettiğini bildiren bulguları ile çalışmamızda da elde ettiğimiz genetik ve çevresel etkilerin önemli olduğu bulgusu uyuşmaktadır. İklim koşulları ne olursa olsun iri seçilen tanelerin tüm yıllarda yüksek bitki boyu değerleri vermesi genetik etkinin, yine her üç yıla karşılık 2008 yılının düşük değer vermesi ise çevresel etkinin önemini göstermektedir. Ancak 2008 yılında en yüksek değerlerin, iri taneli gruptan gelmesi tane iriliği yönünden yapılan seleksiyonlarla aynı çeşit içerisinde dahi yüksek bitki boyu değerlerinin elde edilebileceğini ortaya koymaktadır.

Çizelge 2. Nohutta farklı generasyonlarda tohum iriliğinin bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğine etki değerleri

Varyasyon kaynakları	Bitki Boyu (cm)				İlk Bakla Yüksekliği (cm)				
	F ₅	F ₆	F ₇ **	F ₈ **	F ₅	F ₆	F ₇ **	F ₈ **	
Kont.	Min-Max	43-44	45-47	38.3-61.3	27.7-34.3	27-30	25-33	19.1-40.1	19.6-28.3
	Ort.±Std.hata	43.3±0.3	45.7±0.6 a	48.5±1.0 c	31.7±0.5	28.3±0.8	29.3±2.3 ab	28.3±0.9 b	24±0.6 a
	Stand. sapma	0.6	1.1	5.6	2.1	1.5	4.0	5.3	4.4
6.3 mm	Min-Max	38-45	39-42	36.6-57.3	23-31.5	28-32	17-26	18.8-40.1	14.7-24.5
	Ort.±Std.hata	41.3±2.0	40.3±0.8 b	45.4±0.8 d	28.4±0.8	29.3±1.3	21.7±2.6 c	26.3±0.9 b	19.9±0.9 b
	Stand. sapma	3.5	1.5	4.7	2.8	2.3	4.5	5.0	3.1
7.1 mm	Min-Max	36-48	40-47	26-52	21.4-40.6	27-28	30-32	18.8-40.8	14.3-31.3
	Ort.±Std.hata	42±3.4	43.6±2.0ab	43.2±0.9 d	29.8±1.0	27.3±0.3	31±0.5 ab	28.4±1.1 b	22.8±0.9 ab
	Stand. sapma	6.0	3.5	5.4	4.5	0.5	1.0	6.4	4.1
8.0 mm	Min-Max	42-43	41.47	43.6-61.3	16.4-37.6	24-29	27.0-30	21.8-45.8	22-30
	Ort.±Std.hata	42.6±0.3	43.6±1.7 ab	51.3±0.8 a	31.15±1.1	27.0±1.5	28.0±1.0 b	34.6±1.0 a	24.4±2.7 a
	Stand. sapma	0.6	3.0	4.5	4.7	2.6	1.7	5.5	4.6
9.0 mm	Min-Max	41-48	47-49	47.3-65.3	34-38	27-35	32-35	28.1-45.8	9.6-30.3
	Ort.±Std.hata	45.3± 2.1	47.7±0.6 a	55.4±0.9 a	36.4±1.2 a	31.6±2.4	34.0±1.0 a	36.9±0.9 a	24.6±1.0 a
	Stand. sapma	3.7	1.1	5.2	2.1	4.1	1.7	5.0	4.3
Genel ort.	42.9 C	44.2 B	48.8 A	30.6 D	28.7 B	28.8 B	31 A	23.1 C	

** 0.01, *0.05 düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (Büyük harf satır, küçük harf sütun)

İlk bakla yüksekliği yönünden generasyonlar arası farklılık ve tohum iriliğinin etkisi önemli olup her dört generasyondaki en yüksek değer en iri gruptan geldiği belirlenmiştir (Çizelge 2). Kontrol grubunun ilk bakla yükseklikleri (F₅ 28.3 cm, F₆ 29.3 cm, F₇ 28.3 cm ve F₈ 24.0 cm), orta ve küçük taneli tohum grubuna yakındır. F₈ kuşağından alınan en düşük değerler o yılın iklim koşullarından kaynaklanmaktadır. Sürekli iri taneli için seleksiyonla, ilk bakla yüksekliği değerlerinin artış gösterdiği saptanmıştır. İri taneli tohumluk kullanımı ile aynı çeşit içerisinde bile ilk bakla yüksekliklerinin artırılması bazı bölgelerde sorun olan makinalı hasada çözüm getirebilecektir.

Bitkide dal ve bakla sayılarına ait ortalamalar Çizelge 3'de verilmiştir. Bitkide dal sayısı yönünden generasyonlar arası farklılık ve tohum iriliğinin etkisi F₇'de önemli, F₅-F₆ ve F₈'de ise önemsiz bulunmuştur. F₅-F₈ arasındaki her dört generasyonda en az dallanmanın en iri gruba (9.0 mm) ait olduğu, dal sayısı değerlerinin F₅'ten F₇'ye kadar yükselme eğilimine girdiği saptanmıştır (Çizelge 3).

Bitkide bakla sayısı üzerine denemede kullanılan tüm generasyonlar arasındaki farklılıklar önemli, tohum iriliğinin etkisi ise sadece F₇'de önemli bulunmuştur (Çizelge 3). F₇ kuşağında ortalama 33.3 adet olan bakla sayısı en yüksek değerini ise 40.8 adet ile en küçük tohum grubundan (6.3 mm) almıştır. İri tohumlu gruptan (9.0 mm) gelen bitkilerdeki bakla sayısı 27.1 adet olarak saptanmıştır (Çizelge 3). En düşük bakla sayısının diğer özelliklerde olduğu gibi F₈ kuşağından elde edildiği görülmektedir. Tohum iriliklerine göre yapılan seleksiyonların F₅, F₆ ve F₇ generasyonlarında artış sağladığı belirlenmiştir. F₈ kuşağındaki düşük değerler deneme yılının iklim koşullarından kaynaklanmış olabilir. Nitekim tane baklagil bitkilerinin çiçeklenme devresindeki sıcaklık stresine oldukça hassas olduğu, bu devrede sadece birkaç gün süren (30-35°C) sıcaklıklarda bile çiçek ve bakla dökülmeleri sonucunda ağır verim kayıplarının yaşanabildiği diğer araştırmacılar tarafından da bildirilmektedir (Singh ve ark. 1994; Siddique ve ark. 1999).

Çizelge 3. Nohutta farklı generasyonlarda tohum iriliğinin bitkide dal ve bakla sayısına etki değerleri

Varyasyon Kaynakları	Bitkide Dal Sayısı (adet)				Bitkide Bakla Sayısı (adet)				
	F ₅	F ₆	F ₇ **	F ₈	F ₅	F ₆	F ₇ **	F ₈	
Kont.	Min-Max	3-3.2	2.6-3.2	1.6-5.2	1.2-5.0	16-20	20.2-28.6	20-55	4.0-19.4
	Ort.±Std.hata	3±0.1	2.9±0.1	3.4±0.1 ab	2.6±0.2	17.4±1.3	23.6±2.5	33.9±1.5 b	9.25±1.2
	Stand. sapma	0.1	0.3	0.6	0.4	2.2	4.4	0.5	4.5
6.3 mm	Min-Max	2.4-2.8	2.6-3.2	2.7-6.3	1.2-2.8	18.2-23.4	20.8-26.4	26.6-69.3	3.6-18.0
	Ort.±Std.hata	2.6±0.1	2.8±0.2	3.8 ±0.2 a	2.1±0.1	21.2± 1.5	22.7±1.8	40.8±1.7 a	9.45±1.5
	Stand. sapma	0.2	0.3	0.9	0.5	2.6	3.2	9.4	5.0
7.1 mm	Min-Max	2.2-3.2	2.6-3.2	1.7-5.9	2.2-3	7.0-23.6	18.2-21.8	11.1-57.1	5.8-23.8
	Ort.±Std.hata	2.8±0.3	2.9±0.2	3.7±0.18 a	2.6±0.2	17.2±5.1	20.6±1.2	34.6±2.1 b	13.3±5.4
	Stand. sapma	0.5	0.3	0.9	0.4	8.9	2.1	11.5	9.3
8.0 mm	Min-Max	3.2-3.4	3.2-3.4	1.9-7.0	1.2-3.4	17.0- 22.2	18.2-25.2	10.5-66.3	1.2-18.0
	Ort.±Std.hata	3.3±0.1	3.2±0.1	3.5±0.2 a	2.2±0.1	19.7±1.5	21.9±2.0	30.4±2.9 bc	7.22± 0.8
	Stand. sapma	0.1	0.1	1.3	0.6	2.6	3.5	15.7	3.7
9.0 mm	Min-Max	2.2-3.4	3-3.2	1.8-4.2	1.4-3.2	16.2-22.6	15.6-24.8	5.7-44.3	3.0-22.2
	Ort.±Std.hata	2.9±0.3	3.1±0.1	2.9±0.1 b	2.1±0.1	19.0± 1.8	20.0±2.6	27.1±1.8 c	7.68±1.07
	Stand. sapma	0.6	0.1	0.6	0.4	3.2	4.6	9.6	4.5
Genel ortalama	2.96 B	3.01 B	3.5 A	2.3 C	18.92 C	21.75 B	33.3 A	8.42 D	

** 0.01, *0.05 düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (Büyük harf satır, küçük harf sütun)

Denemede incelenen tane verimi ve yüz tane ağırlığına ait ortalamalar Çizelge 4'te verilmiştir. Bitki

tane verimi F₅, F₆ ve F₈ generasyonlarında, alan verimi ise F₇'de incelenmiştir. Bitki tane verimi yönünden

generasyonlar arası farklılıklar önemli, bu karakter üzerine tohum iriliklerinin etkisi önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4). F₅'de 7.18 g olan bitki tane veriminin F₆'da 8.4 g ve F₈'de 2.61 g olduğu saptanmış; tohum iriliklerinin birim alan tane verimine etkisi önemli bulunmuştur. En yüksek tane veriminin 178.0 kg/da ile 7.1 mm ve 6.3 mm olan küçük tane grubuna ait olduğu görülmüş; en iri tohum grubu (9.0 mm) ise 133.1 kg/da ile en az tane verimi vermiştir (Çizelge 4). Belay ve ark. (2009), Etiyopya'da küçük tohumlu buğdaygil bitkilerinde tohum iriliğinin tane verimine etkisinin önemli olmadığını; Eser ve ark. (1991), büyük tohumluların küçük tohumlulardan % 31.4 daha yüksek verim verdiklerini bildirmişler. F₈ bitkilerinin yetiştirildiği dönemdeki kurak ve sıcak hava koşulları, bitkilerin daha hızlı ve erken olgunlaşmalarına yol açarak, bakla ve tohum sayısını azaltmış ve sonuçta kuru madde verimini düşürmüştür. Önceki araştırmacılar da kuraklık ve sıcaklığın tohum verimini azaltan bir faktör olduğunu, generatif devrede meydana gelen yüksek (35/16 °C) ve orta (28/16 °C) derecedeki sıcaklıkların bakla ve tohum sayısı ile tohum ağırlığını azaltarak önemli verim kayıplarına neden olduğunu (Siddique ve ark. 1999; Gaur ve ark. 2008), özellikle bakla gelişimi süresince meydana gelen sıcaklık stresinin verimi % 53'ten daha çok düşürdüğünü bildirmektedirler (Wang ve ark. 2006).

Yüz tohum ağırlığı bakımından generasyonlar arası farklılıklar ve tohum irilikleri önemli bulunmuştur. F₅ ve F₇ generasyonları birbirine yakın değerler vermiş; ancak, F₈'de önemli bir azalma olmuştur. Bu özellik bakımından, F₈ kuşağı hariç diğer

üç generasyonda da en yüksek değerler en iri taneli gruptan (9.0 mm) elde edilmiş; kontrol grubundaki yüz tane ağırlık değeri (38.7 g) küçük ve orta taneli (6.3-7.1-8.0 mm) gruptan yüksek bulunmuştur (Çizelge 4). Öte yandan, F₈'de kuraklıktan kaynaklanan önemli bir tane ağırlık kaybı oluşmuştur. Çevresel etkilerin tane ağırlığı üzerine etkisini araştıran Turner, (2003) kuraklığın, tohum iriliğini önemli miktarda azalttığını bildirmiş; ancak Biçer ve Şakar (2008) ve Çancı ve Toker (2009) yüksek kalıtımın derecesinden dolayı tane ağırlığının çevre koşullardan en az etkilenen bir özellik olduğunu ifade etmişlerdir. Çalışmamızda da iri taneli gruptan sürekli iri taneli çeşit elde etmek büyük olasılıkla gerçekleşmiş, ancak çevresel etkinin bu karakter üzerindeki rolü F₈'de hem irilik hem de genel ortalama üzerinden oldukça önemli görülmüş, ancak F₈ kuşağı ayrı tutulduğunda yıllar arasındaki farklılıkların önemli olarak saptanmaması ise bu karakter üzerindeki genetik etkilerin büyüklüğünü açıkça ortaya koymuştur. Muehlbauer ve Singh (1987), tohum iriliğinin kantitatif yapıda ancak düşük kalıtmı bir karakter olduğunu bildirmesi bizim F₈ kuşağındaki sonuçlarımızı doğrulamaktadır.

Tohum iriliği ile verim ve diğer verim unsurları arasındaki ilişki incelendiğinde; tüm generasyonlarda tohum iriliği arttıkça bitki boyu ve ilk bakla yüksekliği ile yüz tane ağırlığının arttığı ancak bitkide dal ve bakla sayısı ile tane veriminin azaldığı (Çizelge 3 ve 4); buna paralel olarak tohum iriliğinin bitkide dal ve bakla sayısını azalttığı için kuru madde verimini de olumsuz etkilediği görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 4. Nohutta farklı generasyonlarda tohum iriliğinin tane verimi ve yüz tane ağırlığına etki değerleri

Varyasyon Kaynakları	Tane Verimi				Yüztane Ağırlığı (g)				
	F ₅ (g/bitki)	F ₆ (g/bitki)	F ₇ ** (kg/da)	F ₈ (g/bitki)	F ₅	F ₆	F ₇ **	F ₈	
Kont.	Min-Max	6.1-7.9	8.6-11.6	114.6-244.8	0.8-6.2	35.2-36.2	35.6-36.6	32.8-46.5	21.1-38.7
	Ort.±Std.hata	6.9±0.5	9.7±0.9	169.3±6.6 a	2.7±0.4	35.8±0.3 bc	36.1±0.3 c	38.7±0.7 bc	30.0±1.4
	Stand. sapma	0.9	1.6	6.4	1.57	0.5	0.5	4.1	5.5
6.3 mm	Min-Max	7.5-8.06	7.5-8.5	103.5-242.3	0.8-5.5	32.5-33.2	30.8-31.6	24.3- 46.5	14.1-32.1
	Ort.±Std.hata	7.8±0.1	7.9±0.3	178.1±6.5 a	2.7±0.4	32.9±0.2 cd	31.3±0.2 d	32.3±0.8 c	26.6±1.5
	Stand. sapma	0.2	0.5	35.8	1.4	0.4	0.4	4.4	4.9
7.1 mm	Min-Max	2.5-8.6	7.3-8.0	114.8-232.1	2.2-7.4	30.5-33.6	34.2-36.5	28.3-46.2	33.3-35.3
	Ort.±Std.hata	5.4±1.7	7.7±0.2	177.6±5.5 a	4.1±1.6	32.4± 0.9 d	35.2±0.7 c	36±0.9 b	34.3±0.6
	Stand. sapma	3.1	0.3	30.3	2.8	1.6	1.2	5.1	1.0
8.0 mm	Min-Max	5.8- 8.3	5.7-10.1	90.2-235.9	0.24-4.9	36.6- 37.8	38.3-39.8	30.3-45.2	16.6-39.03
	Ort.±Std.hata	7.1±0.7	7.9±1.2	163.1±7.2 a	2.25± 0.2	37.2±0.3 b	38.8±0.4 b	37.5±0.8 b	30.22±1.1
	Stand. sapma	1.2	2.1	39.3	1.0	0.5	0.7	4.3	4.8
9.0 mm	Min-Max	7.8- 10.6	6.5-10.8	68.1-189.5	1.2- 7.4	42.0-49.1	40.4-43.7	32.9-49.9	25.0-39.0
	Ort.±Std.hata	8.7± 0.9	8.5±1.2	133.1±5.9 b	2.55±0.4	44.8±2.1 a	41.9±0.9 a	43.1±0.6 a	33.43±0.9
	Stand. sapma	1.5	2.1	32.5	1.5	3.7	1.6	3.6	3.89
Genel ortalama		7.18	8.37	164.5	2.61	36.7 B	36.7 AB	37.6 A	30.63 C

** 0.01, *0.05 düzeyinde önemlidir. Aynı harflerle gösterilen ortalamalar arasındaki fark önemsizdir (Büyük harf satır, küçük harf sütun)

Çizelge 5. Farklı generasyonlarda tohum iriliklerinin verim ve diğer özellikler ile ilişkileri

Tohum İriligi	Bitki boyu	İlk bakla yük.	Bitkide dal sayısı	Bitkide bakla sayısı	Tane verimi	Yüztane ağırlığı
F ₅	0.22	0.23	-0.16	-0.06	-0.2	0.67*
F ₆	0.33	0.46	0.5	-0.34	-0.3	0.73**
F ₇	0.42**	0.53**	-0.181*	-0.29**	-0.3**	0.36**
F ₈	-0.01	0.13	-0.25*	0.18	-0.119	0.33*

** 0.01, * 0.05 düzeyinde önemlidir.

Na Chiangmai ve ark. (2006) Mungbean (*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek.)’de tohum iriliği ile verim arasındaki ilişkinin, tohum iriliği ile diğer karakterler (bitkide bakla sayısı, bitki boyu, bitki tohum verimi) arasındaki ilişkiyi daha az değerli olduğunu bildirmiş, bunun tohum iriliğinin verime doğrudan etkisi yanında verim unsurlarına olan etkisinin büyüklüğünden kaynaklandığını savunmuştur. Soyada da tohum verimi ve tohum iriliği arasındaki genetik ilişkinin hem F₃ gibi erken ve hem de F₆ ve F₇ gibi ileri generasyonlarda düşük olduğu, bunun ise tohum iriliğinin, dolaylı da olsa tohum verimini etkilemesinden kaynaklanmış olabileceği Pedersen (2006) tarafından da belirtilmiştir.

4. SONUÇ

Araştırmada Diyar 95 x ILC 482 melezinden gelen ve F₄ kuşağına kadar bulk olarak ilerletilen nohut melez populasyonu, F₄ kuşağında dört farklı tohum irilik (9 mm elek sarası ve üzeri, 8 mm ve 7.1 mm ve 6.3 mm) sınıfına ayrılmış ve teksel seleksiyonla F₈ kuşağına kadar bitki boyu, ilk bakla yüksekliği, bitkide dal ve bakla sayısı, bitki tane verimi ile 100 tane ağırlığına tohum iriliğinin etkisi gözlenmiştir. Generasyonlar arası farklılık ve tohum iriliğinin bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğine etkisi önemli bulunmuştur. F₅ kuşağında 42.9 cm olan bitki boyunun F₇ kuşağında 48.8 cm olduğu belirlenmiştir. İri tohuma yönelik seleksiyonların aynı çeşit içerisinde bile bitki boyu ve ilk bakla yüksekliğinde artış meydana getireceği saptanmıştır. Bitkide dal ve bakla sayısı yönünden generasyonlar arası farklılığın ve tohum iriliğinin etkisi F₇’de önemli bulunmuştur. En az dallanma en iri grupta (9 mm) en çok dallanma ise orta ve küçük tohumlu gruplarda (6.3 mm ve 7.1 mm) olmuştur. En fazla bakla üretimi en küçük tohum (6.3 mm) grubundan, en az bakla üretimi en iri tohumlu gruptan (9.0 mm) elde edilmiştir. En yüksek tane veriminin küçük taneli gruplara ait olduğu belirlenmiş, iri taneli gruplardan yüksek verim elde edilememiştir. Yüz tane ağırlığı yönünden generasyonlar arası farklılıklar ve tohum irilikleri önemli bulunurken; iri taneli gruptan yapılacak teksel seleksiyonla iri taneli bir çeşit, karakter üzerine çevresel etkinin önemli bir rolü olduğundan dolayı elde edilememiştir. Tane iriliğine yönelik ıslah çalışmalarında seleksiyonun yönünü sürekli iri taneli gruba yöneltmenin yararlı olacağı saptanmıştır.

5. KAYNAKLAR

Belay, G., Zemedu, A., Assefa, K., Metaferia G., Tefera H., 2009. Seed size effect on grain weight and agronomic performance of tef [*Eragrostis tef* (Zucc.) Trotter]. African J. of Agricultural Res., 4 (9): 836-839.

Biçer, B.T., Şakar, D., 2008. Heritability and path analysis of some economical characteristics in Lentil. J. of Central European Agriculture, 9 (1):191-196.

Biçer, B.T., 2009. The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. African J. of Biotechnology, 8(8), 1482-1487 (2009).

Chauhan, M.P., Singh, I.S., 1998. Genetic variability, heritability and genetic advance for seed yield and other quantitative characters over two years in lentil. Lens News Letter, 25(1-2):3-6.

Cubero, J.I., 1987. Morphology of chickpea. In: Saxena M.C. and K.B. Singh (eds.), Chickpea, pp: 35-67. CAB Pub., UK

Çancı, H., Toker, C., 2009. Evaluation of yield criteria for drought and heat resistance in chickpea (*Cicer arietinum* L.). J. Agronomy & Crop Science, 195 :47-54.

Düşünceli, F., Wood, J.A., Gupta, A., Yadav, M., Yadav, S.S., 2007. International Trade. Book Chapter in Chickpea Breeding and Management p:555-575, CABI Publishing.

Erskine, W., 1996. Seed-size effects on lentil (*Lens culinaris* Medik.) yield potential and adaptation to temperature and rainfall in West Asia. The Journal of Agricultural Science, 126: 335-341.

Eser, D., Ukur, A., Adak, M.S., 1991. Effect of seed size on yield and yield components in chickpea. International Chickpea Newsletter 25:13-15.

Freed, R., Einensmith, S. P., Guetz, S., Reicosky, D., Smail, V.W., Wolberg, P., User’s Guide to MSTAT-C Analysis of Agronomic Research Experiments, Michigan State Uni. USA, 1989.

Gan, Y., McConkey, B.G., Miller, P.R., Zentner, R.P., McDonald, C.L., 2000. Chickpea in semiarid cropping systems. Can J. Plant Sci., 83: 39-46.

Gaur, P.M., Krishnamurthy, L., Kashiwagi, J., 2008. Improving drought-avoidance root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.): Current status of research at ICRISAT. Plant Production Science, 11:3-11.

Kenneth, E. L., Johnson, B.L., 2004. Seed size and seeding depth influence on canola emergence and performance in the Northern Great Plains. Agron. J., 96:454-461.

Kumar, S., Dubey, D.K., 2001. Variability, heritability and correlation studies in grasspea (*Lathyrus sativus* L.). Lathyrus Lathyrism, 2: 79-81.

Muehlbauer, F.J., Singh, K.B., 1987. Genetics of Chickpea. In Saxena, M.C. and Singh, K.B. (eds). The Chickpea “That slows progress in breeding”. CAB International, London, UK, pp. 99-125.15.

Na Chiangmai, P., Laosuwan, P., Waranyuwat, A. 2006. The Effect of mungbean seed Size on germinating ability, bean sprout production and agronomic characters. Silpakorn Uni. Int. Journal, 6 (1-2): 170-189.

Pedersen, P., 2006. Soybean seed quality in 2006. IC-496 (5).

Royo, C., Ramdani, A., Moragues, M., Villegas, D., 2006. Durum wheat under Mediterranean conditions as affected by seed size. J. Agron. & Crop Sci., 192: 257-266.

Siddique, K.H.M., Loss, S.P., Regan, K.L., Jettner, R.I., 1999. Adaptation and seed yield of cool season grain legumes in Mediterranean continents of south-western Australia. Australian J. of Agric. Res., 50: 375-387.

Singh, O., Paroda, R.S., 1986. Association analysis of grain yield and its components in chickpea following hybridization and a combination of hybridization and mutagenesis. Indian J. Agric. Sci., 56:139-141.

Singh, K.B., Malhotra, R.S., Halila, M.H., Knights, E.J., Verma, M.M., 1994: Current status and future strategy in breeding chickpea for resistance to biotic and abiotic stresses. Euphytica, 73: 137-149. Stougaard, R.N., Xue, Q., 2005. Quality versus quantity: spring wheat seed size and seeding rate effects on Avena fatua interference,

Nohut (*Cicer arietinum* L.)'ta tohum iriliğine yönelik seleksiyonun verim ve verim öğelerine etkisi

- economic returns and economic thresholds. European Weed Res. Soc. Weed Res., 45: 351-360.
- Şehirli, S. 1988. Yemelik Dane Baklagiller. A.Ü.Z.F. Yayınları: 1089, Ankara. 360.
- Tawaha, A.M., Turk., M.A., 2004. Field pea seeding management for Semi-arid Mediterranean conditions. J. Agron. And Crop Sci., 190: 86-92.
- Turner, N., 2003. Increasing seed size in chickpeas. Science for Tomorrow Developments. Farming Ahead, CSIRO, No. 135: 50.
- Upadhyaya, H., Kumar, S., Gowda, C., Singh, S., 2006. Two major genes for seed size in chickpea (*Cicer arietinum* L.). Euphytica, 147(3):311-315.
- Wang, J., Gan, Y.T., Clarke, F., McDonald, C. L., 2006. Response of chickpea yield to high temperature stress during reproductive development. Crop Sci., 46: 2171-2178.

ORTA KARADENİZ BÖLGESİ İÇİN GELİŞTİRİLEN REZENE (*Foeniculum vulgare* Mill. var. Dulce) HATLARININ VERİM VE UÇUCU YAĞ ORANLARININ STABİLİTE ANALİZİ

Arslan UZUN^{1*} Kudret KEVSEROĞLU² Hüseyin ÖZÇELİK¹ Serkan YILMAZ¹

¹Karadeniz Tarımsal Araştırma Enstitüsü-SAMSUN ²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi
*arslan.uzun@hotmail.com

Geliş Tarihi: 08.02.2011

Kabul Tarihi: 30.11.2011

ÖZET: Apiaceae (Umbelliferae) familyasına mensup önemli bir baharat bitkisi olan Rezenenin, anavatanı Batı Asya ve Akdeniz ülkeleridir. Ülkemizde sınırlı ölçülerde tarımı yapılarak, Karadeniz Bölgesinde de yetiştirilebilmektedir. Bu çalışmada saf hat seleksiyon yöntemi ile elde edilen 9 hat ve 1 kontrol (Afyon popülasyonu) çeşidinin değişik çevre koşullarında adaptasyon kabiliyetleri ile stabilite parametreleri belirlenmeye çalışılmıştır. Uçucu yağ oranı bakımından 55B127, 55B197 ve 55A69 nolu hatlar en stabil hatlar olarak görülürken, bunlardan en fazla verime sahip 55A69 nolu hattın uçucu yağ oranı bakımından tüm çevre şartlarında iyi uyum gösterdiği belirlenmiştir. Bu hattın tüm çevre şartlarına iyi uyum gösterdiği ancak kötü (kurak) şartlarda veriminin düştüğü tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler : Rezene, tane verimi, uçucu yağ oranı, stabilite.

DETERMINATION OF SOME AGRICULTURAL TRAITS OF CORIANDER (*Foeniculum vulgare* Mill. var. Dulce) LINES DEVELOPED FOR THE MIDDLE BLACK-SEA REGION OF TURKEY AND STABILITY ANALYSIS ON THE YIELD AND QUALITY TRAITS

ABSTRACT: Fennel, which belongs to the family Apiaceae (Umbelliferae), is an important spice plant. The Western Asia and Mediterranean countries are known as the native land of it. Fennel, which is cultivated to a limited extent in Turkey, is also grown in the Black Sea Region. In this study, the stability parameters and adaptation capabilities of 9 lines, which have been obtained by pure line selection method and a control variety (Afyon population) were determined in different environmental conditions. While the lines named 55B127, 55B197 and 55A69 were found to be the most stable lines in terms of volatile oil content, the line 55A69, which gave the greatest yield, well adapted to all environmental conditions with respect to volatile oil content. Even though the line 55A69 showed a good response to all environment conditions, its yield was negatively influenced by arid environment conditions.

Key words: Fennel, seed yield, and volatile oil content, stability

1. GİRİŞ

Rezenenin anavatanı Batı Asya ve Akdeniz ülkeleridir (Davis,1982). Bu bitkinin iki alt türü bulunmaktadır. Bunlardan genellikle kültürü yapılanı tatlı rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. Dulce)'dir (Baydar, 2005; Ceylan, 1997). Günümüzde dünyanın birçok yerinde kültürü yapılan rezene, ülkemizin kuzey, güney ve batı bölgelerinde doğal olarak bulunmaktadır ve çok sınırlı alanlarda tarımı yapılmaktadır. Üretilen rezene tohumunun büyük bir kısmı iç piyasada tüketilirken, geriye kalan kısmı ihraç edilmektedir (Anonim, 1999). Gerek ülke içi, gerekse ülke dışı talebin karşılanması, yapılan üretimlerin ekonomik olabilmesi için verimli ve kaliteli olan üstün özellikli tohumluğa ihtiyaç duyulacaktır. Böylece çiftçimize hem alternatif ürün sağlanmış olacak, hem de doğal ortamdan toplama yoluyla yapılan sökümlerin önüne geçilmiş olacaktır (Arslan, 1990). Ancak verim ve kalite değerler genotiplere ve çevre şartlarına göre değişebilmektedir. Bu nedenle değişen çevre şartlarına karşı verim ve kalite bakımından en uygun çeşitlerin geliştirilmesi gerekliliği doğmuştur. İslahçı bakımından bir bölge için geliştirilen yeni çeşit, o bölgenin kötü çevre şartlarında bile ortalama verimin altına düşmeyecek, iyi çevre şartlarında ise en yüksek verimi verecek güce yani stabiliteye sahip olmalıdır (Özgen, 1994).

Tescile aday hatların seçilmesinde stabilite değerlerinin önemli bir yeri vardır. Yani genotip x çevre interaksyonu ıslahçı açısından önemli bir kriterdir. Çünkü bu değerlerin önemsiz çıkması durumunda çeşit seçimi kolay olacak ve bu durumda her lokasyon için ayrı bir çeşit geliştirme gerekebilir. Her bölge için ayrı bir çeşit ıslah etmek pahalı olacağından bütün çevrelerde yüksek performans gösteren stabil çeşitlerin seçimi tercih edilir (Keser ve ark. 1999; Özberk, 1990). Stabil çeşit, çevreler arasındaki varyansı küçük, performansı ise deneme ortalamasına paralel ve regresyondan sapma kareler ortalaması düşük olan çeşittir (Tuğay ve ark. 1994).

Geliştirilen çeşit adaylarının seçiminde stabilite parametreleri olarak regresyon katsayısı (b) (Finlay ve Wilkinson, 1963; Eberhart ve Russel, 1966), ortalama (x) (Eberhart ve Russel, 1966), regresyondan sapma (S^2d), belirtme katsayısı (r^2), varyasyon katsayısı (VK) ve regresyon sabitesi (a) (Francis ve Kannenberg, 1978) gibi değerler kullanılabilir.

Baharat bitkilerinde ekolojik faktörlerin verim ve kaliteye etkisi diğer kültür bitkilerine göre daha fazladır. Bu faktörler farklı zamanlarda ve ekolojilerde yapılan ekimlerde de benzer bir durum geçerlidir. Burada uygun ekolojinin bulunması kadar farklı ekolojilerde yüksek verim ve kaliteyi sağlayan çeşitlerin bulunması da önemlidir. Bu amaçla bu çalışmada Orta Karadeniz Bölgesi için geliştirilen

hatların farklı lokasyonlarda incelenen özellikler bakımından adaptasyon kabiliyetlerini belirlemek, verim ve kalite değerleri bakımından en stabil hatları ortaya koymak hedeflenmiştir.

2. MATERYAL VE METOD

Araştırma, Amasya ilinde 2 [Gökhöyük (1), Kazanasmas (2)] ve Samsun ilinde [Gelemen (3)] 1 olmak üzere 3 farklı lokasyonda; 9 hat ve 1 standart (Afyon popülasyonu) rezene materyali kullanılarak yürütülmüştür. Denemeler 3 tekerrürlü tesadüf blokları deneme deseninde düzenlenmiş, her bir parsel alanı 10 m², 4 sıralı ve sıra arası 50 cm olarak kurulmuştur.

Gökhöyük lokasyonunda ekimler 22 Mart'ta yapılmış, bu lokasyonda sulama yapılamamıştır. Kazanasmas lokasyonu 28 Mart'ta, Gelemen lokasyonu ise 12 Mayıs'ta ekilmiş olup, bitkiler ihtiyaç duydukça sulama yapılmıştır. Dekara 6'şar kg saf azot ve fosfor dozu hesaplanarak atılmıştır.

Deneme süresince iki ilde de sıcaklık değerleri birbirine paralellik göstermiş, ancak yağış düzeni bakımından büyük bir farklılığın olduğu görülmüştür (Anonim, 2008). Vejetasyon süresi boyunca Amasya ilinde Mayıs ayından sonra toplam yağış miktarı azalmış (19-17 mm) ve Temmuz-Ağustos ayında ise hiç yağış alınamamıştır.

Elde edilen verilere MSTATC istatistik analiz programı ile tesadüf blokları deneme desenine göre lokasyonlar üzerinden birleştirilmiş varyans analizi yapıldıktan sonra hesaplanan lokasyon ortalamaları üzerinden stabilite analizleri yapılmıştır.

Hatların tane verimi ve uçucu yağ oranına ait stabilite parametrelerini belirlemek için ortalama, regresyon katsayısı (b) regresyondan sapma (S²d) ve belirtme katsayısı (r²) parametreleri kullanılmıştır (Eberthart ve Russel, 1966; Özgen, 1994; Emeklier ve Birsin, 2000; Bozoğlu ve Gülümser, 2000).

Bir çeşidin stabil olabilmesi için genotip ortalamasının genel ortalamadan büyük, regresyon katsayısının 1'e eşit ve regresyondan sapma varyansı sıfır veya sıfıra yakın olmalıdır. Genotiplerin adaptasyonları, denemenin genel ortalaması (Xort), regresyon katsayısı (b) ve bunun için belirlenmiş güven sınırları (GS= Xort ± t.Sx) kullanılarak Şekil 1'de olduğu gibi 9 gruba ayrılmıştır (Arshad, 1990).

İyi Çevrelere Kötü Uyum b>1 Xi<Xort	İyi Çevrelere Orta Uyum b>1 Xi=Xort	İyi Çevrelere Orta Uyum b>1 Xi=Xort	İyi Çevrelere İyi Uyum b>1 Xi>Xort
Tüm Çevrelere Kötü Uyum b=1 Xi<Xort	Tüm Çevrelere Orta Uyum b=1 Xi=Xort	Tüm Çevrelere Orta Uyum b=1 Xi=Xort	Tüm Çevrelere İyi Uyum b=1 Xi>Xort
Tüm Çevrelere İyi Çevre b>1 Xi<Xort	Tüm Çevrelere Orta Uyum b=1 Xi=Xort	Tüm Çevrelere Orta Uyum b=1 Xi=Xort	Tüm Çevrelere İyi Uyum b=1 Xi>Xort
Kötü Çevrelere Kötü Uyum b<1 Xi<Xort	Kötü Çevrelere Orta Uyum b<1 Xi=Xort	Kötü Çevrelere Orta Uyum b<1 Xi=Xort	Kötü Çevrelere İyi Uyum b<1 Xi>Xort

Şekil 1. Genotipik adaptasyonun matematiksel ve sözel anlatımı

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

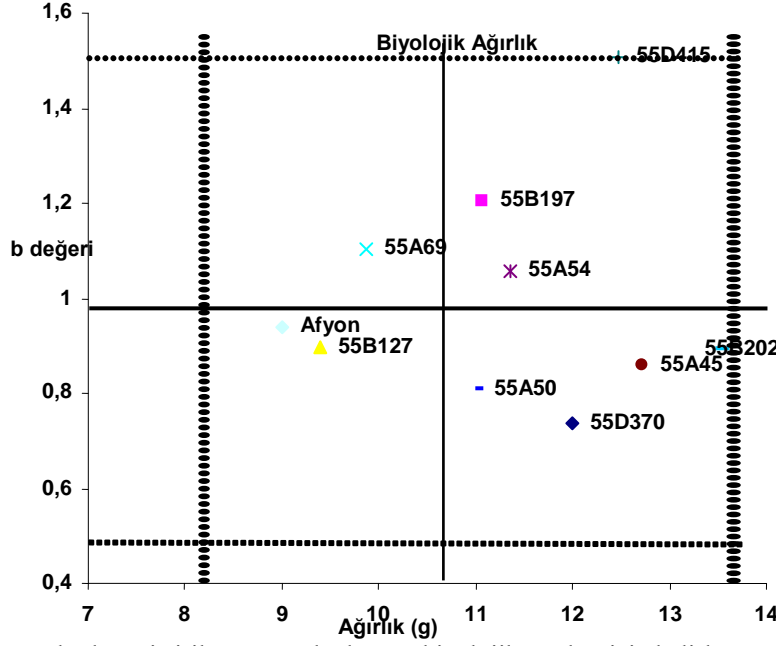
3.1. Biyolojik Ağırlık (g/bitki)

Lokasyonların birleştirilmiş analizine göre rezenede biyolojik ağırlık bakımından hatlar ve lokasyonlar arasında P<0.01 düzeyinde farklılık elde edilmiştir. Hatlardan 55B202 (13.55 g/bitki) en fazla, Afyon (st) popülasyonu ise en az biyolojik ağırlığına (9.00 g/bitki) sahip olduğu görülmüştür. Çizelge 1'de verilen değerler lokasyonlara göre incelendiğinde, Kazanasmas lokasyonunda en fazla (15.8 g/bitki), Gökhöyük lokasyonunda en az (4.71 g/bitki) biyolojik ağırlık tespit edilmiştir. Burada kuruya ekimin verimi çok düşürdüğü belirlenmiştir. Ayrıca genotip X çevre interaksiyonu P<0.01 düzeyinde önemli bulunan çalışmada, biyolojik ağırlık bakımından hatlar farklı çevrelerden birbirlerine göre değişen oranlarda etkilendikleri anlaşılmıştır (Çizelge 1).

Ortalama değeri genel ortalamasının (10.94 g) altında bulunan 55B127, 55A69 ve Afyon popülasyonu biyolojik ağırlık bakımından stabil bulunmamıştır. Regresyon katsayısı b<1 olarak tespit edilen 55D370, 55A45, 55B202 nolu hatlar kötü çevrelerde iyi uyum gösteren hatlar olurken adaptasyon sınırlarının belirtildiği tüm çevrelerde orta uyumlu (Şekil 2), regresyon katsayısı (b) >1 olan 55B197 ve 55A54 nolu hatlar ise tüm çevrelerde orta uyumlu bulunmuştur. Bunun yanında yüksek regresyon katsayısı ile 55B415 nolu diğer hatlara göre daha iyi çevre şartları istediği anlaşılmıştır.

3.2. Tek Bitkide Tane Verimi

Lokasyonlara göre yapılan birleştirilmiş varyans analiz sonuçlarına göre tek bitki verimi bakımından hatlar ve lokasyonlar arasındaki farklılıklar önemli (P<0.01) bulunmuştur (Çizelge 2). Çeşitlere göre ortalama tek bitkide tane verimi 3.16 gr/bitki olup, hatlara göre en fazla 5.46 gr/bitki ile 55B202, en az 2.20 g/bitki ile 55B197 nolu hatların verdiği tespit edilmiştir.



Şekil 2. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen rezene hatlarının biyolojik ağırlığı için belirlenen adaptasyon sınıfları

Çizelge 1. Rezene hatlarının biyolojik ağırlık ortalamaları ve stabilite değerleri

Hatlar	LOKASYONLAR			ORT. *	b	S ² d	r ²	VK
	1	2	3					
55D370	5.78	13.47	11.82	11.99 ac	0.735	0.01	1.00	0.001
55B197	3.98	17.81	11.53	11.06 ac	1.205	7.18	0.96	0.031
55B127	4.14	14.15	10.22	9.40 bc	0.897	2.25	0.99	0.020
55A69	4.49	15.15	15.27	9.88 bc	1.102	3.14	0.98	0.019
55A54	4.55	14.56	15.27	11.36 ac	1.055	4.54	0.97	0.023
55A45	6.90	15.73	14.42	12.71 ab	0.859	0.15	0.99	0.004
55D415	3.31	19.76	14.42	12.47 ab	1.509	2.45	0.99	0.015
55A50	3.74	13.1	8.57	11.01 ac	0.808	3.99	0.95	0.030
55B202	7.63	13.1	22.98	13.55 a	0.892	71.2	0.64	0.074
Afyon	3.07	15.11	6.31	9.00 c	0.938	23.9	0.83	0.076
Ort **	4.71 C	13.22 B	15.8 A	10.94				
VK(%)	21.25	16.62	12.72	14.10				

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli

Lokasyonlara göre ise Kazanasmas ile Gelemen lokasyonundan en fazla ortalama tek bitki verimi (4.54 g/bitki ve 4.40 g/bitki) tespit edilirken, Gökhöyük lokasyonundan en az (0.94 g/bitki) olarak tespit edilmiştir. Elde edilen bu değerler Özkan ve ark. (2000)'nin belirlemiş olduğu değerlerle uyumlu görülürken, Arabacı ve ark. (2005)'nin belirlemiş olduğu değerlerin çok altında kalmıştır.

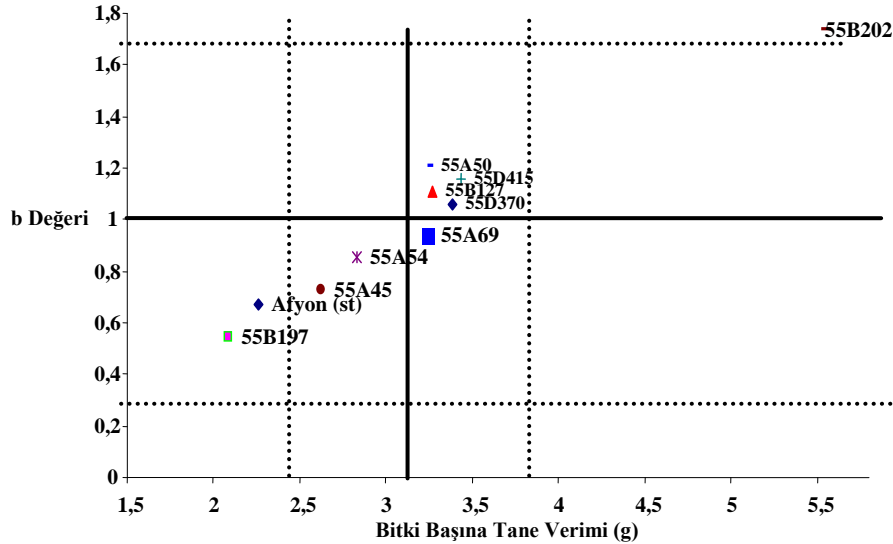
Ayrıca yapılan analize göre "genotip x çevre" etkileşimi önemli bulunmuş olup, çeşitler değişen çevre şartlarından birbirlerine göre değişen oranlarda

etkilendikleri anlaşılmıştır. Buna göre bitkide tane verimi bakımından genel ortalamanın (3.16 g) altında verim alınan 55B197, 55A54, 55A45 ve Afyon populasyonu tüm çevrelerde kötü uyum gösterdikleri görülmüştür. Regresyon katsayısı 1'den küçük olan 55A69 nolu hat kötü çevrede iyi uyum göstermiştir. Regresyon katsayısı 1'den büyük olan 55D370, 55B127, 55D415 ve 55A50 nolu hatlar tüm çevre şartlarında orta uyum gösterirken; 55B202 nolu hat iyi çevre şartlarında iyi uyum göstermiştir (Şekil 3).

Çizelge 2. Rezene hatlarının tek bitkide tane verimi ortalamaları ve stabilite değerleri

Hatlar	LOKASYONLAR			ORT. *	b	S ² d	r ²	VK
	1.	2.	3.					
55D370	0.95	5.29	3.91	3.47 bc	1.06	1.01	0.95	0.11
55B197	0.85	2.61	2.81	2.20 c	0.54	0.02	0.99	0.10
55B127	0.74	4.25	4.83	3.14 bc	1.11	0.15	0.99	0.04
55A69	1.09	5.4	3.24	3.41 bc	0.94	2.41	0.86	0.02
55A54	0.89	3	4.60	2.91 bc	0.85	1.23	0.91	0.14
55A45	0.96	3.98	2.94	2.81 bc	0.73	0.57	0.94	0.11
55D415	0.8	4.25	5.26	3.65 b	1.16	0.47	0.98	0.07
55A50	0.48	4.75	4.50	3.42 bc	1.21	0.04	0.99	0.02
55B202	1.6	5.9	9.16	5.46 a	1.74	5.11	0.90	0.15
Afyon	0.72	3.76	2.30	2.46 bc	0.67	1.10	0.87	0.17
Ort **	0.94 B	4.54 A	4.4 A	3.16				
VK(%)	18.8	4.54	4.4	3.06				

** P<0.01 düzeyinde önemli, *P<0.05 düzeyinde önemli



Şekil 3. Farklı lokasyonlarda yetiştirilen rezene hatlarının tek bitkide tane verimi için belirlenen adaptasyon sınıfları

3.3. 1000 Meyve Ağırlığı (g)

Çalışmada lokasyonların birleştirilmiş analizine göre rezenede ortalama 1000 meyve ağırlığı 6.69 g olarak belirlenmiştir. Yapılan analize göre hatlar arasında farklılık P<0.05 düzeyinde olduğu görülmüş olup, 55B127 nolu hat en yüksek (7.41 g), 55A54 nolu hat ise en düşük (6.33 g) 1000 meyve ağırlığını vermiştir. Ayrıca 1000 meyve ağırlığına çevrenin etkisinin önemli P<0.01 düzeyinde önemli olduğu görülmüştür. Ortalama 1000 meyve ağırlığı Kazanmas lokasyonunda 7.72 g, Gökhöyük lokasyonunda ise 6.11 g olarak tespit edilmiştir.

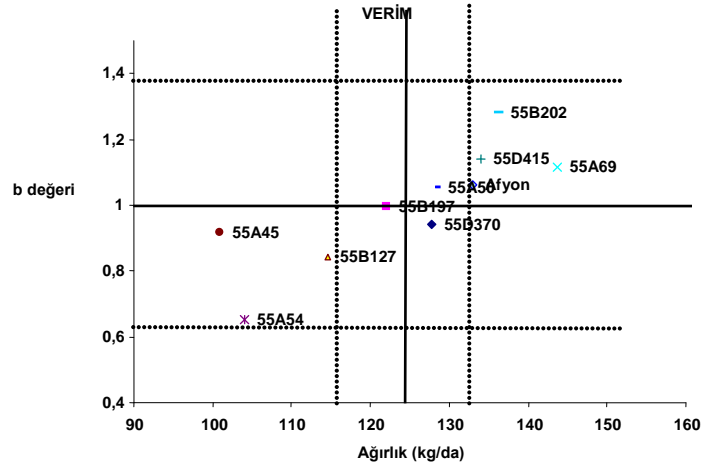
Farklı çevre şartlarında hatların bin meyve ağırlığı değişebilmektedir. Ancak genotip x çevre

interaksiyonunun önemsiz çıkmasından anlaşılacağı gibi farklı çevrelere göre bin meyve ağırlığındaki değişme hatlar arasında paralel gerçekleşmektedir. Farklı çevrelere göre hatların birbirlerinden farklı tepki vermedikleri anlaşılmaktadır. Elde edilen bu ortalama değerler Karaca ve ark. (1999) ile Özkan ve ark. (2000)'nın elde ettiği değerler ile uyumlu iken, Arabacı ve ark. (2005)'nin tespiti ettiği değerlerden düşük olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle 1000 meyve ağırlığı ile ilgili genotiplerin performansları ortaya konulmasına rağmen stabilite analizi yapılamamıştır (Özberk, 1990) (Çizelge 3 ve Şekil 4).

Çizelge 3. Rezene hatlarına ait lokasyon 1000 meyve ağırlığı değerleri ile stabilite değerleri

Hatlar	LOKASYONLAR			ORT. *	b	S ² d	r ²	VK
	1	2	3					
55D370	7.72	8.08	5.60	7.14 ab	0594	3.10	0.37	0.10
55B197	6.92	7.83	6.33	7.06 ab	0.706	0.45	0.78	0.10
55B127	5.5	8.33	8.40	7.41 a	1.404	2.75	0.71	0.09
55A69	5.67	8.46	6.29	6.80 b	1.758	0.02	0.99	0.16
55A54	6.5	6.33	6.01	6.33 c	0.032	0.12	0.11	0.11
55A45	6.27	6.67	7.00	6.64 bc	0.145	0.24	0.33	0.19
55D415	6.33	7.83	7.53	7.23 ab	0.801	0.37	0.84	0.08
55A50	5.33	8.00	5.78	6.56 b	1.706	0.06	0.99	0.11
55B202	6.33	8.00	7.49	7.20 ab	0.921	0.29	0.89	0.23
Afyon	5.28	8.46	6.03	6.38 c	1.997	0.02	0.99	0.01
Ort **	6.11	7.72	6.45	6.69				
	B	A	B					
VK(%)	11.32	8.27	12.5	19.21				

** P<0.01 düzeyinde önemli, * P<0.05 düzeyinde önemli



Şekil 4. Farklı lokasyonlarda rezene hatlarının 1000 meyve ağırlığı için belirlenen adaptasyon sınırları

3.4. Tane Verimi (kg/da)

Birleştirilmiş varyans analizi sonucuna göre verim bakımından hatlar arasında farklılık önemli ($P<0.01$) bulunmuş, en fazla verimi 143.70 kg/da ile 55A69, en az verimi 100.90 kg/da 55A45 nolu hatların verdiği belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada verim üzerine çevrenin etkisi önemli ($P<0.01$) bulunmuş, en fazla verim 207.34 kg/da ile Kazanmasmas, en az verim ise 44.30 kg/da ile Gökhöyük lokasyonlarından elde edilmiştir. Bu değerler Karaca ve ark.(1999)'nın Samsun şartlarında ve Özkan ve ark.(2000)'nin elde etmiş olduğu değerlerden yüksek olurken, lokasyon verilerini dikkate aldığımızda Arabacı ve ark. (2005)'nin tespit ettiği değerlerle uyumlu olduğu görülmüştür. Bu çalışmada tane verimi bakımından lokasyon x genotip interaksyonunun önemli ($P<0.05$) çıktığı tespit edilmiş, bütün hatların değişen çevre şartlarına karşı farklı tepki verdiği anlaşılmıştır. Çizelge 4 ve Şekil 4'te de görüldüğü gibi, Eberthart ve Russel (1966)'ın kriterlerine göre yapılan stabilite analizinde regresyon katsayısı (b) 0.653–1.283,

regresyondan sapma (S^2d) 0.015-0.539 arasında değişmiştir. Verimi genel ortalama olan 124.82 kg/da değerinin altında olan 55A45, 55A54, 55B127 ve 55B197 nolu hatlar tüm çevrelerde kötü uyum göstermişlerdir. 55D370 nolu hat ise ortalama ve regresyon katsayısına göre kötü çevrede iyi uyum gösterirken; Şekil 4'te görüldüğü gibi güven sınırları içerisinde kalarak tüm çevrelerde orta uyum gösterdiği belirlenmiştir. Hatlar içerisinde verim bakımından standart ile birlikte en stabil hatlar sırasıyla 55A50 ve 55D415 olup bu iki hat diğerlerine göre değişik çevre şartlarında daha az değişkenlik göstermiştir. Ancak 55A50 nolu hat lokasyonlar ortalamasını geçmesine rağmen her ikisi de kontrolü geçememiştir. En fazla verimi veren 55A69 nolu hattın sahip olduğu b (1.114) ve S^2d (0.539) katsayıları ile tüm çevrelerde iyi uyum göstermiştir. Bunun yanı sıra, 55B202 nolu hat iyi çevrelerde orta uyum göstererek diğer hatlara göre nispeten iyi şartlar istediği belirlenmiştir.

3.5. Uçucu Yağ Oranı (%)

Uçucu yağ oranı bakımından yapılan birleştirilmiş analize göre hatlar ve lokasyonlar arasında önemli farklılık ($P<0.05$) bulunduğu görülmüştür (Çizelge 5). Hatlardan 55A45 en fazla (% 2.9), 55D370 nolu hattın ise en az (% 2.30) uçucu yağ oranına sahip oldukları tespit edilmiştir. Lokasyonlara göre yapılan incelemede Gökhöyük lokasyonundan en fazla (% 3.07) uçucu yağ elde edilirken, Kutuköy ve Gelemen lokasyonundan istatistik olarak aynı düzeyde uçucu yağ elde edilmiştir. Buna göre uçucu yağ oranı üzerinde çevresel faktörlerin etkisi olduğu ve çok kurak şartlarda hatların uçucu yağ oranlarının yükseldiği anlaşılmaktadır.

Ayrıca yapılan analize göre genotip çevre etkisi $P<0.05$ düzeyinde önemli bulunurken, Eberthart ve Russel(1966)'ın kriterlerine göre yapılan stabilite analizinde regresyon katsayısı (b) 0.401–1.474 arasında, regresyondan sapma (S^2d) 0.019 ile 0.579 arasında değiştiği görülmüştür (Çizelge 5 ve Şekil 5).

Uçucu yağ oranı bakımından lokasyonlar ortalamasının (%2.59) altında kalan 55D370, 55D415, 55B202 ve Afyon popülasyonu tüm çevrelerde uçucu yağ oranı bakımından kötü uyum göstermişlerdir. Bunun yanında regresyon katsayısı (b) 1'in altında olan 55B197, 55A69 ve 55A54 nolu hatlar ise kötü çevre şartlarında iyi uyum gösterirken (Çizelge 5), tüm çevre şartlarına orta uyum gösterdikleri belirlenmiştir (Şekil 5).

İncelenen hatlardan lokasyonlar ortalamasını geçen hatlardan 55A45, 55A50 ve 55B127 nolu hatlar tüm çevre şartlarına orta uyum göstermişlerdir. Bunun yanında 55A69 nolu hat ise yüksek regresyon katsayısından dolayı iyi çevre şartlarına orta uyum gösterdiği görülmüştür (Çizelge 5 ve Şekil 5).

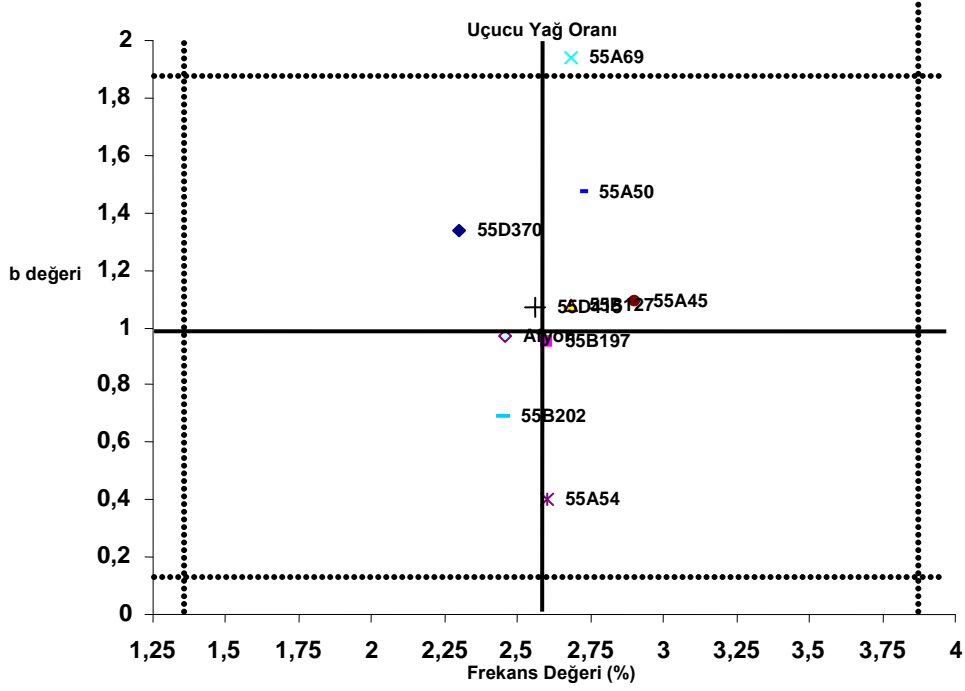
4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Rezene tarımının yapılabildiği bölgemizde verim ve bazı kalite unsurlarının belirlenmesi amacıyla yürütülen bu çalışmada, geçiş bölgesi (Amasya, Tokat ve Çorum) illerini temsilen seçilen Amasya'dan elde edilen sonuçlardan da anlaşıldığı gibi özellikle entansif tarım koşullarında sulamayla birlikte rezene bitkisinden yüksek verim alınabileceği görülmüştür. Bunun yanında sulanmadan yapılacak üretim çalışmalarının ekonomik olmayacağı sonucuna varılmıştır. İncelenen hatlardan verim bakımından en stabil hatlar sırasıyla 55B197, 55A50 ve 55D415 olup, bunlardan sadece 55D415 nolu hat kontrolü geçmiştir. En fazla verimi veren 55A69 nolu hat tüm çevrelerde iyi uyum gösterirken kötü (kurak) şartlarda verimi düşmektedir. Bunun yanı sıra 55B202 nolu hat ise iyi çevrelerde orta uyum gösterirken, yüksek b değeri ile çok iyi çevre şartlarında yüksek verim verebileceği anlaşılmıştır. Bir tıbbi bitki olan rezene de en önemli özelliklerden biri uçucu yağ oranı olması nedeniyle, hatlarda bu özellik bakımından yapılan incelemede 55B127, 55B197 ve 55A69 nolu hatların en stabil hatlar olarak görüldüğü, bunlardan en fazla verime sahip olan 55A69 nolu hat, uçucu yağ oranı bakımından tüm çevre şartlarında iyi uyum gösterdiği görülmüştür. Tane verimi ile uçucu yağ oranı bir arada değerlendirildiğinde, 55A69 ve 55A50 nolu hatların en fazla uçucu yağ verimi verme potansiyelinin olduğu görülmüştür. Yukarıda bahsedilen 55A69 ve 55A50 nolu hatların bölge için uygun olduğu, stabiliteyi de dikkate alınarak çeşit tescil çalışmalarının yürütülmesinin uygun olacağı kanaatindeyiz.

Çizelge 4. Rezene hatlarına ait lokasyon tane verim değerleri ile stabilite değerleri

Hatlar	LOKASYONLAR			ORT	b	S ² d	r ²	VK	
	1	2	3						
55D370	57.14	207.90	130.53	127.73	ad	0.941	0.30	0.99	0.01
55B197	38.58	198.60	139.03	122.07	b	0.997	317.94	0.99	0.15
55B127	42.42	177.67	123.80	114.63	bc	0.842	149.43	0.99	0.11
55A69	37.67	215.00	198.53	143.70	a	1.114	3725.99	0.90	0.42
55A54	51.58	156.00	82.53	104.08	cd	0.653	275.97	0.98	0.16
55A45	39.00	185.70	81.07	100.90	d	0.918	599.82	0.97	0.24
55D415	49.08	231.57	121.60	134.08	ab	1.140	195.58	0.99	0.10
55A50	40.75	209.43	121.40	128.24	ad	1.053	3.27	0.99	0.01
55B202	40.83	246.00	111.74	136.23	ab	1.282	595.18	0.99	0.18
Afyon (st)	51.88	221.70	123.97	132.94	ac	1.060	85.64	0.99	0.07
Ort. **	44.30	207.34	121.74	124.82					
	C	A	B						
VK(%)	14.52	8.44	13.1	10.79					

** $P<0.01$ düzeyinde önemli, * $P<0.05$ düzeyinde önemli



Şekil 5. Farklı yerlerde yetiştirilen rezene hatlarının tane verimi için belirlenen adaptasyon sınıfları

Çizelge 5 . Farklı lokasyonda yetiştirilen Rezene hatlarına ait uçucu yağ oranları (%) ile stabilite değerleri

Hatlar	LOKASYONLAR			ORT.	b	S ² d	r ²	VK
	1	2	3					
55D370	2.90	1.44	2.57	2.30 c	1.34	0.01	0.99	0.02
55B197	2.97	1.97	2.87	2.60 ac	0.95	0.02	0.99	0.05
55B127	3.14	1.97	2.93	2.68 ac	1.08	0.01	0.99	0.01
55A69	3.26	2.13	2.66	2.68 ac	0.94	0.06	0.96	0.09
55A54	2.61	2.28	2.91	2.6 bc	0.40	0.09	0.73	0.12
55A45	3.57	2.26	2.87	2.9 a	1.09	0.08	0.95	0.11
55D415	3.17	1.92	2.60	2.56 bc	1.07	0.04	0.98	0.07
55A50	3.22	1.71	3.23	2.72 ab	1.47	0.10	0.97	0.12
55B202	2.99	2.09	2.27	2.45 bc	0.69	0.14	0.83	0.16
Afyon (st)	2.79	1.79	2.79	2.46 bc	0.97	0.04	0.97	0.08
Ort. **	3.07	2.011	2.77	2.595				
	A	B	B					
VK(%)	10.42	11.06	10.61	11.86				

** P<0.01 düzeyinde, * P<0.05 düzeyinde önemli

5. KAYNAKLAR

- Anonim, 1999. İhracatı Geliştirme Merkezi (İGEME) Kayıtları, Ankara.
- Anonim, 2008. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü. Samsun ve Amasya illerine ait 2008 yılı iklim verileri ve uzun yıllar iklim ortalamaları.
- Arabacı, O., Bayram, E., 2005. Rezenede (*Foeniculum vulgare* Mill.) Farklı Ekim Zamanı ve Tohumluk Miktarının Verim Bazı Önemli Özellikler Üzerine Etkisi. Türkiye VI. Tarla Bitkileri Kongresi 5-9 Eylül 2005, Antalya

- Arslan, N., 1990 Ülkemizde Tıbbi Bitkiler ve Önemi. Tarımda Kaynak. 1:11-13.
- Baydar, H., 2005. Tıbbi ve Aromatik ve Keyf Bitkileri Bilimi ve Teknolojisi. Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi SDÜ Yayın No: 51: 154 s.
- Bozoğlu, H. Gülümser, A., 2000. Kuru Fasulyede (*Phaseolus vulgaris* L.) Bazı Tarımsal Özelliklerin Genotip Çevre İteraksiyonları ve Stabilitelerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 24, 211-220.
- Ceylan, A., 1997. Tıbbi Bitkiler II (Uçucu Yağ Bitkileri) Ege Üniv. Ziraat Fak. Yayını No.:481.

Orta Karadeniz Bölgesi için geliştirilen rezene (*Foeniculum vulgare* Mill. var. *Dulce*) hatlarının verim ve uçucu yağ oranlarının stabilite analizi

- Davis, P.H., 1982. Flora of Turkey and The East Aegean Islands. Labiatae, University Press, Edinburg Volume 7, p 462-463.
- Eberthart, S.A., Russel, W.A., 1966. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science, 6,36-40.
- Emeklier, H.Y., Birsin, M.A., 2000. Mısırdaki verim ve bazı verim öğelerinin adaptasyonu ve stabilite analizi. A.Ü.Z.F. Tarım Bil. Dergisi, Cilt:6 (4).
- Finlay, K.W., Wilkinson, G.N., 1963. The analysis of adaptation in a plant-breeding programme. Aust., J. Agric. Res.14:742-754.
- Francis, T.R., Kannenberg, L.W., 1978. Yield Stability studies in short season maize. Can. J. Plant Sci. 58 1029-1034.
- Karaca, A., Kevseroğlu, K., 1999 Farklı Orjinli Kışniş (*Coriandrum sativum* L.) ve Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.) Bitkilerinin Önemli Tarımsal Özellikleri Üzerine Bir Araştırma. J.,Agric., Fac. O.M.U., 14(2):65-77.
- Keser, M., Bolat, N., Altay, F., Çetinel, M.T., Çolak, N., Sever, A.L., 1999. Çeşit geliştirme çalışmalarında bazı stabilite parametrelerinin kullanımı. Hububat Semp., s.64-69, Konya.
- Özberk, İ., 1990. Genotip x Çevre İnteraksiyonu. Seminer TOKB Güney Doğu Anadolu Tar.Araşt.Enst.Md. Derlemeler:1.
- Özgen, M. 1994. Orta Anadolu koşullarında kışlık arpanın verim ve verim öğelerinde adaptasyon ve stabilite analizi. Tr. J. Of Agriculture and Forestry. 18: 169-177.
- Özkan, F., Gürbüz, B., 2000. Tatlı Rezene (*Foeniculum vulgare* Mill.var.*dulce*)’de Bitki Sıklığının Verim ve Verim Özellikleri Üzerine Etkileri. Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi (9) 1-2.
- Tuğay, M.E., Yılmaz, G. 1994. Patateste Çeşit Çevre Etkileşimleri, Tarla Bitkileri Kongresi 25-29 Nisan 1994-İzmir. Bitki Islahı Bildirileri Cilt 2, 145-149.

EFFECT OF ALKALINE STABILIZED DOMESTIC WASTEWATER ON SOIL PROPERTIES AND YIELD, QUALITY AND NUTRITION OF SILAGE MAIZE

Betül BÜRÜN¹ A. Levent TUNA^{1*} İbrahim YOKAŞ² Hülya ÖZKUL³

¹Department of Biology, Faculty of Science, Muğla University, Muğla-Turkey

²Ortaca Vocational School, Muğla University, Muğla-Turkey

³Department of Feeds and Animal Nutrition, Faculty of Agriculture, Ege University, Izmir-Turkey

*tuna@mu.edu.tr

Received Date: 15.02.2011

Accepted Date :14.12.2011

ABSTRACT: Reuse of domestic wastewater that does not contain heavy metals or pathogenic microorganisms, as irrigation water is a significant method in terms of water conservation all around the world. In this field trial which was conducted over two years, the domestic wastewater (DW) of Muğla City after being alkaline stabilized was used to irrigate maize plant for silage and the interaction of soil and water was also controlled during the trial. Alkaline stabilized domestic wastewater (ASDW) was applied in four different doses as 150 ton ha⁻¹, 300 ton ha⁻¹, 450 ton ha⁻¹ and 600 ton ha⁻¹. During the vegetation stage, periodic physical observations were done and soil and plant samples were collected in order to evaluate the state of nutrition and effects of alkaline stabilized domestic wastewater. In the analysis, it was determined that pH and salt content of the soil didn't change and the contents of Ca and Mg elements increased. Chemical composition, in vitro metabolic energy values and pH of silage feedstuffs samples were investigated. In comparison with control, alkaline stabilized domestic wastewater treatment increased dry matter, crude protein, crude fat (as ether extract) and thus the metabolic energy (ME) content of feedstuffs. For silage yield, crude protein and metabolic energy, the best results were obtained with 600 ton ha⁻¹ application. According to the results, after alkaline stabilized domestic wastewater application to soil, which is a finite natural resource, soil was not negatively affected, and the quality and physiological features of maize for silage were affected affirmatively. In conclusion, alkaline stabilized domestic wastewater can be reused as a source of irrigation water and fertilizer for agricultural purposes.

Key Words: Alkaline stabilization, Domestic wastewater, Land application, Maize

KİREÇLE STABİLİZE EDİLMİŞ KENTSEL ATIK SULARIN SİLAJLIK MISRDA BESLENME, KALİTE VE VERİM İLE TOPRAK ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

ÖZET: Ağır metal ve patojen mikroorganizma ihtiva etmeyen kentsel atık suların sulama suyu olarak kullanımı, su korunumu açısından tüm dünyada kullanılan önemli bir metottur. Muğla İlinde iki yıllık tarla denemesiyle kireçle stabilize edilmiş kentsel atık sular silajlık mısır bitkisinin sulanmasında kullanılmış ve deneme süresince toprak ve su etkileşimleri kontrol altında tutulmuştur. Atık su; 150 ton ha⁻¹, 300 ton ha⁻¹, 450 ton ha⁻¹ ve 600 ton ha⁻¹ olmak üzere 4 farklı dozda uygulanmıştır. Vegetasyon süresince uygulanan atık suların toprağa ve bitkiye olan etkisini değerlendirmek amacıyla periyodik olarak toprak ve bitki örnekleri toplanmış ve fiziksel gözlemler yapılmıştır. Analizler sonucunda toprağın pH ve EC değerlerinin değişmediği ancak Ca ve Mg kapsamının arttığı tespit edilmiştir. Silaj örneklerinin kimyasal kompozisyonu, in vitro metabolik enerji ve pH değerleri silaj öncesi ve sonrası ayrı ayrı olmak üzere değerlendirilmiş ve kontrol uygulamaları ile atık su uygulama grupları karşılaştırıldığında; kuru madde, ham protein, ham yağ ve metabolik enerji kapsamının arttığı belirlenmiştir. Silaj verimi, ham protein kapsamı ve metabolik enerji açısından en iyi sonuçlar 600 ton ha⁻¹ uygulamasıyla elde edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre; kıt bir kaynak olan toprağa kentsel atık su uygulamasından sonra toprağın olumsuz etkilenmediği, önemli bir endüstriyel bitki olan silajlık mısırın fizyolojik özellikleri ve kalitesinin olumlu yönde etkilendiği ve ayrıca kireçle stabilize edilmiş kentsel atık suların önemli bir gübre ve sulama suyu kaynağı olarak yeniden kullanılabilceği yargısına varılmıştır.

Anahtar Sözcükler: Alkali stabilizasyon, kentsel atık su, tarımsal uygulama, mısır

1. INTRODUCTION

Cities in developing countries are experiencing unparalleled growth and rapidly increasing water supply and sanitation coverage that will continue to release growing volumes of wastewater. In many developing countries, untreated or partially treated wastewater is used to irrigate the city's own food, fodder and green spaces (Scott et al., 2004)

The use of domestic wastewater in agriculture is a centuries-old practice that is receiving renewed attention with the increasing scarcity of freshwater resources in many arid and semiarid regions. Driven by rapid urbanization and growing wastewater

volumes, wastewater is widely used as a low-cost alternative to conventional irrigation water; it supports livelihoods and generates considerable value in urban and peri-urban agriculture despite the health and environmental risks associated with this practice. The use of domestic wastewater in agriculture is a common practice for diverse reasons, not least of which are water scarcity, fertilizer value, and lack of an alternative source of water (Scott et al., 2002).

Application of wastewater to farmland allows for the nutrient content and soil amendment properties of these residuals to be used advantageously for sustained crop production (Jacobs and McCreary, 2001). Domestic wastewater may be a valuable source

of N, P, essential trace elements, and organic matter that improves soil physical properties and plant nutrient status (Vazquez-Montiel et al., 1996; Magesan et al., 1999; Tamoutsidis et al., 2002).

There are many advantages in using domestic wastewater in agriculture and it can be seen as a combined strategy for: direct benefits; conservation of water, recycling of nutrients, thereby reducing the need for farmers to invest in chemical fertilizer and provision of a reliable water supply to farmers particularly in low-income dry areas. Indirect benefits; prevention of pollution of rivers, canals and other surface water that would otherwise be used for the disposal of the wastewater and the disposal of municipal wastewater in a low cost and hygienic way (Hoek van der et al., 2002).

Haruvy (1997) indicated that wastewater irrigation in the central area could maintain agriculture and reduce costs if were actually demanded by agriculture. Such irrigation should be monitored regularly and applied cautiously, in accordance with optimal irrigation-fertilization policies, to decrease leaching and in combination with other methods, to decrease salinity and other pollutants. Economic, agricultural and environmental aspects are important considerations in any decision-making regarding wastewater treatment and reuse options.

Jarausch-Wehrheim et al. (2001) indicated that sewage sludge could be a valuable source for a balanced nutrition supplement of maize that fits the new European Regulations. Sewage sludge or controlled waste water would be a valuable source for maize nutrition even after long-term application, if the critically high copper (Cu) and zinc (Zn) concentrations, previously reported in these sludge treated plants, could be avoided by the use of sludge with low concentrations of these elements (Fytili and Zabaniotou, 2008).

Sewage sludge or domestic wastewater has been already utilized in agricultural and horticultural applications for years, as it represents an alternative source of nutrients for plant growth and an efficient soil conditioner, enhancing certain physical properties of soil (US EPA, 1983, 1999; Samaras et al., 2008). Similarly agricultural reuse of wastewater offers an additional resource of irrigation water and high soil fertilizing potential (Russell et al., 1991; Kouraa et al., 2002).

Materials that may be used for alkaline stabilization include hydrated lime, quicklime (Calcium oxide), fly ash, lime, cement kiln dust and carbide lime (El-Naim et al., 2004). The alkaline-stabilized product is suitable for application in many situations, such as landscaping, agriculture and mine reclamation (Christensen, 1987; Bürün et al., 2006).

Lime is considered to be one of the most common amendment materials for sewage sludge or waste water alkaline stabilization, as it plays significant role in reducing the microbial content of sludge (pathogens), as well as the availability of heavy

metals, enhancing the agricultural benefits and lowering the respective environmental risks. This process has been proposed for the advanced treatment of sewage sludge in the relevant EU working document on sludge usage. The high pH values of the lime-sludge mixture maintained for extended periods, result in the destruction of microbial communities and in the reduction of metal bioavailability (Wong and Selvam, 2006). There have been significant findings indicating that biosolids can increase crop yields when applied to agricultural areas. Wastewater that did not include toxic heavy metals increased the yield of maize and clover by regulating the soil fertility. Additionally, by use of treated wastewater for irrigation the problems such as wastewater disposal and lack of water availability in arid zones could be controlled. Furthermore, it is an important source of nutrients to poor fertility soils for crop (Jimenez-Cisneros, 1995).

Similarly, Melo et al. (2002) reported that sewage sludge increased soil organic matter, pH, extractable phosphorus (P), K, Ca, amylase and cellulose activity, especially at the rate 160 t ha⁻¹. Some of the plant nutrients contained in sewage sludge, mainly P did not show a tendency to move down through the soil column, an indication that sewage sludge should be incorporated into the soil to improve nutrient bioavailability. Similar results have also been reported on various plants regarding amending soils with biosolids (Gavi et al., 1997; Sonmez and Bozkurt, 2006).

Wastewater discharge has significantly increased in growing urban areas, yet the need for agricultural output is increased in many areas due to increasing world population (US EPA, 2000). In this study herein, we have aimed to reuse domestic wastewater that are rich in nutrients, but include no heavy metals and after alkaline stabilization, with the intent of increasing agricultural production. The goal of the study was two-fold, the use of non-toxic ASDW could be an important aspect of environmental recycling, and use of ASDW would be beneficial economically. A key concern in utilizing ASDW for use in the environment is also addressed herein in this study, where we have examined the effects of experimental usage on soil to ascertain or identify any potential negatives. ASDW was used with the aim of production of maize for silage, which has an important role in animal feeding in many area of the world.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Characteristics of the Alkaline-stabilized Domestic Wastewater (ASDW)

Field experiments were conducted in the city center of Muğla, Turkey, during the years 2004 and 2005. Domestic wastewater (DW) was drawn off the cesspools, which is household waste disposal system of the houses in the city center of Muğla. The DW were investigated for whether reuse was possible for

agricultural production after being altered with $\text{Ca}(\text{OH})_2$ in a stabilization unit.

Four kg of $\text{Ca}(\text{OH})_2$ per 1000 L of DW was combined and mixed together in an domestic wastewater stabilization unit (Muğla Municipality Domestic Wastewater Treatment Plant). The material [DW plus $\text{Ca}(\text{OH})_2$] was maintained at pH 11-12 for 30 min and then poured into storage basins. After solid wastes precipitated to the bottom of the storage basin, the liquid wastes (wastewater) were removed by pipeline. The collected ASDW were then later transported by sewage truck (tank truck equipped with a suction pump, used for removing sewage from storage basin) to the application site.

The ASDW used as experimental material was analyzed with three months intervals for both experimental years (2004, 2005). The chemical analysis revealed mineral constituents of the ASDWs. Analysis was carried out by evaluating the presence of toxic metals (Cu, Pb, Co, Cd), to ensure that none were detected. Fe, Mn, and Cu were detected at a trace level (data not shown), and the ASDW were rich in N, K and Ca. Toxic (heavy) metals and micro and macro elements were analyzed by AAS (Atomic Absorption Spectrometry). The EC (Electrical conductivity) was 1.7 dS m^{-1} and pH was 11.2. Properties of ASDW are also given in Table 1.

Table 1. Physicochemical properties (as mg L^{-1}) of alkaline stabilized domestic wastewater (ASDW)

pH	EC dS m^{-1}	Na	K	Ca	NH_4^+ - N	NO_3^- - N	B
11.2	1.7	91	27	300	35.7	2.45	0.42

ASDW were tested for the presence of common pathogenic microorganisms (Anonymous 1995). A sample of 100 mL of the ASDW was tested for total coliform, fecal coliform, fecal streptococcus and *Staphylococcus aureus*, monthly. The levels detected were 0, for all pathogens tested. Furthermore, chemical oxygen demand, biochemical oxygen demand and total suspended solids decreased from 249 to 93; 130 to 13; 86 to 12 with the ASDW application rates, respectively (data not shown) (Klee 1991). In addition, the pH increased from 7.7 to 11.2.

2.2. Experimental Design and Treatments

The plant material tested was maize (*Zea mays* L.) cultivar DK647 grown in outdoor field conditions where experiments were carried out at Muğla City on the same field during two successive years (2004 and 2005). The experiments were established in a randomized block design, with three replications. In the experiments, each plot size was 16 m^2 and seeds were sowed in rows. Fertilizer composed of 210 kg N ha^{-1} , $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ and $70 \text{ kg K}_2\text{O ha}^{-1}$ was applied to the all plots as a basal dressing and adequately irrigated. ASDW was applied in four different doses as 150 ton ha^{-1} , 300 ton ha^{-1} , 450 ton ha^{-1} and 600 ton

ha^{-1} . In the control plots, $250 \text{ kg } 15:15:15$ of composed fertilizer ha^{-1} was applied. The first waste application was done at the same time as seed sowing. A total of four applications were done at intervals of approximately 25 days and first plant and soil samples were collected after the second ASDW treatment.

2.3. Soil and Plant Sampling and Analytical Determinations

During the vegetation period, we conducted periodic physical observations and collected soil and plant samples in order to evaluate the state of nutrition and effects of the ASDW. Plant shoot length (cm), number of internodes, stem diameter, the seed yield for each plant and silage efficiency was determined.

We collected soil samples during the study, with depths from 0-30 cm of every plot before the ASDW application in soil. In soil samples, EC was determined by a 1:5 w/v soil/distilled water method; organic matter titrimetrically; macro and micronutrients (except total nitrogen) atomic absorption spectrometrically (Kacar, 2009). Total nitrogen was determined by the Kjeldahl method (Kacar, 2009).

2.4. Maize Silage Parameters and Applied Methods

At the end of the generative stage of maize, with the aim of making silage, all of the plant materials were broken into pieces by using a silage machine and were stored in a plastic covered silo. Silage samples taken from each plot were assessed in terms of a silage quality. In the first year before silage, roughage (crude feedstuffs) analysis and silage analysis for two periods was conducted. And in the second year silage quality analysis was carried out for one period.

With the aim of determining the effects of ASDW on the quality of maize silage, in the first year of collected feedstuffs prior to the silage chemical composition determination, dry matter (DM), crude ash (CA), crude protein (CP), crude fat (CF), crude fiber (CFi), pH and metabolic energy ME (kcal kg^{-1}) values were determined. In the first year for both of two periods that covered 45 days, in addition to the above mentioned analysis, cell wall contents of feedstuffs (neutral detergent fiber, NDF; acid detergent fiber, ADF) and silo acids (lactic acid, LA; acetic acid, AA and butyric acid, BA) were determined. All parameters analyzed in feedstuffs were analyzed as one period in the second year. Methods belonging to analyzed parameters are given below.

Chemical composition of the feedstuffs were analyzed by Weende and Lepper analysis methods Bulgurlu and Ergül, (1978), cell wall contents were analyzed by Van Soest detergent analysis method Goering and Van Soest, (1970) and silo acids were analyzed by a distillation method Naumann and Bassler, (1997). The pH values of silage samples were measured by using a digital pH-meter. While calculating in vitro ME values of feedstuffs, ME, the

$\text{kcal kg}^{-1} = "3260 + (0.455 \times \text{CP} + 3.517 \times \text{CF}) - 4.037 \times \text{CFi}"$ regression equation was used (TSE, 1991). Samples for values of CP, CF and CFi were determined in 1 kg of organic matter.

2.5. Statistical Analysis

Data were analyzed for significance using one-way ANOVA and a compared means procedure with the SPSS v14 statistics program. Means were separated by LSD test $P < 0.05$ when F tests were significant at $P < 0.05$.

3. RESULTS

3.1. Physical Observations and Yield of Maize

In order to assess the effect of ASDW application on plant growth; shoot length (cm), number of internodes, diameter of second internodes (cm), seed yield and vegetative parts yielded for silage production (kg) are given in Tables 2 and 3. Data indicated that there was increase in plant height and stem diameter as a result of the ASDW application. When the shoot length control and highest ASDW dose were compared, the difference was 29% in the first year and 18% in the second year. For stem diameter, a similar increase was observed relatively speaking at the rates of 25 and 12%, in the first and second years, respectively. While on check plot plants one seeded corn cob per each plant was observed. With increasing doses of waste application, plants were observed to be producing two corn cobs for each plant and growths of small corn cobs were observed. Silage yield was also positively affected by ASDW applications in the two years of the experiment. When control and the highest ASDW dose were compared, increases on yield were determined as 57% for the first year and 75% for the second year.

3.2. Evaluation of Effects on Soil Properties of ASDW

Domestic wastewater has been used in many countries as an input having agronomic value for a considerable time. Discharge of waste to soil has important considerations in terms of health of both the soil and impact on living organisms. For this reason in the study, all necessary soil parameters were periodically observed during discharge of ASDW with sensitivity. Before starting trials in the first year for one period and then, in the second year for three periods in growing season, elaborate soil analysis (depths from 0-30 cm) was carried out. Soil analysis results before trial are shown in Table 4. According to these results, all elements surveyed are above sufficiency levels.

Since the materials in use are stabilized with lime and they have a high pH value, it is very important to observe soil pH throughout the entire growing season. Thus, in the second year of the trial, soil samples were taken three times every 30 days and the effects of ASDW on soil were assessed (Table 5).

Soil pH was measured as 7.64 before the trial. The soil pH was determined for 600 ton ha^{-1} on ASDW doses as 7.65 for the first period, 7.89 for the second period and 7.91 for the third period. The average pH over all three periods was 7.81. An increase of approximately 3% on soil pH can be seen as negligible, depending on the highest dose of ASDW application. The EC value also did not change before and after the experiments, yet the amount of organic matter declined. This decline was evident especially in the third period (the last period of the second year). Macro elements did not adopt any specific pattern. The amount of total N generally decreased; available K decreased slightly; available Ca did not change significantly; available Mg did not change in the first and second periods, yet increased just slightly in the third period; and, finally, available Na increased in every period measured. Micro elements also did not have any specific pattern. Available Fe decreased slightly in the first and second periods, yet increased slightly in the third period; available Cu decreased in every period measured; available Zn decreased slightly in every period; and, available Mn generally decreased in every period.

According to soil analysis performed in the first and second year, it was observed that soil pH and Fe, Cu and Mn elements did not change at a statistically significant rate. While content of organic matter and total N, K and Zn decreased, an increase in content of Ca, Mg and Na generally was observed (Table 5).

3.3. Effects on Silage Maize Quality of ASDW

Chemical composition of experimental feedstuff was quantified before ensiling, where in vitro metabolic energy and pH data are given in Table 6. As seen in Table 6, in comparison with control, as a result of treatment with ASDW there was an increase in dry matter, crude protein, crude fat and thus metabolic energy content of feedstuffs.

The chemical composition of the feedstuff, cell wall content, in vitro metabolic energy values, pH and quality criteria of silages gained in two different periods in the first year are described in Table 7. In the first period, in comparison with the control group, dry matter, crude protein, crude fat, crude fiber and metabolic energy content of silages increased markedly and especially in the group where the highest ASDW dose was applied, in comparison with both control and other groups and higher ME values were determined. Due to nutrition matter content in the second period for silages, dry matter content did not show an increase dependent on increasing the ASDW dose. The treatment of 450 ton ha^{-1} containing the highest amount of dry matter, the ME value was observed to be the highest (Table 7). In the same table, it is noted that silages belonging to both of the periods increased markedly in comparison with the control, with regard to the crude fiber content. The NDF and ADF contents increased and gave the highest values especially for the first period in 600 ton ha^{-1} and for

the second period in 450 ton ha⁻¹ of the ASDW application.

In this study for both periods in control and all treatment groups, lactic acid was observed above 2%, acetic acid was observed below 0.8% and butyric acid was trace. In silages for the first period, the highest rate of lactic acid of 4.30% was attained from the ASDW application of 300 ton ha⁻¹, and a significant difference ($P < 0.05$) was found between the control and other groups. In the silages for the second period, rates of lactic acid in all treatment groups compared with control were found to be dramatically low, yet the closest rate of lactic acid compared to the control group was 2.61, gained from ASDW application of 150 ton ha⁻¹. The rate of acetic acid in silages for both periods was found dramatically low ($P < 0.05$) in all treatment groups, compared to the control, and lowest

rate of acetic acid was gained from the ASDW application of 450 ton ha⁻¹. Butyric acid was found in trace quantities in silages for the first year.

The chemical composition of the feedstuffs, cell wall content, in vitro metabolic energy values, pH and silage quality criteria of silages gained in second year are provided in Table 8. As seen in Table 8, due to the chemical composition of silages, the content of dry matter, crude protein, crude fiber, NDF, ADF in all treatment groups increased in comparison with control group. At the level of 600 ton ha⁻¹ ASDW treatment, ME value had already increased to 17% of controls.

Table 2. Shoot length (cm) of maize plants at the first and second years

Treatments		Shoot length	Treatments		Shoot length
1 st year	Control	194 ± 7.1 d	2 nd year	Control	166 ± 1.5 c
	150 ton ha ⁻¹	214 ± 9.9 c		150 ton ha ⁻¹	176 ± 8.6 b
	300 ton ha ⁻¹	228 ± 4.5 cb		300 ton ha ⁻¹	175 ± 4.1 b
	450 ton ha ⁻¹	237 ± 9.6 ba		450 ton ha ⁻¹	201 ± 3.8 a
	600 ton ha ⁻¹	250 ± 13.2 a		600 ton ha ⁻¹	196 ± 1.2 a

Means and SD values with different letters in the same column are significant ($P < 0.05$) according to LSD multiple range test

Table 3. Internodium number, stem diameter (cm), corncob number and silage yield (kg plot⁻¹) of maize plants at the first and second year

	Treatments	Internodium number	Stem diameter	Corn cob number	Silage yield
1 st year	Control	13.3	1.89 ± 0.18 d	1 d	60 ± 1.55 c
	150 ton ha ⁻¹	12.8	2.05 ± 0.11 dc	1 d	67 ± 10.0 b
	300 ton ha ⁻¹	12.6	2.12 ± 0.04 cb	1.15 ± 0.015 c	80 ± 5.0 b
	450 ton ha ⁻¹	12.3	2.26 ± 0.09 ba	1.38 ± 0.015 a	80 ± 2.0 b
	600 ton ha ⁻¹	12.6 ns.	2.36 ± 0.02 a	1.28 ± 0.030 b	94 ± 4.20 a
2 nd year	Control	11.5	1.01	1	80 ± 8 d
	150 ton ha ⁻¹	12.6	1.11	1	80 ± 6 d
	300 ton ha ⁻¹	12.7	1.08	1	100 ± 11 c
	450 ton ha ⁻¹	13.3	1.15	1	120 ± 10 b
	600 ton ha ⁻¹	12.5 ns.	1.13 ns.	1 ns.	140 ± 12 a

Means and SD values with different letters in the same column are significant ($P < 0.05$) according to LSD multiple ranges test. ns: non significant

Table 4. Some physicochemical properties of soil before the first year trial

Parameters	pH	EC (dS m ⁻¹)	Organic matter (%)	Total N (%)	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
Values	7.64	0.31	2.40	0.12	238	6180	149	10	7.5	2.2	3.8	8.2

Fe, Cu, Zn and Mn are available; K, Ca, Mg and Na are exchangeable (as mg kg⁻¹)

Table 5. Some physicochemical properties of soil before the first year and the second year trials (three periods average) as a result of ASDW treatments

	Parameters	pH	Organic matter %	Total N %	K	Ca	Mg	Na	Fe	Cu	Zn	Mn
	Before the trial	7.64	2.4a	0.12	238ba	6180dc	149cb	10d	7.5	2.2	3.8a	8.2
Second year	Control	7.80	2.1ba	0.10	258a	6920a	190a	26dc	7.3	2	2.9dc	6.6
	150 ton ha ⁻¹	7.77	1.6b	0.08	183c	5933d	144c	40cb	7.2	1.9	3.3cb	5.9
	300 ton ha ⁻¹	7.79	1.9b	0.09	226ba	6626ba	169ba	55cb	7.7	2.1	3.1dc	5.8
	450 ton ha ⁻¹	7.76	1.6b	0.07	200cb	6446cb	150cb	100a	6.5	1.8	2.8d	6.4
	600 ton ha ⁻¹	7.81	1.7b	0.09	178c	6120dc	131c	72ba	7.3	2	3.5ba	6.9
		ns		ns					ns	ns		ns

Fe, Cu, Zn and Mn are available; K, Ca, Mg and Na are exchangeable (as mg kg⁻¹). Means with different letters in the same column are significant (P < 0.05) according to LSD multiple range test. ns: non significant

The pH values of silages did not show a significant difference (P < 0.05) between groups, and for this reason, it was determined that they were not affected dramatically by two-year-long ASDW applications. In silages during the second year, the highest rate of lactic acid with 4.05% was attained from ASDW application in 150 ton ha⁻¹, and significant differences

(P < 0.05) were found between the control and other groups. The level of acetic acid in the control group was found to be a dramatically low (P < 0.05) and among treatment groups, where the highest rate was 0.62%, attained from ASDW application in 300 ton ha⁻¹. Rates of butyric acid were found at very low levels and similar in all treatment groups.

Table 6. Quality properties of crude feedstuffs before the silage

Treatments	Dry matter (%)	Crude protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	pH	Metabolic Energy (kcal kg ⁻¹)
Control	20.47d	0.87d	0.33b	5.32b	1.29ab	3.82ab	226d
150 ton ha ⁻¹	21.59c	1.31c	0.51a	5.36b	1.12b	3.95a	475c
300 ton ha ⁻¹	24.78a	1.63b	0.57a	5.60a	1.32a	3.77ab	566a
450 ton ha ⁻¹	24.96a	1.88a	0.52a	5.76a	1.19ab	3.68b	569a
600 ton ha ⁻¹	23.64b	1.86a	0.50ab	5.37b	1.30ab	3.74ab	538b

Means with different letters in the same column are significant (P < 0.05) according to LSD multiple range test

Table 7. Results of silage quality analysis at the 1st and 2nd periods of the first year trial

Treatment	D.M. (%)	Crude Protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	pH	Meta-bolic Energy (kcal kg ⁻¹)	ADF	NDF	Lactic acid	Acetic acid	Butyri c acid
1st period												
Control	23.3b	1.23 c	0.33 b	5.15 c	1.33	3.85	526 c	6.66c	12.35b	3.13 b	0.77 a	0.02
150 ton ha ⁻¹	24.5ab	1.99 ab	0.38 ab	5.24 c	1.28	3.65	569 b	6.7bc	13.34ab	2.71bc	0.68 ab	0
300 ton ha ⁻¹	26.5ab	1.94 b	0.13 c	5.31 bc	1.32	3.81	621 a	6.8bc	12.56 b	4.30 a	0.55 bc	0
450 ton ha ⁻¹	23.7ab	1.82 b	0.46 ab	5.58 a	1.22	3.80	532 c	6.9b	13.35ab	2.03 c	0.41 c	0
600 ton ha ⁻¹	27.1a	2.25 a	0.54 a	5.54 ab	1.34	3.84	648 a	7.57a	13.90 a	2.08 c	0.59abc	0
				ns	ns	ns						ns
2nd period												
Control	22.1c	1.77 ab	0.30 ab	4.78 bc	1.29 a	3.75	505 b	5.9d	10.26 c	3.21 a	0.73 a	0
150 ton ha ⁻¹	22.3bc	1.64 b	0.44 ab	4.69 c	1.19abc	3.71	524 b	6.27c	10.43bc	2.61 b	0.48 b	0
300 ton ha ⁻¹	20.4d	1.08 c	0.48 a	4.92 bc	1.01 c	3.73	456 c	6.1dc	10.95bc	2.17bc	0.48 b	0.04
450 ton ha ⁻¹	24.3a	1.95 a	0.37 ab	5.52 a	1.04 bc	3.65	558 a	7.37a	13.47 a	2.08 c	0.41 b	0
600 ton ha ⁻¹	23.1b	1.91 a	0.25b	5.01 b	1.21 ab	3.70	530 b	6.7b	11.31 b	2.58 b	0.52 b	0
					ns	ns						ns

Dry matter (DM), Acid detergent fiber (ADF), Neutral detergent fiber (NDF)

Means with different letters in the same column are significant (P < 0.05) according to LSD multiple range test

Table 8. Results of silage quality analysis at the second year trials

Treatment	D.M. (%)	Crude Protein (%)	Ether extract (%)	Crude fiber (%)	Crude ash (%)	pH	Metabolic Energy (kcal kg ⁻¹)	ADF	NDF	Lactic acid	Acetic acid	Butyric acid
Control	30.10d	1.77 d	0.84 a	5.52 c	3.14 a	4.12	694 b	7.87bc	14.72b	3.56 b	0.41 c	0.01 c
150 ton ha ⁻¹	33.67b	2.42 bc	0.70 ab	6.50ab	2.62 b	4.06	785 ab	8.69ab	14.96b	4.05 a	0.56ab	0.01 c
300 ton ha ⁻¹	30.14d	2.38 c	0.60 b	5.47 c	2.12 c	4.06	725 ab	7.51 c	13.59c	3.87 a	0.62 a	0.02 b
450 ton ha ⁻¹	32.30c	2.69 ab	0.68 ab	6.12bc	2.33bc	3.96	766 ab	8.80 a	15.98a	3.56 b	0.51 b	0.04 a
600 ton ha ⁻¹	35.01a	2.96 a	0.75 ab	7.28 a	2.25bc	4.07	813 a	8.91 a	16.39a	3.65 b	0.52 b	0.01 c

ns

Dry matter (DM), Acid detergent fiber (ADF), Neutral detergent fiber (NDF)

Means with different letters in the same column are significant ($P < 0.05$) according to LSD multiple range test

4. DISCUSSION

Research and experience have shown that domestic wastewater or biosolids can be beneficial both as soil conditioners and as a source of nutrients (Rosenqvist et al., 1997; Faruqi et al., 2002; Tamoutsidis et al., 2002). When biosolids are stabilized by high lime treatment, they can also have some value as a liming material for acidic soils and can substitute for agricultural lime (Jacobs and McCreary, 2001; El-Naim et al., 2004). One study, which encouraged lime treatment, was reported by El-Naim et al. (2004). According to their study, lime application resulted in an increase in the pH values and temperature. The maximal values of temperature and pH were obtained when sludge was treated with 20% lime. No major differences were observed between the sludge treatments receiving lime at rates of 10, 15 and 20% lime. The 10% limed sludge treatment was the best for reducing concentrations of heavy metals and numbers of bacterial pathogens in sludge.

It is known that the use of biosolids as a fertilizer and as an amendment of soil physico-chemical properties is a common and sound environmentally practice. Christie et al. (2001) in a study on barley compared alkaline biosolids and the nutritious value of fertilizer. Alkaline biosolids increased the yield of barley plants and macro-element contents of leaves in two different types of soil at a significant rate according to controls. In this study, it was deduced that alkaline biosolid was an effective lime source and fertilizer material. Parallel to results gained from the studies above, the K, Ca and Mg contents of soil were also increased comparable to the first year data collected in our study.

Numerous researchers have demonstrated the beneficial effects of using wastewater or biosolids in agronomic applications. It has been shown that sewage sludge application improves the physical, chemical and biological properties of soil (Parr and Hornick, 1992; White et al., 1997; Aggelides and Londra, 2000; Benitez et al., 2001; Tamoutsidis et al., 2002). Reed et al. (1991) also reported that the fertilizer value of sludge was comparable to that of commercial fertilizers. It was reported in another study that soil productivity could be increased by reusing wastewater (Jimenez-Cisneros, 1995). Also in

this study, applied ASDW did not change pH and salt content of the soil, and it positively influenced the quality and nutritional status of silage maize. Similar results were obtained by researchers in other studies (Jaraus-Wehrheim et al., 2001; Melo et al., 2002). Moreover, according to the study of Tamoutsidis et al. (2002), sewage sludge application increased soil organic matter content and soil concentrations of N, P, K, Ca and Mg. Increased macronutrients concentrations in soil-sewage sludge mixtures did not cause toxicity symptoms. Soils treated with sewage sludge were enriched in available Cu and Zn, accompanied with plant tissues enrichment for those micronutrients. These concentrations were similar to their sufficiency levels. Generally, wastewater or sewage sludge application resulted in increased yield in leaves or roots, without any plant deficiency symptoms. Consequently, their results showed that wet sewage sludge could be used for agricultural purposes in order to amend soil properties and as a full or partial substitute of conventional fertilizers. Our results also confirmed those findings.

In addition, according to Sonmez and Bozkurt, (2006) liquid biosolids applications increased organic matter, electrical conductivity, total N, available P, exchangeable K, total Cu, extractable Mn, Cu and Cd concentrations of topsoil. Extractable Fe, Cr and Zn and the total Cd, Cr and Zn increased in soil with added sludge. Soil pH was unaffected by sludge applications. It may be concluded that sewage sludge can enrich organic matter and rectify N, P, Fe and Zn deficiencies with high pH and calcareous soils.

In the present study, pH and EC being important criteria of soil fertility weren't affected significantly by ASDW treatments for two years. Buffering capacity of soil and rainfall are each determinational factor on this situation. In addition, the decrease observed on contents of some macro and microelements may be a result of high Ca content in the soil. Antagonism known between microelements and Ca may explain this situation.

Castro et al. (2009) studied the fresh and dry weight of lettuce (*Lactuca sativa* L.) after fertilization and irrigation with treated wastewater. According to the results, an increase in fresh and dry weight in the lettuce was linked to the dosage of sewage sludge. No significant changes in soil pH were observed. Significant increases in organic matter, P, K and Cu in

the municipal solid waste with composted sludge were observed. Also in our study, even with the high doses of ASDW applications, soil pH did not change appreciably, but shoot length increased at the important rates especially in the first year.

Alkaline-stabilized sewage sludge can be used as a successful soil organizer and in providing nutritional matter in especially acid-reacted soil due to the lime it contains. Su and Wong, (2002) in a trial they carried out by using a similar material and with maize, reported that in soil, while soluble contents of Ca, Mg and B increased, content of $\text{NH}_4\text{-N}$, P, K, Cd and Ni decreased. In the same trial, it was indicated that dry matter content of maize plants also increased in comparison to controls. The increase of Ca and Mg contents described by Su and Wong, (2002) is similar with our study results herein.

Positive developments in yield, dry matter, and mineral nutrition parameters in many plants with biosolids application have been reported by different researchers (Bilgin et al., 2002; Bürün et al., 2006), with data similar to our findings. Biosolids applications with agricultural goals have had a significant economic benefit in terms of recycling of water and fertilizer (Ibrahim et al., 1995; Akrivos and Mamais., 2000). In many plants, nutritional output, which is ordinarily provided by fertilizing, can be obtained by biosolids applications. According to Al-Lahham et al. (2003) since treated wastewater has a high nutritive value that may improve plant growth, reduce fertilizer application rates and increase productivity of poor fertility soils, it is suggested that treated wastewater can be used to irrigate tomatoes that are eaten cooked, with a continuous monitoring of the effluent quality from the treatment plant to avoid contamination.

Nutrients contained in sludge increase plant biomass and yield. Furthermore, this material can be an important source of nutrients for the soil (Pedreno et al., 1996; Snyman et al., 1998; Cogger et al., 2001; Mena et al., 2003). Bozkurt and Yarılgaç, (2003) also reported that with sewage sludge application in apple trees, fruit yield, cumulative yield efficiency, shoot growth and the N, Mg, Fe, Mn and Zn content of its leaves increased significantly. In addition, Correa et al. (2005) also reported that biosolids have been reported to increase yields and supply plant nutrients in ryegrass (*Lolium* sp.). Evaluation with regard to silage yield, at the successive two years between silage yield and increased rates of ASDW application was found as a positive correlation in our study. The amount of dry matter of maize plants increased in comparison to control in a trial that Su and Wong, (2002) performed by using similar materials and maize. These studies support the idea that biosolids and similar applications can cause increase yield and quality properties many plants, depending on nutrition.

In the present study, it was determined that there was not a significant difference ($P < 0.05$) in the pH

value, a silage quality criteria, in silages for the first year first period, and in silages for all doses for the second period in comparison with the control, except for ASDW application of 150 ton ha^{-1} (Table 7). It is known that in qualified silage, while lactic acid is required to be above 2%, acetic acid is required to be at a maximum 0.8% and butyric acid is not required (Kılıç, 1986).

5. CONCLUSION

This study was planned to examine the reuse of finite water resources. The application in agricultural areas and reuse of Muğla City domestic wastewater that does not contain heavy metal and pathogenic microorganisms as irrigation water and fertilizer source was investigated. The results show that domestic wastewater treatments did not damage soil, another finite resource. The quality and some physiological properties of maize for silage, an important industrial plant, were positively affected. In conclusion, ASDW that does not contain heavy metal and toxic matter can be reused as a source of irrigation water and fertilizer.

6. ACKNOWLEDGMENTS

The authors would like to thank Öztüre Holding, employees of the Muğla Lime Industry, Adnan Akyarlı (PhD.), Mesut Gerçek (MSc.), Ömer Özer, who is retired from Muğla Lime Industry for their financial and technical support and Asım Kılıç (PhD.), staff at the Department of Animal Science, Faculty of Agriculture at Ege University for his invaluable help and technical support. Thanks are due to Katherine, of Edit Avenue editing services, USA, for her assistance in the language editing of the manuscript.

7. REFERENCES

- Aggelides, S.M. and Londra, P.A., 2000. Effect of compost produced from town wastes and sewage sludge on the physical properties of a loamy and a clay soil. *Bioresource Technol.* 71:253-259. doi:10.1016/S0960-8524(99)00074-7
- Akrivos, J. and Mamais, D., 2000. Agricultural utilization of lime treated sewage sludge. *Water Sci. and Technol.* 42:9,203-210. <http://www.iwaponline.com/wst/04209/wst042090203.htm>
- Al-Lahham, O., El Assi, N.M. and Fayyad, M., 2003. Impact of treated wastewater irrigation on quality attributes and contamination of tomato fruit. *Agric. Water Manage.*, 61:51-62. doi:10.1016/S0378-3774(02)00173-7
- Anonymous., 1995. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, APHA, Washington.
- Benitez, E., Romero, M., Gomez, M., Gallardo-Lara, F. and Nogales, R., 2001. Biosolid and biosolid ash as sources of heavy metals in plant-soil system. *Water Air and Soil Pollut.*, 132:75-87. doi: 10.1023/A:1012012924151
- Bilgin, N., Eyüpoğlu, H. and Üstün, H., 2002. Biyokattırların arazide kullanımı. Ankara Su ve Kanalizasyon İdaresi

- Gen. Müd. ve Köy Hizm.Gen.Müd. ortak projesi. Ankara.
- Bozkurt, M.A. and Yarilgac, T., 2003. The effects of sewage sludge applications on the yield, growth, nutrition and heavy metal accumulation in apple trees growing in dry conditions. *Turk. J. Agric. For.*, 27:285-292. <http://mistug.tubitak.gov.tr/bdyim/abs.php?dergi=tar&ra k=0303-13>
- Bulgurlu, Ş. and Ergül, M., 1978. Yemlerin Fiziksel, Kimyasal ve Biyolojik Analiz Metotları. E.Ü.Z.F Yayınları, No: 127, İzmir.
- Bürün, B., Tuna, A.L., Yokaş, İ. and Ege, H., 2006. Some soil properties of lime stabilized urban wastewater and effects on barley's yield and mineral matter content. *J. of Agron.*, 5:1, 37-44. doi: 10.3923/ja.2006.37.44
- Castro, E., Manas, M.P. and De Las Heras, J., 2009. Nitrate content of lettuce (*Lactuca sativa* L.) after fertilization with sewage sludge and irrigation with treated wastewater. *Food Additiv. and Contamin.*, 26: 2, 172-179. doi: 10.1080/02652030802425334
- Christie, P.D., Easson, D.L., Picton, J.R. and Love Stanley, C.P., 2001. Agronomic value of alkaline-stabilized sewage biosolids for spring barley. *Agron. J.*, 93:144-151. doi:10.2134/agronj2001.931144x
- Christensen, G.L., 1987. Lime stabilization of wastewater sludge. In: Lime for environmental use in ASTM-STP 931. (Ed. K.A Gutschick), American Society for Testing and Materials, Philadelphia, pp.78-94. ISBN: 0-8031-0499-5
- Cogger, C.G., Bary, A.I., Fransen, S.C. and Sullivan, D.M., 2001. Seven years of biosolids versus inorganic nitrogen applications to tall fescue. *J. Environ. Qual.*, 30: 2188-2194. doi:10.2134/jeq2001.2188
- Correa, R.S., White, R.E. and Weatherley, A.J., 2005. Biosolids effectiveness to yield ryegrass based on their nitrogen content. *Scientia Agricola (Piracicaba, Braz.)* 62:3, 274-280. doi: 10.1590/S0103-90162005000300011
- El-Naim, M.A., El-Housseini, M. and Naeem, M.H., 2004. Safety use of sewage sludge as soil conditioner. *J of Environ. Sci. and Health Part A.*, 39:2, 435-444. doi: 10.1081/ESE-120027534
- Faruqui, N.I., Niang, S. and Redwood, M., 2002. Untreated wastewater use in market gardens: A Case Study of Dakar, Senegal, IWMI; Int. Water manage. Ins. Research Report: 63. http://www.idrc.ca/awards/ev-68338-201-1-DO_TOPIC.html
- Fytli, D. and Zabaniotou, A., 2008. Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods- A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 12:116-140. ISBN 92-5-103013-8
- Gavi, F., Raun, W.R., Basta, N.T. and Johnson, G.V., 1997. Effect of sewage sludge and ammonium nitrate on wheat yield and soil profile inorganic nitrogen accumulation. *J. of Plant Nutr.*, 20:2, 203-218. doi: 10.1080/01904169709365244
- Goering, H.K. and Van Soest, P.J., 1970. Forage Fiber Analyses. *Agric. Handbook No:379*, Wash. D.C., p.829. ID Numbers, open library: OL13933073M
- Haruvy, N., 1997. Agricultural reuse of wastewater: nationwide cost-benefit analysis. *Agric. Ecosyst. Environ.*, 66:113-119. doi: 10.1016/S0167-8809(97)00046-7
- Hoek van der, W., Hassan, M.U., Ensink, J.H.J., Feenstra, S., Sally, L.R., Munir, S., Alsam, R., Ali, N., Hussain, R. and Matsuno, Y., 2002. Urban wastewater: A valuable resource for agriculture, A case study from Haroonabad, Pakistan, IWMI; Int. Water manage. Ins. Research Report: 63. ISBN: 92-9090- 504-2
- Ibrahim, M., Ahmad, N. and Khan, A., 1995. Use of city wastewater for vegetable production. Proceedings. Soil fertility and fertilizer management 9th int. symp. of CIEC, 25-30 Sept. Kuşadası-Turkey.
- Jacobs, L.W. and McCreary, D.S., 2001. Utilizing biosolids on agricultural land. Extension Bulletin, E 2781. Michigan State University Extension, USA. <https://www.msu.edu/~warncke/E2781%20Utilizing%20Biosolids%20on%20Agricultural%20Land.pdf>
- Jaraussh-Wehrheim, B., Mocquot, B. and Mench, M., 2001. Effect of long-term sewage sludge application on the distribution of nutrients in maize (*Zea mays* L.). *J. Plant Nutr.*, 24:9, 1347-1365. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=14361869>
- Jimenez-Cisneros, B., 1995. Wastewater reuses to increase soil productivity. *Water Sci. Technol.* 32:12, 173-180. <http://www.iwaponline.com/wst/03212/wst032120173.htm>
- Kacar, B., 2009. Toprak analizleri (Soil Analysis Methods), Second Revised and Re-edited version, Nobel Yayın Dağıtım, no: 1387, Fen Bil: 90, Ankara.
- Kılıç, A., 1986. Silo yemi (Silage feedstuffs). Bilgehan basımevi, İzmir.
- Klee, O., 1991. *Angewandte Hydrobiologie* G. Theieme Verlag, 2. neubearbeitete und erweiterte, Auflage, Stuttgart-New York.
- Kouraa, A., Fethi, F., Fahde, A., Lahlou, A. and Ouazzani, N., 2002. Reuse of urban wastewater treated by a combined stabilisation pond system in Benslimane (Morocco) *Urban Water*, 4:373-378. doi: 10.1016/S1462-0758(01)00067-X
- Magesan, G.N., Williamson, J.C., Sparling, G.P., Schipper, L.A. and Lloyd-Jones, A.R., 1999. Hydraulic conductivity in soils irrigated with wastewaters of differing strengths: Field and laboratory studies, *Aust. J. Soil Res.*, 37: 391-402. doi:10.1071/S98030
- Melo, W.J., Marques, M.O., Ferreira, M.E., Melo, G.M.P. and Melo, V.P., 2002. Chemical properties and enzyme activity in a sewage sludge-treated soil. *Commun. Soil Sci. and Plant Anal.*, 33:9, 1643- 1659. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsid=13679231>
- Mena, E., Garrido, A., Hernandez, T. and Garcia, C., 2003. Bioremediation of sewage sludge by composting. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 34:957-971. doi: 10.1081/CSS-120019102
- Naumann, C. and Bassler, R., 1997. Die chemische untersuchung von Futtermitteln. *Methodenbuch, Band III*. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- Parr, J.F. and Hornick, S.B., 1992. Utilization of municipal wastes. In: *Soil Microbial Ecology: Applications in Agricultural and Environmental Management*. (Ed. FB Metting) pp. 545-559. Marcel Dekker. NY. ISBN: 0-8247-8737-4
- Pedreno, J.N., Gomez, I., Moral, R. and Mataix, J., 1996. Improving the agricultural value of a semi arid soil by addition of sewage sludge and almond residue. *Agric. Ecosyst. and Environ.*, 58:115-119. doi: 10.1016/0167-8809(95)01005-X
- Reed, B.E., Carriere, P.E., Matsumoto, M.R., 1991. Applying sludge on agricultural land. *Biocycle* 37: 58-60.
- Rosenqvist, H., Aronsson, P., Hasselgren, K. and Perttu, K., 1997. Economics of using municipal wastewater irrigation of willow coppice crops. *Biomass and*

- Bioenergy, 12:1, 1-8. doi:10.1016/S0961-9534(96)00058-X
- Russell, J.M., Cooper, R.N. and Lindsey, S.B., 1991. Reuse of wastewater from meat proc. plants for agricultural and forestry irrigation. *Water Sci. Technol.*, 24:9, 277-286. <http://md1.csa.com/partners/viewrecord.php?request=gs&collection=TRD&recid=20070650353501MT>
- Scott, C.A., Faruqui, N.I. and Raschid-Sally, L., 2002. Coordinating the livelihood and environmental realities. In: *Wastewater use in irrigated agriculture: Management Challenges in Developing Countries*. (Eds. Scott C.A., Faruqui N.I., Raschid-Sally L) pp. 1-11. CAB International in association with the International Water Management Institute and International Development Research Centre. <http://www.idrc.ca/openbooks/112-4/>
- Scott, C.A., Faruqui, N.I. and Raschid-Sally, L., 2004. Wastewater use in irrigated agriculture, Confronting the Livelihood and Environmental Realities. CABI, IWMI, IDRC / 2004-01-01, 0-85199-823-2, 1-55250-112-4.
- Samaras, P., Papadimitriou, C.A., Haritou, I. and Zouboulis, A.I., 2008. Investigation of sewage sludge stabilization potential by the addition of fly ash and lime. *J. of Hazardous Material.*, 154:1052-1059. doi:10.1016/j.jhazmat.2007.11.012
- Snyman, H.G., De Jong, J.M. and Aveling, A.S., 1998. The stabilization of sewage sludge applied to agricultural land and the effects on maize seedlings. *Water Sci. Technol.*, 38: 87-95. doi:10.1016/S0273-1223(98)00477-6
- Sonmez, F. and Bozkurt, M.A., 2006. Lettuce grown on calcareous soils benefit from sewage sludge. *Acta Agric. Scandinavica Section B-Soil and Plant Sci.*, 56:17-24. doi: 10.1080/09064710510005813
- Su, D.C. and Wong, J.W.C., 2002. The growth of corn seedlings in alkaline coal fly ash stabilized sewage sludge. *Water Air and Soil Pollut.*, 133: 1-13. doi: 10.1023/A:1012998530689
- Tamoutsidis, E., Papadopoulos, I., Tokatlidis, I., Zotis, S. and Mavropoulos, T., 2002. Wet sewage sludge application effect on soil properties and element content of leaf and root vegetables. *J. of Plant Nutr.*, 25:9, 1941-1955. doi: 10.1081/PLN-120013286
- Türk Standartları Enstitüsü (T.S.E.) 1991. Hayvan yemleri-metabolik enerji tayini-kimyasal metod. (Animal feeds-Metabolic energy determination-chemical methods), TS 9610 Ankara.
- US.EPA., 1983. Process design manual for land application of municipal sludge. Office of research and development municipal environmental research laboratory. No: 625/1-83-016. U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC. <http://yosemite.epa.gov/water/owrcatalog.nsf/e673c95b11602f2385256ae1007279fe/69bef6cae57de23085256b060072489f!OpenDocument>
- US.EPA., 1999. Biosolids generation, use, and disposal in the United States. EPA 530-R-99-009. Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency, Washington DC, 86 pages. <http://yosemite.epa.gov/water/owrcatalog.nsf/7322259e90d060c885256f0a0055db68/43378ced9f51c48585256db2005203af!OpenDocument>
- US.EPA., 2000. Guide to field storage of biosolids and other organic by-products used in agriculture and for soil resource management. Environmental Protection Management Agency (4204). United States Office of Wastewater, EPA/832-B-00-007, 136 pages. <http://water.epa.gov/scitech/wastetech/biosolids/>
- Vazquez-Montiel, O., Horan, N.J. and Mara, D.D., 1996. Management of domestic wastewater for reuse in irrigation. *Water Sci. Technol.*, 33:10-11, 355-362. <http://www.iwaponline.com/wst/03310/wst033100355.htm>
- White, C.S., Loftin, S.R. and Aguilar, R., 1997. Application of biosolid to degraded semiarid rangeland: Nine-year responses. *J Environ Qual* 26: 1663-1671. <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=2179421>
- Wong, J.W.C. and Selvam, A., 2006. Speciation of heavy metals during co-composting of sewage sludge with lime. *Chemosphere*, 63:980-986. doi:10.1016/j.chemosphere.2005.08.045

JERSEY SIĞIRLARDA SÜT VERİMİNE AİT VARYANS UNSURLARININ FARKLI YÖNTEMLERLE TAHMİNİ

Adnan ÜNALAN^{1*} Soner ÇANKAYA²

¹Niğde Üniversitesi, Ulukışla Meslek Yüksekokulu, Bitkisel ve Hayvansal Üretim Bölümü, Ulukışla / Niğde
²Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Zootekni Bölümü, Kurupelit / Samsun
*unalanadnan@gmail.com

Geliş Tarihi: 10.03.2011

Kabul Tarih:02.12.2011

ÖZET: Süt sığırcılığında, süt verimlerine ilişkin varyans unsurları ile bunlara bağlı olan genetik parametrelerin yansız tahminler veren yöntemler kullanılarak hesaplanması oldukça önemlidir. Bu çalışmada, Karaköy Tarım İşletmesindeki Jersey sığır sürüsünde 1984-2008 yılları arasında tutulmuş 3630 laktasyon süt verim kaydı kullanılarak varyans unsurları ve genetik parametreler ANOVA, ML, REML ve MIVQUE yöntemleriyle tahmin edilmiştir. Tahminlerdeki yansızlığın karşılaştırılmasında varyansların oranı ($\sigma_{\alpha}^2/\sigma_e^2$) ölçüt olarak alınmıştır. Boğa modeli altında ANOVA, ML, REML ve MIVQUE yöntemleriyle elde edilen varyans oranlarının tümü 0.50'den küçük bulunmuş ancak ML ve REML yöntemleri birbirine daha yakın değerler vermiştir. Ancak, hayvan modeli altında DFREML yöntemiyle elde edilen varyans oranının 0.50'den büyük olması, bu çalışma için REML yönteminin daha doğru sonuç vereceğini göstermiştir. Boğa modeli altında kalıtım derecesi tahminleri ANOVA, ML, REML ve MIVQUE yöntemleriyle sırasıyla 0.317, 0.459, 0.477 ve 0.135 olarak bulunurken hayvan modeli altında DFREML yöntemiyle 0.481 olarak bulunmuştur.

Anahtar Sözcükler: Jersey, Süt verimi, Varyans unsurları, Genetik parametre, Tahmin yöntemleri

ESTIMATION OF VARIANCE COMPONENTS RELATED TO MILK YIELD OF JERSEY CATTLE BY DIFFERENT METHODS

ABSTRACT: In dairy cattle management, the estimation of variance components and genetic parameters related to milk yield by using unbiased methods is very important. In this study, 3630 lactation milk yield records of Jersey cattle herd in the Karaköy Agricultural State Farm between the years 1984-2008 were obtained, and variance components and genetic parameters related to milk yield were estimated by ANOVA, ML, REML and MIVQUE methods. Variance ratios ($\sigma_{\alpha}^2/\sigma_e^2$) were taken as a criteria in the comparison of unbiasedness and effectiveness of the estimates. Despite all of the variance ratios obtained from ANOVA, ML, REML and MIVQUE methods by sire model were found less than 0.50, ML and REML results were very similar. Therefore, REML method was found to be more effective than the other methods in this study, because the variance ratio obtained from DFREML by animal model was greater than 0.50. While the heritability estimates for ANOVA, ML, REML and MIVQUE methods by sire model were determined to be 0.317, 0.459, 0.477 and 0.135, respectively, it was obtained as 0.481 from DFREML by animal model.

Key Words: Jersey cattle, milk yield, variance components, genetic parameter, estimation methods

1. GİRİŞ

Süt sığırı yetiştiriciliği, hayvan ıslahı çalışmaları ve uygulamalarına en fazla konu olan alanlardan biridir. Bunda sığırın hayvansal üretime katkısının büyüklüğü yanında, gerek sperma gerek canlı hayvan olarak, dünya damızlık pazarında büyük bir yere sahip olmasının da payı vardır (Ulutaş ve ark., 2004). Süt sığırlarında yapılacak seleksiyon çalışmalarında ve ıslah programlarının planlanmasında, birey ve sürü hakkında gerekli birçok bilginin (kalıtım derecesi, damızlık değeri, fenotipik ve genotipik korelasyonlar vb.) üretilmesi için kullanılan varyans unsurlarının tahmin eden farklı istatistiksel yöntemler vardır. Günümüzde yaygın olarak kullanılan varyans unsurları tahmin yöntemleri, Varyans Analizi (ANOVA), En Yüksek Olabilirlik (Maximum Likelihood, ML), Kısıtlanmış En Yüksek Olabilirlik (Restricted Maximum Likelihood, REML) ve Minimum Varyanslı Kuadratik Sapmasız Tahminleyici (Minimum Variance Quadratic Unbiased Estimation, MIVQUE) yöntemidir (Henderson, 1986; Akbulut, 1996; Hossain ve Muttlak, 1998, Akbaş ve ark., 2002; Kesici ve Özsoy, 2003; Balcıoğlu ve ark., 2005).

Genetik parametrelerden özellikle kalıtım derecesi, sürüde ıslahı amaçlanan özellik bakımından yeterli düzeyde genetik varyasyonun bulunup bulunmadığını gösteren en önemli göstergelerden biridir. Bu değer ayrıca, işletmede uygulanacak seleksiyon yönteminin belirlenmesinde de oldukça önemlidir. Bireylerin damızlık değerlerinin tahmininde ise bu parametreye mutlak ihtiyaç vardır.

Ülkemizde yerli sığır ırklarının ıslahı amacıyla ithal edilen kültür ırklarından biri olan Jersey sığırlarının ithali 1958'lere kadar uzanmaktadır (Eliçin ve ark, 1991). Bu ırk zaman içinde özellikle Orta ve Doğu Karadeniz bölgesinin olumsuz çevre koşullarına önemli ölçüde uyum sağlamış ve bu nedenle de bölge çiftçisi tarafından damızlık olarak kullanılmıştır. Çiftçi elinde önemli ölçüde melezleme ve saf yetiştirme amacıyla kullanılan bu ırkın devlet elinde saf yetiştiriciliği ise TIGEM'e bağlı işletmelerden sadece Karaköy Tarım İşletmesi Müdürlüğünde (Samsun) yapılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, ülkemizde özellikle Orta ve Doğu Karadeniz Bölgesinin iklim ve coğrafik koşullarına önemli ölçüde adapte olmuş ve bölge çiftçisi tarafından da yaygın olarak yetiştirilmekte olan

Jersey sığırları için önemli bir damızlık materyal kaynağı durumundaki TİGEM'e bağlı Karaköy Tarım İşletmesinde yetiştirilmekte olan Jersey sığırlarının süt verimlerine ait varyans unsurları ve genetik parametreler farklı yöntemler kullanılarak (ANOVA, ML, REML, MIVQUE) tahmin edilmiş ve bu yöntemlerin etkinliği araştırılmıştır. Böylece, işletme içi damızlık seçimine esas oluşturan genetik parametreler ortaya konulmuştur.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmada, Karaköy Tarım İşletmesinde yetiştirilen Jersey süt sığırlarına ait 1984–2008 yılları arasında tutulan aylık süt kontrol verim kayıtları kullanılmıştır. Kayıtların toplandığı dönemde süt kontrolleri ayda bir kez (her ayın son günü) düzenli olarak yapılmıştır. Kayıt tutma işlemleri için gerekli verilerin depolanacağı veritabanı tasarlanmış ve geliştirilmiştir.

Sonuç olarak çalışmada, 911 adet birinci, 771 adet ikinci, 637 adet üçüncü, 515 adet dördüncü, 397 adet beşinci, 261 adet altıncı ve 138 adet yedinci laktasyon kaydı olmak üzere toplam 3630 adet laktasyon kaydı değerlendirilmeye kullanılmıştır.

2.2. Yöntem

İşletmedeki ineklerin gerçek ve 305 günlük süt verimlerinin hesaplanmasında MS-Access ve Visual Basic programlama dili kullanılarak geliştirilmiş olan SürüRehberi-Türk adlı bilgisayar yazılımından yararlanılmıştır (Ünal ve Cebeci, 2007). İneklerin gerçek süt verimi (kg), 305 günlük süt verimi (kg), buzağılama yaşı (ay), kuruda kalma süresi (gün), laktasyon süresi (gün) gibi verim özelliklerine etki eden çevresel faktörlerin (laktasyon sırası, buzağılama ayı, buzağılama yılı) etkisinin tespiti için SPSS 10.0 V. istatistik paket programı kullanılmıştır.

305 günlük süt verimi için varyans unsurları ve genetik parametre tahminlerinde varyans analizi (ANOVA), maksimum olabilirlik (ML), kısıtlanmış maksimum olabilirlik (REML) ve minimum varyanslı kuadratik sapmasız tahmin (MIVQUE) yöntemleri kullanılmış ve yöntemler için SAS (1997) ve Meyer (1998) tarafından geliştirilen DFREML 3.0 β bilgisayar paket programlarından yararlanılmıştır. Çalışmada 305 günlük süt verimlerine ait varyans unsurlarının tahmin edilmesinde 4 farklı tahmin metodunun etkinliğinin karşılaştırmalı olarak incelenebilmesi açısından aşağıda matris gösterimi verilen karışık doğrusal model (general mixed linear model) kullanılmıştır.

$$y = X\beta + Zu + e$$

Model'de,

y: n, verim sayısı olmak üzere, nx1 boyutlu gözlem değeri vektörünü,

X: Sabit etkili çevre faktörlerine ait nxp boyutlu tasarım matrisini,

β : p, sabit etkili faktörlerin toplam sayısı olmak üzere, sabit etkili faktörlere ait px1 boyutlu etki miktarları vektörü,

Z: Şansa bağlı etkilere ait tasarım matrisi (nxq),

u: q, şansa bağlı etkili faktörlerin toplam sayısı olmak üzere, şansa etkili faktörlere ait qx1 boyutlu etki miktarları vektörü,

e: Tesadüfi çevre faktörlerine ait nx1 boyutlu etki miktarları vektörü göstermektedir (Henderson, 1986). Varyans unsurları tahmin yöntemleri aracılığı ile elde edilen varyans unsurları kullanılarak, kalıtım dereceleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile hesaplanmıştır.

$$h_s^2 = 4x \frac{\sigma_s^2}{(\sigma_s^2 + \sigma_e^2)}$$

Eşitliklerde,

σ_s^2 : Babaya ait varyans unsurunu, h_s^2 ; σ_s^2 varyans unsuruna dayalı kalıtım derecesini, σ_e^2 ise ilgilenilen özelliğe ait hata varyans unsurunu göstermektedir (Lin ve McAllister, 1984; Akbaş ve ark., 2002).

Çalışmada, ayrıca aynı hayvanın birden fazla veriminin bulunması nedeni ile 305 günlük süt verimlerinin analizinde, bireyin kendisinden kaynaklanan sabit (kalıcı) çevre etkisini dikkate alan aşağıdaki bireysel hayvan modeli kullanılmıştır (Cebeci, 1990; Ünal ve Cebeci, 2004).

$$Y_{tijk} = \mu_t + a_{ti} + by_{ij} + ba_{tk} + b_t X_{tijk} + e_{tijk}$$

Modelde:

Y_{tijk} : j. buzağılama yılında, k. buzağılama ayında, i. hayvanın t. laktasyon sırasına ($t = 1, 2, 3, \dots, 7$) ait 305 günlük süt verimi,

μ_t : t. laktasyon sırası için genel ortalama,

a_{ti} : t. laktasyon sırası için i. hayvana ait eklemeli genetik etkiyi, $a_{ti} \sim N(0, \sigma_a^2)$

by_{ij} : t. laktasyon sırası için j. buzağılama yılının etkisini ($j = 1, 2, 3, \dots, 24$),

ba_{tk} : t. laktasyon sırası için k. buzağılama ayının etkisini ($k = 1, 2, 3, \dots, 12$),

b_t : t. laktasyon sırası için süt veriminin buzağılama yaşına regresyonunu,

X_{tijk} : j. buzağılama yılında k. buzağılama ayında t. laktasyonuna başlayan i. hayvanın ay olarak buzağılama yaşını,

e_{tijk} : t. laktasyon sırası için tesadüfi çevre etkisini (hatayı), $e_{tijk} \sim N(0, \sigma_e^2)$ ifade etmektedir.

2.1.1. Varyans unsurları tahmin yöntemleri

Varyans unsurları tahmin yöntemleri, hayvan ıslahı çalışmalarında, seleksiyon indekslerinin oluşturulması ve ıslah programlarının planlanabilmesi için üzerinde durulan özelliklere (süt verimi, döl verimi vb) ait kalıtım derecesi, genotipik ve fenotipik korelasyonlar gibi genetik parametrelerin tahmininde yaygın olarak kullanılmaktadır. En yaygın olarak kullanılan varyans unsurları tahmin yöntemleri sırası ile varyans analiz,

maksimum olabilirlik, kısıtlanmış maksimum olabilirlik ve minimum varyanslı kuadratik sapmasız tahminleyici yöntemleridir (Henderson, 1986).

2.1.1.1. Varyans analizi yöntemi (ANOVA en küçük kareler yöntemi)

Fisher tarafından 1924, 1932 ve 1935 yıllarında geliştirilen bu yöntem toplanabilirlik, gözlemlerin ve hataların tesadüfî, normal dağılışlı olması, varyansların homojenliği ve kovaryansın sıfır olması ile elde edilen değişkenlerin (y_{ij}) şans değişkeni olması gibi bazı varsayımların geçerli olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Kesici ve Özsoy, 2003; Villanueva ve ark., 2000; Rutherford, 2000). ANOVA yöntemini kullanarak varyans unsurları tahmin (Henderson, 1953) etmedeki temel prensip kareler ortalamalarının beklenen değerlerine eşitlendikten sonra elde edilen lineer eşitliklerin çözülmesine dayanmaktadır (Galiç ve Fırat, 2003). Sadece, tam şansa bağlı modeller için yansız tahmin veren varyans analiz yöntemi, diğer yöntemler ile kıyaslandığında hesaplaması en kolay yöntemdir (Henderson, 1984). Araştırmada, varyans unsurlarının ANOVA tahminlerinde karışık model kullanılmıştır.

2.1.1.2. Maksimum olabilirlik (ML) yöntemi

Normallik varsayımı altında tek yönlü sınıflandırılmış şansa bağlı model (y_{ij} : i . gruptaki j . gözlem değeri) aşağıdaki gibi gösterilebilir.

$$y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$$

Burada, μ bilinmeyen bir parametre, a_i ve e_{ij} normal dağılış gösteren ortalaması sıfır varyansları da sırasıyla σ_a^2 ve σ_e^2 olan şansa bağlı değişkenleri, $i = 1, \dots, a$ ($a \geq 2$ olmak üzere), $j = 1, \dots, n_i$ (tüm i ' ler için $n_i \geq 1$ veya bazı i ' ler için $n_i > 1$ olmak üzere), $N = \sum n_i$ olur.

Böylece, yukarıda verilen şansa bağlı model matris gösteriminde aşağıda verildiği şekilde yazılabilir.

$$y = \mathbf{1}_N \mu + \begin{bmatrix} \mathbf{1}_{n_1} & 0 & \dots & 0 \\ 0 & \mathbf{1}_{n_2} & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \mathbf{1}_{n_3} & \dots \\ 0 & 0 & \dots & \mathbf{1}_{n_a} \end{bmatrix} a + \mathbf{I}_N e$$

$$= X\mu + Z_1 a + Z_2 e$$

Burada,

$$a' = (a_1, a_2, \dots, a_a),$$

$$e' = (e_{11}, e_{22}, \dots, e_{an_a}),$$

$X = \mathbf{1}_N$ (tüm elemanları 1 olan N boyutlu bir vektör),

$Z_1 = N \times a$ boyutlu yukarıda verilen blok diagonal matris,

$Z_2 = \mathbf{I}_N$ dir.

Böylece, y ortalaması $\mathbf{1}_N \mu$ olan şansa bağlı değişken vektörü, varyans-kovaryans matrisi de:

$$V = \sigma_a^2 V_1 + \sigma_e^2 V_2 \text{ olacaktır.}$$

Burada:

$V_1 = Z_1 Z_1'$ ve $V_2 = Z_2 Z_2'$ dir ve $\tilde{\sigma}_a^2$ ve $\tilde{\sigma}_e^2$ değerleri sırasıyla gerçek değerlerin birer tahmini veya başlangıç değerleri (prior) olarak alındığında,

$$\tilde{V} = \tilde{\sigma}_a^2 V_1 + \tilde{\sigma}_e^2 V_2 \text{ olacaktır.}$$

Sonuç olarak parametre tahminleri:

$$\tilde{P} = \tilde{V}^{-1} [I - X(X' \tilde{V}^{-1} X)^{-1} X' \tilde{V}^{-1}]$$

şeklinde tanımlanabilir (Swallow ve Monahan, 1984).

Varyans unsurlarının tahmininde ML yöntemi ilk olarak Hartley ve Rao (1967) tarafından öne sürülmüştür. ML'de gruplar arası ve gruplar içi varyansın tahmininde aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır.

$$\begin{bmatrix} tr(\tilde{V}^{-1} Z_1 Z_1' \tilde{V}^{-1} Z_1 Z_1') & tr(\tilde{V}^{-1} Z_1 Z_1' \tilde{V}^{-1} Z_2 Z_2') \\ tr(\tilde{V}^{-1} Z_1 Z_1' \tilde{V}^{-1} Z_2 Z_2') & tr(\tilde{V}^{-1} Z_2 Z_2' \tilde{V}^{-1} Z_2 Z_2') \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_a^2 \\ \hat{\sigma}_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \tilde{P} Z_1 Z_1' \tilde{P} y \\ y' \tilde{P} Z_2 Z_2' \tilde{P} y \end{bmatrix}$$

$\tilde{\sigma}_a^2$ ve $\tilde{\sigma}_e^2$ için ML iterasyon başlangıç değeri olarak \tilde{V} ve \tilde{P} değerleri kullanılmaktadır. Her bir iterasyon için $\tilde{\sigma}_a^2$ ve $\tilde{\sigma}_e^2$ değerleri $\hat{\sigma}_a^2$ ve $\hat{\sigma}_e^2$ ' nin bir önceki iterasyon değerleridir. Bu işlem son iki iterasyon değeri arasındaki fark belirli bir pozitif küçük sayı elde edilinceye kadar devam etmektedir.

2.1.1.3. Kısıtlanmış maksimum olabilirlik (REML) yöntemi

Gruplar arası ve gruplar içi varyansların tahmin edilmesinde kullanılan bu yöntem (Patterson ve Thompson, 1971), olabilirlik fonksiyonunun sadece sabit etkilere bağlı olmayan kısmı ile ilgilenilmesi esasına dayanmaktadır. REML yönteminde aşağıdaki formülden yararlanılmaktadır.

$$\begin{bmatrix} tr(\tilde{P} Z_1 Z_1' \tilde{P} Z_1 Z_1') & tr(\tilde{P} Z_1 Z_1' \tilde{P} Z_2 Z_2') \\ tr(\tilde{P} Z_1 Z_1' \tilde{P} Z_2 Z_2') & tr(\tilde{P} Z_2 Z_2' \tilde{P} Z_2 Z_2') \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{\sigma}_a^2 \\ \hat{\sigma}_e^2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y' \tilde{P} Z_1 Z_1' \tilde{P} y \\ y' \tilde{P} Z_2 Z_2' \tilde{P} y \end{bmatrix}$$

REML de ML'de olduğu gibi iterasyon başlangıç değeri olarak varyans analiz tahminlerini kullanılmaktadır. Aralarındaki tek fark \tilde{V}^{-1} yerine \tilde{P} gelmesi, dolayısı ile aynı kuadratik formu kullanmalarına rağmen beklenen değerleri farklı olmaktadır (Kesici ve Özsoy, 2003).

2.1.1.4. Minimum varyanslı kuadratik sapmasız tahminleyici (MIVQUE)

REML'in birinci iterasyon değeri Rao (1971) tarafından geliştirilen MIVQUE' nin varyans unsuru tahminleyicisidir. Bu yöntemin kullanılması için normallik varsayımına ihtiyaç yoktur (Hossain ve Muttalak, 1998). MIVQUE' de kullanılan farklı başlangıç değerlerine göre değişik varyasyonlara sahiptir (MIVQUE(0), MIVQUE(A) vb.). Bu çalışma da işlem kolaylığı için kullanılacak olan, başlangıç değeri olarak $\hat{\sigma}_a^2$ ve $\hat{\sigma}_e^2$ değerleri için sırasıyla 0 ve 1 değerleri kullanılmış ise elde edilen tahminleyiciler MIVQUE(0) olarak tanımlanır. Eğer başlangıç değeri olarak varyans analizi kullanılmış ise elde edilen tahminleyiciler MIVQUE(A) olarak tanımlanmaktadır (Swallow ve Monahan, 1984). Bu yöntem Y 'nin varyans-kovaryans matrisi olan V 'nin bilindiğini kabul

eder ve V bilinmediği durumlar için ise V 'yi önceki bilgileri kullanarak minimize eder (Akbaş ve ark., 1993; Akbaş ve ark., 2002).

2.1.2. Yöntemlerin karşılaştırılması

Varyans unsurlarının tahmin yöntemlerinin etkinliğinin karşılaştırılmasında ölçüt olarak, hata varyansının küçüklüğü ile varyans unsurlarının hata varyansına oranının yüksekliği kullanılacaktır (Esenboğa ve Dayıoğlu 2002). Dengesiz verilerde, şansa bağlı bir modelde ANOVA, MIVQUE, REML ve ML yöntemlerinin karşılaştırmasını yapan Swallow ve Monahan (1984), yöntemlerin kıyaslanmasında $\sigma_{\alpha}^2 / \sigma_e^2$ oranının karşılaştırma ölçütü olarak kullanılmasını önermiştir. Ayrıca, varyans unsurları tahmin yöntemlerinin kıyaslanmasında yardımcı olması açısından varyans unsurların standart hatası da hesaplanmıştır (Lin ve McAllister, 1984).

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Süt Verim Özellikleri

Laktasyon sırasına göre ineklerin gerçek ve 305 günlük süt verimlerine ait tanımlayıcı istatistikler Çizelge 1'de verilmiştir. Çalışmada, her iki süt verim özelliği için de sadece ilk iki laktasyon sırası arasında istatistiki olarak fark olmadığı, bununla birlikte, birinci laktasyondan itibaren göreceli bir artış olduğu, en yüksek laktasyon süt verimlerine, süt sığırcılığında beklenen bir şekilde dördüncü ve daha sonraki laktasyonlarda ulaşıldığı görülmektedir (Çizelge 1). Kul (2006) yapmış olduğu çalışmada Jersey süt sığırlarının gerçek ve 305 günlük süt verimlerini daha yüksek (sırasıyla 3726 kg ve 3492 kg), Şahin (2004) ile Şekerden ve Özkütük (1990) ise 305 günlük süt verimini (sırasıyla 3096 kg ve 2553 kg) daha düşük düzeyde tespit etmişlerdir.

3.2. Varyans Unsurları ve Kalıtım Derecesi Tahminleri

Jersey ineklerin 305 günlük süt verimine ait ANOVA, ML, REML ve MIVQUE yöntemleri kullanılarak tahmin edilen baba ve hataya ait varyans unsurları,

toplam varyasyondaki oranları, σ_x^2 / σ_e^2 ve kalıtım derecelerine ait değerler Çizelge 2'de verilmiştir. Dört farklı yöntemle göre hesaplanan varyans unsurları arasında istatistiki olarak fark olup olmadığını test etmek amacı ile yapılan Bartlett homojenlik testine göre, hata varyans unsurları arasında istatistiki olarak herhangi bir fark bulunmamıştır ($p > 0,05$). Baba varyans unsurları bakımından ise, ML ve REML yöntem sonuçlarının diğer iki yöntemden elde edilen bulgular ile farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ($p < 0,01$). Ayrıca, ML ve REML yöntemlerinin kullanımı ile tahmin edilen kalıtım derecesi değerleri birbirine oldukça yakın bulunmuştur (Çizelge 2).

Varyans unsurları yöntemlerinin kıyaslanmasında hata varyansını minimum tahmin eden yöntem, en iyi yöntem olarak da açıklanmaktadır (Kayaalp ve Bek, 1994; Karabayır, 1996). Dolayısıyla, bu çalışmada tahmin edilen varyans unsurları istatistiki açıdan farklı olmamasına rağmen, en küçük hata varyansını tahmin eden ML yöntemin, en uygun yöntem olduğu söylenebilir. Ancak, varyans bileşenlerinin toplam varyasyondaki oranı, yöntemlerin kıyaslanmasında diğer önemli bir ölçüt olarak alınmakta ve hatanın toplam varyasyondaki oranının küçük olması istenmektedir (Esenboğa ve Dayıoğlu, 2002). Dolayısıyla bu ölçüt bakımından yöntemler kıyaslandığında, bu çalışmada en iyi yöntemin REML ($\sigma_e^2 / \sigma_T^2 = 0,881$) olduğu söylenebilir. Ayrıca, iki ölçüt dikkate alınarak ML ile REML arasında kıyaslama yapıldığında, modelde, sabit faktörlerin serbestlik derecelerini dikkate aldığından REML tahminleyicileri, ML'ye göre daha iyi sonuç vermektedir (Hansen ve ark., 1983).

Bireysel hayvan modeli altında 305 günlük süt verimlerine ait varyans unsurları, kalıtım derecesi ve damızlık değer tahminleri için Derivative Free REML (DFREML, Ver 3.0 β) paket programı içerisinde yer alan ve tek karakter analizleri için geliştirilmiş olan DFUNI alt programı kullanılmıştır (Meyer, 1998). Hesaplanan varyans unsurları ve kalıtım derecesi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 1. Laktasyon Sıralarına Göre Gerçek ve 305 Günlük Süt Verimleri (kg)

Laktasyon Sırası	n	Gerçek süt verimi		305 gün süt verimi	
		\bar{X}	S_x	\bar{X}	S_x
1	911	3347,98 c	28,45	3253,58 c	23,95
2	771	3417,79 c	34,98	3344,84 c	30,04
3	637	3567,86 b	47,39	3530,15 b	38,10
4	515	3709,50 ab	53,21	3617,80 ab	41,61
5	397	3701,95 ab	62,09	3662,40 a	51,03
6	261	3726,11 ab	70,12	3678,30 a	60,01
7	138	3858,10 a	117,70	3739,41 a	88,47
Genel	3630	3537,98	18,18	3466,89	15,00
Önem düzeyleri		p<0,001		p<0,001	

Çizelge 2. 305 Günlük Süt Verimlerine Ait Varyans Unsurları ve Kalıtım Dereceleri

Yöntemler	Varyans Unsurları					h_s^2
	$\sigma_s^2 \pm s_s$	$\sigma_e^2 \pm s_e$	σ_T^2	σ_s^2 / σ_e^2	σ_e^2 / σ_T^2	
EKK	50332 ± 11104	584024 ± 13951	634356	0,086	0,921	0,317
ML	75328 ± 19708	580757 ± 13814	656085	0,130	0,885	0,459
REML	79506 ± 20805	587028 ± 14036	666534	0,135	0,881	0,477
MIVQUE	21251 ± 4290	610187 ± 14578	631438	0,035	0,966	0,135

σ_s^2 : Babalar arası varyans, s_s : babalara ait varyans unsurunun standart hatası, σ_e^2 : hata varyansı, s_e : Hata varyans unsurunun standart hatası, σ_T^2 : toplam varyans, h_s^2 : baba varyans unsurlarına dayalı kalıtım derecesi

Çizelge 3. Hayvan Modeli ile 305 Günlük Süt Verimlerine Ait Varyans Unsurları ve Kalıtım Dereceleri

σ_a^2	σ_e^2	σ_T^2	h^2
349207,3	377557,1	726764,4	0,481 ± 0,08

σ_a^2 : eklemeli genetik varyans, σ_e^2 : tesadüfi çevre faktörlerinden kaynaklanan varyans (hata), σ_T^2 : toplam varyans, h^2 : kalıtım derecesi.

Çizelge 4. Laktasyon Sıraları İçin Kalıtım Dereceleri, Genetik ve Fenotipik Korelasyonlar

Lak.No	1	2	3	4	5	6	7
1	0,289±0,05	0,687**	0,676**	0,631**	0,601**	0,590**	0,551**
2	0,548**	0,319±0,06	0,752**	0,739**	0,677**	0,645**	0,550**
3	0,525**	0,730**	0,324±0,04	0,770**	0,601**	0,577**	0,544**
4	0,422**	0,548**	0,553**	0,331±0,02	0,886**	0,759**	0,665**
5	0,365**	0,527**	0,544**	0,667**	0,339±0,03	0,906**	0,706**
6	0,224*	0,447**	0,471**	0,508**	0,817**	0,357±0,03	0,995**
7	0,221*	0,403**	0,381**	0,458**	0,620**	0,604**	0,379±0,03

Köşegedeki değerler kalıtım derecelerini, köşegen üstündeki değerler genetik korelasyonları, köşegen altındakiler ise fenotipik korelasyonları göstermektedir.

Araştırmada, Jersey ırkı sığırlar için tahmin edilen 305 günlük süt verimine ait kalıtım derecesi ile ilgili bazı çalışmalardan (Campos ve ark., 1994; Visscher ve Goddard, 1995) ve özellikle 1984-2000 yıllarına ait süt verim kayıtları kullanılarak Jersey sığırları üzerinde yapılmış olan çalışmadan (Şahin, 2004) elde edilen bulgulardan ($h^2=0,37$) daha yüksektir. Bu durum, 2000'li yıllardan sonra mevcut sürüde genotipik varyasyonun artmasıyla açıklanabilir.

İslah programlarında ele alınan özellikler arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonlar oldukça önemli ölçütlerdir. Bu ölçütler, geliştirilmesi düşünülen özellikte fenotipik ve genotipik olarak ne derece değişim görülebileceğinin göstergesidir (Ilatsia ve ark., 2007). Çalışmada, laktasyon sıralarına ait süt verimlerinin kalıtım dereceleri, laktasyon sıraları arasındaki genetik ve fenotipik korelasyonların REML tahminleri için Derivative Free REML (DFREML) Ver 3.0 β program paketi içerisinde yer alan ve çoklu karakter analizleri için geliştirilmiş olan DXMUX alt programı kullanılmıştır (Meyer, 1998). DFREML'da yer alan tüm modeller hayvan modelini esas almaktadır. Bu nedenle analizlerde bireysel hayvan etkileri şansa bağlı etkiler olarak alınmıştır. Yapılan analiz sonucu laktasyon sıralarına ait süt verimleri için tahmin edilen kalıtım dereceleri, genetik ve fenotipik korelasyonlar ise Çizelge 4'te verilmiştir.

Kalıtım derecesini aynı ırk için laktasyon bazında irdeleyen Barton ve ark. (1984)'ın 1. ve 2. laktasyon süt verimleri ile ilgili kalıtım derecesini sırası ile 0,34 ve 0,20 olarak bildirirken, Şahin (2004)'in Deb ve ark. (1973)'dan bildirdiğine göre, yapılan bir

çalışmada aynı özelliğe ait kalıtım derecesinin 1., 2. ve 3. laktasyonlar için sırasıyla 0,40, 0,27 ve 0,23 olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla, bu çalışmadan elde edilen değerler, işletmedeki hayvanların süt verimi yönündeki genetik yapılarının önemli sayılabilecek düzeyde birbirlerinden farklı olduğunu, dolayısıyla uygulanacak seleksiyondaki isabetin de yüksek olabileceğini göstermektedir. Ayrıca, 2., 3. ve 4. laktasyon sıraları için tahmin edilen kalıtım derecelerinin birbirine yakın ve 1. laktasyon için tahmin edilenden yaklaşık %10-15 daha yüksek olması, ilk laktasyon verimleri üzerinde ya çevresel faktörlerin daha fazla etkili olduğu, ya da ineklerde süt verimlerini etkileyen genlerin etki miktarlarının yaşla birlikte değişmiş olabileceği şeklinde yorumlanabilir.

Genetik korelasyonlar incelendiğinde, ilk üç laktasyona ait süt verimleri arasında pozitif yönde ve istatistiki açıdan önemli bir genetik ilişkinin bulunduğu, ayrıca birbirini takip eden laktasyonlar (1. ile 2., 2. ile 3. vb.) arasındaki genetik korelasyonların istatistiki olarak da diğerinden (1. ile 3., 2. ile 4. vb.) daha yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0,01$). Bu bulgular; birbiri ardına gelen laktasyonlar da süt verimleri üzerinde etkili olabilecek çevresel faktörlerin daha benzer olabileceği, ya da süt verimi belirleyen genlerin etki miktarlarının birbirlerine daha yakın olabileceği şeklinde değerlendirilebilir. Dolayısı ile laktasyon sıralarına ait süt verimleri arasındaki fenotipik, özellikle de genetik korelasyonların pozitif yönde ve istatistiki açıdan önemli olması, ineklerin ilk laktasyon verimlerinin daha sonraki laktasyon verimleri hakkında önemli bir ölçüt olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

4. SONUÇ

Farklı yöntemler ile elde edilen varyans unsurları tahminlerindeki yansızlığın karşılaştırılmasında varyansların oranı (σ_a^2/σ_e^2) ölçüt olarak dikkate alındığında, bu çalışmada kullanılan boğa modeli altındaki ANOVA, ML, REML ve MIVQUE yöntemleriyle elde edilen varyans oranlarının (σ_s^2/σ_e^2) 0,50'den küçük olmasına rağmen, boğa modelinde ML ve REML yöntemlerinin birbirine yakın değerler verdiği belirlenmiştir. Ancak, hayvan modeli altında elde edilen varyans oranının (σ_a^2/σ_e^2 , 0,925) 0,50'den büyük olması, bu çalışma için hayvan modeli altında REML yönteminin tercih edilmesi gerektiğini göstermektedir. Ayrıca, boğa modeli altında sadece boğaların damızlık değerleri tahmin edilebilirken, hayvan modeli altında DFREML yöntemi ile analizlerde yer alan tüm erkek ve dişiler (süt verim kaydı bulunmayan inekler de dahil) için damızlık değerler tahmin edilebilmiştir. Bu değerlerin, işletmede bugün için uygulanan (sadece ineklerin ortalama verimlerinin dikkate alındığı) damızlık seçimi yerine kullanılması durumunda, sürünün genetik ıslahı çok daha hızlı ve isabetli olarak gerçekleştirilebilecektir.

5. TEŞEKKÜR

Bu çalışmaya maddi destek sağlayan TÜBİTAK'a, çalışma sürecinde yardımlarını esirgemeyen TİGEM'e ve Karaköy Tarım İşletmesi Müdürlüğü personeline, OMÜ Ziraat Fakültesi Dekanlığı'na ve Yrd. Doç. Dr. Ercan Soydan ve Arş. Gör. Ertuğrul Kul'a teşekkür ederiz.

6. KAYNAKLAR

Akbaş, Y., Settar, P., Türkmüt, L. 1993. Kanatlılarda yumurta verimi özellikleri için dört farklı varyans komponent tahminleme yönteminin karşılaştırılması. Uluslararası Tavukçuluk Kongresi, İstanbul.

Akbaş, Y., Ünver, Y., Oğuz, İ., Atlan, Ö. 2002. Comparison of different variance component estimation methods for genetic parameters of clutch pattern in laying hens. Archive für Geflügelkunde (European Poultry Sci.), 66(5), 232-236.

Akbulut, Ö. 1996. Esmir ırk sığırlarda ML, REML, MINQUE metodları ile süt verim özellikleri için varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri. Turk. J. Vet. Anim., 20: 461-464.

Balcıoğlu, M.S., Yolcu, H.İ., Fırat, M.Z., Karabağ, K., Şahin, E. 2005. Japon bildircinlerinde canlı ağırlık ve canlı ağırlık artışına ait genetik parametre tahminleri. Akdeniz Üniv. Ziraat Fak. Derg., 18(1): 35-39.

Barton, E.P., Norman, H.D., Wright, J.R. 1984. Genetic correlations between first and second type appraisals of Jersey cows. J. Dairy Sci., 67, Suppl. 1,198.

Campos, M. S., Wilcox, C. J., Becerril, C. M., Diz, A. 1994. Genetic parameters for yield and reproductive traits of Holstein and Jersey cattle in Florida. J. Dairy Sci, 77: 867-873.

Cebeci, Z. 1990. Süt sığırlarında damızlık seçiminde en iyi

doğrusal yansız tahmin (BLUP) yöntemi, yonteme ilişkin bilgi işlem algoritmaları ve Ceylanpınar Tarım İşletmesi Siyah-Alaca sığır popülasyonuna uygulanması. Doktora Tezi. Çukurova Üniv., Fen Bil. Enst., Zootečni Anabilim Dalı.

Eliçin, A., Alpan, O., Akman, N., Ertuğrul, M. 1991. Türkiye'de hayvan ıslahı "Sorunlar ve Öneriler". II. Hayvancılık Kongresi, Ankara Üniv. Ziraat Fak., 17-19 Haziran, Ankara. 119-144.

Esenbuğa, N., Dayıoğlu, H. 2002. İvesi ve Morkaraman koyunlarında döl verimi ile kuzuların büyüme ve gelişme özellikleri için farklı metotlarla varyans bileşenlerinin tahmini. Turk. J. Vet. Anim., 26:161-169.

Galiç, A., Fırat, M.Z., 2003. Boğa modelinde Gibbs örnekleme kullanılarak genetik parametre tahmini. III. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Ankara. 351-360.

Hansen, L.B., Freeman, A.E., Berger, P.J. 1983. Yield and fertility relationships in dairy cattle. J. Dairy Sci., 66: 293-305.

Hartley, H.D., Rao, J.N.K. 1967. Maximum-likelihood estimation for the mixed analysis of variance model. Biometrika, 54(1-2): 93-108.

Henderson, C. R. 1953. Estimation of variance and covariance components. Biometrics, 9: 226-252.

Henderson, C. R. 1984. Application of Linear Models in Animal Breeding, University of Guelph, 461p.

Henderson, C. R. 1986. Recent developments in variance and covariance estimations. J. Anim. Sci., 63: 208-216.

Hossain, S.S., Muttlak, H. A. 1998. MIVQUE and REML estimators of variance components under proportionality condition. Biometrical J., 40(7): 845-854.

Ilatsia, E.D., Muasya, T.K., Muhuyi, W.B., Kahi, A.K. 2007. Genetic and phenotypic parameters and annual trends for milk production and fertility traits of the sahiwal cattle in semi arid Kenya. Trop Anim Health Pro., 39: 37-48.

Karabayır, A. 1996. Atatürk Üniversitesi Tarım İşletmesinde yetiştirilen Esmir sığırların süt verim özellikleri için farklı metod ve modeller ile varyans unsurları ve kalıtım derecesi tahminleri. Yüksek Lisans Tezi. Atatürk Üniv. Fen Bil. Enst., Zootečni Anabilim Dalı.

Kayaalp, G.T., Bek, Y. 1994. Varyans unsurları tahmin yöntemlerinin karşılaştırmalı olarak incelenmesi. Çukurova Üniv. Ziraat Fak. Derg., 2: 127-142.

Kesici, T., Özsoy, A.N. 2003. Bildircinlerde vücut ağırlığının kalıtım derecesinin farklı tekniklerle hesaplanan varyans unsurlarından tahmini. III. Ulusal Zootečni Bilim Kongresi, Ankara. 343-350.

Kul, E. 2006. Jersey sığırlarında bazı meme özellikleri ile süt verimi ve sütteki somatik hücre sayısı arasındaki ilişkiler. Yüksek Lisans Tezi. OMÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zootečni Anabilim Dalı.

Lin, C. Y. 1984. McAllister A.J., Monte carlo comparison of four methods for estimation of genetic parameters in the univariate case. J. Dairy Sci., 67: 2389-2398.

Meyer, K. 1998. DFREML Version 3.0 β User Notes. <http://agbu.une.edu.au/~kmeyer/homepage.html> (last updated: 09.09.1998).

Patterson, H. D., Thompson R. 1971. Recovery of interblock information when block sizes are unequal. Biometrika. 58:545-554.

Rao, C.R. 1971. Minimum variance quadratic unbiased estimation of variance components. J. Multivariate Anal., 1: 445-456.

Rutherford, A. 2000. Introducing Anova and Ancova: A GLM Approach, Sage Publications, 192p.

- SAS Institute, 1997. SAS User's Guide, Release 6.12 ., SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- Swallow, W. H., Monahan, J.F. 1984. Monte carlo comparison of ANOVA, MIVQUE, REML, and ML estimators of variance components. *Technometrics*, 26(1): 47-57.
- Şahin, A. 2004. Jersey sığırlarının süt ve döl verim özelliklerine ait varyans bileşenleri ve genetik parametrelerinin tahmini. Yüksek Lisans Tezi. Gaziosmanpaşa Üniv. Fen Bil. Enst. Zootekni Anabilim Dalı.
- Şekerden, Ö., Özkütük, K. 1990. Jersey cattle breeding in a state farm at Turkey. *J. Anim. Breed. Genet.*, 107: 210-220.
- Ulutaş, Z., Akman, N., Akbulut, Ö. 2004. Siyah-Alaca ırkı sığırların 305 günlük süt verimi ve buzağılama aralığına ait genetik ve çevre varyansları tahmini. *Turk. J. Vet. Anim.*, 28: 101-105.
- Ünal, A., Cebeci Z. 2004. Siyah alaca sığırlarda ilk üç laktasyon verimine ait genetik parametreler ve korelasyonların REML yöntemi ile tahmini. *Turk. J. Vet. Anim.*, 28: 1043-1049.
- Ünal, A., Cebeci Z. 2007. HerdGuide-Turk: A herd management software for dairy cattle breeding. *J. Agric. ÇÜ.*, 22(1): 81-88.
- Villanueva, N.D.M., Petenate, A.J., Da Silva, M.A.A.P. 2000. Performance of three affective methods and diagnosis of the ANOVA model. *Food Quality and Preference*, 11(5): 363-370.
- Visscher, P.M., Goddard, M.E. 1995. Genetic parameters for milk yield, survival, workability and type traits for Australian dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 78(1): 205-220.

BİTKİ PATOJENİ BAKTERİLERDE SALGI SİSTEMLERİ

Hasan Murat AKSOY* Çiğdem KARA
Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bitki Koruma Bölümü, Samsun
*hmaksoy@omu.edu.tr

Geliş Tarihi:18.08.2011

Kabul Tarihi: 23.12.2011

ÖZET: Bitki patojeni gram negatif ve pozitif bakteriler bitkilerde hastalığa neden olan efektör proteinlere sahiptir. Bu proteinleri özel bakteriyel salgı sistemleri aracılığıyla bitki hücreyi içerisine aktarırlar. Bitki patojeni bakteriler, hücre dışı protein salgılamasını kendi türüne özgü protein taşıma sistemi ile gerçekleştirir. Bazı dizisi analizine göre bitki ve hayvan patojeni bakterilerin sahip oldukları hücre dışı salgı sistemleri büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Bu benzerliklere göre bakterilerdeki salgı sistemlerini Gram negatif bakterilerde; Tip I, Tip II, Tip III, Tip IV ve Tip V olmak üzere 5 grupta, Gram pozitif bakterilerde; Tip I, Tip II ve Tip V olmak üzere 3 grupta toplamak mümkündür. Gram negatif bitki patojeni bakterilerin çoğu Tip III Salgı sistemine sahiptir. Bu salgı sistemi hrp (aşırı duyarlılık ve hastalık oluşturma) genleri tarafından kodlanır ve bu genler, hassas bitkilerde hastalık oluşturma, dayanıklı bitkilerde ise aşırı duyarlılık için gereklidir
Anahtar kelimeler: Bitki patojeni bakteriler, salgı sistemleri, efektör proteinler

SECRETION SYSTEMS IN PLANT PATHOGENIC BACTERIA

ABSTRACT: Plant pathogenic gram-negative ve positive bacteria that cause disease in plants have effector proteins. These proteins pass into the plant cell via special bacterial secretion systems. Plant pathogenic bacteria implement extracellular secretion by their own protein transport systems. The base sequence analyses have shown that extracellular secretion systems in plant ve animal pathogenic bacteria are to a large extent similar. According to these similarities, secretion systems in gram negative bacteria can be classified into five groups: Type I, Type II, Type III, Type IV ve Type V, whereas gram-positive bacteria have three groups: Type I, Type II ve Type V. Most of plant pathogenic gram-negative bacteria have type III secretion system. This secretion system is encoded by hrp (for hypersensitive response ve pathogenicity) genes, which are so named because they are required for bacteria in order to cause disease in susceptible plants ve to elicit the hypersensitive response in resistant plants.

Key Words: Plant pathogenic bacteria, secretion systems, effector proteins.

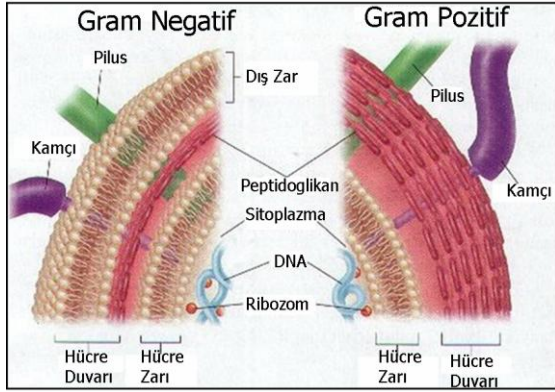
1. GİRİŞ

Bakteri hücresi; kendini koruma (toksinler/enzimler ve virülens faktörleri salgılaması yoluyla), hücresel taşıma faaliyetleri (moleküllerin hücre yüzeyinden, hücre duvarından ve hücre zarından taşınması) ve iletişim amacıyla salgı salgılar.

Gram pozitif bakteriler; sitoplazmik zar ve kalın bir hücre duvarına sahiptir. Buna karşın Gram negatif bakteriler; sitoplazmik zar veya iç zar ve dış zar olmak üzere ikili zar sistemine sahip olup, bu iki zar arasında peptidoglikan ve periplazmik boşluk bulunmaktadır. Gram pozitif ve Gram negatif bakterilerin salgıladıkları proteinler, iç zardan salgı yolu (Sec yolu) adı verilen aynı sistemle geçerler ki bu sisteme aynı zamanda genel salgı yolu adı verilir. Bununla birlikte bazı türlerin spesifik proteinleri iç zardan geçerken tvn arjinin taşıma (Tat) yolunu veya sinyal tanıma molekül sistemini (SRP) kullanır (Economou, 1999; Herskovits ve ark., 2000; Driessen, 2001; Eichler ve Moll, 2001; Mori ve Ho, 2001; Robinson ve Bolhuis, 2001). İç zardan geçen proteinlerin hücre dışı ortama taşınmalarında Gram pozitif ve negatif bakterilerde farklı yollar kullanılır. Gram pozitif bakterilerde proteinler, iç zardan geçtikten sonra ya doğrudan hücre dışı ortama salınırlar ya da hücre

duvarındaki peptid bağlama sistemlerinden birinin etkisi ile hücre duvarına bağlanırlar (Cossart ve Jonquieres, 2000; Mazmanian ve ark., 2001). Buna karşın Gram negatif bakterilerde proteinler, iç zardan periplazmik boşluk içerisine geçerler. Periplazmik boşluktaki proteinlerin hücre dışı ortama geçmesine dış zar engel olduğu için salgıladıkları proteinlerin dış zardan geçmesini sağlayan özel salgı yolu sistemleri oluştururlar. Bazı özel salgı sistemleri ise; salgı yolu (Sec) sisteminden bağımsız, iç ve dış zar arasında geçişi sağlayan geçici bir bağlantı sistemini meydana getirir.

Bitki ve hayvan patojeni bakteriler, hücre dışı protein salgılamasını kendi türüne özgü protein taşıma sistemi ile gerçekleştirir. Bazı dizisi analizine göre bitki ve hayvan patojeni bakterilerin sahip oldukları hücre dışı salgı sistemleri büyük ölçüde benzerlik göstermektedir. Bu benzerliklere göre bakterilerdeki salgı sistemlerini Gram negatif bakterilerde; Tip I, Tip II, Tip III, Tip IV ve Tip V olmak üzere 5 grupta, Gram pozitif bakterilerde; Tip I, Tip II ve Tip V olmak üzere 3 grupta toplamak mümkündür. Bu sistemlerde salgılanan proteinlerin taşınması; Gram negatif bakterilerde; iç zar, periplazmik boşluk ve dış zar yolu ile, Gram pozitif bakterilerde; iç zar ve hücre duvarı yolu ile olmaktadır (Şekil 1).

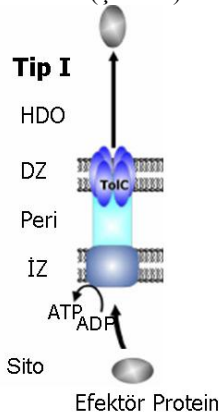


Şekil 1. Gram negatif ve pozitif bakterilerde salgı sistemi.

2. BAKTERİLERDE SALGI SİSTEMLERİ

2.1. Tip I Salgı Sistemi (T1SS)

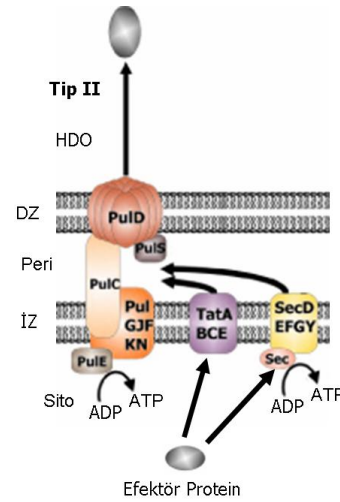
Tip I salgı sisteminin çalışma mekanizması oldukça basittir. Bu sistemde proteinin taşınması, enerji tüketimi sırasında meydana gelen ABC isimli homolog taşıyıcı bir protein tarafından gerçekleştirilir. Bu sistem, sadece ABC proteini, iç zar proteini ve dış zar proteini olmak üzere, proteinin 3 adet alt ünitesinden oluşmuştur. Tip I sistemi; iyonların, farklı büyüklükteki (20 – 900 kDa) proteinlerin ve bazı toksinlerin salgılanmasında kullanılır ve doğrudan sitoplazmadan salgılanırlar. Salgılanan proteinler hastalık oluşumunda önemli rol oynar. Proteinlerin salgılanmasında veya diğer moleküllerin taşınma işleminde periplazmik bölgenin herhangi bir rolü yoktur. Örneğin; *Escherichia coli* peptid kolisin V (10 kDa)'yi, *Pseudomonas fluorescens* de protein LapA (900 kDa)'yı salgılar. Bu sisteme sahip olan bitki patojeni bakterilere *Pectobacterium chrysanthemi* örnek verilebilir (Ghigo ve Wveersmann, 1992). Sistemin salgıladığı en iyi bilinen molekülleri; RTX toksinleri, protease ve lipase enzimleridir. Ayrıca protein özelliğinde olmayan β -glukanlar ve polisakaritler gibi moleküller de bu sistemle diğer hücrelere aktarılır (Şekil 2).



Şekil 2. Tip I salgı sistemi modeli: Bu sistemde ABC isimli homolog taşıyıcı bir protein sitoplazmada salgılanan etkör proteini doğrudan hücre dışı ortama salgılar. HDO, hücre dışı ortam; DZ, dış zar; Peri, periplazma; İZ, iç zar; Sito, sitoplazma.

2.2. Tip II Salgı Sistemi (T2SS)

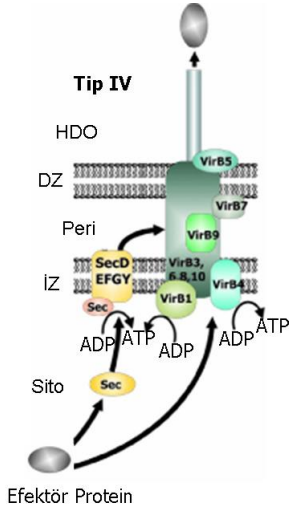
Bu sistemi oluşturan yapılar; iç zarda bulunan ve sitoplazmik olarak bir ATP'ye bağlı olan iç zar proteinleri ile dış zar proteinlerinden oluşmaktadır. Dış zar proteinlerinden birisi sistemin çıkış kanalı olarak kullanılmaktadır. Salgılanan proteinler, iki aşamalı olarak dış ortama salgılanır. İlk aşamada; salgılanan proteinler, Sec veya Tat yolunu kullanarak periplazmik boşluğa aktarılır. Aktarılan bu proteinler, ikinci aşamada secretin por proteinlerinden oluşan ve en az 12 – 14 farklı alt üniteden meydana gelen dış zarın içerisinde geçerek dış ortama salgılanırlar (Şekil 3).

Şekil 3. Tip II salgı sistemi modeli: Bu sistemde salgılanan etkör protein, Tat yolunu kullanarak doğrudan hücre dışı ortama salgılanırken, Sec yolunda sitoplazmik şaperona bağlı olarak hücre dışı ortama salgılanır. Sec şaperonu iç zarla etkileşime girmez. HDO, hücre dışı ortam; DZ, dış zar; Peri, periplazma; İZ, iç zar; Sito, sitoplazma. Tip II salgı sistemine sahip olan bakterilere *Pectobacterium carotovorum*, *P. chrysanthemi* ve *Pseudomonas aeruginosa* örnek verilebilir. *Pectobacterium* spp., bu sistemi pektinaz aktivitesi için kullanır. Sistemin salgıladığı diğer virülens faktörleri ise AB toksinleri ve proteaz enzimleridir (Lindeberg ve ark., 1996; Possot, ve ark., 1999; Bouley ve ark., 2001).

2.3. Tip IV Salgı Sistemi (T4SS)

Bu sistem bakteriyel DNA'nın veya proteinlerinin konukçu hücrelere doğrudan aktarımını sağlayan bir sistemdir. Bu sistem, 3 kısımdan meydana gelmiştir; aynı yapıdaki birçok proteinin birleşmesinden oluşan kısım, taşıyıcı protein kompleksi ve konjugatif pilus (taşıyıcı veya T pilusu). Bu sistemde salgılanan etkör protein, genellikle Vir salgı yolunu kullanarak hücre dışı ortama salgılanır. Fakat bazı durumlarda ise sitoplazmik şaperona bağlı olarak Sec yolu veya Vir salgı yolunu kullanarak da hücre dışı ortama salgılanabilirler. (Christie ve Vogel, 2000; Burns, 2003). Sec şaperonu iç zarla etkileşime girmeden etkör proteinin taşınmasında rol oynar (Şekil 4). Konjugatif pilus, por oluşumunu sağlayan proteinlerin iki alt ünitesinin birleşmesiyle meydana gelir. Örneğin, *Agrobacterium tumefaciens*'in VirB1 ile

VirB11 proteinlerinin birleşmesi sonucu VirB / D4 isimli T4 salgı sistemi meydana gelir (Çizelge 1).



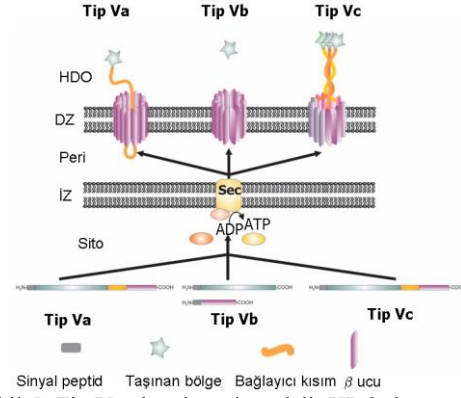
Şekil 4. Tip IV salgı sistemi modeli: Bu sistemde salgılanan efektör protein, genellikle Vir salgı yolunu kullanarak hücre dışı ortama salgılanır. Fakat bazı durumlarda ise sitoplazmik şaperona bağlı olarak Sec yolu veya Vir salgı yolunu kullanarak da hücre dışı ortama salgılanabilirler. Kısaltmalar: HDO, hücre dışı ortam; DZ, dış zar; Peri, periplazma; İZ, iç zar; Sito, sitoplazma.

Çizelge 1. Tip IV salgı sistemine sahip bakteriyel türler

Bakteriyel türler	T4S sistemi	Hedef/Etkisi	Hücredeki
Konjugasyon			
<i>Escherichia coli</i> F plasmid (IncF)	Tra	Genetik değişim	
<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	VirB	Taçlı gal değişim	gal/genetik
DNA alımı / aktarımı			
<i>Helicobacter pylori</i>	ComB	DNA alımı	
<i>Neisseria gonorrhoeae</i>	Tra	DNA aktarımı	
Efektör Aktarımı			
<i>Agrobacterium tumefaciens</i> VirB	VirB	Taçlı gal	
<i>Helicobacter pylori</i>	Cag	Midede gastrit / ülser	
<i>Xylella fastidiosa</i>	VirB	Yaprak yanıklığı	
		Turuncgillerde sararma	

2.4. Tip V Salgı Sistemi (T5SS)

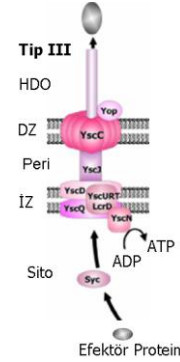
Bu sistem belki de en basit salgı sistemidir. Taşıyıcı proteinler sitoplazmada sentezlenerek sitoplazmik zar da bulunan Sec yolundan geçerler. Sec sistemi sayesinde dış zardaki por proteini kanalıyla hücre dışı ortama salgılanırlar (Henderson ve ark., 2004) (Şekil 5).



Şekil 5. Tip V salgı sistemi modeli: HDO, hücre dışı ortam; DZ, dış zar; Peri, periplazma; İZ, iç zar; Sito, sitoplazma.

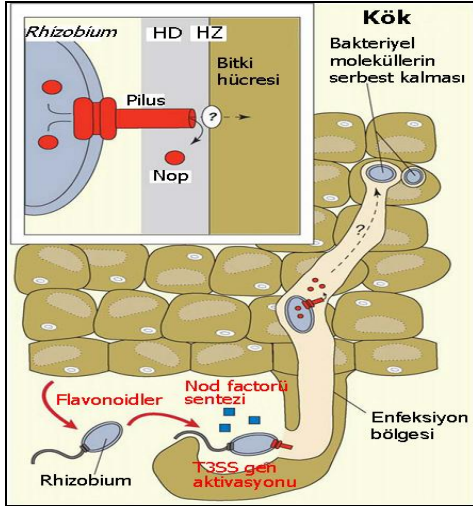
2.5. Tip III Salgı Sistemi (T3SS)

Bu sistem, bitki ve hayvan patojeni bakteriler ile simbiyotik olarak yaşayan Gram negatif bakterilerde bulunur. Bakteri hücresi, konukçu hücreye temas ettiği zaman taşıyıcı proteinler ve T3SS şaperonlar aktif hale geçer. Bu taşıyıcı yapılar, pili adı verilen protein özelliğindeki yapı içerisinde efektör proteinleri konukçu hücre içine aktarır (Şekil 6). Bu sistem, 20 farklı yapıdaki kompleks proteinlerden meydana gelmiştir (Henderson ve ark., 2004; Büttner ve Bonas, 2006).



Şekil 6. Tip III salgı sistemi modeli: HDO, hücre dışı ortam; DZ, dış zar; Peri, periplazma; İZ, iç zar; Sito, sitoplazma.

Bakterilerin ökaryotik hücrelerle simbiyotik ya da parazitik ilişkileri, bakteriler tarafından salgılanan proteinlerle kontrol edilir. Tip III salgı sisteminin patojenik bakterilerde bulunan bir sistem olduğu düşünülürken, *Rhizobium*, *Bradyrhizobium japonicum* ve *Mesorhizobium loti* gibi simbiyotik yaşama sahip bakterilerin de bu sisteme sahip olduğu belirlenmiştir. Bu bakteriler, baklagillerde azotu bağlayıcı nodüllerin oluşumuna neden olurlar (Marie ve ark., 2001). *Rhizobium* türlerinde nodül oluşumu, Tip III salgı genlerinin meydana getirdiği hücre dışına salgılanan nodulasyon proteinleri (Nop) ile olmaktadır. Nop proteinlerinin bitki hücresi içerisinde aktif olduğu tespit edilmiştir (Şekil 7). Ancak bu proteinlerin bitki hücresi içine ne şekilde taşındığı henüz belirlenmemiştir (Bartsev ve ark., 2004).

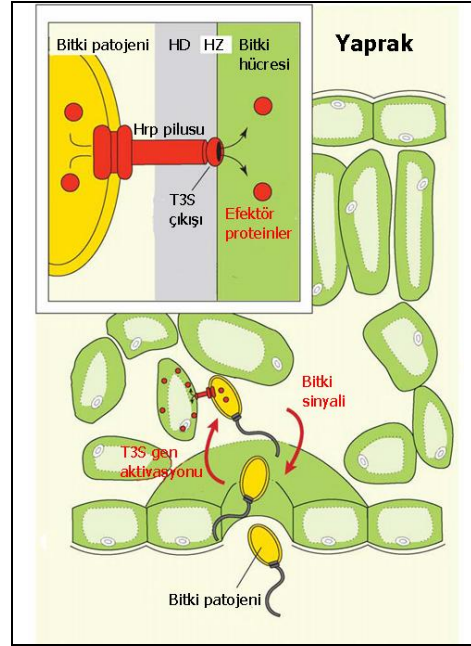


Şekil 7. Tip III salgı sisteminin kök hücrelerinin rhizobial enfeksiyonu sırasındaki modeli: Bakteriye nodül faktörleri (lipokitoligosakkaritler)'nin sentezlenmesi ve rhizobial enfeksiyonun olması için bitki köklerinden içerisinde flavonoidlerin de olduğu moleküller salgılanır. Rhizobial enfeksiyon sonucu saçak köklerde kıvrılmalar meydana gelir ve bakteri hücrenin salgıladığı moleküller bitki hücrenin sıvısı içerisinde serbest halde kalırlar. Salgılanan bu bakteriye moleküller azotu fikse edecek nodüllerin oluşumunu teşvik ederler. Bakteriye hücreler enfeksiyon bölgesinde lokalize olarak kalırlar. Kısaltmalar: HD, hücre duvarı, HZ, hücre zarı.

Rhizobium türlerinde Tip III salgı sisteminin aktif veya inaktif olma durumuna paralel olarak nodül oluşumu sayısında artış veya azalış meydana gelmektedir.

Simbiyotik ilişkide olduğu gibi, bitki ve hayvanlarda patojen olan Gram negatif bakterilerin konukçu bitkilerle ilişkisinde de Tip III salgı sistemi çok önemli bir yer tutar. Tip III salgı sisteminin bulunduğu hayvan patojenlerinden *Yersinia*, *Shigella*, *Salmonella*'da ve bitki patojenlerinden *Pseudomonas*, *Xanthomonas*, *Ralstonia*, *Erwinia* ve *Pantoea* cinslerine ait bakteri türlerinde çok sayıda model çalışmaları yapılmaktadır (He ve ark., 2004). Bu sistemde bitki patojeni bakteriler, bitki hücreleri ile temas ettiği zaman iki hücre arasında T3SS efektörleri olarak bilinen ve farklı bakteriye protein gruplarından oluşan moleküller, aşırı duyarlılık ve hastalık gelişiminden sorumlu (hypersensitive response ve pathogenicity - *hrp*) olan gen grubu tarafından kodlanarak, Tip III salgı sistemi yoluyla bitki hücreleri içerisine doğrudan salgılanır veya taşınır (Şekil 8).

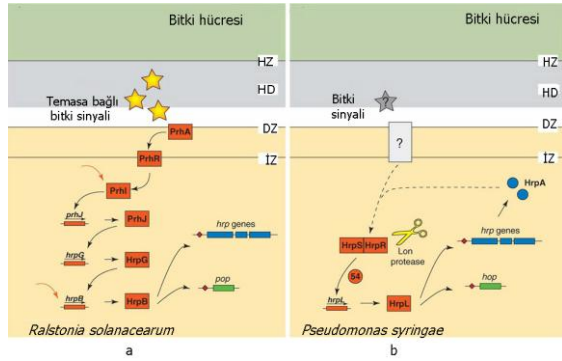
Bu sisteme sahip olmayan mutant bitki patojeni bakteriler ise bitki dokularında veya hücrelerinde koloni oluşturma veya yayılma faaliyetlerinde bulunurken, hastalık oluşturmazlar. Bu nedenle T3S sistemi, hastalık oluşturmada çok önemli bir belirleyici faktördür (Mudgett, 2005).



Şekil 8. Tip III salgı sisteminin bitki patojeni bakterinin yaprak enfeksiyonu sırasındaki modeli: Etmen bitkiye stoma gibi doğal açıklıklardan girer hücreler arasında çoğalmaya başlar. Bilinmeyen bir bitki sinyalinin etkisi ile bakteri hücreleri T3S sistemini oluşturması için uyarılmış olur. Oluşan T3S sistemi aracılığıyla efektör proteinler bitki hücrelerine salgılanır.

2.5.1. Tip III salgı sistemine ait genlerin düzenlenmesi

Bitki patojeni bakterilerde T3S sistemi bir kromozomal plazmid tarafından kodlanırlar. Örneğin, *Ralstonia solanacearum*'da *hrp* gen grubu, bir mega plazmid tarafından kodlanır. Bitki patojeni bakterilerde; *hrp* gen grubunun kodlanmasına neden olan etkene, gen grubunun görev alanına ve gen grubunun baz dizisindeki benzerliklerine bakılarak *hrp* gen grubu iki grup altında toplanabilir. I. Grupta *Pseudomonas syringae*'nin patojenik varyeteleri ile *Erwinia* ve *Pantoea* türleri, II. grupta ise *R. solanacearum* ve *Xanthomonas* türleri yer alır. Her iki grupta da *hrp* geni bitkilerin hücreleri tarafından uyarılır. Örneğin, *Ralstonia solanacearum*, bitki hücrelerine temas ettiği zaman bitkinin hücre duvarında bir sinyal meydana gelir. Meydana gelen bu sinyal, bakterinin dış membran proteini tarafından algılanır algılanmaz *hrp* genini aktif hale geçirir. Bununla birlikte *R. solanacearum*, *Erwinia amylovora* ve *X. campestris* pv. *vesicatoria*'nın mutantlarında, *hrp* genini aktif hale geçirecek bir düzenlenme söz konusu değildir (Jin ve ark., 2001; Büttner ve Bonas, 2006) (Şekil 9).



Şekil 9. Bitki patojeni bakterilerde *hrp* gen grubunun düzenlenmesi modeli: a) Bakteri hücrelerinin bitki hücrelerine temas ettiği zaman bitki hücrelerinde meydana gelen sinyal, alıcı olarak görev yapan dış zar proteini - PrhA'ya iletilir. Daha sonra sinyal iletimi; birbirini takip edecek şekilde ardışık olarak iç zar proteini - PrhR'ye ve sinyal aktarıcıları - PrhI, PrhJ, HrpG ve HrpB'ye iletilir. Kırmızı oklar, PrhI proteini ve *hrpB* geninin aktif hale gelmesinde ilave etkenlerin rolünü göstermektedir. HrpB, promotör olan *hrpII*'ye bağlanarak (kırmızı kutucuk şeklinde gösterilmiştir) içerisinde *hrp* ve efektör genlerin de olduğu genom üzerindeki büyük bir kısmı aktif hale getirmiş olur. b) *Pseudomonas syringae* türlerinde *hrp* geninin kodlanması; bitkide bilinmeyen bir etkiyle meydana gelen sinyal; HrpR, HrpS ve HrpL proteinlerinin aktive olmasına neden olur. HrpR ve HrpS etkileşimi sonucu sigma faktörü 54'ü aktive ederek *hrpL* geninin oluşmasına, bu gen de HrpL'nin aktif hale gelmesine neden olur. HrpL, *hrp* ve *hop* genlerinin promotör bölgesi (kırmızı kare ile gösterilmiştir)'ne bağlanarak içerisinde *hrp* ve efektör genleri kapsayan yapıyı harekete geçirir. *hrp* ve efektör genler pilus proteini HrpA'nın ve efektör proteinlerin meydana gelmesinde rol oynar. Lon proteaz enzimi ise HrpR'nin yeniden sentezlenmesini sağlamakla görevlidir. Kısaltmalar: HZ, hücre zarı, HD, hücre duvarı, DZ, dış zar, İZ, iç zar.

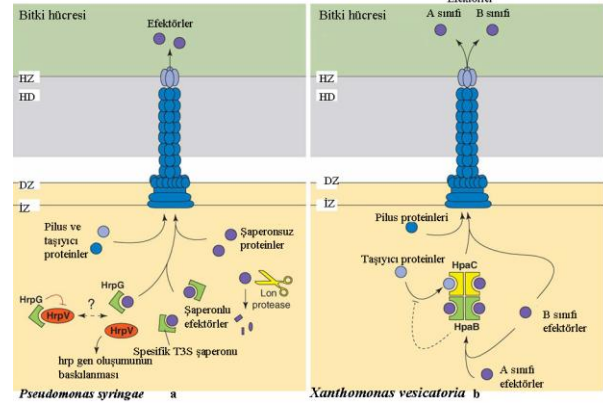
2.5.2. Tip III Salgı Sinyalleri

Tip III'e bağlı protein salgı ve aktarımını kontrol eden mekanizma hakkında az şey bilinmektedir. Bir sinyal etkileşimi ile T3S için meydana gelen oluşur. Ayrıca bitki hücresi içerisinde sinyal oluşumuna neden olan tip III efektör proteinleri, 50 – 100 adetlik amino asit dizisine sahiptir. Efektör proteinler, pilusun oluşumu sırasında salgılanır (Schechter, ve ark., 2004).

2.5.3. Tip III salgı şaperonları

Bitki ve hayvan patojeni bakterilerde T3S proteinlerin salgılanması ve bitki hücresi içerisindeki etkinliği, sadece protein sinyallerine bağlı değildir, aynı zamanda bu proteinlerin bağlandıkları spesifik sitoplazmik şaperonlara da bağlıdır. T3S şaperonları tipik olarak küçük, leucine'ce zengin ve bağlandıkları moleküllere özelleşmiş proteinlerdir. Birkaç gruba ayrılabilirler: IA sınıfı şaperonları bir veya birkaç homolog efektörle etkileşimde bulunurken, IB sınıfı şaperonları geniş bir efektör protein grubuna

bağlanabilir (Şekil 10). Genellikle şaperonun efektörüyle bağlanma şekli çoğu zaman ayındır (Losada ve Hutcheson, 2005). Bitki patojeni bakterilerdeki birçok T3S şaperonu *Erwinia amylovora* ve *Pseudomonas syringae* türlerinde belirlenmiştir ve bu şaperonların kendisine ait spesifik bir veya birkaç efektör proteini bulunmaktadır (Büttner ve Bonas, 2006) (Çizelge 2).



Şekil 10. Genel ve spesifik T3S şaperonların aktivite modeli: a) *Pseudomonas syringae*'nin efektör proteininin taşınma modeli; T3SS, Hrp pilus ve taşıyıcı proteinleri oluşturur. Bu proteinler, efektör proteinleri bitki hücresi içerisine aktarmada rol oynar. Bazı proteinlerin etkili bir şekilde taşınması; Lon proteaz enziminin parçalanmasından koruyan spesifik T3S şaperonlarına bağlanmasına bağlıdır. Bazı efektörler kendine özelleşmiş şaperonlara sahip değildir. Örneğin; HrpG, sitoplazma içerisinde *hrp* gen oluşumunu engelleyen HrpV'ye bağlanmasıyla onun aktivitesini baskı altına alan düzenleyici bir T3S şaperonudur. HrpG'nin HrpV'ye bağlanmaması durumunda ise HrpV'nin, *hrp* geninin oluşumunu baskı altına almasına neden olur. b) *Xanthomonas vesicatoria*'nın efektör proteininin taşınması modeli; T3SS, iki sınıfa ait efektör proteinleri bitki hücresinde salgılar: A sınıfı efektörlerin taşınması; HpaC ve genel T3S şaperonu HpaB'den oluşan kompleks bir hetero oligomerik protein kompleksinin varlığına bağlıdır. Efektörlerin taşınmasında kilit rol oynadığı tespit edilen HpaB ve HpaC şaperonları, A ve B sınıfı efektörlere bağlanmama durumunda bile A ve B sınıfı efektörleri bitki hücresi içerisine taşıyıcılar. Kesikli çizgi, taşıyıcı proteinlerin taşınmasını HpaB şaperonu tarafından engellendiğini göstermektedir. Bununla birlikte HpaB'nin taşıyıcı proteinleri doğrudan etkileyip etkilemediği bilinmemektedir. Buna karşın HpaB'nin bitki hücresinde aktarımda efektör proteinlere avantaj sağlamak amacıyla taşıyıcı proteinleri engellediği düşünülmektedir. Bunun sonucu olarak bitki hücresi içerisinde taşıyıcı proteinlerin yayılması dolaylı olarak engellenmiş olmaktadır. Kısaltmalar: HZ, hücre zarı; HD, hücre duvarı; DZ, dış zar; İZ, iç zar

Çizelge 2. Bitki patojeni bakterilerden elde edilen 3S şaperonları

Etmen	Şaperon	Etkileşim Etketörü	Sınıflandırma	Bağlanma Bölgesi (aminoasit yerleşimi)	Salgı katkısı	Stabilitesi
<i>E. amylovora</i>	DsB/F	DspA/E	IA	ND*	+	+
	ShcA	HopPsyA	IA	1-166	+	+
<i>P. syringae</i>	ShcB1	HopPsyB1	IA	ND	ND	+
<i>pv. syringae</i>	HrpG	HrpV	ND	ND	-	-
	AvrF	AvrE	IA	ND	ND	ND
		HopS1	IA	ND	+	ND
	ShcS1	HopO1-1	IA	111-175	+	-
		HopO1-2		ND	ND	ND
		HopS1	IA	ND	ND	ND
	ShcS2	HopS2		ND	ND	ND
		HopO1-1		111-175	+	+
<i>P. syringae</i>		HopO1-2		ND	ND	ND
<i>pv. tomato</i>	ShcO1	HopS1	IA	ND	+	+
		HopS2		ND	ND	ND
		HopO1-1		111-175	+	+
		HopO1-2		ND	ND	ND
	ShcF	HopF	IA	ND	-	+
	ShcV	HopPtoV	IA	76-125	+	+
	ShcM	HopPtoM	IA	100-400	+	+
		AvrBs1	IB	ND	+	-
<i>X. vesicatoria</i>	HpaB	AvrBs3		ND	+	-
		XopF1				
		XopJ				

*ND, tanımlanmamış, HrpG düzenleyici T3S şaperonu. HrpGnin bir tip III salgı proteiniyle etkileşimi bilinmiyor. ShcS1, ShcS2 ve ShcS3 homolog şaperonlardır. HpaB nin homologları, Xanthomonad türlerinde, *R. solanacearum* ve *Burkholderia pseudomallei*'de bulunmaktadır. HrpV, T3S sistemi tarafından salgılanmamaktadır. ShcS1 ve ShcO1, amino asit seviyesi bakımından önemli derecede sekans homolojisi (benzerliği) göstermeyen farklı efektör proteinlere bağlanmasına karşın IA sınıfı şaperonları olarak bilinir. Bununla birlikte her iki şaperon da (ShcS1 ve ShcO1) IA sınıfı şaperonlarla benzer ikincil yapılar içerir. Çünkü ShcS1, ShcS2 ve ShcO1 etkileşimde bulunduğu partnerinin ortamında kodlveği için IA sınıfı içinde gruplandırılır (Parsot ve ark., 2003).

3. SONUÇ

Son 15 yıldaki araştırmalar, bitki patojeni bakterilerin sahip olduğu kompleks salgı sistemlerinin oluşumundan, düzenlenmesinden ve aktivesinden sorumlu olan genlerin belirlenmesine yardımcı olmuştur. Bununla birlikte temel konu; bakterilerin salgı sistemleri ve efektör proteinlerin oluşması için ilk uyarı mekanizmasının bilinmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca tip üç salgı sistemindeki şaperon aktivitesinin analizi ve şaperonların bu salgı sistemindeki hiyerarşiye olan muhtemel katkısı gelecekteki araştırmaların odak noktasını oluşturacaktır. Bunu yanında mutasyon çalışmaları ve kantitatif protein – protein ilişki analizleri, tip üç salgı sisteminin türlere göre spesifik kontrol mekanizmasının anlaşılmasına yardımcı olacağı düşünülmektedir.

4. KAYNAKLAR

- Bartsev, A.V., Deakin, W.J., Boukli, N.M., McAlvin, C.B., Stacey, G., Malnoe, P., Broughton, W.J., Staehelin, C., 2004. NopL, an effector protein of *Rhizobium* sp. NGR234, thwarts activation of plant defense reactions. *Plant Physiol.*, 134:871-879.
- Bouley, J., Condemine, G., Shevchik, V.E., 2001. The PDZ domain of OutC ve the N-terminal region of OutD

determine the secretion specificity of the type II out pathway of *Erwinia chrysanthemi*. *J. Mol. Biol.*, 308: 205–219.

- Burns, D.L., 2003. Type IV transporters of pathogenic bacteria. *Curr. Opin. Microbiol.* 6:29–34.
- Christie, P.J., Vogel, J.P., 2000. Bacterial type IV secretion: conjugation systems adapted to deliver effector molecules to host cells. *Trends Microbiol.*, 8:354–360.
- Cossart, P., Jonquieres, R., 2000. Sortase, a universal target for therapeutic agents against gram - positive bacteria? *Proc. Natl. Acad. Sci.*, 97: 5013–5015.
- Büttner, D., Bonas, U., 2006. Who comes first? How plant pathogenic bacteria orchestrate type III secretion. *Current Opinion in Microbiology*, 9:193–200.
- Driessen, A.J., 2001. SecB, a molecular chaperone with two faces. *Trends Microbiol.* 9:193–196.
- Economou, A., 1999. Following the leader: bacterial protein export through the Sec pathway. *Trends Microbiol.* 7:315–320.
- Eichler, J., Moll, R., 2001. The signal recognition particle of Archaea. *Trends Microbiol.* 9:130–136.
- Ghigo, J.M., Wveersman, C., 1992. Cloning, nucleotide sequence ve characterization of the gene encoding the *Erwinia chrysanthemi* B374 PrtA metalloprotease: a third metalloprotease secreted via a C-terminal secretion signal. *Mol. Gen. Genet.* 236:135–144.
- Jin, Q., Hu, W., Brown, G.M., Hart, P., Jones, A.L., He, S.Y., 2001. Visualiztion of secreted Hrp ve Avr proteins along the Hrp pilus during type III secretion in *Erwinia amylovora* ve *Pseudomonas syringae*. *Molecular Microbiol.*, 40(5), 1129-1139.

- He, S.Y., Nomura, K., Whittam, T.S., 2004. Type III protein secretion mechanism in mammalian ve plant pathogens. *Biochim. Biophys. Acta*, 1694:181-206.
- Henderson, I.R., Navarro-Garcia, F., Desvaux, M., Fernveez, R.C., Ala'Aldeen, D., 2004. Type V Protein Secretion Pathway: the Autotransporter Story. *Microbiology Mol. Biol. R.*, 68(4): 692-744.
- Herskovits, A.A., Bochkareva, E.S., Bibi, E., 2000. New prospects in studying the bacterial signal recognition particle pathway. *Mol. Microbiol.*, 38: 927-939.
- Lindeberg, M., Salmond, G.P., Collmer, A., 1996. Complementation of deletion mutations in a cloned functional cluster of *Erwinia chrysanthemi* out genes with *Erwinia carotovora* out homologues reveals OutC ve OutD as cveidate gatekeepers of species-specific secretion of proteins via the type II pathway. *Mol. Microbiol.* 20: 175-190.
- Losada, L.C., Hutcheson, S.W., 2005. Type III secretion chaperones of *Pseudomonas syringae* protect effectors from Lonassociated degradation. *Mol. Microbiol.* 55: 41-953.
- Marie, C., Broughton, W.J., Deakin, W.J., 2001. Rhizobium type III secretion systems: legume charmers or alarmers? *Curr. Opin. Plant Biol.*, 4:336-342.
- Mazmanian, S.K., Ton-That, H., Schneewind, O., 2001. Sortase-catalysed anchoring of surface proteins to the cell wall of *Staphylococcus aureus*. *Mol. Microbiol.* 40:1049-1057.
- Mori, H., Ho, K., 2001. The Sec protein-translocation pathway. *Trends Microbiol.*, 9: 494-500.
- Mudgett, M.B., 2005. New Insights to the Function of Phytopathogenic Bacterial Type III Effectors in Plants. *Annu. Rev. Plant Biol.*, 56:509-31.
- Parsot, C., Hamiaux, C., Page, A.L., 2003. The various ve varying roles of specific chaperones in type III secretion systems. *Curr Opin Microbiol* 2003, 6: 7-14.
- Possot, O.M., Gerard-Vincent, M., Pugsley, A.P., 1999. Membrane association ve multimerization of secreton component *pulC*. *J. Bacteriol.*, 181: 4004 - 4011.
- Robinson, C., Bolhuis, A., 2001. Protein targeting by the twin - arginine translocation pathway. *Nat. Rev. Mol. Cell. Biol.* 2: 350-356.
- Schechter, L.M., Roberts, K.A., Jamir, Y., Alfano, J.R., Collmer, A., 2004. *Pseudomonas syringae* type III secretion system targeting signals ve novel effectors studied with a Cya translocation reporter. *J. Bacteriol.*, 186: 543-555.