

Doğrusal regresyonda path (iz) katsayılarının hesaplanması ve tarımda uygulanması

Ufuk KARADAVUT^{a,*}

Aşır GENÇ^b

Saim ÖZDEMİR^c

^a Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü, Konya, Türkiye

^b S. Ü. Fen Edebiyat Fakültesi İstatistik Bölümü, Konya

^c S. Ü. Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü, Sakarya

Calculation of path coefficient in lineer regression and application in agriculture

SUMMARY

Researchers wanted to know relationship among characters. In addition to this, they wanted to see this relationship among characters direct and indirect effects on yield formation, too. Firstly, in this study was investigated to determine theoretically the direct and indirect effects. Secondly, results of Broad Bean (*Phaseolus vulgaris* L.) was carried in Sakarya ecological condition during 2002-2001 growing seasons. Eskişehir 855 variety that used as material was grown. As results, 100 seeds weights are used a selection criteria in plant breeding practices.

KEY WORDS: Broad Bean (*Phaseolus vulgaris*), Correlation, Path Analysis.

ÖZET

Araştırmacılar, seleksiyon çalışmalarında karakterler arasındaki ilişkilerin derecesini ve ayrıca özellikler arasındaki ilişkilerin verimi nasıl doğrudan ya da dolaylı etkilediğini bilmek isterler. Bu çalışmada önce, doğrusal regresyonda path katsayılarının hesaplanması gösterilmiştir. İkinci aşamada ise Sakarya ekolojik koşullarında 2000–2001 yıllarında Eskişehir 855 fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.) çeşidi ile yapılan bir araştırma sonuçları kullanılarak uygulama yapılmıştır. Uygulama sonucunda, yüz dane ağırlığının seleksiyon kriteri olarak ıslah çalışmalarında kullanılabileceği görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELER: Fasulye (*Phaseolus vulgaris* L.), Korelasyon, Path Analizi

GİRİŞ

İki ya da daha çok değişkenin yer aldığı istatistiksel modellerde genellikle sebep-sonuç ilişkileri üzerinde durulur. Eğer değişkenler arasında fonksiyonel bir ilişki varsa, ilişkinin derecesi ve fonksiyonel şekli belirlenmeye çalışılır. İki yada daha çok değişken arasındaki ilişkinin yapısı regresyon analizi ile ilişkinin yönü ve derecesi ise korelasyon analizi ile incelenir. Biyolojik çalışmalarda, bağımlı değişken için ölçülen bir değer, çok sayıda özelliğin bir fonksiyonu olarak ortaya çıkmaktadır (Bek 1988).

Bağımlı değişken ile onu oluşturan özellikler arasındaki ilişkileri açıklamada basit korelasyon yetersiz kalmaktadır (Ghoss ve Chatterjee, 1988). Çünkü bu özelliklerin etkisi hem doğrudan ve hem de dolaylı olabilmektedir. Bu nedenle, bir karakterin onu etkileyen faktörlerden her birine ne ölçüde bağlı olduğunun bilinmesi, özellikle bitki ve hayvan ıslahçıları için çok önemlidir. Bunun içinde 'path (iz) katsayıları' nın bulunması ve yorumlanması gereklidir (İkiz ve Şengonca 1978).

Korelasyon analizi, her zaman değişkenler arasındaki sebep-sonuç ilişkisini açıklamaya yetmez.

*E-posta: ukaradavut@yahoo.com

Çünkü iki değişken arasındaki ilişki üçüncü bir değişkene ya da değişkenlere bağlı olabilir (Shabana ve ark., 1990). Dolaylı etkilerin önemli olduğu durumlarda, nedensel ilişkinin analizi Path analiz ile yapılmaktadır. Path analizinde amaç, değişken grupları arasındaki nedensel bağlantıların önemliliğini ve büyüklüğünü tahmin etmektir (Bal ve ark. 2000).

Path analizi ile çoklu regresyon analizi birbirine çok benzemektedirler (Carey 2003). Path analizini çoklu Regresyondan ayıran temel fark; Çoklu Regresyon analizinde dikkate alınan varsayımlar altında bir bağımlı değişkenin tek bir analizde tüm bağımsız değişkenler üzerinden analiz edilmesidir. Path analizinde ise birden fazla regresyon analizi yapılabilir. Path analizinde her bağımlı değişken her bir bağımsız değişken üzerinden analiz edilmektedir. Path katsayısı standartlaştırılmış regresyon katsayısı veya iki standart sapmanın oranı olarak da tanımlanabilmektedir (Düzgüneş ve Akman 1995, Gürbüz ve Ark. 1999).

Mathotra ve ark. (1974), 75 adet fasulye hattı ile yapmış oldukları çalışmalarda verimi artırma yönünden bitkideki bakla sayısı, baklada dane sayısı ve bin dane ağırlığının dikkate alınarak yapılacak seçmelerin daha başarılı olacağını belirtmişlerdir. Westermann ve Crothers (1977) fasulye çeşitlerinde dane verimi üzerine etkili verim unsurlarının seçiminde bitki başına bakla sayısı, baklada dane sayısı, dane ağırlığı ve birim alandaki bitki sayısının önemli olduğunu belirlemişlerdir. Önder (1994), bodur kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. nanus. DEKAP) çeşitlerinde dane verimi ve bazı verim özelliklerinin korelasyon ve path analizi çalışmasında bitki başına bakla sayısı, bakladaki dane sayısı, bitki başına dal sayısı ve bin dane ağırlığı yüksek olan çeşitlerin dikkate alınması gerektiğini vurgulamıştır. Budak ve ark. (1995) soya fasulyesinde verimle ilişkili karakterlerin path analizini yaptıkları çalışmada soya'da dane verimi, olum süresi ve bakla'da dane sayısı hariç ele alınan bütün özelliklerin verimle önemli ilişki içinde olduklarını belirlemişlerdir. Önder (1996) soya fasulyesinde dane, yağ ve protein ile bazı verim unsurları arasındaki ilişkileri incelemek için yaptığı path analizi çalışmasında seleksiyon çalışmalarında dane, yağ ve protein veriminin dikkate alınmasının gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu çalışmada, path katsayılarının nasıl hesaplanacağı hakkında bilgi verilmiş, fasulyede incelenen bazı karakterlerin verim ile olan ilişkilerinin incelenmesi ve bu karakterlerin verim üzerine doğrudan ve dolaylı etkilerinin zamana bağlı olarak gösterdikleri değişimleri belirlemek amacı ile bir uygulama yapılmıştır.

MATERYAL ve YÖNTEM

Araştırmada materyal olarak Eskişehir 855 çeşidi kullanılmıştır. Eskişehir 855 çeşidi Anadolu Tarımsal Araştırma Enstitüsü tarafından sulanan alanlarda yetiştiriciliğine uygun olarak geliştirilmiş bodur bir çeşittir. Danesi için yetiştirilmesi önerilmektedir.

Denemeler iki yıl süre ile (2000 ve 2001 yıllarında) Sakarya ekolojik koşullarında yürütülmüştür. Deneme yeri yıllık yağışı 800 mm olan ve sulanabilen bir alandır. Toprak organik maddece zengin ve pH 6.7 ile hafif asidik bir yapıya sahiptir. Çeşit nisan ayından başlamak üzere 20'şer gün aralıklarla dört farklı zamanda (1 ve 20 Nisan, 10 ve 30 Mayıs) ekilmiştir. Denemeler tesadüf blokları deneme desenine göre 3 tekrarlamalı olarak 5 metre uzunluğunda 4 sraya yapılmıştır. Sıra arası mesafe 40 cm, sıra üzeri ise 10 cm olarak düzenlenmiştir. Ekimden önce her parsel 3.6 kg N/da ve 9.2 kg P /da hesabı ile Diamonyum fosfat (DAP) gübresi verilmiştir. Çalışmada bitkilerin olgunlaşma süresi, tohum verimi, bitkide bakla sayısı, yüz dane ağırlıkları, bitkide dane sayıları ve tohum böceği zararına uğramış tohum miktarları incelemeye alınmıştır. Değerlendirmeler iki yıllık rakamların ortalamaları alınarak yapılmıştır. İnfekteli tohumların belirlenmesinde hasattan sonra ambara alınan tohumlar bir ay, iki ay ve üç ay sonra incelenmiş ve buna göre ortalamaları alınarak miktar olarak belirlenmiştir. Gerekli hesaplamalar MINITAB 12 V bilgisayar paket programından yararlanılarak yapılmıştır.

Path (iz) analizi

Regresyon analizinde amaçlardan biri, bağımlı değişken ile bağımsız değişken(ler) arasındaki ilişkilerin ortaya çıkartılmasıdır. Regresyon analizinde model en genel haliyle,

$$Y_i = b_0 + b_1 X_{i1} + \dots + b_p X_{ip} + \epsilon_i, \quad (i=1,2,\dots,n) \quad (1)$$

olarak yazılmaktadır. Bu modeldeki Y, bağımlı değişken vektörü, X (1, X₁, X₂,...,X_p 'lerden oluşan) bağımsız değişkenlerden oluşan sebep değişkenlerinin oluşturduğu tasarım matrisi, b (b₀, b₁, b₂,...,b_p 'lerden oluşan) regresyon katsayısı vektörü olarak ifade edilebilmektedir.

Hata terimi i = 1, 2, ..., n için ortalaması 0 ve varyansı σ^2 olan normal dağılıma sahip rast gele değişkendir. Bağımlı değişken ile bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin ortaya çıkartılması için ilk önce bilinmeyen parametre vektörü tahmin edilmektedir. Path analizi, yapısal bir denklem modelinde değişkenler arasındaki ilişkileri ayrıştırmak için bir araçtır. Genellikle, bir açıklayıcı A değişkeni ile modelde bulunan ikinci bir B değişkeni arasındaki korelasyonun, A'nın B üzerindeki nedensel etkisini ne ölçüde yansıttığını değerlendirmede kullanılmaktadır. Diğer bir ifade ile path analizinin amacı, değişkenler arasındaki neden-etki ilişkisi modelleri kurarak gözlenen korelasyonlara mantıklı açıklamalar getirmektir (Breen 1983, Richard ve Dean 1988, Pek 1999).

Path katsayılarının hesaplanması

Eşitlik 1 göz önüne alındığında k= 1,2,...,p için, X_k bağımsız değişkenindeki bir birim sapmanın Y bağımlı değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki;

$$P_{yx_k} = b \frac{S_{x_k}}{S_y} \quad (2)$$

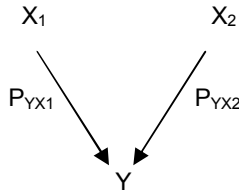
şeklinde gösterilir (Şahinler ve Görgülü 2002). Burada; P_{YX} : X bağımsız değişkeninin Y bağımlı değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısı.

$$S_{x_k} = \sqrt{\left[\frac{\sum (X_{kj} - \bar{X}_k)^2}{n} \right]} = \sqrt{\left[\frac{\sum X_{kj}^2 - \frac{(\sum X_{kj})^2}{n}}{n} \right]} = \sqrt{S_{xx_k}} \quad (3)$$

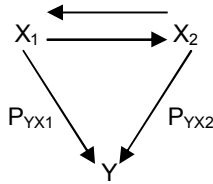
$$S_y = \sqrt{\left[\frac{\sum (Y - \bar{Y})^2}{n} \right]} = \sqrt{\left[\frac{\sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}}{n} \right]} = \sqrt{S_{yy}} \quad (4)$$

b_k : k. Bağımsız değişkende bir birimlik değişimde bağımlı değişkendeki değişimi yansıtan kısmi (bireysel) regresyon katsayısını göstermektedir.

İncelenen karakteri etkileyen faktörlerle ilgili olarak iki durum söz konusudur (Ching 1975). Bunlardan birincisi sebep değişkenleri arasında herhangi bir ilişki olmaması (Şekil 1), ikincisi ise sebep değişkenlerinin birbirleriyle ilişkili oldukları durumdur (Şekil 2).



Şekil 1. Birbirleriyle ilişkisi olmayan X_1 ve X_2 faktörleri ile netice (Y) arasındaki ilişkiler.



Şekil 2. Birbirleriyle ilişkisi olan X_1 ve X_2 faktörleri ile netice (Y) arasındaki ilişkiler.

Şekil 1 incelendiğinde sebep değişkenleri X_1 ve X_2 arasında herhangi bir ilişki olmadığı görülmektedir. X_1 ve X_2 değişkenlerinin Y değişkeni üzerinde yapmış olduğu etki Eşitlik 5'te verilen iki değişkenli regresyon denklemi ile gösterilebilir;

$$Y = b_1 X_1 + b_2 X_2 \quad (5)$$

Bu durumda Y değişkeninde meydana gelen toplam değişim, değişime neden olan kaynaklara ayrıldığında,

$$\sigma_Y^2 = b_1 \sigma_{X_1}^2 + b_2 \sigma_{X_2}^2 \quad (6)$$

eşitliği elde edilir. Burada; σ_Y^2 ; Eşitlik 4 ile elde edilen Y değişkenine ait varyansı $\sigma_{X_1}^2$ ve $\sigma_{X_2}^2$; Eşitlik 3 ile elde edilen X_1 ve X_2 değişkenlerine ait varyansı, b'ler ise kısmi regresyon katsayılarını göstermektedir. Eşitlik 6'nın her iki tarafı σ_Y^2 'ye bölünürse;

$$1 = b_1 \frac{\sigma_{X_1}}{\sigma_Y} + b_2 \frac{\sigma_{X_2}}{\sigma_Y} \quad (7)$$

eşitliği elde edilir. Bu eşitliğin sol tarafı 1'e eşit olur. Eşitliğin sağ tarafı ise sırasıyla X_1 ve X_2 değişkenlerinin, Y değişkeninde meydana getirdikleri değişim miktarındaki paylarını göstermektedir. Eşitlik (7)'nin sağ tarafındaki terimlerden birincisi, X_1 değişkeninin Y değişkeni üzerinde yapmış olduğu etkiyi (P_{YX_1}), ikinci terim ise X_2 değişkeninin Y değişkeni üzerinde yapmış olduğu etkiyi (P_{YX_2}) göstermektedir. İki terim de aynı zamanda standardize edilmiş regresyon katsayılarıdır ve Eşitlik 2'deki Path katsayısı tanımına uygun olup,

$$P_{YX_1} = b_1 \frac{\sigma_{X_1}}{\sigma_Y}; P_{YX_2} = b_2 \frac{\sigma_{X_2}}{\sigma_Y}$$

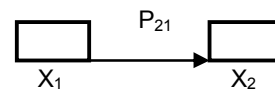
şeklinde hesaplanırlar.

Buraya kadar anlatılanlardan, path katsayılarının aslında standardize edilmiş regresyon katsayıları olduğu görülmektedir ve P_{YX_1} ; X_1 sebebinin bir standart sapma değişmesi ile Y neticesinde kendi standart sapması cinsinden meydana gelecek değişim miktarı olarak tanımlanır (Düzgüneş ve ark. 1996).

Değişkenler arasında görülen etkileşimler ve değişken tipleri

Path analizine tabi tutulan değişkenler arasında doğrudan, dolaylı, U ve S olmak üzere dört değişik etki mevcuttur. Bir değişkenin arada başka bir değişken olmaksızın yapmış olduğu etkiye doğrudan etki denir (Ching 1975). Şekil 3'de birinci değişkenin ikinci değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısı (P_{21}) iki değişken arasındaki korelasyon katsayısına eşittir. Bir diğer ifadeyle,

$$r_{12} = P_{21} \text{ dir.} \quad (8)$$

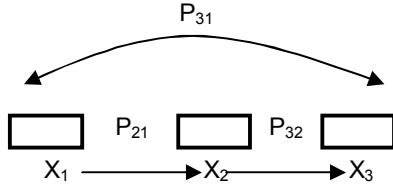


Şekil 3. Doğrudan etki (DE) gösteren değişkenlere ait path diyagramı.

Şekil 4'de birinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etki (P_{31}) (8) numaralı eşitlikte gösterildiği gibi değişkenler arasındaki korelasyona eşit değildir. Bunun nedeni değişkenler arasında Şekil 3' de olduğu gibi sadece doğrudan etkileşim değil, bunun yanında dolaylı etkileşiminde söz konusu olmasıdır. Bu etkilerin toplamı bir ve üçüncü değişken arasındaki korelasyon katsayısına eşittir. Şekil 4' de birinci değişkenin üçüncü değişken üzerindeki doğrudan etkisi (DE), bu iki değişken arasındaki path katsayısına (P_{31}) eşittir. Birinci değişkenin üçüncü değişken üzerine yapmış olduğu dolaylı etki (IE) ise birinci değişkenin ikinci değişken üzerine yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısı ile ikinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısının çarpımına eşittir ($IE = P_{21} \cdot P_{32}$). Buradan,

$$r_{13} = DE + IE = P_{31} + P_{21} \cdot P_{32} \quad (9)$$

şeklinde doğrudan ve dolaylı etkilerin toplamı olacaktır.



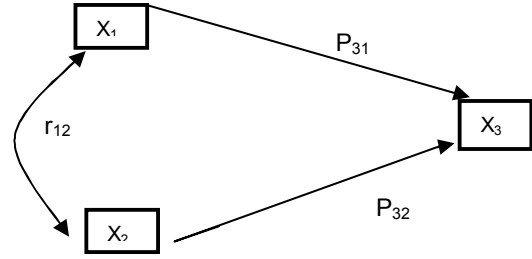
Şekil 4. Dolaylı etki (IE) gösteren değişkenlere ait Path Diyagramı.

Sebeup değişkenleri arasında karşılıklı etkileşim söz konusu olduğunda ortaya çıkan etkiye U etkisi denir (Şahinler ve Görgülü 2002). Şekil 5'de birinci değişken ile üçüncü değişken arasındaki etkileşim incelendiğinde; birinci değişken üçüncü değişken üzerinde hem doğrudan etkiye hem de birinci değişkenle ikinci değişken arasında karşılıklı etkileşim bulunduğundan U etkisine sahip olduğu görülür. Şekil 5'de, birinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etki, bu değişkenler arasındaki path katsayısına eşittir ($DE = P_{31}$). Birinci değişkenin ikinci değişken üzerinden yapmış olduğu U etkisi ise bir ve ikinci değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı ile ikinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısının çarpımına eşittir ($UE = r_{12} \cdot P_{32}$). Bu etkilerin toplamı bir ve üçüncü değişken arasındaki korelasyona eşittir.

$$r_{13} = DE + UE = P_{31} + r_{12} \cdot P_{32} \quad (10)$$

Aynı durum ikinci değişken ile üçüncü değişken arasındaki etkileşim incelendiğinde de gözlenmektedir.

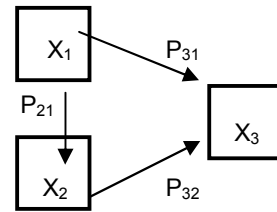
$$r_{23} = DE + UE = P_{32} + r_{12} \cdot P_{31} \quad (11)$$



Şekil 5. U etkisi gösteren değişkenlere ait Path Diyagramı.

İlişkisi incelenen değişkenlerin her ikisini de etkileyen ortak bir sebep değişkeni olduğunda görülen etkiye S etkisi denir (Ender 1999). Şekil 6'da yer alan ikinci değişken üçüncü değişkeni iki şekilde etkilemektedir. Bunlardan birincisi, ikinci değişkenin üçüncü değişkene yapmış olduğu doğrudan etki, ikincisi ise birinci değişkenin, ikinci ve üçüncü değişkenin her ikisini de etkileyen ortak bir sebep değişkeni olmasından kaynaklanan S etkisidir. Şekil 6'da birinci değişkenin üçüncü değişken üzerindeki doğrudan etkisi değişkenler arasındaki path katsayısına eşittir ($DE = P_{31}$). İkinci değişkenin üçüncü değişken üzerindeki S etkisi ise; birinci değişkenin üçüncü değişken üzerinde yapmış olduğu doğrudan etkiyi gösteren path katsayısı (P_{31}) ile birinci değişkenin ikinci değişken üzerindeki doğrudan etkisini gösteren path katsayısının (P_{21}) çarpımına eşittir ($SE = P_{21} \cdot P_{31}$). Bu etkilerin toplamı ikinci değişken ile üçüncü değişken arasındaki korelasyon katsayısına eşittir (Düzgüneş ve Akman, 1995; Pek, 1999).

$$r_{23} = DE + SE = P_{32} + P_{21} \cdot P_{31} \quad (12)$$



Şekil 6. S etkisi gösteren değişkenlere ait Path Diyagramı.

BULGULAR ve TARTIŞMA

Araştırmada incelenen özellikler arasında hesaplanan korelasyon katsayıları Çizelge 1'de gösterilmektedir. Buna göre birinci zamanda bitkide dane sayısı ile bitkide bakla sayısı arasında ($r = 0.264$) önemsiz, ikinci zamanda yüz dane ağırlığı ile dane verimi ($r = 0.532^*$) arasında önemli ilişki, üçüncü zamanda yine aynı karakterlerde ($r = 0.353^*$) önemli ve dördüncü zamanda ise bitkide bakla sayısı ile verim arasında ($r = 0.743^{**}$) önemli ve olumlu ilişkiler tespit edilmiştir. Buna karşın olumsuz ilişkiler ise;

birinci zamanda infekteli tohum ile verimi arasında önemli ($r = -0.433^{**}$), ikinci zamanda olgunlaşma tarihi ile verimi arasında ($r = -0.397^{**}$) önemli, üçüncü zamanda bitkide dane sayısı ile bitkide bakla sayısı ($r = -0.573^{**}$) arasında önemli ve dördüncü zamanda ise yüz dane ağırlığı ile verim arasında ($r = -0.365^*$) önemli ancak olumsuz ilişkiler gözlenmiştir. Tohum böceği zararının zaman ilerledikçe azalması ve korelasyonun sıfır olması beklenen bir sonuçtur. Çünkü zaman ilerledikçe böceklerin zarar yapma etkinlikleri ve dönemleri geçmekte ve zarar azalmaktadır (Şehirli 1988).

Fasulye bitkisi çeşitlere göre farklı ekolojilere tepkileri değişik olmakla birlikte farklı zamanlarda ekilmelerinden dolayı gösterdikleri tepkiler farklılaşabilmektedir. Bu, genotip X zaman etkileşiminin bir sonucu olarak değerlendirilmelidir (Fehr 1987). Fasulye bitkisinde gelişim ve kalite, ekolojik koşullardan oldukça yüksek oranda etkilenir. Özellikle de gün uzunluğu, çok fazla etkiler. Bu nedenle ekim zamanı çalışmalarının özel bir önemi bulunmaktadır (Poehlman 1979). Ekim zamanı çalışmalarındaki başarıların temel stratejilerinden ilki bölge koşullarında çalışılan bitkide verim ve kaliteyi oluşturan özelliklerden birbirleri ile olan etkileşimlerinin ıslahçı tarafından çok iyi bilinmesidir. Rosaily ve ark.(1986) ve Amaranth ve Visvanatha (1990) soya fasulyesinde verime etki eden karakterler bakımından verim ile bitkide bakla sayısının en yüksek korelasyona sahip olduklarını belirtmişlerdir. Rajput ve ark. (1986), bitkide dane verimi ile bakla sayısı arasında $r = 0.830$ ve dal sayısı arasında $r = 0.680$ gibi yüksek oranda korelasyonun bulunduğunu belirtmişlerdir. Dixit ve Patil (1984), dane verimi ile bakla sayısı ve dal sayısı arasında pozitif, ancak bitki boyu ile dane verimi arasında negatif korelasyon olduğunu belirtmişlerdir. Korelasyon katsayısı değerleri çeşitlerin farklı çevrelerde gösterdikleri tepkilerden kaynaklanmaktadır. Adams (1967), oluşan korelasyonların genetik faktörlerden kaynaklandığını, fakat bunların çevre koşulları ile oluşan değişikliklerin bağımsız bir genetik unsurdan oluştuğunu belirtmiştir. Elde ettiğimiz sonuçlar araştırmacıların sonuçlarından farklılık göstermektedir. Korelasyon analizine göre olgunlaşma süresi genellikle dane verimi ile negatif bir ilişki içinde olmuştur. Bunun, Eskişehir 855 çeşidinin genotipik bir özelliğinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. Özellikle denemenin yapıldığı her iki yılda da ekimden sonra havaların 10 derece gibi düşük derecelerde seyretmesi bitkilerin büyümelerinde yavaşlamaya neden olmuştur. Bu faktörde olgunlaşma süresinin verimle istatistiksel olarak negatif bir ilişki içinde olmasına neden olmuş olabilir. Bu nedenle bu tür çalışmaları bir değil de birden fazla çeşitle çok lokasyonda yürütülmesi daha iyi olabilir. Ayrıca yüz dane ağırlığı ile infekteli tohumlar arasındaki ilişki incelendiğinde birinci zamanda $r = 0.086$ gibi olumlu ancak önemsiz, üçüncü zamanda $r = -0.032$ olumsuz ve önemsiz ve dördüncü zamanda ise $r = 0.000$ ilişki bulunmuştur. Bu dönemde tohum böceğinin bitkide biyolojik olarak aktivitesini en aza indirdiği ya da durdurduğu tahmin

edilmektedir. Ancak ikinci zamanda $r = 0.385^{**}$ gibi olumlu ve önemli bir ilişkinin bulunması açıklanamamıştır.

Bitkiler üzerinde yapılan araştırmaların ve özellikle ıslah çalışmalarının asıl amacı verim ve kaliteyi artırmaktır. Verim ve kalite birçok özelliğin birbirlerini etkilemesi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle yapılacak çalışmalarda verim ya da kalitenin hangi özellikten ne oranda etkilendiğini bilmek çalışmaların başarıya ulaşabilmesi için gereklidir (Demir ve Tosun 1991)

Fasulye üzerinde dane verimi, bitkide bakla sayısı, baklada dane sayısı ve yüz dane ağırlığı ile önemli derecede ilişki olduğu ve bitkide bakla sayısı ile yüz dane ağırlığının arasında negatif ilişki olduğu belirtilmektedir (Aggarwal ve Singh 1979). Eskişehir 855 çeşidinin ekim zamanlarına ait path analizi sonuçları ile karakterlerin birbirleri üzerinden yaptıkları etki miktarları Çizelge 2'de gösterilmektedir. İkinci ve üçüncü zamanlarda yüz dane ağırlığının artmasına bağlı olarak verimin de artması ekim zamanları bakımından bu dönemlerde yüz dane ağırlığının olumlu etki yaptığını göstermektedir. Ekim işleminin erkene alınması veya geciktirilmesi durumunda yüz dane ağırlığı düşmekte ve verimlerin korelasyonu negatife dönmektedir. Path Analizine ilişkin çizelgeler genel olarak incelendiğinde yüz dane ağırlıklarının zamanlara göre önemli değişiklikler gösterdikleri görülür. İkinci ekim zamanında yüz dane ağırlığının dane verime en yüksek olumlu etkiyi yaptığı görülmektedir. Olgunlaşma tarihi dördüncü zaman dışındaki tüm zamanlarda olumsuz etkide bulunurken, bitkide bakla sayısı olgunlaşma tarihi gibi ilk üç zamanda olumsuz etki yaparken dördüncü zamanda olumlu ve önemli etkide bulunmuştur.

Zamanlara göre path katsayıları incelendiğinde olgunluk tarihinin tüm zamanlarda negatif bir değere sahip olduğu görülürken en yüksek doğrudan etki 2. zamanda % 64.81 olurken bunu, %32.71 ile 3. zaman izlemiştir. En düşük doğrudan etki ise %4.29 ile 4. zamanda gözlenmiştir. Birinci zamanda en yüksek dolaylı etki %17.57 ile bitkide dane sayısı üzerinden, 2. ve 3. zamanda %22.51 ve %24.10 ile yüz dane ağırlığı üzerinden, 4. zamanda ise bitkide bakla sayısı üzerinden %43.70 olmuştur. Bitkide bakla sayısı bakımından incelendiğinde, en yüksek doğrudan etkiye %83.58 ile 4. zamanda görülürken, bunu %59.37 ile 3. zaman izlemiştir. Görüldüğü gibi zamanlar ilerledikçe doğrudan etki payı(%) artmaktadır. Buna karşın ilk ekim zamanında ve sonrasında dolaylı etkiler azalarak devam etmektedir. Bunun en önemli nedeni ekim zamanının geciktirilmesi ile yaz sıcaklarının baskısına maruz kalan bitkilerin olgunlaşmaya zorlanmaları olabilir. Bunun sonucu olarak da bitkiler bir an önce olgunlaşmaya, bakla oluşturmaya ve beraberinde danelerini geliştirmeye çalışmaktadır. Elbette bu bitkideki tohum sayısını ve yüz dane ağırlığını doğrudan etkilemektedir. Sıcakların baskısı ile olgunlaşmaya zorlanan bitkiler çiçeklenme ile dane tutma ve dane doldurma işlemlerini gereği gibi yapamadıkları için hem bitkideki bakla sayısı ve hem

de yüz dane ağırlıkları düşebilmektedir. Çizelge 2'den de anlaşılacağı gibi ilk iki zamanda tohum sayısı yüz dane ağırlıklarının dolaylı etkileri yükselirken, ekimin

geciktirilmesi ile bitkide bakla sayısı üzerinden dolaylı etkiler artmaktadır.

Çizelge 1. Ekim zamanlarına göre Korelasyon Matrisleri

Zamanlar		DV	O S	B B S	B D S	Y D A
1. Zaman	DV	1.000				
	O S	-0.056	1.000			
	B B S	-0.046	-0.204	1.000		
	B D S	0.083	0.160	0.264	1.000	
	Y D A	0.279	-0.088	0.000	0.186	1.000
	İ T	-0.433**	0.163	0.115	0.142	0.086
2. Zaman	DV	1.000				
	O S	-0.397**	1.000			
	B B S	-0.079	0.178	1.000		
	B D S	-0.048	-0.327*	-0.177	1.000	
	Y D A	0.532**	-0.209	-0.338*	-0.138	1.000
	İ T	0.188	0.086	0.387**	-0.285	0.385**
3. Zaman	DV	1.000				
	O S	-0.158	1.000			
	B B S	-0.285	0.286	1.000		
	B D S	-0.052	-0.209	-0.573**	1.000	
	Y D A	0.353*	0.313*	0.110	0.049	1.000
	İ T	-0.202	0.304*	-0.032	0.018	-0.032
4. Zaman	DV	1.000				
	O S	0.124	1.000			
	B B S	0.743**	0.359*	1.000		
	B D S	0.308*	0.181	0.441**	1.000	
	Y D A	-0.365*	-0.277	-0.142	-0.007	1.000
	İ T	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

DV = Dane verimi; O S = Olgunlaşma Süresi; B B S = Bitkide Bakla Sayısı; B D S = Bitkide Dane Sayısı; Y D A = Yüz Dane Ağırlığı; İ T = İnfekteli Tohum; * = 0.05' e göre önemli ; ** = 0.01' e göre önemli

Çizelge 2. Farklı ekim zamanlarına göre dane verimi ile bazı verim öğeleri arasındaki Path katsayıları ve etki miktarları

Doğrudan etki	Dolaylı etki	Birinci Zaman			İkinci Zaman		
		Korelasyon katsayısı	Path katsayısı	Etki payı (%)	Korelasyon katsayısı	Path katsayısı	Etki payı (%)
Olgunlaşma süresi		-0.056	-0.0639	30.3972	-0.397**	-0.3315	64.8105
	B B S		0.0146	6.9501		0.0335	6.5572
	B D S		0.0369	17.5694		0.0256	4.6173
	Y D A		0.0257	12.2271		-0.1151	22.5080
	İ T		-0.0690	32.8562		-0.0077	1.5071
Bakla sayısı		-0.046	-0.0715	36.8424	-0.0790	0.1886	39.1656
	O T		0.0130	6.7273		-0.0590	12.2441
	B D S		0.0609	31.4113		0.0128	2.6568
	Y D A		0.0000	0.0000		-0.1863	38.6953
	İ T		-0.0485	25.0190		-0.0349	7.2382
Bitkide dane sayısı		0.083	0.2305	61.6875	0.0480	-0.0723	22.8942
	O T		-0.0102	2.7366		0.1082	34.2646
	B B S		-0.0189	5.0547		-0.0334	10.5586
	Y D A		-0.0540	14.4506		-0.0764	24.1713
	İ T		-0.0600	16.0706		0.0256	8.1112
Yüz dane ağırlığı		0.279	0.2909	77.4642	0.532**	0.5516	75.6454
	O T		-0.0056	1.5015		0.0692	9.4896
	B B S		-0.0000	0.0000		-0.0637	8.7370
	B D S		-0.0428	11.3928		0.0100	1.3733
	İ T		0.0362	9.6415		-0.0347	4.7546
İnfekteli tohum		-0.433**	-0.4225	84.6992	0.188	-0.0900	21.2115
	O T		-0.0104	2.0913		-0.0284	6.6883
	B B S		-0.0082	1.6452		0.0730	17.2028
	B D S		0.0328	6.5670		0.0206	4.8506
	Y D A		-0.0249	4.9973		0.2124	50.0468

Çizelge 2 devamı

Doğrudan etki	Dolaylı etki	Üçüncü Zaman			Dördüncü Zaman		
		Korelasyon katsayısı	Path katsayısı	Etki payı (%)	Korelasyon katsayısı	Path katsayısı	Etki payı (%)
Olgunlaşma süresi	B B S	-0.1580	-0.2097	32.7309	0.1240	-0.2360	4.2867
	B D S		-0.1495	23.3365		0.2560	43.7009
	Y D A		0.0872	13.6167		0.0038	0.6484
	İ T		0.1542	24.0615		0.0900	15.3639
				-0.0401	6.2544		0.0000
Bakla sayısı	O T	-0.2850	-0.5222	59.3717	0.743**	0.7132	83.5855
	B D S		-0.0600	6.8265		-0.0847	9.9256
	Y D A		0.2390	27.1685		0.0092	1.0814
	İ T		0.0542	6.1589		0.0461	5.4075
				0.0042	0.4743		0.0000
Bitkide dane sayısı	O T	-0.0520	-0.4171	53.0269	0.308*	0.0209	5.5060
	B B S		0.0439	5.5748		-0.0428	11.2528
	Y D A		0.2991	38.0241		0.3143	82.6282
	İ T		0.0242	3.0737		0.0023	0.6131
				-0.0024	0.3005		0.0000
Yüz dane ağırlığı	O T	0.353	0.4923	76.9133	-0.365*	-0.3252	66.1233
	B B S		-0.0657	10.2574		0.0653	13.2749
	B D S		-0.0575	8.9754		-0.1212	20.5713
	İ T		-0.0205	3.2005		-0.0002	0.0305
				0.0042	0.6534		0.0000
İnfekteli tohum	O T	-0.202	-0.1318	56.0310	0.0000	0.0000	0.0000
	B B S		-0.0638	27.1134		0.0000	0.0000
	B D S		0.0165	7.0296		0.0000	0.0000
	Y D A		-0.0075	3.1815		0.0000	0.0000
				-0.0156	6.6440		0.0000

V = Verim; O T = Olgunlaşma Tarihi; B B S = Bitkide Bakla Sayısı; B D S = Bitkide Dane Sayısı; Y D A = Yüz Dane Ağırlığı; İ T = İnfekteli Tohum (Koyu olarak gösterilenler doğrudan etkileri göstermektedir.)

SONUÇ

Sonuç olarak, Sakarya ili koşullarında sürdürülen bu çalışmada olgunlaşma tarihi, bitkide bakla sayısı, bitkide dane sayısı ve yüz dane ağırlıkları ile verim arasında yapılan path analizine göre önemli ilişkiler bulunmuştur. Yapılan çalışmada yüz dane ağırlığının üzerinde durulması gerektiği görülmektedir. İncelenen özellikler içinde zamanlara göre değerlendirilen ve özelliklerde erken yapılan ekimlerin yüksek verimin garantisini olduğu düşünülerek, erken yapılan ekim zamanlarında verimi en yüksek doğrudan ve dolaylı etki eden karakterler üzerinde çalışılmasının ve bu özelliklerin önemli seleksiyon kriteri olarak göz önünde bulundurulmasının yapılacak seleksiyonun etkinliğini artıracığı söylenebilir. Ancak, zamanından önce ekilmesi de verimi azaltacağından en uygun zamanın belirlenmesi gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- Adams MV (1967) Basis of yield components compensation in crop plants with special referance to field bean (*Phaseolus vulgaris*) Crop Sci. 7:505-510.
- Aggarwal VD, Singh TP (1979) Genetic variability and interaction in agronomic traits in kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) Indian J. Agr. Sci. 43(9): 845-848.

- Amaranth KCN, Viswanatha SR (1990) Path coefficient analysis for some quantitative characters in soybean. Mysore-Journal Agricultural Science. 24:3, 312,315.
- Bal C, Doğan N, Doğan İ (2000) Path Analizi ve Bir Uygulama. 5. Ulusal Biyoistatistik Kongresi. 13-15 Eylül 2000. Eskişehir.
- Bek Y (1988) Kısmi Korelasyon Katsayılarının Basit Korelasyonlar Cinsinden Tek Çözüm Verecek Şekilde İfadesi. OMÜ. Ziraat Fakültesi Dergisi, 3(1): 41-50. Samsun.
- Breen R (1983) "Path Analysis: An Example", The Economic and Social Research Institute.
- Budak N, Çalışkan CF, Yıldırım MB, Çaylak Ö (1995) Soya'da verim ve bazı agronomik özelliklere ilişkin path analizi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 32 (1):15-19.
- Carey G (2003) Multiple Regression and Path Analysis lbg.www.colorado.edu/~carey/p7291dir/handouts/pathanal 2.pdf
- Ching CL (1975) Path Analysis (a primer). University of Pittsburg. The Boxwood Pres, 183 Ocean View Blvd. Pacific Grove, CA 93950.
- Demir İ, Tosun M (1991) Ekmeklik ve makarnalık buğdaylarda verim ve bazı verim komponentlerinin korelasyon ve path analizi. EÜ. Zir. Fak. Dergisi. Vol.28, Nu: 1.
- Dewey DR, Lu KH (1959) A Correlation And Path Coefficient Analysis of Components of Crested

- Wheat Grass Seed Production. Agronomy Journal 51:515-518.
- Dixit RN, Patil VP (1984) Path analysis study in soybean. J. Of Maharashtra Agr. University. 9:3, 267-269.
- Düzgüneş O, Akman N (1995) Varyasyon Kaynakları. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1408, Ders Kitabı 406. Ankara.
- Düzgüneş O, Eliçin A, Akman N (1996) Hayvan Islahı A.Ü. Ziraat Fakültesi, Ders Kitabı No:1437, Ankara,298 s.
- EnderP(1999).www.gseis.ucla.edu/courses/ed230bc1/notes2/path1.html. Erişim Tarihi (5.12.2000).
- Fehr WR (1987) Genotype X Environment Interaction, Principle of Cultivar Development. Vol:1, Theory and Technique (Ed: W.R. Fehr). Mc. Millan Publishing Company, New York, 247-260.
- Ghoss RK, Chatterjee BN (1988) Path Analysis of Important Growth Functions of Indian Mustard (*Brassica vincea* L.Czern and Coss) J. Agronomy & Crop Science, 16:116-121.
- Gürbüz F, Başpınar E, Kekin S, Mendeş M, Tekindal M (1999) Path Analizi Tekniği. 4. Ulusal Biyoistatistik Kongresi, 23-24 Eylül 1999. Ankara.
- İkiz F, Şengonca H (1978) Path Analizi. E.Ü Elektronik Hesap Bilimleri Enstitüsü Dergisi. Cilt 1, Sayı 1: 1-17.
- Mathotra RS, Singh KB, Sodhi JS (1974) Discriminant function in Agronomic Traits in Kidney Bean (*Phaseolus aureus* Roxb Madras). Agric. Journal 60 (9/12):1327-1330.
- Önder M (1994) Bodur kuru fasulye (*Phaseolus vulgaris* L. var. nanus. DEKAP) çeşitlerinde dane verimi ve bazı verim özelliklerinin korelasyon ve path analizi. Tarla Bitkileri Kongresi. 25-29 Nisan 1994. İzmir, Sayfa 122-126.
- Önder M (1996) Soyada dane, yağ ve protein verimi ile bazı verim unsurları arasındaki ilişkiler. Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi. 10(12):7-16.
- Pek H (1999) Nedensel Modeller. G.Ü. Fen Bilimleri Ens. Yüksek Lisans Tezi (Basılmamış). Ankara.
- Poehlman JM (1979) Breeding Field Crops. 2nd Edition. The AVI Publishing Company, Inc. Connecticut. S.483.
- Rajput MA, Sarvan C, Tahir KH (1986) Path coefficient analysis of developmental and yield components in soybean. Soybeans-Newsletter 13:87-91.
- Rosaily S K, Desai ND, Kukadia MU (1986) Path analysis in Soyabean (*Glycine max.* L). Gujarat Agricultural University Research Journal. 12:1, 65-67.
- Richard AJ, Dean WW (1988) Applied Multivariate Statistical Analysis, Second Edition.
- Shabana R, Sherref SA, İbrahim AF, Geisler G (1990) Correlation And Path Coefficient Analysis For Some New Released Spring Rape Seed Cultivars Under Different Competitive Systems. J. Agronomy & Crop Science, 165:138-143.
- Sokal RR, Rohlf FC (1969) Biometry, The Principle And Practice of Statistics in Biological Research. W.H. Freeman And Company, San Fransisco. S: 776.
- Şahinler S, Görgülü Ö (2002) Path Analizi ve Bir Uygulama. M.K.Ü. Ziraat Fakültesi Dergisi. Antakya/HATAY.
- Şehirli S (1988) Yemelik Dane Baklagiller. A. Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları 1088. Ankara.
- Westermann DT, Crothers SE (1977) Plant population effects on the seed yield components of beans. Crop Sci. 17:493-496.