

TAHILLARDA PATH ANALİZİ

Fahri SÖNMEZ

Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fak. Tarla Bitkileri Bölümü, Tokat

ÖZET : *Korelasyon katsayısı her zaman değişkenler arasındaki ilişkiyi açıklamaya yetmez. Çünkü iki değişken arasındaki ilişki üçüncü bir değişkene bağlı olabilir. Bu yüzden değişkenler arasındaki ilişkilerin doğrudan ve dolaylı etkilere ayrılması gerekmektedir. Bu ise path analizi ile yapılmaktadır. Tahıllarda yaygın olarak kullanılan path analizi modelinde verim ve verim ögeleri arasında iki yönlü bir ilişkinin varlığı kabul edilmektedir. Oysa tahıllarda verim ögeleri belli bir sıraya göre gelişmekte ve daha erken gelişen öge kendinden sonra gelişen ögeleri etkileyebilir. Yani sonradan gelişen ögenin kendinden önce gelişen ögeyi etkilemesi söz konusu değildir. Bu çalışmada verim ögelerinin gelişme sırasını dikkate alan model tarif edilmekte ve diğer model ile kıyaslanmaktadır.*

PATH ANALYSIS IN SMALL GRAINS

SUMMARY : *The coefficient of correlation is not informative in all cases explanation relation among variables. Because the relation between two variables may depend on a third variable. In this purpose, the relationships between variables should be sperated the effects of direct and inderect. This is also carried by using path analysis. The model most widely used for path analysis of grain yield in small grains assumes bidirectional causal pathways between yield components. However, yield components in small grains develop sequentially and earlier component could influence components that develop later. It is impossible that later component could influence earlier components. In this study, a model taking into account the sequential development of yield components was described and compared the other model.*

Key wors : Path analysis, yield, yield components.

GİRİŞ

İki değişken arasındaki korelasyon katsayısı her zaman sebep-sonuç ilişkisini açıklamada yeterli olmayabilir. Çünkü iki değişken arasındaki ilişki üçüncü bir değişkene bağlı olabilmektedir. Bu nedenle korelasyon katsayısı zaman zaman doğrudan etkilerle karıştırılmaktadır. İlişkileri daha net ifade edebilmek için değişkenler arasındaki korelasyon katsayısının doğrudan ve dolaylı etkilere ayrılması gerekmektedir. Bunu gerçekleştirebilmek için de, ilk defa Wright (1921) tarafından geliştirilen path analizinden yararlanılmaktadır. Biyoloji, ekonomi, sosyal ve ziraat gibi bir çok bilim alanında kullanılan Path analizi değişkenler arasındaki ilişkiyi sebep-sonuç özelliğine dayanarak daha ayrıntılı bir şekilde açıklamaktadır. Path analizi yardımıyla korelasyon katsayısının bu şekilde parçalanması, sonuçların daha iyi şekilde yorumlanmasına yardımcı olmaktadır (Okut ve Orhan, 1993).

Path analizi değişkenler arasında bir ilişkinin önceden bilinmesi durumunda veya bir ilişkinin olduğu varsayımına dayalı olarak kullanılabilir. Yani, değişkenler arasında ilişkinin varlığı kesin ve varsayılan hipotezden sonuç çıkarılmaya çalışılmaktadır. Başka bir ifadeyle, path analizi hipotez kurmak için kullanılmaz (Dofing ve Knigth, 1992).

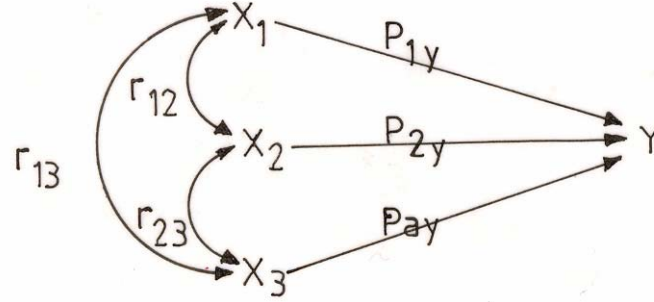
Path analizi tahıllarda verim ve verim ögeleri arasındaki ilişkileri daha iyi belirleyebilmek amacıyla bir çok araştırmacı tarafından kullanılmıştır (Fonseca ve Patterson, 1968; Sidwell ve ark., 1976; Gebeyehou ve ark., 1982; Kırtok ve Çölkesen, 1985; Blue ve ark., 1992; Moral ve ark., 1992). Bu çalışmalarda Dewey ve Lu (1959)'nunkine benzer bir model kullanılmıştır. Söz konusu modelde verim ve verim ögeleri arasında iki yönlü bir ilişkinin var olduğu kabul edilmektedir. Oysa tahıllarda verim ögeleri belli bir sırayla gelişmekte ve en son gelişen öge kendisine göre daha erken gelişen ögelerin etkisi altındadır (Thomas ve ark., 1970). Yani ilk gelişen ögeler kendisinden sonra gelişen ögeler üzerine bir takım etkiler yapmaktadır. Bu yüzden ögeler arasındaki ilişkileri inceleyen, ögelerin gelişme sıralarında dikkate alınması sonuçların daha iyi yorumlanmasına yardımcı olabilir.

Bu çalışmada verim ve verim ögeleri arasındaki ilişkileri belirlemek için kullanılan iki path analizi modelinin mukayesesi yapılacaktır.

ALTERNATİF MODELLER VE MUKAYESELERİ

Tahıllarda tane verimi metrekarede başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve tane ağırlığı gibi ögeler tarafından belirlenir (Moral ve ark., 1991). Verim ve verim ögeleri arasındaki ilişkiyi ayrıntılı olarak tespit

etmek amacıyla çok sayıda çalışma yapılmış olup, en yaygın olarak kullanılan model Şekil 1'de gösterilmiştir (Moral ve ark., 1991; Dofing ve Knight, 1992). Bu modelde çift yönlü oklar korelasyon katsayısını, tek yönlü oklar ise path katsayısını göstermektedir. Verim ögeleri arasında çift yönlü okların bulunması her iki ögenin de birbirlerini karşılıklı olarak etkilediklerini, aralarındaki bu etkileşim nedeniyle verime dolaylı etkilerinde olduğunu göstermektedir.



Şekil 1. Verim ve verim ögeleri arasında iki yönlü ilişkileri gösteren path diagramı (Model -I).

Figure 2. Path diagram showing two-way relationships among yield and yield components (Model-I).

Şekil 1'de verilen modele göre verim ve verim ögeleri arasındaki toplam korelasyonlar aşağıdaki denklemler yardımıyla (path analizi) doğrudan ve dolaylı etkilere ayrılmaktadır. Modele hata değişkeni dahil edilmemiştir.

$$\begin{aligned} r_{1y} &= P_{1y} + r_{12}P_{2y} + r_{13}P_{3y} \\ r_{2y} &= P_{2y} + r_{12}P_{1y} + r_{23}P_{3y} \\ r_{23} &= P_{3y} + r_{13}P_{1y} + r_{23}P_{2y} \end{aligned}$$

Y-Verim
X₁-Metrekaredeki başak sayısı
X₂-Başaktaki tane sayısı
X₃-Tane ağırlığı

Bu denklemlerde P olarak verilen katsayılar path katsayıları, r ler ise basit korelasyon katsayılarıdır. $r_{1y} = P_{1y} + r_{12}P_{2y} + r_{13}P_{3y}$ denkleminde; r_{1y} tane verimi ile metrekaredeki başak sayısı arasındaki korelasyon, P_{1y} metrekaredeki başak sayısının tane verimine doğrudan etkisi, $r_{12}P_{2y}$ metrekaredeki başak sayısının tane verimine başaktaki tane sayısı üzerinden yaptığı dolaylı etki, $r_{13}P_{3y}$ ise yine metrekaredeki başak sayısının tane verimine tane ağırlığı üzerinden yaptığı dolaylı etkidir. Verim ile metrekaredeki başak sayısı arasındaki korelasyon, metrekaredeki başak sayısının doğrudan etkisi ile metrekaredeki başak sayısının başaktaki tane sayısı ve tane ağırlığı üzerinden dolaylı etkileri toplamına eşittir. Benzer tanımlamalar r_{2y} ve r_{23} için de yapılabilir.

ÖRNEK

Serin iklim tahılları ile yapılan bir çalışmada metrekaredeki başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve tane ağırlığının tane verimine etkisine ilişkin olarak Model -I'e göre yapılan path analizi sonuçları Tablo 1'de verilmiştir. Tablo 1'den görüldüğü üzere etkisi incelenen her üç ögenin doğrudan etkisi de olumlu yöndedir. Bunun anlamı; diğer ögeler sabit tutulmak kaydıyla her bir ögenin nümerik değerinin artması verimi artıracaktır. Dolaylı etkiler ise hepsi olumsuz yöndedir. Zira bu ögeler karşılıklı olarak denge içerisindedir (Kırtok, 1984). Dolaylı etkiler arasında en büyük olumsuz etkiyi (-0.305) başaktaki tane sayısı metrekaredeki başak sayısı üzerinden yapmıştır. Başka bir ifadeyle başaktaki tane sayısı, metrekaredeki başak sayısının azalmasına yol açarak verimin düşmesine neden olmuştur.

Sonuç itibarıyla verim ve verim ögeleri arasındaki toplam korelasyonlar bu model yardımıyla doğrudan ve dolaylı etkilere ayrılmış fakat, izlenen path yollarına göre çıkarılan sonuçlar her zaman gerçekçi olmayabilir.

Tablo 1. Model -I'e göre verim ögelerinin tane verimine doğrudan ve dolaylı etkileri *
 Table 1. Direct and indirect effects for analysis of yield components using Model-I of Fig. 1

Verim ögeleri Yield components	Etkiler Effetes
m ² 'de başak sayısı	
Doğrudan etkisi	0.879
Dolaylı etkiler	
Başaktaki tane sayısı	-0.266
Tane ağırlığı	-0.007
Toplam korelasyon	0.606
Başaktaki tane sayısı	
Doğrudan etkisi	0.767
Dolaylı etkiler	
m ² 'de başak sayısı	-0.305
Tane ağırlığı	-0.044
Toplam korelasyon	0.419
Tane ağırlığı	
Doğrudan etkisi	0.187
Dolaylı etkiler	
m ² 'de başak sayısı	-0.031
Başaktaki tane sayısı	-0.181
Toplam korelasyon	-0.025

*Çalışmada kullanılan değerler Yılmaz ve ark., (1994)'na ait bir çalışmadan alınmıştır.

*Data used in this study were obtained from Yılmaz and et al (1994)'s a study.

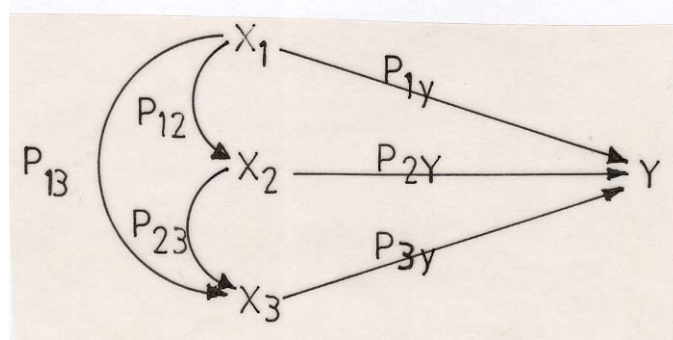
Bu modeldeki varsayımlara göre;

- 1-Tane ağırlığı başaktaki tane sayısını etkilemekte,
- 2-Tane ağırlığı metrekaresindeki başak sayısını etkilemekte,
- 3-Başaktaki tane sayısı metrekaresindeki başak sayısını etkilemektedir.

Bu varsayımlar; sonradan gelişen bir verim ögesinin kendisinden önce gelişmiş olan bir ögeyi etkilemiş olduğunu göstermektedir. Oysa Thomas ve ark.(1970), tahıllarda bir verim ögesinin gelişme sırasına göre kendisinden önce gelişen verim ögesinin kontrolü altında geliştiğini bildirmektedir. Tane ağırlığı metrekaresinde başak sayısı, başaktaki tane sayısı ve tane dolum süresi gibi ögeler tarafından etkilenirken (Moral ve ark., 1991) tane ağırlığının bu ögeleri etkilemesi pek mümkün değildir. Tablo 1'deki bilgilere göre; tane ağırlığının metrekaresindeki başak sayısını azaltıyor olması, artan tane ağırlığının çeşitli sebeplerle başaklı kardeşlerin ölmesine ve dolayısıyla da metrekaresindeki başak sayısının azalmasına neden olmuş şeklinde bir yorum çıkartılabilir. Oysa nihai tane ağırlığı, bahsedilen olaylardan sonra belirlenmektedir. Benzer şekilde ağır tane yapısının başaktan tane düşmesine ve sonrada başaktaki tane sayısının azalmasına neden olabileceği iddia edilebilir. Veya başaktaki tane sayısının metrekaresindeki başak sayısını çeşitli nedenlerle azalttığı şeklinde bir yorum çıkarılabilir. Bu yorumlar ise gerçeği yansıtmamaktadır. Bununla beraber, çok çok küçük bir etkinin olabileceği belki tartışılabilir.

Açıklamalardan anlaşılacağı üzere, böyle bir varsayıma dayalı olarak sebep-sonuç ilişkisini açıklamaya çalışmak, araştırmacıları yanlış yönlere sevk edebilir. Bu yüzden verim ve verim ögeleri arasındaki ilişkileri açıklamak için verim ögelerinin gelişme sıralarının dikkate alınması gerekmektedir.

Tahıllarda belli başlı gelişme dönemleri kardeşlenme, sapa kalkma, başaklanma, çiçeklenme ve tane dolum dönemleridir. Bu gelişme dönemleri belli bir sıraya göre gelişirler (Koç ve Genç, 1988). Kardeşlenme gelişmenin ilk basamağı olup, bununla bağlantılı olarak metrekaresindeki başak sayısı verime etkili olan bütün karakterleri doğrudan etkileyebilir (Moral ve ark., 1991). Bu gerçeğe dayalı olarak geliştirilen model Şekil 2'de verilmiştir. Bu modelde ögeler arasında tek yönlü bir ilişkinin varlığı kabul edilmekte ve her hangi bir verim ögesi sadece kendisinden sonra gelen verim ögelerini etkileyebilir (Dofing ve Knight, 1992). Bu yüzden korelasyon katsayıları hesaplanmamakta ve bütün etkiler doğrudan etki olarak düşünülmektedir.



Şekil 2. Verim ve verim ögeleri arasında tek yönlü ilişkileri gösteren path diagramı (Model -II).
Figure 2. Path diagram showing one-way relationships among yield and yield components (Model-II).

$$Y = P_{1y} + P_{2y} + P_{3y}$$

$$X_3 = P_{13} + P_{23}$$

$$X_2 = P_{12}$$

Y-Verim
X₁-Metrekaredeki başak sayısı
X₂Başaktaki tane sayısı
X₃Tane ağırlığı

Modele göre tane verimini (Y) metrekarede başak sayısı (X1), başakta tane sayısı (X2) ve tane ağırlığı etkilemekte (X3); tane ağırlığını (X3) metrekarede başak sayısı (X1) ve başaktaki tane sayısı (X2); başaktaki tane sayısını (X2) ise sadece metrekarede başak sayısı (X1) etkilemektedir. Bu yüzden modeldeki ilişkiler tek yönlü oklarla gösterilmiştir. Daha önce olduğu gibi bu modelde de hata değişkeni modele dahil edilmemiştir.

Model II'ye göre belirlenen path katsayıları Tablo 2'de verilmiştir. Verim üzerine her üç ögenin etkisi de Model - I ile aynı ve olumlu yöndedir (Tablo 2). Buna karşın, bu ögelerin kendi aralarındaki ilişkiler ise olumsuz olarak bulunmuştur. Bunlardan en büyük negatif etkiyi (-0.346) metrekarede başak sayısı başaktaki tane sayısı üzerine yapmıştır. Genel olarak iki model karşılaştırıldığında, Model -II'de verim ögeleri arasında daha mantıklı ilişki sunulmaktadır.

Tablo 2. Model -II'ye göre verim ögelerinin tane verimine ve birbirlerine olan doğrudan etkileri
Table 2. Direct effects for analysis of yield components using Model-II of Fig. 2

Verim ögeleri Yield components	Etkiler Effects
m ² 'de başak sayısının tane verimine	0.879
Başaktaki tane sayısının tane verimine	0.767
Tane ağırlığının tane verimine	0.187
m ² 'de başak sayısının başaktaki tane sayısına	-0.346
m ² 'de başak sayısının tane ağırlığına	-0.133
Başaktaki tane sayısının tane ağırlığına	-0.236

Path katsayıları yardımıyla verim ögeleri birbirleri ile mukayese edilebilir. Örneğin tane verimi üzerine en büyük etkiyi metrekarede başak sayısı yapmıştır (0.879). Diğer taraftan, metrekarede başak sayısının verime olan etkisi, başaktaki tane sayısı (-0.346) ve tane ağırlığı üzerine yaptığı (-0.133) olumsuz etkilerin toplamından daha fazladır. Buna göre metrekarede başak sayısının verime net etkisi (0.400) pozitif olduğu için metrekarede başak sayısının artırılması tane verimini de artıracaktır. Benzer şekilde, başaktaki tane sayısının verime olan etkisi (0.767) tane ağırlığına olan negatif etkisinden (-0.236) daha fazladır. Bu yüzden başaktaki tane sayısının artırılmasında tane verimini artıracaktır.

Bu örneklerden de anlaşılacağı üzere verilen bu model (Model-II), tahıllarda verim ve verim ögeleri arasındaki sebep-sonuç ilişkilerinin daha gerçekçi olarak yorumlanmasına ve söz konusu ögelerin verime katkılarının daha iyi anlaşılmasına imkan verebilmektedir.

Çalışmalarda hangi modelin kullanılacağı, üzerinde durulan bitkiye veya konuya göre belirlenmelidir. Şayet tahıllarda olduğu gibi, verim ögeleri belli bir düzen içerisinde gelişen ve sonradan gelişen ögenin kendisinden önce gelişen ögeye çok az veya hiç etkisi olmayan bitkilerde bu model kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Blue, E. N., S.C. Mason, D.N. Sander, 1992. Influence of Planting Date, Seeding Rate, and Phosphorus Rate on Wheat Yield. *Agronomy Journal*, 82:762-768.
- Dewey, D.R., K.H. Lu, 1959. A Correlation and Path-coefficient Analysis of Components of Crested Wheatgrass Seed Production. *Agronomy Journal*, 51:515-518.
- Dofing, S.M., C. W. Knight, 1992. Alternative Model for Path Analysis of Small-Grain Yield. *Crop Science*, 32:487-489.
- Fonseca, S., F.L. Patterson, 1968. Yield Component Heritabilities and Interrelationships in Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Crop Science*, 8:614-617.
- Garcia del Moral, L.F., J.M. Ramos, M.B. Garcia del Moral, M.P. Jimenez-Tejada, 1991. Ontogenetic Approach to Grain Production in Spring Barley Based on Path Coefficient Analysis. *Crop Science*, 31:1179-1185.
- Gebeyehou, G., D.R. Knott, R.J. Baker, 1982. Relationships Among Durations of Vegetative and Grain Filling Phases, Yield Components, and Grain Yield in Durum Wheat cultivars. *Crop Science*, 22:287-290.
- Kırtok, Y., 1984. Tahıllarda Biyolojik Verim, Hasat İndeksi ve Tane Verimi. II. Birbirleriyle Olan Ylışkiler ve Bunların Seçim Kriteri Olarak Kullanımları. *Doğa Bilim Derg.*, D2, 8(3):375-386.
- Kırtok, Y., M. Çölkesen, 1985. Çukurova Koşullarında Denemeye Alınan Arpa Çeşitlerinde Önemli Bazı Verim Unsurları Üzerinde Path-katsayısı Analizi. *Doğa Bilim Derg.*, D2, 9(1):40-49.
- Koç, M., Y. Genç, 1988. Tahıllarda Ürün Oluşumunun Morfolojik ve Fizyolojik Esasları. Çukurova Üniv., Zir. Fak., Yardımcı Ders Kitabı No:8, Adana, 58s.
- Okut, H., Orhan, H. Path analizi ve korelasyon katsayısı. I. Ulusal Ekonometri ve İstatistik Simpozyumu. 11-12 Kasım 1993, Ege Üniv., İzmir, 1993.
- Sidwell, R.J., E.L. Smith, R.W. Mcnew, 1976. Inheritance and Interrelationships of Grain Yield and Selected Yield-related Traits in a Hard Red Winter Wheat Cross. *Crop Science*, 16:650-654.
- Thomas, R.L., J.E. Grafius, S.K. Kahn, 1970. Genetic Analysis of Correlated Sequential Characters. *Heredity*, 26:177-188.
- Wright, S., 1921. Correlation and Causation. *S. Agric. Rest.*, 20, 557-585.
- Yılmaz, N., Ege, H., Ülker, M., Sönmez, F. Bazı kışlık buğday çeşitlerinin Van koşullarına adaptasyonu üzerine bir araştırma. III. Uluslararası Nükleer Tarım ve Hayvancılık Kongresi (19-21 Ekim 1994), Bildiri Özetleri, Ankara, 57s, 1994.