

## **AYÇİÇEĞİNDE (*Helianthus annuus L.*) DEĞİŞİK VERİM ÖĞELERİNDE PATH VE KORELASYON ANALİZİ**

**Yalçın KAYA**

**Trakya Tarımsal Araştırma  
Enstitüsü  
Edirne/TURKEY**

**İbrahim ATAKİSİ**

**Trakya Üniversitesi  
Tekirdağ Ziraat Fakültesi  
Tekirdağ/TURKEY**

**ÖZ:** Araştırmada yer alan 25 adet melez, 2000 ve 2001 yıllarında üç lokasyonda ekilmiş, 10 önemli verim ögesinde korelasyon analizi yapılarak bu öğelerin ilişkileri incelenmiş ve path analizi yapılarak, tane ve yağ verimine, bu verim öğelerinin katkı payları hesaplanmıştır. Yapılan korelasyon analizlerinde, tane ve yağ verimiyle diğer tüm verim öğeleri arasında, çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerlerinde pozitif yönde ve tümünde önemli bir ilişkinin mevcut olduğu görülmüştür. Path analizi sonuçlarına göre, tane verimine direk ve diğer verim öğeleri üzerinden en fazla dolaylı etki, bitki boyu tarafından yapılmış olup, bu öğeden sonra sırasıyla bin tane ağırlığı, tabla çapı, fizyolojik olgunluk süresi ve hektolitre ağırlığı en fazla katkıda bulunmuştur. Yağ verimine ise, bitki boyu ve bin tane ağırlığı, en yüksek direk ve dolaylı etkide bulunmuş, fizyolojik olgunluk, yağ oranı ve hektolitre ağırlığı bu özellikleri takip etmiştir.

**Anahtar Sözcükler:** Ayçiçeği, *Helianthus annuus L.*, korelasyon, path analizi, tane ve yağ verimi.

## **PATH AND CORRELATION ANALYSIS IN DIFFERENT YIELD CHARACTERS IN SUNFLOWER (*Helianthus annuus L.*)**

**ABSTRACT:** The experiments consisting 25 sunflower hybrids were conducted at in three locations in 2000 and 2001. These hybrids were evaluated based on 10 important yield components. The path and correlation analysis were applied to determine the contribution of different traits to seed and oil yield. Based on correlation analysis, the significant relationship was between seed & oil yield and other yield components, flowering time and hull rate were negative, others were positive. Path analysis results showed that the most contribution was from plant height to seed yield based on combined over two year results, 1000 seed weight, head diameter, physiological maturity time and hectoliter weight followed this component. The most contribution was from plant height and 1000 seed weight to determine on oil yield, physiological maturity time, oil content and hectoliter weight followed them respectively.

**Keywords:** Sunflower, *Helianthus annuus L.*, correlation and path analysis, seed yield and oil yield.

## GİRİŞ

Ayçiçeği (*Helianthus annuus* L.), dünyada yetiştirilen en önemli yağ bitkilerinden biridir. Yağı kaliteli bir bitkisel yağ olup, insan beslenmesinde yemeklik ve margarin olarak, ayrıca boya sanayiinde kullanılır. Ayçiçeğinin orijini Kuzey Amerika'nın orta kesimleri olup, bugün dünyanın bir çok yerinde üretilmektedir.

Bitki biyolojisinde birçok faktör, farklı ve aynı zamanda karşılıklı etkileşimle sonuca ulaşmaktadır. Özellikle verim gibi bir çok gen tarafından idare edilen karakterler, bir çok ögenin etkileşimi sonucu ortaya çıkar. Bitkide tane verimi için etkili olan karakterlerin, verime ne oranda katkıda bulunduğunu tespit etmek, ıslahçı açısından son derece önemlidir. Bu katkı oranları istatistiki olarak Path analizi ile tespit edilir (Singh ve Chaudhary, 1979; Özcan, 1999; Göksoy ve ark., 2001).

Ayçiçeğinde en önemli hedef olan yüksek yağ tane verimine değişik verim öğelerinin yaptıkları katkılar path analizi yapılarak birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Alvarez ve ark. (1992), ayçiçeğinde 21 karakter üzerinden yaptıkları path analizi ve korelasyon analizleri sonucunda, yağ veriminin belirlenmesinde, tane veriminin yağ oranından daha önemli olduğunu ve tane verimini belirleyen en önemli ögenin, tabladaki dolu tane sayısı olduğunu, bunu da tabla çapı ve yaprak genişliğinin takip ettiğini tespit etmişlerdir. Badwal ve ark. (1993) ise, bu araştırmacıların aksine yağ verimiyle, yağ oranı, tabla çapı, bin tane ağırlığı ve sap kalınlığı arasında yüksek ve önemli pozitif bir korelasyonun olduğunu bulmuşlar, yüksek yağ verimli melezler geliştirmede ve yüksek yağ verimi için yapılacak bir seleksiyonda, bu karakterlere dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamışlardır.

Path analizinde, tane ve yağ verimine etki eden karakterler arasında korelasyon değerleri belirlenmekte ve bunlar incelenen ögenin bu iki karaktere yaptığı direkt ve dolaylı etkileri olarak hesaplanmaktadır. Giriraj ve ark. (1980), ayçiçeğinde tane verimi ile bitki boyu, tabla çapı, yaprak sayısı, bin tane ve hektolitre ağırlığı ve yağ oranı arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve verime en fazla direkt etkisi olan karakterlerin bin tane ağırlığı, bitki boyu ve tabla çapı olduğunu belirlemişlerdir.

Ayçiçeğinde tane verimine etkide bulunan önemli verim öğeleri arasında karşılıklı ilişkiler değişik araştırmacılar tarafından incelenmiştir. Tyagi (1985), ayçiçeğinde verim öğelerinde, genotipik korelasyon değerlerini fenotipik korelasyona göre daha yüksek bulmuş ve bitki boyunun verim üzerinde doğrudan etkisini negatif olarak tespit ederken, tabla çapının ise, verime yüksek oranda pozitif etkide bulunduğunu gözlemlemiştir. Sivaram (1986), ayçiçeğinde genotip korelasyonun, incelenen tüm verim öğelerinde yüksek düzeyde pozitif yönde önemli olduğunu gözlemlerken, genotipik korelasyonun fenotipik korelasyona nazaran, tüm bu

karakterlerde daha yüksek olduğunu tespit etmiştir. Marinkovic ve Skoric (1988) ise, ayçiçeğinde tane veriminin belirlenmesinde, bitki boyu yüksek oranda olumlu etkide bulunurken, çiçeklenme zamanı, kabuk oranı ve tane genişliğinin olumsuz etkide bulunduğunu gözlemlemişlerdir. Aynı araştırmacılar, tane verimi ile kabuk oranı ve çiçeklenme zamanı arasında negatif, tane verimi ile diğer verim komponentleri arasında ise, pozitif yönde bir korelasyon tespit etmişlerdir.

Ayçiçeğinde yüksek tane ve yağ verimi, tane doldurma periyodu süresindeki hasat indeksinin ve biyolojik verimin yükselmesiyle oluşur. Tablada daha fazla miktarda tane, bin tane ağırlığını azaltır, ancak düşük kabuk oranı nedeniyle tanedeki yağ oranı artar, dolayısıyla yağ verimi yükselir. Çünkü kabuk oranıyla yağ oranı arasında ters bir korelasyon mevcuttur. Bu nedenle, gelecekte çalışmalar, daha ağır taneler elde etmeye ve bunu sağlayan tane doldurma süresince daha fazla özümlemeye ve çiçeklenme devresindeki iri tane oluşumunu engelleyen morfolojik sınırlamaları kaldırmaya yönelik olmalıdır (Pereira, 2000).

El-Hosary ve ark. (1999) ise, ayçiçeğinde tane verimine en fazla etkili verim öğesinin bin tane ağırlığı ve tabladaki tane sayısı olduğunu ve yine tane verimi ile bitki boyu, tabla çapı, bitkideki yaprak sayısı, tabladaki tane sayısı ve boyu, bin tane ağırlığı arasında pozitif korelasyonlar gözlemlemişlerdir. Cecconi ve ark. (2000), değişik bitki gelişme devrelerinde tane verimi ile değişik verim öğelerinin korelasyonunu incelemişler; tane verimi ve toplam kuru madde miktarı ve yaprak alanı arasında, tüm gelişme devrelerinde pozitif bir korelasyon gözlemlerlerken, tane doldurma periyodunda ise, verim ile bu iki karakter arasında negatif bir ilişki bulmuşlardır.

Teklewoold ve ark. (2000), değişik gen kaynakları ve kendilenmiş hatlar ile yaptığı çalışmada, tabladaki dolu tane oranı ve 1000 tane ağırlığının tane verimine direk olumlu yönde etkisi olduğunu, fizyolojik olgunluk süresi ve yağ oranının tane verimine etkisinin ise, sadece kendilenmiş hatlarda önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca uygulanan ıslah metodunun, verim komponentleri arasındaki korelasyonun yönüne ve oranına etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir. Stanojevic ve ark. (1998) ise, ayçiçeğinde yağ oranının, çevre koşullarından çok az miktarda etkilendiğini, ancak protein oranının, çevre koşullarına göre büyük farklılıklar gösterdiğini tespit etmiştir. Kılıç (1998) ise, ayçiçeğinde tabla çapı, yağ oranı, tane ve yağ veriminin çevre koşullarından en fazla etkilenen karakterler olduğunu belirtmiştir.

De La Vega ve Chapman (2000), ayçiçeğinde yağ oranı ve yağ verimi arasında pozitif bir ilişki söz konusu iken, yağ verimi ve tabladaki tane sayısı ve bin tane ağırlığı arasında negatif bir ilişki tespit etmişlerdir. Shuyan ve ark. (1992) ise, ayçiçeğinde bin tane ağırlığı ve yağ oranı arasında herhangi bir korelasyona

rastlamamışlardır. De la Vega ve Hall (2000), ayçiçeği veriminde önemli bir karakter olan tabla ortasının dolu olması ile yağ verimi arasında negatif bir ilişki olduğunu, tane doldurma periyodunun süresi ile, yağ ve kabuk oranı; bu devrede aldığı güneş ışını miktarı ve kullanım oranı ve tane verimi arasında; tane doldurma oranı ile 1000 tane ağırlığı, güneş ışığı kullanım oranı ve toplam verim (biomass) arasında pozitif bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir.

Araştırmanın amacı; melez ayçiçeği ıslahında kullanılan bazı kendilenmiş (inbred) hatların değişik çevre koşullarında verim öğelerinin birbiriyle ilişkilerini ve bu öğelerin tane ve yağ verimine katkısını tespit etmektir.

## **MATERYAL VE METOT**

Araştırmada Trakya Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nce geliştirilmiş 25 adet melez kullanılmıştır. Bu melezler, ülkemizde en çok ekim alanına sahip Trakya Bölgesinde biri Edirne'de Enstitü arazisinde, diğerleri de Tekirdağ ve Kırklareli illerinde olmak üzere, üç farklı lokasyonda, 2000 ve 2001 yıllarında denenmişlerdir.

Her bir deneme 5x5= 25 melez parseli ile, 3 tekerrürden oluşmuş ve parsellerde bitkiler üçer sıra ekilmiştir. Sıralar 6 m uzunlukta ve 70 cm aralıklarda ekilerek, sıra üzeri mesafe 30 cm, parsel alanı (3 x 0,7 m x 6 m) 12,6 m<sup>2</sup> oluşmuştur. Melezlerin tane ve (TV) (kg/da) yağ verimleri (YV) (kg/da), çiçeklenme (ÇS) ve fizyolojik olgunluk süreleri (FO) (gün), yağ (YO) ve kabuk oranları (KO) (%), hektolitre (HA) ve bin tane ağırlıkları (BA) (g), tabla çapları (TÇ) (cm) ve bitki boyları (BB) (cm) ölçülmüştür. Araştırmada path ve korelasyon analizleri TARPOGEN İstatistik Programı ile hesaplanmıştır.

## **BULGULAR VE TARTIŞMA**

Araştırmada yer alan melezlerin 2000 ve 2001 yıllarında üçer lokasyonda elde edilen sonuçlara göre hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 1'de verilmiştir. Çizelgenin incelenmesinden de anlaşılacağı üzere, tane verimiyle incelenen tüm verim öğeleri arasında, çiçeklenme ve kabuk oranı arasında negatif, diğerleriyle pozitif ve istatistiki açıdan % 1 seviyesinde önemli bir ilişki olduğu görülmektedir.

Çiçeklenme süresiyle yağ oranı, bin tane ağırlığı, ve fizyolojik olgunluk hariç, diğer verim öğeleriyle negatif, kabuk oranıyla ise pozitif ve % 1 seviyesinde önemli bir ilişki söz konusudur. Fizyolojik olgunluk süresiyle çiçeklenme ve bitki boyu hariç, tüm verim öğeleriyle pozitif ve % 1 oranında bir ilişki gözlemlenirken; bitki boyunda ise, yağ oranı ve fizyolojik olgunluk süresi hariç, tüm verim öğelerinde önemli bir ilişki mevcuttur. Benzer sonuçlar Petakov (1998) tarafından da gözlemlenmiştir. Bu

ilişkilerin yönü çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerlerinde ise pozitiftir. Önemli bir verim ögesi olan tabla çapında ise, yağ oranı hariç, diğer tüm verim öğeleriyle yine çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerleriyle pozitif yönde istatistiki açıdan % 1 düzeyinde bir ilişki olduğu Çizelge 1’de görülmektedir.

Çizelge 1. Ölçülen karakterlerde korelasyon katsayıları matrisi.  
Table 1. Correlation coefficient matrix in measured characters.

	Tane verimi (TV) Seed yield (SY)	Çiçeklenme süresi (CS) Flowering time (FT)	Fizyolojik olgunluk (FO) Physiological maturity (PM)	Bitki boyu (BB) Plant height (PH)	Tabla çapı (TÇ) Head diameter (HD)	Bin tane ağırlığı (BA) 1000 seed weight (SW)	Hektolitire ağırlığı (BA) Hectoliter weight (HW)	Yağ oranı (YO) Oil content (OC)	Yağ verimi (YV) Oil yield (OY)	Kabuk oranı (KO) Hull percentage (HR)	
TV	SY	1,000									
CS	FT	-0,233**	1,000								
FO	PM	0,343**	0,043ns	1,000							
BB	PH	0,798**	-0,240**	0,083ns	1,000						
TÇ	HD	0,674**	-0,140**	0,407**	0,584**	1,000					
BA	SW	0,568**	-0,040ns	0,527**	0,383**	0,543*	1,000				
HA	HW	0,547**	-0,249**	0,178**	0,562**	0,377**	0,160**	1,000			
YO	OC	0,127**	-0,030ns	0,097*	0,080ns	0,052ns	0,119**	0,119**	1,000		
YV	OY	0,973**	-0,236**	0,371**	0,760**	0,636**	0,585**	0,560**	0,159**	1,000	
KO	HR	-0,185**	0,141**	0,171**	-0,348**	-0,126**	0,089*	-0,330**	-0,018ns	-0,210**	1,000

\*\*= % 1 düzeyinde önemli (significant at 0.01 level), \*= % 5 düzeyinde önemli (significant at 0.05 level), ns= önemsiz (non-significant)

Bin tane ağırlığı ve incelenen verim öğeleri arasında, çiçeklenme hariç, tamamında pozitif yönde ve önemli bir ilişki gözlemlenmiştir. Hektolitire ağırlığı ile tüm verim öğeleriyle istatistiki açıdan önemli bir ilişki mevcut olup, bu ilişkinin yönü çiçeklenme ve kabuk oranında negatif diğerlerinde ise pozitiftir. Yağ oranıyla kabuk oranı arasında önemsiz ve negatif bir ilişki elde edilmiştir. Yağ oranıyla yine bitki boyu, tabla çapı ve çiçeklenme süresi arasında istatistiksel olarak önemsiz bir ilişki var olup, diğer verim öğeleriyle ise pozitif yönde ve % 1 seviyesinde bir korelasyon mevcuttur.

Ayçiçeğinde en önemli öge olan yağ verimiyle, incelenen tüm verim öğeleri arasında, önemli bir ilişki söz konusu olup, bu ilişkinin yönü çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerlerinde ise pozitif yönde olduğu gözlemlenmiştir. Kabuk oranıyla da, yağ oranıyla olan negatif yöndeki önemsiz ilişki hariç, diğer tüm özelliklerde istatistiki açıdan önemli ve genelde negatif yönde bir ilişki olduğu Çizelge 7’den görülmektedir. Araştırmada elde edilen korelasyon sonuçları, Giriraj ve ark., (1980); Tyagi, (1985); Marinkovic ve Skoric, (1988); Alvarez ve ark., (1992); Sarno ve ark., (1992); Badwal ve ark., (1993); Petakov, (1998) ve Khan, (2001)’in elde ettiği bulgularla benzer niteliktedir.

Araştırmada, ayçiçeğinde tane ve yağ verimine etki eden önemli verim komponentleri arasında ilişkileri belirlemek ve bu ögenin oluşmasındaki katkı paylarını tespit etmek amacıyla Path analizi yapılmıştır. Singh ve Chaudhary (1979) path katsayılarını, incelenen karakterin etkisinin, bilinen bir nedenden dolayı oluşan standart sapmasının, o etkinin toplam standart sapmasının içerisindeki oranı olarak tanımlar. Tyagi (1985) path analizini verime etki eden karakterlerin oranını ve dolaylı ve direk etkilerini ortaya koyması nedeniyle bitki ıslahçıları için çok yararlı bir araç olduğunu belirtmiştir.

Araştırmanın yapıldığı her iki yıla ait ölçülen verim öğelerinin, tane veriminin meydana gelmesinde yaptıkları katkı payları ve path katsayıları Çizelge 2’de verilmiştir. Çizelgeden de görüleceği üzere, tane verimine direk olarak en fazla katkıyı yaklaşık % 68 oranında bitki boyu, % 33 bin tane ağırlığı, % 31 fizyolojik olgunluk süresi, % 22 tabla çapı, % 22 hektolitre ağırlığı, % 22 yağ oranı, % 19 çiçeklenme süresi ve % 13 oranında da kabuk oranı yapmıştır. Çiçeklenme süresi hariç, diğer tüm özelliklerin direk etkilerindeki path katsayıları pozitif yöndedir.

Çiçeklenme süresinin tane veriminin belirlenmesinde doğrudan etkisi % 19 oranında olup, kalan % 81’lik kısmının ise, büyük çoğunluğunu bitki boyu (% 53), hektolitre ağırlığı (% 12) ve tabla çapı (% 8,5) üzerinden, az bir kısmını da diğer verim öğeleri üzerinden gerçekleştirmiştir. Çiçeklenmenin korelasyon ve direk path katsayısı negatif yönde olup, kabuk oranı ve fizyolojik olgunluk hariç, diğer özellikler üzerinden path katsayıları da negatiftir.

Çizelge 2. Tane veriminde path katsayıları (p), korelasyon katsayıları ve yüzdeleri (%).

Table 2. Path (p) and correlation coefficients and percentage (%) at seed yield.

		Çiçeklenme süresi (CS)		Fizyolojik olgunluk (FO)		Bitki boyu (BB)		Tabla çapı (TÇ)		Bin tane ağırlığı (BA)		Hektolitre ağırlığı (HA)		Yağ oranı (YO)		Kabuk oranı (KO)	
		Flowering time (FT)		Physiological maturity (PM)		Plant height (PH)		Head diameter (HD)		1000 seed weight (SW)		Hectoliter weight (HW)		Oil content (OC)		Hull percentage (HR)	
		P	%	P	%	P	%	P	%	p	%	P	%	P	%	P	%
CS	FT	-0,05	19,0	-0,00	0,6	0,01	1,4	0,01	1,0	0,00	0,3	0,01	2,1	0,00	1,1	-0,01	2,0
FO	PM	0,01	1,9	0,11	30,6	0,01	1,1	0,04	6,3	0,06	9,8	0,02	3,3	0,01	8,0	0,02	5,3
BB	PH	-0,14	52,9	0,05	13,4	0,56	67,6	0,33	47,7	0,21	37,7	0,32	54,7	0,05	34,9	-0,20	57,3
TÇ	HD	-0,02	8,5	0,06	18,0	0,09	10,8	0,15	22,4	0,08	14,7	0,06	10,1	0,01	6,2	-0,02	5,7
BA	SW	-0,01	2,9	0,10	28,2	0,07	8,6	0,10	14,7	0,19	32,7	0,03	5,2	0,02	17,1	0,02	4,9
HA	HW	-0,03	12,2	0,02	6,4	0,07	8,4	0,05	6,9	0,02	3,5	0,12	21,6	0,01	10,6	-0,04	12,1
YO	OC	0,00	0,3	0,00	0,8	0,00	0,3	0,00	0,2	0,00	0,6	0,00	0,5	0,03	21,5	0,00	0,1
KO	HR	0,01	2,4	0,01	2,1	-0,02	1,8	-0,01	0,8	0,00	0,7	-0,01	2,5	0,00	0,6	0,04	12,6
KK	CC	-0,23		0,34		0,80		0,67		0,57		0,55		0,13		-0,19	

\*Altı çizgili olanlar direk etki, diğerleri dolaylı etkisinin path katsayısı ve yüzdesi (%) [\* Underlined was direct effect, others were indirect effect of path coefficient and percentage (%)]

Fizyolojik olgunluk süresi ise, tane verimine % 31 oranında doğrudan etki yaparken, kalan etkilerini % 28 bin tane ağırlığı, % 18 tabla çapı, % 13 bitki boyu ve % 6 oranında da hektolitre ağırlığı üzerinden dolaylı olarak gerçekleştirmiştir. Fizyolojik olgunlukta korelasyon katsayısı ve gerek direkt etkilerde, gerekse dolaylı etkilerde çiçeklenme süresi hariç, tüm path katsayıları pozitif yöndedir.

Birleştirilmiş verilerde tane verimine en yüksek direkt katkıyı yapan bitki boyunda (% 68), etkisinin diğer kısmını tabla çapı (% 11), bin tane (% 9) ve hektolitre ağırlığı (% 8) üzerinden dolaylı olarak gerçekleştirmiştir. Bu özelliğin dolaylı etkilerinde kabuk oranı hariç, diğer tüm verim öğelerinin path ve korelasyon katsayısı pozitif olup, en yüksek korelasyon değerine sahiptir.

Tabla çapı, tane verimine doğrudan % 22 civarında bir etki yaparken, etkisinin diğer kısmını da (% 78) dolaylı olarak diğer verim öğeleri üzerinden, bitki boyu (% 48), bin tane ağırlığı (% 15), hektolitre ağırlığı (% 7) ve fizyolojik olgunluk (% 6) aracılığıyla yapmıştır. Bu verim öğesinin dolaylı etkilerindeki kabuk oranı hariç, korelasyon ve diğer tüm path katsayıları pozitifdir.

Bin tane ağırlığı ise, tane verimine üçte birlik kısmını direkt olarak, diğer kısımlarını da dolaylı olarak diğer verim öğelerini kullanarak katkıda bulunmuştur. Bu dolaylı katkının yarısını bitki boyu üzerinden (% 33), diğer kısımlarını da, % 15 oranında tabla çapı, % 10 fizyolojik olgunluk ve % 4 oranında ise hektolitre ağırlığı üzerinden gerçekleştirmiştir. Bu özelliğin korelasyon katsayısı pozitif ve yüksek değere sahip olup, path katsayıları tane verimindeki direk etkide ve dolaylı etkilerinde yer alan tüm verim öğelerinde pozitifdir.

Hektolitre ağırlığında da az bir kısmını tane verimine doğrudan katkı yaparken (% 22), etkisinin çoğunu % 55 oranında bitki boyu ve az oranlarda da diğer verim öğelerini kullanarak dolaylı yoldan gerçekleştirmiştir. Direkt path ve korelasyon katsayısı, dolaylı etkilerindeki path katsayıları kabuk oranı hariç, diğer özelliklerin pozitif yöndedir.

Yine tane verimine az direkt etki yapan (% 22) verim öğelerinden biri olan yağ oranı, etkisinin büyük çoğunluğunu bitki boyu (% 35), bin tane ağırlığı (% 17), hektolitre ağırlığı (% 11), fizyolojik olgunluk (% 8) ve tabla çapı (% 6) üzerinden dolaylı olarak yapmıştır. Korelasyon ve direk path katsayısı, kabuk oranı hariç, dolaylı etkilerindeki diğer verim öğelerinin path katsayıları pozitifdir.

Birleştirilmiş değerlerde tane verimine en az direkt katkı yapan (% 13) verim öğesi olan kabuk oranının direk path katsayısı pozitif olmasına rağmen, korelasyon katsayısı ise negatiftir. Etkisinin kalan kısmını % 57 oranında bitki boyu, % 12

oranında hektolitre ağırlığı, % 6 tabla çapı, % 5 fizyolojik olgunluk ve % oranında da bin tane ağırlığı üzerinden gerçekleştirmiş olup, dolaylı etkilerinde fizyolojik olgunluk ve bin tane ağırlığı haricinde, tüm path katsayıları negatif yöndedir.

Tane veriminin belirlenmesinde, her iki yıla ait birleştirilmiş değerlerde verim öğelerinin yaptığı doğrudan ve dolaylı etkilerini özetlemek gerekirse, en fazla katkı gerek direkt, gerekse incelenen verim öğelerinin dolaylı etkilerinde, korelasyon katsayısı da en yüksek olan bitki boyu tarafından yapılmıştır. Bitki boyunda, korelasyon ve direkt path katsayılarının pozitif yönde ve yüksek olması, bu özellik açısından tane verimini arttırmaya yönelik uygulanacak direkt seleksiyonun etkili olacağı anlamına gelmektedir. Bu özelliği sırasıyla, yine korelasyon ve path katsayıları pozitif ve yüksek olan bin tane ağırlığı, tabla çapı, hektolitre ağırlığı ve fizyolojik olgunluk süresi takip etmiştir. Bu özelliklerde tane verimi açısından yapılacak bir seleksiyonda, direkt seleksiyonunda fazlaca etkili olması yanında, az da olsa katkı paylarına göre, diğer dolaylı etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Çiçeklenme süresi, kabuk ve yağ oranının etkileri diğerlerine nazaran oldukça az olup, yağ oranı hariç diğer ikisinin korelasyon katsayıları da negatiftir. Bu özelliklerden kabuk oranı ve çiçeklenme süresinin tane verimiyle korelasyon katsayıları ve gerek direkt, gerekse dolaylı etkilerdeki path katsayılarının çoğunluğu negatif olup, dolaylı etkilerde negatif path katsayılarının çokluğu, yüksek tane verimi elde etmek için istenmeyen dolaylı etkilerinin seleksiyonla yok edilmesi şart olduğundan, bu verim öğelerinde bu yönde bir seleksiyon modelinin gerekli olduğu görülmektedir. Yine yağ oranında ise, dolaylı etkilerde negatif path katsayıları fazla sayıda, direkt path ve korelasyon katsayısının pozitif ancak düşük olması, yüksek tane verimi için, bu özellikte dolaylı etkilerinde dikkate alınması gerektiği tespit edilmiştir.

Elde edilen sonuçlar; yapılan literatür çalışmalarında, Giriraj ve ark. (1980), ayçiçeğinde tane verimine en fazla direkt etkisi olan karakterlerin bin tane ağırlığı, bitki boyu ve tabla çapı olduğu; Alvarez ve ark. (1992) ve Teklewold ve ark. (2000), bin tane ağırlığı; Marinkovic ve Skoric (1988), ayçiçeğinde tane veriminin belirlenmesinde, bitki boyunun yüksek oranda olumlu etkide bulunduğunu tespit ederek desteklenmiştir. Yine, Marinkovic ve Skoric (1988), tane verimine çiçeklenme zamanı, ve kabuk oranının katkısının az olduğunu belirterek, bu çalışmada elde edilen diğer sonuçlar da, araştırmacıların sonuçları ile benzer niteliktedir. Tyagi (1985) ise, tane verimine en yüksek direkt katkının, tabla çapı, tabladaki tane sayısı ve bitki boyu, en düşük ise yağ oranı tarafından yapıldığını belirterek araştırmadakinine benzer sonuçlar elde etmiştir.

Khan (2001), araştırma sonuçlarına benzer olarak, tane verimi açısından çiçeklenme süresinde negatif path katsayıları bulmuştur. Yine tane verimine en fazla



yüksek oranda pozitif etki bin tane ağırlığında, en düşük de yağ oranında tespit ederek araştırma sonuçlarına paralel bulgular elde etmiştir. Sarno ve ark. (1992)'de, 1000 tane ağırlığını tane verimine en yüksek pozitif etkinin olduğunu tespit ederek, bu araştırmada elde edilenlere benzer sonuçlar gözlemlemiştir.

Her iki yıla ait birleştirilmiş değerlerde, yağ verimine katkı sağlayan verim öğeleri ve path katsayıları Çizelge 3'de verilmiştir. Çizelgeden de görüldüğü gibi, yağ verimine en fazla direkt katkısı (% 64,5) tane veriminde olduğu gibi, bitki boyu tarafından sağlanmıştır. Bu öğeyi sırasıyla yaklaşık % 42 oranında bin tane ağırlığı, % 36 civarında fizyolojik olgunluk süresi, % 33 yağ oranı, % 29 hektolitre ağırlığı, % 23 çiçeklenme süresi, % 14 tabla çapı ve % 3 oranında da kabuk oranı takip etmiştir. Verim öğelerinin direkt etkilerinin path katsayıları çiçeklenme süresi ve kabuk oranında negatif diğerlerinde ise pozitifdir.

Yağ verimine direkt path katsayısı negatif ve katkısı % 23 civarında olan çiçeklenme süresinde, etkisinin diğer kısmını ise, % 48 bitki boyu, % 16,5 oranında hektolitre ağırlığı ve az miktarlarda da diğer verim öğeleri üzerinden dolaylı olarak yapmıştır. Direkt path ve korelasyon katsayısı, fizyolojik olgunluk süresi hariç, tüm dolaylı etkilerindeki path katsayıları ise negatif yöndedir.

Fizyolojik olgunluk süresi ise, yağ verimine % 36 oranında direkt katkı yaparken, katkılarının diğer kısmını da dolaylı olarak, % 34 bin tane ağırlığı % 11 bitki boyu, % 9 tabla çapı, % 8 oranında hektolitre ağırlığı ve az miktarlarda da diğer verim öğeleri üzerinden gerçekleştirmiştir. Direkt path ve korelasyon katsayısı pozitif, dolaylı etkilerinde ise çiçeklenme ve kabuk oranında path katsayıları negatif, diğerlerinde ise pozitifdir.

Yağ verimine en fazla (% 64,5) gerek direkt, gerekse diğer verim öğelerinde dolaylı katkı sağlayan verim öğesi olan bitki boyunda, en yüksek olan korelasyon katsayısı ve tüm path katsayıları pozitif yöndedir. Yaklaşık üçte bir oranında kalan dolaylı etkilerini % 12'şer bin tane ve hektolitre ağırlığı, % 7 tabla çapı ve az miktarlarda da diğer özellikleri kullanarak yapmıştır.

Önemli bir verim öğesi olan tabla çapında da, korelasyon ve tüm path katsayıları pozitif olup, tane verimine daha çok diğer verim öğelerini kullanarak dolaylı katkı yapmıştır (% 86). Bu dolaylı etkilerini büyük çoğunluğunu bitki boyu (% 45), bin tane ağırlığı (% 21), hektolitre ağırlığı (% 10) ve fizyolojik olgunluk süresi verim öğeleri üzerinden gerçekleştirmiştir.

Çizelge 3. Yağ veriminde path katsayıları (p), korelasyon katsayıları ve yüzdeleri (%).  
Table 3. Path (p) and correlation coefficients and percentage (%) at oil yield.

		Çiçeklenme süresi (ÇS) Flowering time (FT)		Fizyolojik olgunluk (FO) Physiological maturity (PM)		Bitki boyu (BO) Plant height (PH)		Tabla çapı (TÇ) Head diameter (HD)		Bin tane ağırlığı (BA) 1000 seed weight (SW)		Hektolitire ağırlığı (HA) Hectoliter weight (HW)		Yağ oranı (YO) Oil content (OC)		Kabuk oranı (KO) Hull rate (HR)	
		P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%	P	%
		ÇS	FT	-0,06	23,4*	0,00	0,7	0,01	1,8	0,01	1,3	0,00	0,4	0,01	2,6	0,00	1,1
FO	PM	0,01	2,3	0,14	35,6	0,01	1,5	0,06	8,6	0,07	12,1	0,02	4,3	0,01	8,2	0,02	7,7
BB	PH	-0,12	47,6	0,04	10,8	0,49	64,5	0,29	45,0	0,19	31,9	0,28	49,3	0,04	24,8	-0,17	56,9
TÇ	HD	-0,01	5,0	0,04	9,4	0,05	6,7	0,09	13,8	0,05	8,1	0,03	5,9	0,01	2,9	-0,01	3,7
BA	SW	-0,01	3,9	0,13	34,1	0,09	12,3	0,13	21,0	0,25	41,8	0,04	7,0	0,03	18,3	0,02	7,3
HA	HW	-0,04	16,5	0,03	7,7	0,09	12,1	0,06	9,7	0,03	4,5	0,16	29,3	0,02	11,3	-0,05	18,0
YO	OC	0,00	0,6	0,01	1,4	0,00	0,6	0,00	0,4	0,01	1,1	0,01	1,0	0,05	33,4	0,00	0,3
KO	HR	-0,00	0,6	0,00	0,4	0,00	0,5	0,00	0,2	0,00	0,2	0,00	0,6	0,00	0,1	-0,01	3,3
KK	CC	-0,24		0,37		0,76		0,64		0,59		0,56		0,16		-0,21	

\*Altı çizgili olanlar direk etki, diğerleri dolaylı etkisinin path katsayısı ve yüzdesi (%) [\* Underlined was direct effect, others were indirect effect of path coefficient and percentage (%)]

Bitki boyundan sonra en fazla direk katkı (% 42) sağlayan bin tane ağırlığında, doğrudan etkilerinden kalan kısmını, % 32 oranında bitki boyu, % 12 fizyolojik olgunlaşma süresi, % 8 tabla çapı ve % 5de hektolitire ağırlığı üzerinden gerçekleştirmiştir. Dolaylı etkilerinden kabuk oranı hariç, tüm etkilerindeki path katsayıları ve korelasyon katsayısı pozitiftir.

Hektolitire ağırlığı ise, yağ verimine % 29 civarında bir doğrudan etki yaparken, etkilerinin diğer kısmını (% 61) dolaylı olarak diğer verim öğelerini kullanarak yapmıştır. Dolaylı katkı % 49 oranında bitki boyu ve az miktarlarda da diğer verim öğeleri aracılığıyla olmuştur. Yine korelasyon katsayısı ve path katsayılarının tamamı pozitiftir.

Yağ oranı ise dolaylı olarak gerçekleştirdiği 3'te 2'lik etkinin % 25'ini bitki boyu, % 18 bin tane ağırlığı, % 11 hektolitire ağırlığı, % 8'de fizyolojik olgunluk süresi üzerinden yapmıştır. Yine path katsayılarının tümü ve korelasyon katsayısı pozitif yödedir.

Yağ verimine en az direk katkı yapan (% 3) verim öğesi olan kabuk oranı, dolaylı etkilerinin büyük çoğunluğunu bitki boyu (% 57) ve hektolitire ağırlığı (% 18), az miktarda da diğer verim öğeleri üzerinden gerçekleştirmiştir. Direkt ve fizyolojik olgunluk hariç dolaylı tüm etkilerindeki path katsayıları ve korelasyon katsayısı negatiftir.

Araştırmanın yapıldığı her iki yıla ait birleştirilmiş verilerde, yağ veriminin belirlenmesinde verim öğelerinin katkıları özetlendiğinde, yağ verimine en fazla

direkt ve dolaylı katkı bitki boyu ve bin tane ağırlığı tarafından yapıldığı ortaya çıkmıştır. Bin tane ağırlığının etkisi 2000 yılından, bitki boyunun etkisi ise 2001 yılında yapılan denemelerde daha çok meydana gelmiştir. Bu iki verim ögesini takiben, fizyolojik olgunluk, yağ oranı ve hektolitre ağırlığı da önemli katkılarda bulunmuştur.

Yağ oranının diğer verim öğelerindeki dolaylı etkilerdeki payı yok denecek kadar azdır. Bu durum, Alvarez ve ark. (1992)'nin, yağ veriminin belirlenmesinde, tane veriminin etkisinin, yağ oranından daha fazla olduğu tezini, doğrular nitelikte olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır. Nitekim araştırmada deneme kurulan yılların ayrı ayrı yapılan path analizlerinde de yağ oranının, yağ veriminin belirlenmesindeki direkt katkı payı da oldukça azdır. Yine Badwal ve ark. (1993)'nin yaptığı path analizinde, yağ veriminde bin tane ağırlığının etkisinin fazla olduğu konusundaki bulguları da, araştırmada elde edilen sonuçları desteklemektedir.

Araştırmadaki path analizi sonuçlarına göre, yağ verimine en fazla katkıda bulunan bitki boyu ve bin tane ağırlığında, korelasyon ve direkt path katsayılarının pozitif ve yüksek olması, bu verim öğelerinde, yağ verimini arttırmaya yönelik olarak yapılacak olan direkt seleksiyondan, etkili bir biçimde sonuç alınacağını göstermektedir. Ayrıca hektolitre ağırlığı, tabla çapı, fizyolojik olgunluk süresi ve yağ oranında ise, direkt path katsayısı ve korelasyon katsayılarının pozitif ve yüksek olması, yüksek yağ verimini hedefleyen bir seleksiyonda, bu öğelerde direkt etkisini göstereceği, yine az da olsa katkı paylarına göre diğer dolaylı etkilerinin de üzerinde önemle durulması gerektiği çıkan sonuçlardan anlaşılmaktadır.

Araştırmada yer alan verim öğelerinden kabuk oranı ve çiçeklenme süresinin yağ verimiyle gerek direkt, gerekse dolaylı etkilerdeki korelasyon, direkt ve dolaylı etkilerde bazı path katsayıları da negatiftir. Direkt etkideki path katsayısının negatif olması, dolaylı etkilerdeki path katsayılarının da negatif olmasına yol açmıştır (Ivanon ve Stoyanova, 1980). İstenmeyen bu dolaylı ve direkt etkilerinin seleksiyonla yok edilmesi gerektiğinden, bu verim ögesi açısından yüksek yağ verimini hedefleyen bir seleksiyonun oldukça zor olduğu sonucu ortaya çıkmakta olup, seleksiyonun daha çok bu yönde olması yüksek yağ verimi elde etmede başarı payını arttıracaktır.

## SONUÇ

Yapılan korelasyon analizi sonuçlarına göre, birleştirilmiş verilerde tane ve yağ verimiyle diğer tüm verim öğeleri arasında, çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerlerinde pozitif yönde ve tümünde önemli bir ilişki mevcuttur. Birleştirilmiş değerlerde çiçeklenme ve kabuk oranının negatif ilişkisi 2001 yılında

meydana gelen aşırı sıcakların çiçeklenme süresini kısaltıp, kabuk oranını artırarak tane ve yağ verimine olumsuz etkide bulunduğunu ortaya koymaktadır.

Araştırmadaki birleştirilmiş path analizi sonuçlarına göre, tane verimine direkt ve diğer verim öğeleri üzerinden dolaylı olarak en fazla katkı, bitki boyu tarafından yapılmış olup, bu öğeyi sırasıyla bin tane ağırlığı, tabla çapı, fizyolojik olgunluk süresi ve hektolitreye ağırlığı takip etmiştir. Bitki boyundan sonra en fazla katkı ise, diğer verim öğelerinin dolaylı etkilerinde tabla çapı yer almıştır. Birleştirilmiş verilerde, çiçeklenme süresi hariç, diğer tüm özelliklerin direkt etkilerindeki path katsayıları pozitif yönde olup, korelasyon katsayılarında ise çiçeklenme ve kabuk oranında negatif, diğerlerinde ise pozitifdir. Verim öğelerinin tane verimine direkt katkıları bitki boyunda % 68, bin tane ağırlığı % 33, fizyolojik olgunluk süresi % 31, tabla çapı % 22, hektolitreye ağırlığı % 22, yağ oranı % 22, çiçeklenme süresi % 19 ve kabuk oranında % 13 civarındadır. Bu verilere göre, bitki boyunda, korelasyon ve direkt path katsayılarının pozitif ve yüksek olması, bu özellik açısından tane verimini arttırmaya yönelik uygulanacak direkt seleksiyonun etkili olacağı görülmektedir. Ancak, pozitif path katsayılara sahip hektolitreye ve bin tane ağırlığı, tabla çapı, fizyolojik olgunluk süresi ve yağ oranında ise, tane verimi arttırmak için yapılan direkt seleksiyonun oldukça etkili olmasına rağmen, direkt etkilerinin yanında, az da olsa katkı paylarına göre diğer dolaylı etkilerinin de dikkate alınması gerekmektedir.

Bu özelliklerden kabuk oranı ve çiçeklenme süresinin, tane verimiyle gerek direkt, gerekse dolaylı etkilerde negatif path katsayılarının çokluğu, istenmeyen dolaylı etkilerinin yok edilmesi gerektiğinden, bu verim öğesi üzerinde yüksek tane verimini hedefleyen bir seleksiyonun bu yönde başarı sağlayacağını göstermektedir.

Yağ veriminin belirlenmesinde ise, en fazla direkt ve dolaylı katkı bitki boyu ve bin tane ağırlığı tarafından yapılmıştır. Bu iki verim öğesini, fizyolojik olgunluk, yağ oranı ve hektolitreye ağırlığı takip etmiştir. Verim öğelerinden bitki boyunun direkt katkısı % 65, bin tane ağırlığı % 42, fizyolojik olgunluk süresi % 36, yağ oranı % 33, hektolitreye ağırlığı % 29, çiçeklenme süresi % 23, tabla çapı % 14 ve kabuk oranının ise %3'tür. Yağ oranının direkt katkısının oldukça az ve özellikle yağ verimiyle yağ oranı arasında ilişkilerin düşük önemli veya önemsiz düzeyde olması da yağ veriminin belirlenmesinde, tane veriminin katkısının yağ oranından daha yüksek düzeyde olduğunu açıklamaktadır.

Bu sonuçlara göre, yağ verimine direkt katkısı yüksek ve path katsayılarının pozitif olması bitki boyu ve bin tane ağırlığında, yağ verimini arttırmaya yönelik olarak yapılacak olan direkt seleksiyondan, etkili bir biçimde sonuç alınacağını ortaya çıkmaktadır. Hektolitreye ağırlığı, tabla çapı, fizyolojik olgunluk süresi ve yağ oranında

ise, direkt path ve korelasyon katsayısının pozitif olması, yüksek yağ verimini hedefleyen direkt seleksiyonda başarılı olacağı, ancak bu öğelerin direkt etkilerinin yanında, katkı paylarına göre az da olsa diğer dolaylı etkilerinin de üzerinde önemle durulmasını gerektiği görülmektedir. Çiçeklenme süresi ve kabuk oranında ise, tane verimin arttırmak için yapılacak seleksiyonun, istenmeyen dolaylı etkilerini yok etmeye yönelik olması gerekmektedir.

## LİTERATÜR LİSTESİ

- Alvarez, D., P. Luduena, and Y. E. Frutos. 1992. Correlation and causation among sunflower traits. *In: Proc. of The 13<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Pisa, Italy. September 7-11. 957-962.*
- Badwal, S. S., R. K. Raheja, K. L. Ahuja, and B. S. Bawa. 1993. Path analysis of oil yield in sunflower (*H. annuus* L.) hybrids. *Indian J. Genetics. 53: 387-390.*
- Cecconi, F., M. Gaetani, R. Srebernich, and N. Luciani. 2000. Diallel analyses in sunflower (*H. annuus* L.) genetic and phenotypic correlations for some agronomical and physiological characters. *In: Proc. of The 15<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Toulouse, France. June 12-15. E: 1-7.*
- De la Vega, A. J., and S. C. Chapman. 2000. Environmental attributes underlying environmental main-effects and genotype by environment in sunflower. *In Proc. of the 15<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Toulouse, France. June 12-15, D: 112-116.*
- De la Vega, A. J., and A. J. Hall. 2000. Genotype and environment effects on linear rate of increase of sunflower harvest index and its duration. *In: Proc. of the 15<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Toulouse, France. June 12-15. E: 53-58.*
- El-Hosary, A., B. El-Ahmar, and A. E. El-Kasaby. 1999. Association studies in sunflower. *Helia. 22. (Special Issue): 561-567.*
- Gangappa, E., K. M. Channakrishnaiah, C. Thakur ve S. Ramesh. 1997a. Genetic architecture of yield and its attributes in sunflower (*H. annuus* L.). *Helia. 20 (27): 85-94.*
- Giriraj, K., T. S. Vidyashankar, M. N. Venkataram, and S. Seetharam. 1980. Path coefficient analysis of seed yield in sunflower. *The Sunflower Newsletter. 4 (3): 10-12.*

- Göksoy, A. T., A. Türkeç ve Z. M. Turan. 2001. Yeni geliştirilen sentetik ayçiçeği (*H. annuus* L.) çeşitlerinde verim ve bazı verim komponentlerinin korelasyonu ve path analizi. Türkiye 4. Tarla Bitkileri Kongresi. 17-21 Eylül. Tekirdağ.
- Ivanon, P., and Y. Stoyanova. 1980. Studies on the genotypic and phenotypic variability and some correlations in sunflower (*Helianthus annuus* L.). In: Proc. of The 9<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Malaga, Spain. 8-13 June. 336-342.
- Khan, A. 2001. Yield performance, heritability and interrelationship in some quantitative traits in sunflower. *Helia*. 24 (34): 35-40.
- Kıllı, F. 1998. Determination of genetic and environmental variability for some important agronomical and technological characteristics of hybrids sunflower varieties (*Helianthus annuus* L.) in Kahramanmaraş conditions. Proc. of 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium on Field Crops. 16-20 June. Novi Sad, Yugoslavia. 345-348.
- Marinkovic, R., and D. Skoric. 1988. Path coefficient analysis of components of sunflower seed yield (*H. annuus* L.). In: Proceedings of the 12<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Novi Sad, Yugoslavia. July 25-29. 496.
- Miller, J. F. and G. N. Fick. 1997. Sunflower Genetics. In: A. A. Schneiter (ed.) Sunflower Technology and Production. Agron. Monogr. 35. ASA, CSSA and SSSA, Madison, WI, USA. 441-495.
- Özcan, K. 1999. Populasyon genetiği için bir istatistik paket programı (TAR POP GEN) geliştirilmesi. Basılmamış Doktora Tezi. Ege Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Bornova, İzmir.
- Pereira, M. L. 2000. Physiological traits associated with sunflower yield potential: Future opportunities. In: Proceedings of the 15<sup>th</sup> Inter. Sunflower Conf. Toulouse, France. June 12-15. E: 82-87.
- Petakov D., 1998. Variation and correlation in sunflower hybrids. Proc. of 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium on Field Crops. 16-20 June. Novi Sad, Yugoslavia. 333-336.
- Sarno, R., C. Leto, A. Carrubba, and R. Cibella. 1992. Correlation between some yield factors in sunflower (*H. annuus* L.). In: Proc. of the 13<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Pisa, Italy. September 7-11. 366-389.

- Shuyan, Z., Z. Yunda, and L. Gongshe. 1992. Setting percentage of sunflower (*Helianthus annuus* L.) and its relation to the yield. *In: Proc. of the 13<sup>th</sup> Int. Sunflower Conf. Pisa, Italy. September 7-11. 1307-1313.*
- Singh, R. K., and B. D. Chaudhary. 1979. *Biometrical Methods in Quantitative Genetic Analysis. 2<sup>nd</sup> Edition.* Kalyani Publishers. New Delhi, India. 304 s.
- Sivaram, M. R. 1986. Association analysis of characters in sunflower. *Journal of Oil Seeds. 3: 95-97.*
- Stanojevic, D., R. Petrovic, D. Dijanovic, and V. Stankovic. 1998. Variability of oil and protein contents in sunflower seed as affected by the hybrid and location. *Proceedings of 2<sup>nd</sup> Balkan Symposium on Field Crops. 16-20 June. Novi Sad, Yugoslavia. 379-381.*
- TAR POP GEN. Populasyon Genetiği İstatistik Programı. 1999. Ege Üni. Zir. Fak. Bornova, İzmir.
- Teklewold, A., H. Jayaramaiah, and B. N. Jagadesh. 2000. Correlations and path analysis of physio-morphological characters of sunflower (*Helianthus annuus* L.) as related to breeding method. *Helia. 23(32): 105-114.*
- Tyagi, A. P. 1985. Association and path analysis of yield components and oil percentage in sunflower (*H. annuus* L.). *In Proc. of The 11<sup>th</sup> Int Sunflower Conf. Mar Del Plata, Argentina. March 10-13. 427-433.*