



Seleksiyon Altındaki Yüksek Yağlı Bir Mısır Popülasyonunda Bazı Kalite ve Agronomik Özelliklerdeki Değişim

Fatih KAHRIMAN^{1*} Muhammet AKGÜL¹ İsmail ÖLMEZ¹ Cem Ömer EGESEL²

¹Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Field Crops

²Çanakkale Onsekiz Mart University, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Biotechnology

*e-posta: fkahriman@hotmail.com

Alındığı tarih (Received): 06.02.2017

Kabul tarihi (Accepted): 13.12.2017

Online Baskı tarihi (Printed Online): 26.12.2017

Yazılı baskı tarihi (Printed): 29.12.2017

Öz: Bu çalışmada daha önce yağ oranı için seleksiyona uygun olduğu tespit edilen bir melez kombinasyonun F₂ nesline ait tohumluklar kullanılmıştır. Bu materyalde yağ oranı için iki nesil sıraya koçan seleksiyon yöntemi uygulanmıştır. Başlangıç neslinde (C₀) tane kalite özelliklerinden yağ oranı, protein oranı ve karbonhidrat içeriği gözlemlenmiştir. İlk seleksiyon neslinde (C₁) ise bu özelliklerin yanı sıra bitki boyu, ilk koçan yüksekliği ve sap kalınlığı izlenmiştir. C₀ neslinde (örnek sayısı, n=75) yağ oranı %8,67 iken, seçilen koçanlarda (n=50) yağ oranı ortalaması %9,47 olarak bulunmuştur. C₁ neslindeki örneklerin bütününe ait (n=150) yağ oranı %8,64 ve bu nesilde yağ oranına göre seçilen örneklerin (n=50) yağ oranı %9,78 bulunmuştur. Böylelikle iki nesil seleksiyon sonrası yağ oranı için hesaplanan genetik ilerleme %1,11 olarak hesaplanmıştır. C₀ ve C₁ nesillerinde incelenen özellikler arasındaki korelasyon katsayıları, yağ oranı ve diğer kalite özellikleri arasındaki ilişkilerin seleksiyon ile değişim gösterdiğini ortaya koymuştur. Yağ içeriği artışının bitki boyu üzerinde negatif yönde etkisinin olduğu anlaşılmıştır. Yağ oranının artırılması için incelenen özelliklerde sınır değerleri gösteren bir karar modeli oluşturulmuştur. Karar modelinde örneklerin yağ oranlarına göre ayırımına etki eden ilk üç özellik, baba hattın tohumluğuna ait protein ve yağ oranı ile seçilen örneğin C₁ neslindeki bitki boyu olmuştur.

Anahtar Kelimeler: Koçan-sıra yöntemi, *Zea mays*, kalite, popülasyon

Variability in Some Quality and Plant Traits in a High Oil Maize Population under Selection

Abstract: F₂ generation seeds of a hybrid combination, which was formerly detected to be suitable for selection for oil ratio, were used in this study. On this material, ear-to-row selection for oil ratio was applied for 2 years. Data were collected on oil, protein, and carbohydrate ratios in the starting generation (C₀). In the first selection generation, additional data on plant height, first ear height, and stalk diameter were also recorded. Oil ratio (n=75) was 8.67% in C₀ generation, and 9.47% in the selected ears (n=50). In C₁ generation, average oil ratio of all samples (n=150) was 8.64%, while selected samples (n=50) yielded an average of 9.78%. Genetic gain was calculated as 1.11% for oil ratio from 2-year selection. Correlation coefficients between the traits investigated in C₀ and C₁ generations suggested that the relations of oil ratio with the other quality traits changed with selection. Increase of the oil ratio had a negative effect on plant height. A decision model which showed the limit values in the traits of interests was generated to increase oil ratio. First three traits in the decision model affecting the discrimination of the samples based on their oil ratios were the protein and oil ratios of the male parent seed, and the height of the selected plant in C₁ generation.

Keywords: Ear-to-row method, *Zea mays*, quality, population

1. Giriş

Mısır %3,5-5,5 arasında yağ içeren önemli tahıl ürünlerinden birisidir. Mısır (*Zea mays* L.) bir yağ bitkisi olarak sınıflandırılmasa da, dünyada mısır yağı hem insan beslenmesinde, hem de endüstriyel kullanım bakımından önemli bir paya sahiptir. Bu nedenle yağ oranının artırılması mısırdaki önemli ıslah amaçlarından birisi haline gelmiştir. Tane yağ içeriği %6'nın üzerinde olan genotipler yüksek yağlı mısır (High Oil Corn-HOC) olarak kabul görmektedir (Dumanovic 1995; Hong-Wu ve ark. 2012). Yüksek yağlı mısır tiplerine ilk örnek olarak Illinois Uzun Süreli Seleksiyon çalışmasıyla geliştirilen IHO (Illinois High Oil) popülasyonu gösterilebilir (Dudley 1997). Bu çalışmada Burr's White adında %4 civarında yağ içeren açıkta tozlanan bir popülasyondan yağ oranı %22'ye kadar yükseltilmiş hatlar geliştirilmiştir (Moose 2004). Song ve Chen (2004) 5 farklı mısır popülasyonunda 7 ila 18 döngü sonrasında yağ oranını %6,32'den %9,95'e yükseltmeyi başarmıştır. Yağ oranının yükseltilmesini amaçlayan Sırbistan'da yürütülen bir araştırmada da 9 nesil sonrasında iki farklı popülasyonda yağ oranı %8'in üzerine çıkarılmıştır (Markovic ve ark. 2007). Rosulj ve ark. (2002) tarafından yürütülen başka bir araştırmada ise iki ayrı sentetik popülasyonda yağ oranı toplu seleksiyon metodu uygulanarak %8,99 ve %10,91 düzeyine kadar artırılmıştır. Mısırdaki yağ oranını artırmaya yönelik araştırmalar günümüzde klasik ve modern teknikler kullanmak suretiyle halen devam etmektedir.

Yağ oranı ile birlikte bitkisel özellikler ve diğer kalite özelliklerinin geliştirilmesi de arzu edilmektedir. Bu nedenle ıslah çalışmalarında seleksiyonun bu özellikler üzerine olan etkisinin araştırılması gerekmektedir. Nitekim yağ oranını artırmayı hedefleyen bazı araştırmalarda hem diğer kalite özellikleri, hem de bazı temel agronomik özelliklerin değişimi birlikte incelenmiştir (Mittelman ve ark. 2003; Song ve Chen 2004; Ortega-Corona ve ark. 2015). Bu araştırmalarda yağ oranı ile agronomik özellikler arasında negatif yönde bir ilişki olduğu ve yağ oranındaki artışla birlikte seleksiyon uygulanan

popülasyonlarda agronomik özelliklerde gerileme olduğu tespit edilmiştir (Ortega-Corona ve ark. 2015). Yağ oranı ile karbonhidrat içeriği arasında negatif yönde; protein içeriği ile arasında ise bazı çalışmalarda pozitif, bazı çalışmalarda negatif yönde korelasyonlar tespit edilmiştir. Bu nedenle yağ oranını artırmayı hedefleyen ıslah çalışmalarında söz konusu karakterlerdeki değişimin incelenmesi ve özellikler arası korelasyonların takip edilmesi gerekmektedir.

Ciddi seviyede bir yağ açığının olduğu ülkemizde mısır yağı tüketimi bitkisel sıvı yağlar içerisinde önemli bir paya sahiptir (Yayar ve Bal 2007). Buna karşın yağlık mısır niteliği taşıyan tescilli çeşitlerin mevcut olmadığı ve bu özelliğe yönelik ıslah çalışmalarının sınırlı olduğu dikkat çekmektedir. Yağlık mısır geliştirmeye yönelik araştırmaların ve bu konuda geliştirilecek stratejilerin Türkiye açısından ayrı bir önemi vardır. Bu çalışma ülkemizde yağ oranını artırmaya yönelik olarak yürütülen ve yayınlanmış ilk ıslah çalışmasının sonuçlarını içermektedir. Diğer taraftan uluslararası literatürde yağ oranını artırmaya yönelik çalışmalarda diğer kalite özellikleri ve bitkisel özellikler izlense de bu özelliklerin istenen yönde değişimini mümkün kılmaya yönelik bir önerinin olmadığı dikkat çekmiştir. Bu noktadan hareketle, bu çalışmada başta yağ oranını artırmayı hedefleyen bir ıslah çalışmasının başlangıç (C_0) ve ilk seleksiyon (C_1) nesillerinde yağ oranındaki değişimin yanı sıra bazı kalite özellikleri ile agronomik karakterlerdeki değişimin incelenmesi amaçlanmıştır. Özellikler arasındaki ilişkilerin nesillere göre değişimi ele alınarak bu ilişkilerde seleksiyon etkisiyle ortaya çıkan değişimler incelenmiştir. Ayrıca, yağ oranına yönelik yapılan seleksiyon çalışmalarında diğer özelliklerin istenilen yönde değiştirilebilmesi için uygulanabilecek bir karar modeli oluşturulmaya çalışılmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Bu çalışmada daha önce tarafımızdan yürütülen ve yağ oranı ile tek bitki veriminin birlikte artırılma potansiyelini inceleyen bir araştırma (Kahriman ve ark. 2015) sonucunda

tespit edilen A680×IHO popülasyonun F₂ nesli başlangıç popülasyonu olarak kullanılmıştır. Tarla denemeleri Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Dardanos Araştırma ve Uygulama Biriminde yürütülmüştür. Çalışmanın C₀ neslinde bu materyale ait F₂ tohumlukları 34 sıralı bir blok halinde ekilmiştir. C₁ neslinde ise ilk nesilden elde edilen koçanlardan yağ oranına göre seçilmiş 50 koçan farklı sıralara ekilmiştir. Ekim parsel mibzeri ile yapılmış ve her sıra 2 metre uzunluğunda ve 70 × 20 cm ekim sıklığı olacak şekilde ayarlanmıştır. Sulama damla sulama yöntemiyle bitkilerin durumuna göre yapılmıştır. Gübreleme damla sulama sisteminden dekara 18 kg saf azot, 8 kg saf fosfor ve 5 kg potasyum hesabıyla gerçekleştirilmiştir.

Ekim yapılan sıralar arasında polen bulaşımını engellemek amacıyla kontrollü tozlama yönteminden yararlanılmıştır. Bu amaçla C₀ ve C₁ nesillerinde sağlıklı bitkiler kullanılarak kardeşleme tozlama yöntemine uygun olarak tohumluk örnekleri çoğaltılmıştır. C₀ neslinde tesadüfi olarak yapılan bu işlem C₁ neslinde ekilen 50 sıranın yağ oranına göre ikiye ayrılması ve yüksek yağlıların düşük yağlı sıralarla, düşük yağlıların yüksek yağlı sıralarla melezlenmesi ile gerçekleştirilmiştir. Hasatta her bir nesilde kontrollü olarak tozlanmış koçanlar sıra kayıt numaralarına göre ayrı ayrı toplanmıştır.

Tarla denemelerinde bitkisel gözlem olarak bitki boyu, ilk koçan yüksekliği ve sap kalınlığı TTSM (2010) kılavuzunda belirtilen yöntemlere uygun olarak yalnızca C₁ neslinde gerçekleştirilmiştir. Tarla denemelerinden alınan örneklerin protein ve yağ içerikleri NIR spektroskopi cihazında (Spectrastar 2400D, Unity Scientific, USA) belirlenmiştir. Bu amaçla her koçan örneğinden ayrı ayrı alınan taneler laboratuvar tipi değirmende (Fritsch pulverisette 14, Almanya) 0,5 mm örnek çapında öğütülmüş ve NIR cihazının döner kap modunda 1200-2400 nm arasında absorban değerleri kaydedilmiştir. Değerler, bölümümüzde daha önceden geliştirilen lokal bir kalibrasyon modeline (Egesel ve Kahrıman 2012) uygulanarak örneklerin yağ, protein ve karbonhidrat içerikleri tespit edilmiştir.

Elde edilen veriler üzerinden her bir özellik için seleksiyon ile sağlanan ilerlemeyi tespit edebilmek amacıyla her nesilde genel ortalama (\bar{X}), seçilen örneklerin ortalaması (\bar{X}_s) ve seleksiyon farkı ($\bar{X}_s - \bar{X}$) hesaplanmıştır. Seleksiyon döngülerinde incelenen özellikler arası ilişkiler korelasyon analizi ile değerlendirilmiştir. Bu amaçla SAS V8 paket programında Proc CORR komutundan yararlanılmıştır (SAS Institute 1999). Seleksiyon döngüleri arasında yağ oranı ve diğer özelliklerdeki değişimden yararlanarak incelenen özellikler için sınır değerlerin belirlenmesi amacıyla Regresyon ve Karar Ağaçları (Breiman ve ark. 1984) yöntemi kullanılmıştır. Bu amaçla yağ oranı bağımlı değişken olarak atanmış ve diğer değişkenler bağımsız değişken olarak tanımlanmıştır. Ayrıca bu analizlerde yağ oranı üzerine C₀ neslinde seçilen koçanların biyokimyasal içeriklerinin etkisini araştırmak amacıyla ana ve baba olarak kullanılan sıralara ait protein, yağ ve karbonhidrat oranları da bağımsız değişken olarak analize dâhil edilmiştir. Regresyon ve Sınıflama Ağacı Analizinde C₁ neslindeki tüm örnek seti (n=150) kullanılarak tahmin modeli oluşturulmuştur. Yağ içeriği değerleri tam sayıya yuvarlanarak 150 örnek 6 alt sınıfa (%6, %7, %8, %9, %10 ve %11) ayrılmıştır. Oluşturulan modelin sınıflamadaki başarısı C₁ neslinde yağ oranına göre seçilen örneklere ait veriler (n=50) kullanılarak test edilmiştir. Regresyon ve Karar Ağaçları modeli R programında (R Development Core Team, 2012) *rattle* paketi (Williams, 2011) ile oluşturulmuş ve elde edilen grafiksel çıktılar üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. İncelenen Özelliklerde Seleksiyonun Etkisi

Yağ oranı için yapılan seleksiyonun birinci neslinde (C₀) elde edilen örneklerin yağ, protein ve karbonhidrat oranı ortalamaları sırasıyla %8,67, %11,55 ve %74,41 olarak bulunmuştur. C₀ neslinde seçilen örneklerin ortalamaları ise %9,47, %11,31 ve %75,23 olarak belirlenmiştir. Bu verilere dayanarak C₀ neslinde yağ oranı için %0,80 ve karbonhidrat oranı için %0,82'lik bir

artış gözlemlenirken, protein oranında %0,24'lük bir azalma olduğu görülmüştür (Çizelge 1).

C₁ neslinde yağ oranı için tüm örneklerin ortalaması (%8,64) seçilen örneklerin ortalamasından (%9,78) düşük iken, bu nesilde ortalama seleksiyon farkının %1,14 olduğu saptanmıştır. Protein ve karbonhidrat oranında da seçilmiş örneklerin ortalaması C₁ neslindeki tüm örneklerin ortalamasından yüksek bulunmuştur. Bu özellik için hesaplanan seleksiyon farkları protein oranı için %0,03 ve karbonhidrat oranı için %0,04 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 1). C₁ neslinde ilk nesilden farklı olarak bazı bitkisel özellikler de gözlemlenmiştir. Bu nesilde tozlama yapılan örnekler işaretlenerek aynı örneklerin bitki boyu, ilk koçan yüksekliği ve sap kalınlıkları kayıt altına alınmıştır. Bu verilere göre C₁

neslinde tüm örnekler için bitki boyu ortalamasının (169,9 cm) seçilmiş örnekler için bitki boyu ortalamasından (168,5 cm) yüksek olduğu belirlenmiştir. İlk koçan yüksekliği ve sap kalınlığında ise seçilmiş örnekler için ortalamaların tüm örnekler için ortalamalardan daha yüksek olduğu görülmüştür (Çizelge 1). Bu bilgilere dayanarak yağ oranı için yapılan seleksiyonda bitki boyunda düşüş, ilk koçan yüksekliği ve sap kalınlığında ise küçük bir artış olduğu ifade edilebilir. Bu çalışmada seleksiyon işlemi yağ oranına yönelik olarak yapıldığından yağ oranı bakımından nesillerde tespit edilen değişimler beklendiği yöndedir. Ancak yağ oranı için yapılan seleksiyonun protein oranı üzerindeki etkisinin nesilden nesile değiştiği anlaşılmaktadır (Çizelge 1).

Çizelge 1. C₀ ve C₁ nesillerinde tüm örnekler ve yağ oranına göre seçilmiş örnekler için ortalamalar ve seleksiyon farkları

Table 1. Means and selection differentials of all samples and selected samples for oil in C₀ and C₁ generations

Özellik	C ₀			C ₁		
	Genel \bar{X} n=75	Seçilmiş \bar{X}_s n=50	Seleksiyon Farkı ($\bar{X}_s - \bar{X}$)	Genel \bar{X} n=150	Seçilmiş \bar{X}_s n=50	Seleksiyon Farkı ($\bar{X}_s - \bar{X}$)
Yağ Oranı (%)	8,67	9,47	0,80	8,64	9,78	1,14
Protein Oranı (%)	11,55	11,31	-0,24	11,51	11,57	0,03
Karbonhidrat Oranı (%)	74,41	75,23	0,82	73,32	73,36	0,04
Bitki Boyu (cm)	-	-	-	169,9	168,5	-1,4
İlk Koç. Yüksekliği (cm)	-	-	-	52,3	52,4	0,10
Sap Kalınlığı (mm)	-	-	-	19,3	19,4	0,10

Okporie ve ark. (2014) iki ayrı popülasyonda yürüttükleri iki döngüden oluşan seleksiyon çalışmasında yağ oranında %1,89 ve %4,27 artış sağlamışlardır. Aynı araştırmacılar protein oranı için seleksiyonla her iki popülasyonda da %4,5 düzeyinde ilerleme sağlandığını rapor etmişlerdir. Seleksiyonun etkisiyle nesillerde ortaya çıkan değişimleri daha açık şekilde belirleyebilmek için tane biyokimyasal içeriği ile ilgili özellikler bakımından C₁ neslinde seçilmiş koçanların C₀ neslindeki değerlerine ait ortalamalar ve nesiller arasındaki farklar her bir özellik için ayrı ayrı gösterilmiştir (Şekil 1). Grafiğin üst kısmında yer alan nesillere göre örneklerin yağ (Şekil 1A), protein (Şekil 1B) ve karbonhidrat oranları (Şekil 1C) ile ilgili çıktılar incelendiğinde, her üç özellik için de C₁ nesline ait ortalamaların C₀ neslinden

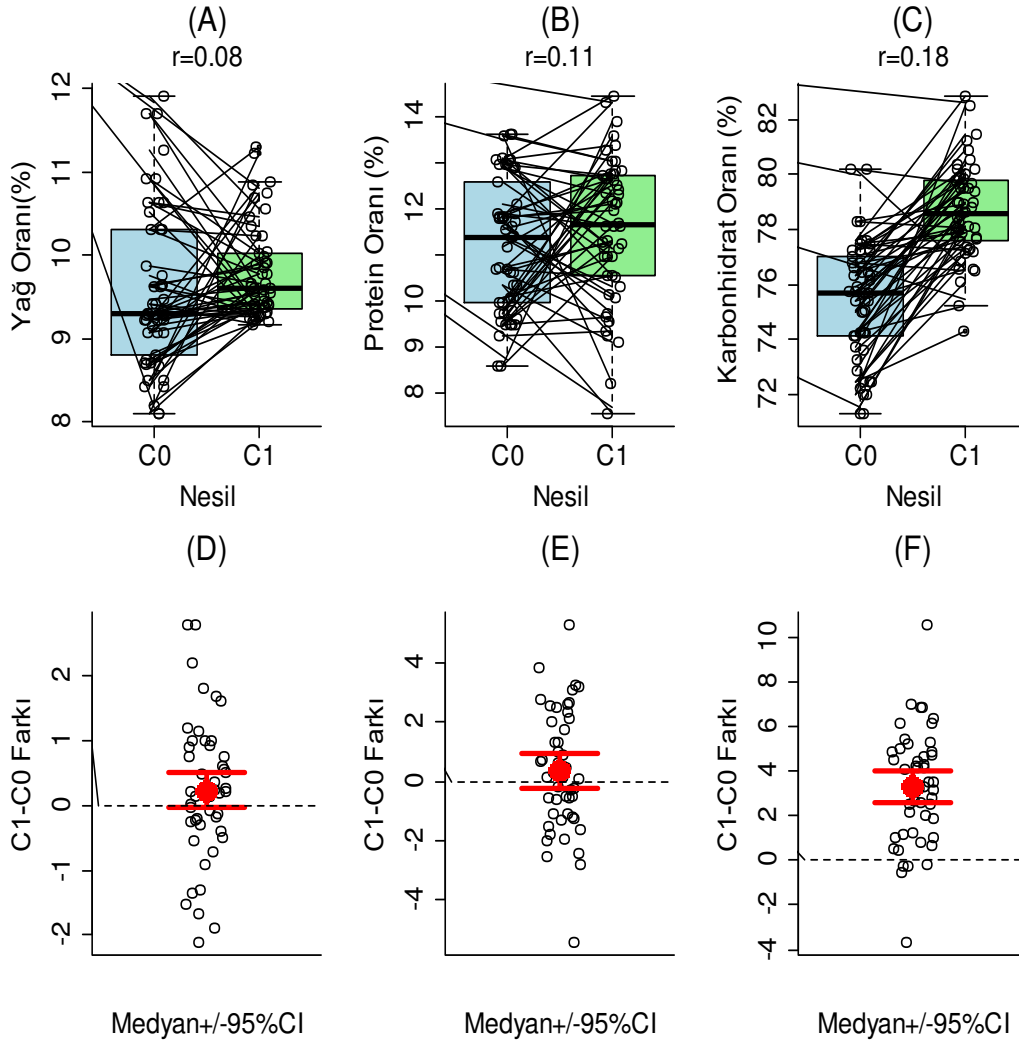
yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Buna karşın, yağ ve protein içerikleri bakımından genotipler sıralandığı zaman C₀ ve C₁ nesilleri arasındaki korelasyonun oldukça düşük olduğu (yağ oranı için r=0,08, protein oranı için r=0,11) görülmektedir (Şekil 1A, Şekil 1B). İncelenen özelliklerin nesillere göre farklılıkları ise grafiğin ikinci kısmında gösterilmiştir. Yağ (Şekil 1D), protein (Şekil 1E) ve karbonhidrat oranı (Şekil 1F) bakımından C₁ neslinin C₀ neslinden daha yüksek ortalamaya sahip olduğu görülmektedir. C₁ neslinde seçilmiş 50 örneğin 45'inde karbonhidrat oranının C₀ neslinden daha yüksek olduğu görülürken protein ve yağ içerikleri için bu rakamlar daha düşük bulunmuştur. Bu bulguya dayanarak çalışmada uygulanan seleksiyon yönteminin popülasyon ortalamasını

yükseltmesine karşın, C₀ neslinde seçilen örneklerin bireysel olarak yağ içeriğini yükseltmede etkisiz olduğu ifade edilebilir.

3.2. Nesillere göre incelenen özellikler arasındaki ilişkiler

İncelenen özellikler arasındaki korelasyonların nesillere ve örnek gruplarına göre değişimleri

Çizelge 2’de sunulmuştur. İlk seleksiyon neslinde (C₀) yağ oranı ile protein ve karbonhidrat oranı arasında hem tüm örneklerde hem de seçilmiş örneklerde negatif yönde korelasyon olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 1. Yağ oranı (A), protein oranı (B) ve karbonhidrat içeriği (C) için C₁ neslinde seçilen koçanlar (n=50) ile C₀ neslinde seçilen koçanlara ait değerler arasındaki ilişkiler ve bu özellikler için C₁-C₀ nesilleri arasındaki medyan testi sonuçları (Yağ:D, Protein: E, Karbonhidrat:F)

Figure 1. Relations between the values of selected ears (n=50) from C₁ and C₀ generations for oil (A), protein (B) and carbohydrate (C) ratios, and the median test results for these traits between C₁-C₀ generations (Oil:D, Protein:E, Carbohydrates:F)

Protein ve karbonhidrat oranı arasında, her iki örnek grubunda da negatif yönde ve yüksek düzeyde ($r > -0,70$) bir ilişkinin olduğu görülmektedir (Çizelge 2). C₀ neslinde özellikler arası ilişkilerin yönünde bir değişim

gözlenmemiş, buna karşın yağ ve protein oranı arasındaki ilişkinin önemlilik durumunda tüm ve seçilmiş örnekler üzerinden hesaplanan değerlere göre farklılık oluşmuştur (Çizelge 2). C₁ neslinde hesaplanan korelasyonlar dikkate alındığında

özelliik çiftleri arasındaki korelasyonların yönünün, tüm örnekler ile seçilmiş örneklerde yüksek oranda benzerlik gösterdiği, önemlilik durumlarında ise farklılıklar oluştuğu dikkat çekmiştir. C₁ neslinde yağ ve protein oranı arasında hesaplanan korelasyon değeri tüm örnekler üzerinde negatif yönde (r=-0,02) iken, seçilmiş örneklerde pozitif yönde (r=0,16)

bulunmuştur (Çizelge 2). Elde edilen bu sonuca dayanarak yağ ve protein oranı arasındaki ilişkinin seleksiyonun etkisi ile negatiften pozitif yönde ilişkiye doğru değiştiği söylenebilir. C₁ neslinde, protein ve karbonhidrat oranı arasında tespit edilen ilişki negatif yönde ve oldukça yüksek seviyede (r>-0,90) bulunmuştur.

Çizelge 2. C₀ ve C₁ neslinde incelenen özellik çiftleri arasındaki korelasyonlar ve önem düzeyleri
Table 2. Correlations and significance levels for the trait pairs in C₀ and C₁ generations

Özellik çifti	C ₀		C ₁	
	Tüm (n=75)	Seçilmiş (n=50)	Tüm (n=150)	Seçilmiş (n=50)
Yağ-Protein	-0,35**	-0,12	-0,02	0,16
Yağ-Karbonhidrat	-0,23*	-0,39**	-0,23**	-0,27
Yağ-Bitki Boyu	-	-	-0,13	-0,09
Yağ-İlk Koçan Yüksekliği	-	-	-0,02	-0,17
Yağ-Sap Kalınlığı	-	-	-0,01	-0,02
Protein-Karbonhidrat	-0,70**	-0,75**	-0,92**	-0,96**
Protein-Bitki Boyu	-	-	0,16*	0,12
Protein-İlk Koçan Yüksekliği	-	-	-0,07	-0,01
Protein-Sap Kalınlığı	-	-	0,19*	0,13
Karbonhidrat-Bitki Boyu	-	-	-0,15	-0,11
Karbonhidrat-İlk Koçan Yüksekliği	-	-	0,05	-0,02
Karbonhidrat-Sap Kalınlığı	-	-	-0,16	-0,12

*,** Sırasıyla %5 ve %1 olasılık düzeyinde önemlidir.

*,** Significant at the 5% and 1% probability level, respectively.

Bu özellikler arasında korelasyon değeri her iki örnek setinde de önemli bulunmuştur. C₁ neslinde tüm örnekler ve seçilmiş örnekler üzerinden hesaplanan korelasyon değerlerinden, yağ ve karbonhidrat oranı, protein oranı ve bitki boyu, protein oranı ve sap kalınlığı arasında hesaplanan değerlerin örnek gruplarına göre istatistiki önemlilik durumlarının değiştiği görülmektedir. Bu durum söz konusu özellik çiftleri arasındaki ilişkilerin seleksiyon etkisiyle farklılaştığına işaret etmektedir.

Tane kalite özellikleri arasındaki korelasyonlar daha önceki farklı araştırmalarda ele alınmıştır. Bu çalışma bulgularından bazılarında yağ oranı ile protein ve karbonhidrat oranı arasında negatif yönde korelasyonlar tespit edilmiştir (Lambert ve ark., 1997; Aliu ve ark. 2012). Araştırmamızda elde edilen bulgular da yağ oranı ile diğer kalite özellikleri arasında negatif yönde bir ilişki olduğunu göstermektedir ve seleksiyonla bu ilişkilerin düzeyinde değişimler olabileceği anlaşılmıştır. Tane içeriği ile ilgili olan özellikler

tane dolun sürecindeki biyokimyasal değişimlere bağlanabilir.

Nihayetinde incelenen biyokimyasal bileşenlerin tamamı fotosentetik ürünlerdir ve depo ürünün konumunda olduklarından ortak bir kaynağı, yani fotosentez ürünlerini kullanmaktadırlar. Bu bileşenlerin sentezinde etkili olan genler ve allel frekansları seleksiyon etkisiyle değişim gösterebilir. Bu durumun sonucu olarak da incelenen özellikler arasındaki ilişkiler farklı seleksiyon nesillerinde değişime uğrayabilir. Tane kalite özellikleri ile bitkisel özellikler arasında ise genellikle negatif yönde korelasyon olduğu yapılan çalışmalarda ortaya konulmuştur (Wali ve ark. 2006; Öner 2011). Araştırmamızda da, incelenen üç bitkisel karakter ile C₁ neslinde yağ ve karbonhidrat içeriğinin negatif yönde, protein oranının ise bitki boyu ve sap kalınlığı ile pozitif yönde ilişkiye sahip olduğu görülmüştür (Çizelge 2). Yağ oranı ile bitkisel özellikler arasındaki negatif korelasyonlar çalışmamızda kullanılan ebeveyn materyallerden IHO ile ilişkilendirilebilir. Nitekim Rosulj ve ark. (2002)

IHO ile ilgili materyallerde yağ oranı ile tane seleksiyonun etkisi ile saptığını belirten çok sayıda araştırma olduğunu bildirmektedir. Çalışmamızda hem IHO hattının ebeveynler (baba ebeveyn olarak) içerisinde yer alması hem de yürüttüğümüz araştırmanın yağ oranını artırmak için bir seleksiyon çalışması olması bitkisel özellikler ve yağ oranı arasında negatif yönde korelasyonların gözlemlenmesine neden olmuştur. Regresyon ve Karar Ağaçlarına ait grafiksel çıktı Şekil 2’de, bu yöntemle oluşturulan modelde örnek sınıflaması ve modele ait doğrulama sonuçları ise Çizelge 3’te sunulmuştur. Bu yöntemle oluşturulan grafiksel çıktıda C₁ neslindeki örnekleri yağ oranına göre sınıflamada birincil düzeyde etkili olan değişkenlerin tozlayıcı

verimi arasındaki ilişkinin uzun süreli olarak kullanılan sıranın C₀ neslindeki protein ve yağ oranı ile bitki boyu olduğu görülmektedir. Regresyon Analizi ve Karar Ağaçları modelinde yağ oranı en yüksek olan (%10) iki sınıfa ait düğümler dikkate alındığında yağ oranının artırılmasına yönelik iki farklı yaklaşım ortaya çıkmaktadır (Şekil 2). Buna göre; protein içeriği %11, yağ içeriği %8,3’ün üzerinde olan sıralarla tozlanmış, ilk koçan yüksekliği 56 cm’nin altında, tozlayıcının C₀ yağ içeriği değeri %10’un altında ve karbonhidrat içeriği %75’in altında olması durumunda C₁ yağ oranının %10 civarında olduğu (61 nolu düğüm) görülmektedir. Bu örnekler toplam örneğin (n=150) %13’lük kısmını oluşturmaktadır (Şekil 2).

Çizelge 3. Yağ oranı için oluşturulan karar modeli ve doğrulama seti için doğru sınıflama oranları
Table 3. True classification rates for decision model and validation set for oil ratio

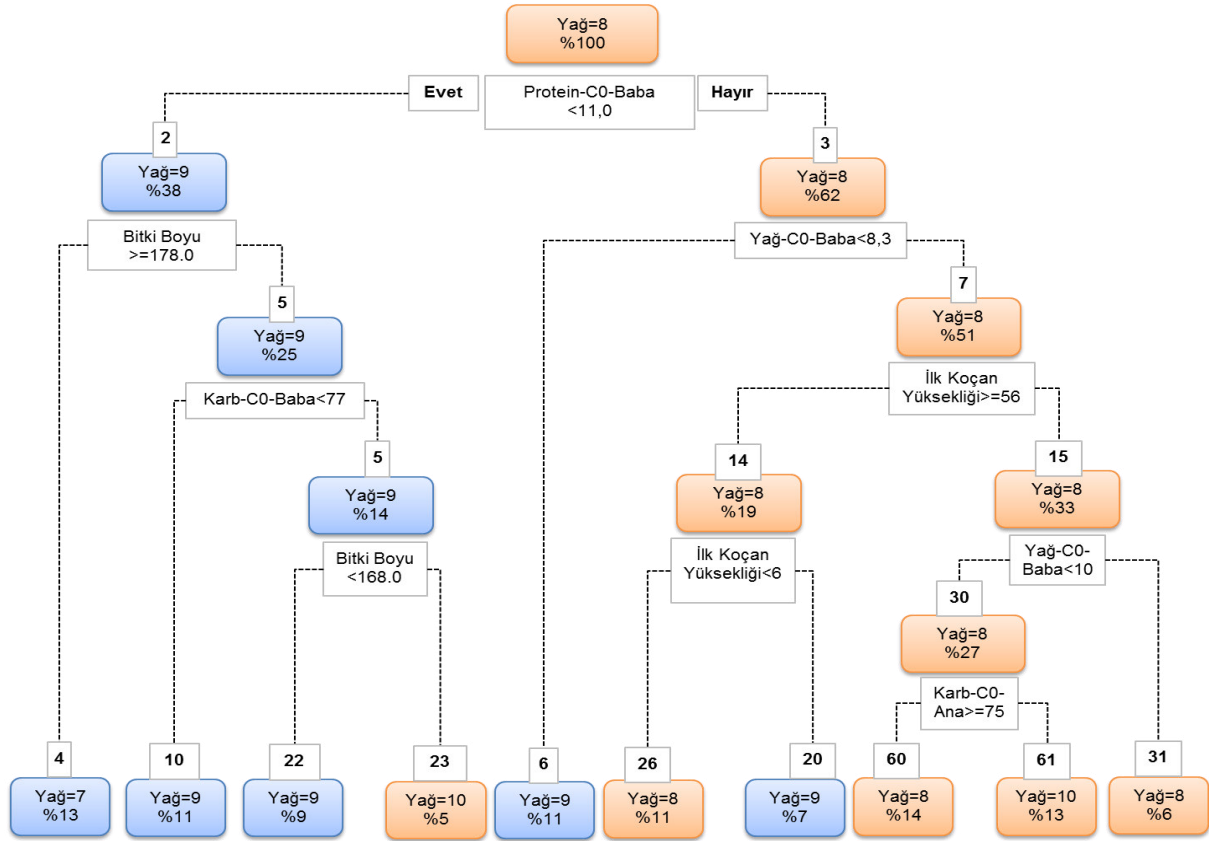
Sınıf	Model (n=150)						Doğrulama (n=50)	
	%6	%7	%8	%9	%10	%11	%10	%11
%6	0	1	0	0	0	0	0	0
%7	0	7	0	7	4	0	3	1
%8	0	5	30	14	3	0	3	4
%9	0	5	9	30	6	0	13	7
%10	0	0	4	7	11	0	2	11
%11	0	1	4	0	2	0	0	0
DSS	0	19	47	58	26	0	21	22
DSO	0	36,8	63,8	51,7	42,3	0	61,9	50,0

DSS: Doğru sınıflama sayısı, DSO: Doğru sınıflama oranı.

DSS: True classification number, DSO: True classification rate.

Diğer ihtimalde ise (23 nolu düğüm); tozlamada baba olarak kullanılan sıranın C₀ neslindeki protein oranı %11’in altında, tozlama yapılan bitkinin boyu 168 ile 178 cm arasında, tozlayıcı sıraya ait C₀ neslindeki karbonhidrat oranı %77’nin üzerinde olması durumunda C₁ neslinde yağ oranının yükseldiği görülmektedir (Şekil 2). Karar ağaçları modeline ait doğru sınıflama sayıları ve oranları dikkate alındığında en yüksek doğrulukla (%63,8) %8 yağ içeriğine sahip grubun ayrıldığı görülmektedir. Bu grubu %9 ve %10 yağ içeriğine sahip örnekler takip etmiş %6 ve %11’lik sınıflarda ise oluşturulan model doğru sınıflama yapamamıştır. Bu durumun temel nedeni tüm örnek seti içerisinde

(n=150) söz konusu sınıfların düşük örnek sayısına (%6=1 adet, %11=7 adet) sahip olması olabilir. Dış doğrulama sonuçlarına göre %9 yağ içeriğine sahip örnek sınıfının %61,9 doğrulukla sınıflandığı görülmüştür (Çizelge 3). En yüksek yağ içeriğine sahip sınıf olan %11’lik grupta ise doğru sınıflama yapılamamıştır. Bu çalışmada seleksiyon işlemi yağ oranı dikkate alınarak yürütülmektedir. Oluşturulan karar ağaçları modelinin dış doğrulamasında kullanılan örnek verisi C₁ neslinde seçilen örneklerle (n=50) aittir. Dolayısıyla bu örnek setinde oluşturulan model için elde edilen değerlerin kabul edilebilir sınıflama potansiyeline yakın olduğu ifade edilebilir.



Şekil 2. Yağ oranı için C_1 neslindeki örnekler için veriler üzerinde oluşturulan Regresyon ve Karar Ağaçları diyagramı. Grafikte her bir düğümde kutu içerisinde görülen rakamlar düğüm numarasını, renkli kutu içerisinde gösterilen rakamlar sırasıyla bu düğümdeki örneklerin yağ oranı ortalamasını ve düğümde bulunan örnek sayısının tüm örnekler içerisindeki ($n=150$) payını göstermektedir.

Figure 2. Regression and decision tree diagram generated for oil ratio based on the data from C_1 samples. In the graph, the numbers within the boxes designate the number of nodes, while the numbers in the colored boxes designate the mean oil value of the respected node and ratio of the number of samples within the node to the whole sample set ($n=150$), respectively.

4. Sonuç

Popülasyona ait yağ oranını artırmaya yönelik yürütülen bu çalışmada yağ oranının yanı sıra bazı kalite özellikleri ve agronomik karakterlerde seleksiyonun etkisiyle ortaya çıkan değişimler ele alınmıştır. Çalışma bulgularına göre popülasyonun C_0 neslindeki yağ oranında (%8,67) %1,13'lük bir ilerleme sağlanmıştır. Seleksiyon uygulamasının agronomik özelliklerden bitki boyunda düşüşe neden olduğu görülmüştür.

Bu çalışmada seleksiyon işlemi yağ oranını artırmayı hedeflemektedir. C_0 neslinde yüksek yağlı olarak seçilen bazı koçanlardan gelen bitkilerin C_1 neslinde yağ oranı bakımından büyük düşüşler göstermesi, çalışmada uygulanan seleksiyon yönteminde değişikliğe gidilmesinin

yararlı olabileceğini göstermektedir. Burada kullanılan yöntem koçan üzerinden tesadüfi olarak alınan çok sayıda tanenin topluca analizine ve tohumluk olarak kullanımına dayanmaktadır. Koçan üzerinde bulunma yerine göre (uç, orta, dip) tanelerin içeriklerinin farklılık gösterebildiği bilinmektedir. Tek tohum analizlerine ve seçimine dayalı bir sistemin uygulanması durumunda popülasyondaki ilerleme daha hızlı ve güvenilir hale getirilebilir. Ayrıca incelenen özellikler bakımından yeni karar modelleri oluşturularak ileriki nesillerde yağ oranı ile birlikte diğer özelliklerin de istenen yönde değiştirilmesi mümkün olabilir.

Kaynaklar

- Aliu S, Rusinovci I, Fetahu S, Simeonovska E (2012) Genetic diversity and correlation estimates for grain yield and quality traits in Kosovo local maize (*Zea mays* L.) populations. *Acta Agriculturae Slovenica* 99(2): 121-128.
- Breiman L, Friedman JH, Olshen RA, Stone CJ (1984) Classification and regression trees. Monterey, Calif., U.S.A. Wadsworth, Inc.
- Dudley JW (1977) Seventy-six generations of selection for oil and protein percentage in maize. In: International Conference on Quantitative Genetics, Ames, 1976. Proceedings. Ames: Iowa State University Press, pp. 459-473.
- Dumanovic J (1995) Visokouljani kukuruz, potencijalni izvor ulja visokog kvaliteta, izd. Institut za kukuruz, Zemun Polje, Beograd-Zemun.
- Egesel CÖ, Kahrman F (2012) Determination of quality parameters in maize by NIR reflectance spectroscopy. *Journal of Agricultural Sciences* 18:43-53.
- Hong-Wu W, Hai-Xiao H, Tong-Ming S, Shao-Jiang C (2012) Seed traits evaluation from long-term selection of kernel oil concentration in a high-oil maize population KYHO. *Can. J. Plant Sci.* 92: 857-866.
- Kahrman F, Egesel CÖ, Onaç İ (2015) A preliminary study for determination of the possibility of simultaneous selection for oil content and grain yield in maize. *Maydica* 60: M4.
- Lambert RJ, Alexander DE, Mollring EL, Wiggins B (1997) Selection for increased oil concentration in maize kernels and associated changes in several kernel traits. *Maydica* 42: 39-43.
- Marković K, Ignjatović-Mićić D, Saratlić G, Lazić-Jančić V (2007): Identification of chromosome regions determining kernel high oil content in maize (*Zea mays* L.) synthetic populations. *Genetika* 39: 197-206.
- Mittelman A, Filho J, Lima G, Klain C, Tanaka R (2003) Potential of the ESA23B maize population for protein and oil content improvement. *Sci. Agricola* 60: (2), 319-327.
- Moose SP, Dudley JW, Rocheford TR (2004) Maize selection passes the century mark: A unique resource for 21st century genomics. *Trends Plant Sci.* 9: 358-364.
- Okporie EO, Chukwu SC, Onyishi GC, Ekwu LG & Oko GO (2014) Increase in protein, oil, amylose and amylopectin contents of two populations of maize (*Zea mays* L.) after two cycles of reciprocal recurrent selection. *IOSR Journal of Agriculture and Veterinary Science* 6 (6): 17-22.
- Ortega-Corona A, Picón-Rico R, Preciado-Ortiz RE, Terrón-Ibarra AD, Guerrero-Herrera MJ, García-Lara S, Serna-Saldivar SO (2015) Selection response for oil content and agronomic performance in four subtropical maize populations. *Maydica* 60: M30.
- Öner, F., 2011. Karadeniz bölgesindeki yerel mısır genotiplerinin agronomik ve teknolojik özelliklerinin belirlenmesi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi.
- R Development Core Team (2012) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. available at <http://www.R-project.org> (accessed September 2015).
- Rosulj M, Trifunovic S & Husic I (2002) Nine cycles of mass selection for increasing oil content in two maize (*Zea mays* L) synthetics. *Genetics and Molecular Biology* 25: 449-461.
- SAS Institute (1999) SAS V8 User Manual. Cary, NC.
- Song TM, Chen SJ (2004) Long-term selection for oil concentration in five maize populations. *Maydica* 49: 9-14.
- TTSM (2010) Tohumluk Tescil ve Sertifikasyon Merkez Müdürlüğü, Tarımsal değerleri ölçme denemeleri teknik talimatı: Mısır, Ankara.
- Wali MC, Salimath PM, Prashanth M, Harlapur SI (2006) Studies on character association as influenced by yield, starch and oil in maize (*Zea mays* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 19(4): 932-935.
- Williams GJ (2011) Data Mining with Rattle and R: The Art of Excavating Data for Knowledge Discovery, Use R, Springer.
- Yayar R, Bal HSG (2007) Forecasting of corn oil price in Turkey. *Journal of Applied Science Research* 3(8): 706-712.