

TOKAT-KAZOVA YÖRESİNDE ŞEKERPANCARI VE BUĞDAY İÇİN BİTKİ-VERİM FONKSİYONLARI¹

Atila ALTINTAŞ²

Gülçin ALTINTAŞ³

Osman KARKACIER⁴

ÖZET

Bu araştırma; Tokat Kazova yöresinde şekerpancari ve buğday için, toprak özellikleri ve tarımsal uygulamalardan yararlanılarak verim tahmin modelleri geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada, Kazova yöresinde bulunan 11 köyde; şekerpancari için 47, buğday için 34 parsel olmak üzere, toplam 81 parselde ait toprak analizi sonuçları ve bu parsellerdeki tarımsal uygulamalara ait anket verileri kullanılmıştır.

Elde edilen verilerle yapılan polinomial regresyon analizleri sonucunda şekerpancari için; $Y = -8081 + 88,2 X_1 - 0,596 X_1^2 + 3449 X_3 - 727 X_3^2 + 140 X_5 - 2,32 X_5^2 + 20045 X_7 - 18015 X_7^2$

Buğday için; $Y = 133 - 10,2 X_1 + 5,19 X_4 + 1054 X_6 - 831 X_6^2$ verim tahmin denklemleri elde edilmiştir. Denklemler F testine göre % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuş olup denklemlerin çoklu determinasyon katsayısı (R^2) sırasıyla 0,541 ve 0,491 olarak bulunmuştur.

Şekerpancari için en yüksek R^2 'yi veren ve istatistiksel bakımdan anlamlı olan değişkenler; kullanılan işgücü, çapalama sayısı, kullanılan azot miktarı ve kil oranıdır. Buğday için en yüksek R^2 'yi veren ve istatistiksel bakımdan anlamlı olan değişkenler ise kullanılan işgücü, kullanılan azot miktarı ve kil oranıdır.

Anahtar Kelimeler: Verim Tahmin Modelleri, Regresyon Analizi, Şekerpancari, Buğday, Tokat.

1 Bu çalışma, Tarım ve Köyişleri Bakanlığı Mülga Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü tarafından desteklenmiştir.

2 **Atila ALTINTAŞ**, Ziraat Yüksek Mühendisi, Orta Karadeniz Geçit Kuşağı, Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü.

3 **Gülçin ALTINTAŞ**, Dr., Orta Karadeniz Geçit Kuşağı, Tarımsal Araştırma İstasyonu Müdürlüğü.

4 **Osman KARKACIER**, Prof. Dr., Gaziosmanpaşa Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İşletme Bölümü Öğretim Üyesi.

FUNCTIONS OF PLANT-YIELD FOR SUGAR BEET AND WHEAT IN KAZOVA-TOKAT PROVINCE

ABSTRACT

This research was carried out to develop yield estimation models for sugar beet and wheat in Tokat Kazova region by utilizing soil properties and agricultural applications. In the study, including 11 villages in the Kazova region; soil analysis results belonging to 81 parcels in total (34 parcels for wheat and 47 parcels for sugar beet) and survey data relating to agricultural practices in these parcels were used.

According to the polynomial regression analysis by using the obtained data; for sugar beet $Y = -8081 + 88,2 X_1 - 0,596 X_1^2 + 3449 X_3 - 727 X_3^2 + 140 X_5 - 2,32 X_5^2 + 20045 X_7 - 18015 X_7^2$, and for wheat $Y = 133 - 10,2 X_1 + 5,19 X_4 + 1054 X_6 - 831 X_6^2$ yield estimation equations were obtained. The equations were determined as significant on the 1% level according to F test. The multi-determination coefficients (R^2) of the equations were calculated as 0,541 and 0,491 respectively.

Statistically significant variables that have the highest R^2 for sugar beet are the labour force used, the amount of nitrogen used, the number of hoeing and ratio of clay. For the wheat, these variables are the labour force used, the amount of nitrogen used and ratio of clay.

Keywords: *Yield Estimation Models, Regression Analysis, Sugar Beet, Wheat, Tokat.*

1. GİRİŞ

Tarım doğaya geniş ölçüde bağlıdır. Üretim olgusu çok sayıdaki faktörlerin sonucudur. Her ne kadar üretim faktörleri dört ana grupta (doğa, emek, sermaye ve müteşebbis) sınıflandırılrsa da aslında bu faktörlerin çok sayıdaki alt birimi üretimi etkilemektedir [8]. Üretimi etkileyen bu faktörlerin tamamının belirlenmesi ise oldukça zordur. Çünkü bu faktörler yöreden yöreye, farklı iklimlere ve yıllara göre değişmektedir ve bunlar arasındaki ilişkiler de çok komplekstir. Üretim alanlarında etkili olan değişkenliklerin açıklanabilmesi, üretimi etkileyen diğer faktörler ve ekonomik politikalar açısından da son derece önemli olmasına rağmen, yetiştirme mevsimi boyunca değişen meteorolojik şartlara bağlı olan verimdeki yıllık değişimlerin doğrudan takibi de çoğu zaman pek mümkün değildir. Bu nedenle, söz konusu bu faktörlerin verim üzerine olan etkilerinin, bazı modellerle tahmin edilebilecek bir şekilde dönüştürülmesi gerekmektedir [10].

Pek çok alansal çalışmalarda toprak ve arazi özelliklerinin değişimine bağlı olarak üretkenliğin, buna bağlı olarak da verimin saptanması çalışmaları yapılmaktadır. Ancak bu tür çalışmalar sadece çalışma alanı ile aynı özelliklere sahip toprak ve arazi koşulları için geçerli olmaktadır. Verim tahmini için bu tür

çalışmaların her değişen toprak birimi için güncel olarak yapılması gerekmektedir. Ancak çoğu hallerde bu hem ekonomik olmamakta hem de pratik olarak yapılamamaktadır. Çünkü zaman, emek ve masraf daha da önemlisi her lokasyonda tekrarı bu çalışmaların zorluğunu bir kat daha arttırmaktadır. Bu durumlarda verimin daha hızlı ve güvenilir olarak saptanması için farklı metotlardan, modellerden yararlanılmaktadır. Modelleme kendi içinde avantajları ve dezavantajları içermekle birlikte pratik, ekonomik ve çok hızlı sonuca ulaşma gibi özellikleri ile yaygın olarak kullanılmaktadır. Buradan hareketle, çalışmada bitki verimi ile verimi etkileyen toprak özellikleri ve tarımsal uygulamalar arasındaki ilişkiyi veren matematiksel denklemlerden yararlanılarak, verimi tahmin eden modeller oluşturulmaya çalışılmıştır.

Tokat ilinin en büyük tarımsal potansiyeline sahip bölgelerinden biri olan Kazova aynı zamanda tarımsal aktivitelerin de yoğun olarak uygulandığı bir yöredir. Bu çalışma ile Tokat ili Kazova yöresinde yaygın olarak yetiştirilen şekerpancarı ve buğday için verimi tahmin etmeye yarayan matematiksel bir model oluşturmak amaçlanmıştır. Girdi-çıktı ilişkisini ortaya koyan bir model ile kullanılan girdi miktarına göre ne kadar ürün alınacağını öngörebilen bir müteşebbisin bilinçli üretim yapabileceği düşünüldüğünde tarım sektörünün önemli bir çıkması aşılması olacaktır. Türkiye’de hem işletme hem de parsel düzeyinde çalışmaların henüz istenilen düzeyde olmadığı düşünüldüğünde bu araştırma önemli bir boşluğu doldurabilecektir.

2. MATERYAL VE METOT

2.1. Materyal

Araştırmamanın ana materyalini yöreden seçilen işletmelerde yapılan anket çalışmaları ile işletme topraklarından alınan örneklerin “toprak analizi” sonuçları oluşturmaktadır. Anket verileri ve toprak analizi sonuçları 2002-2003 üretim dönemine ait olup, ekonomik optimum düzeylerinin hesaplanmasında işgücü, gübre ve ürün fiyatları 2011 yılı baz alınarak güncellenmiştir. Konu ile ilgili daha önce yapılmış çalışmalardan da yararlanılmıştır.

2.2. Metot

2.2.1. Örnekleme Metodu

Araştırma bölgesinin kapladığı alan içerisinde tüm köylerde çalışmak, gerek zaman ve gerekse maddi imkanlar nedeni ile mümkün olmadığından örnek köy sayısı; Kazova yöresinde bulunan toplam 42 ova köyünden % 90 güven sınırı ve %10 hata payı ile köylerin sahip olduğu arazi miktarları dikkate alınarak Neyman Metodu [9] ile tespit edilmiştir.

Çizelge 2.1. Populasyonu Oluşturan Köylerin Tabakalara Göre Dağılımı ve Örnek Köy Sayıları

Tabaka No	Tabaka Alt ve Üst Sınırları (da)	Arazi Varlığı Ortalaması (da)	Tabakalardaki Köy Sayısı (Nh)	Standart Sapma (Sh)	Tabakaya Düşen Örnek Köy Sayısı
I	0 - 5000	3068	28	1217	5
II	5001 -15000	9008	10	1996	3
III	15001 +	22379	4	9244	3
TOPLAM	-	6321	42	-	11

Köy sayısı belirlendikten sonra köylerin Kazova bölgesini temsil etme durumu dikkate alınarak tabakalardaki köy seçimi gayeli olarak gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2.2.).

Çizelge 2.2. Örneğe Giren Köyler

Tabaka No.	Tabakaya Düşen Örnek Köy Sayısı	Seçilen Köyler
I	5	Dökmetepe, Küçük Bağlar, Necip, Söngüt, Taşlıhöyük
II	3	Bahçebaşı,Emirseyyit, Güryıldız
III	3	Dereköy, Ovayurt, Üzümören

Seçilen köylerden çalışılacak parsellerin seçiminde gayeli örnekleme metodu kullanılmıştır. Parsel seçiminde öncelikli olarak bölgenin toprak haritaları üzerinden 1. sınıf tarım arazilerinin, yüksek eğimli olmayan (% 0-2 eğim) taban arazilerin ve toprak derinliği yüksek (100cm+) parsellerin yerleri işaretlenmiş daha sonra sahaya inilerek parseller seçilmiştir. Bu sayede eğimden ve toprak derinliğinden kaynaklanacak etki sabit kabul edilmiş ve verim fonksiyonuna bu parametreler dahil edilmemiştir.

Araştırma; verimi etkilediği düşünülen faktörler ile verim arasındaki ilişkiyi ortaya koyabilmek amacıyla parsel esasına göre yapılmış ve anket soruları seçilen parseller için sorulmuştur. Tarımsal uygulama farklılıklarını yakalayabilmek için her işletmeden bir parsel seçilmiştir.

Seçilen köylerden; şekerpancarı için 47, buğday için 34 olmak üzere toplam 81 parselde ait toprak analizi sonuçları ve bu parsellere sahip bizzat üretim yapan işletme sahipleri ile yapılan anket sonucunda elde edilen bilgiler veri setini oluşturmuştur.

2.2.2. Veri Toplama Metodu

Tarımsal üretim fonksiyonu çalışmalarında en önemli aşamalardan biri veri toplamadır. Veri toplama ile ilgili en önemli sorun, toplanacak bilgilerin neler olacağına kararlaştırılmasıdır. Bundan sonra bu bilgilerin en iyi şekilde nasıl derlenebileceği konusu gelmektedir [12].

Deneyel veriler deneyel olmayan verilere göre iki üstünlüğe sahiptir. Birincisi; deneyel koşullar altında genel olarak, ilgili değişkenlerin büyük bir kısmının kontrol altında tutulması mümkündür. İkincisi; araştırmacı amaçlı olarak her bir değişken girdi üzerindeki gözlemleri, üretim fonksiyonu düzlemini tam olarak veya istenilen bölgesini kapsayacak şekilde düzenleyebilir. Ayrıca girdi faktörlerinin seviyelerini üretim fonksiyonuna intibakı bakımından hesaplama işlemlerini kolaylaştıracak şekilde seçebilir. Deneyel verilere intibak ettirilen üretim fonksiyonunun olumsuz yönü ise, faktörler üzerinde araştırmacının çok az kontrolü vardır veya hiç kontrole sahip değildir. Deneyel ve deneyel olmayan veri tipleri aslında birbirine tam olarak rakip değildirler. Belirli sınırlar dahilinde bu iki veri tipi birbirini tamamlayıcıdır. Bu tamamlayıcılık, üzerinde çalışılan üretim işlevine ve uygulanan tahmin şekline bağlıdır [8].

Araştırmada, deneyel ve deneyel olmayan veri tipleri birlikte kullanılmıştır. Deneyel verilerden toprak özellikleri, deneyel olmayan veri tiplerinden ise verimi etkilediği düşünülen tarımsal uygulamalar fonksiyona dahil edilmiştir.

Seçilen köylerdeki parsellere ait tarımsal uygulamalara ilişkin bilgiler anket metoduyla, toprak özelliklerine ait bilgiler ise, seçilen parsellerden alınan toprak örneklerinin laboratuvarında analizi sonucu elde edilmiştir. Özgün olarak ilgili parsellere gidilip örnekler alınmış ve laboratuvarında analiz edilmiştir. İşletme düzeyindeki veriler anket yoluyla parsel sahibi üretim yapan işletmecilerden alınmıştır.

2.2.3. Analiz ve Değerlendirme Metodu

Verim; iklim, toprak, çeşit ve tarımsal uygulamaların bir fonksiyonudur. Aynı iklim ve çeşit koşullarında verimi tanımlayan parametreler tarımsal uygulamalar ve toprak özellikleridir. Toprağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinin seviyeleri verimi tanımlamakta kullanılan önemli parametrelerdir. Araştırma aynı iklim koşullarında yürütüldüğünden ve aynı çeşidi kullanan üreticiler seçildiğinden dolayı, iklim ve çeşit sabit kabul edilmiş ve modele dahil edilmemiştir. Modele tarımsal uygulamalar ve toprak özellikleri dahil edilmiştir. Parsellerden alınan toprak örneklerinde aşağıdaki analizler yapılarak toprak özellikleri belirlenmiştir.

Bünye: Bouyoucus hidrometre metodu ile tayin edilerek % kum, kil, silt olarak ayrılmıştır.

% Saturasyon (işba): Toprağa doyuncaya kadar saf su ilavesiyle yüzde olarak tayin edilmiştir.

Total Tuz (%): Kondaktivite aleti ile saturasyon macunundan elektriksel geçirgenlikten yararlanarak bulunmuştur.

Organik Madde (%): Modifiye edilmiş Walkley Black metoduna göre yapılmıştır.

pH: Hazırlanan saturasyon macunundan cam elektrotlu pH metre ile ölçülmüştür.

Katyon Değişim Kapasitesi (KDK) (me/100 g): Sodyum asetat çözeltisi ile çalkalanarak doyurulan toprak, amonyum asetat ile muamele edilerek fleym fotometrede okunarak bulunmuştur [25].

Araştırmada toprak özelliklerinden hangisinin ya da hangilerinin bağımsız değişken olarak modele dahil edileceğine şu şekilde karar verilmiştir.

Seçilen parsellerden alınan toprak numunelerinin analiz sonuçları kendi içerisinde sınıflandırılarak aynı gruba giren toprak özellikleri fonksiyona dahil edilmemiştir. % kum, % kil ve % silt birlikte fonksiyona alındığında bu değişkenler birlikte verimi etkilerken aynı zamanda birbirlerini de etkilemektedirler. Bu durumda bu değişkenlere ait katsayılar verim üzerindeki etkileri ile birlikte birbirleri ile olan etkileri de içermektedir. Bu nedenle bu faktörlerden elde edilen kil oranı tek başına fonksiyona dahil edilmiştir. Bahsedilen durum kil oranı ile % saturasyon ve KDK için de geçerlidir. Yapılan regresyon analizlerinde verim üzerinde toprak özelliklerinden kil oranının tek başına en iyi açıklayıcı etkiye sahip olduğu ve çıkan ilişkinin anlamlı olduğu görülerek, kil oranı bağımsız değişken olarak fonksiyona dahil edilmiştir. Toprağın bir bütün olarak özelliklerinin saptanmasında kilin özellikleri kum ve silte göre daha egemendir [6].

Kil Oranı (KO): Mekanik analiz verilerinden yararlanılarak aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$KO = \% \text{ kil} / (\% \text{ kum} + \% \text{ silt}) [20].$$

Sevilla'nın Guadalquivir ovasında toprak üretkenliğinin bir model ile saptanması amacıyla yürütülen bir çalışmada toprağın bazı özellikleri ile bitki verimi arasında oluşturulan matematiksel denklemde toprak özellikleri olarak, toprak derinliği, kil içeriği, hydromorfik symptomların derinliği, karbonat içeriği, tuzluluk, sodyum saturasyonu, katyon değişim kapasitesi; bitki olarak ise buğday, mısır ve pamuk alınmıştır [19]. Kansas'da yapılan bir çalışmada buğday için geliştirilen verim fonksiyonunda işletme düzeyinde parsellerden alınan toprakların analizi sonucu elde edilen değişkenlerden toprak PH'sı, azot, fosfor içeriği, ve toprak tekstürü değişkenleri modele dahil edilmiştir [24]. Kore'de farklı kültür altında toprağın kimyasal özellikleri ile çeltik verimi arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla yürütülen araştırmada, verimi belirlemede kil, organik madde, tuz, yarayışlı silisyum, potasyum ve kalsiyum değişkenleri istatistiksel olarak önemli bulunmuştur [3].

Şekerpancarı ve buğday için fonksiyonda kullanılan değişkenler aşağıda verilmiştir.

Şekerpancarı için;

Bağımlı Değişken:

Verim (Y): Parselden elde edilen ürün miktarı kg/da olarak alınmıştır.

Bağımsız Değişkenler:

Kullanılan İşgücü (X_1): Toprak hazırlama devresinden hasat devresine kadar kullanılan işgücü, Erkek İşgücü Birimi (EİB) cinsinden [1] hesaplanmıştır.

Makine İşgücü (X_2): Toprak hazırlama devresinden hasat devresine kadar kullanılan makine işgücü traktör saat cinsinden alınmıştır.

Çapalama Sayısı (X_3): Seçilen parsellere uygulanan çapalama sayısı fonksiyonda adet olarak yer almıştır.

Sulama Sayısı (X_4): Şekerpancarı üretim dönemi boyunca yapılan sulama sayısı adet olarak fonksiyonda yer almıştır.

Kullanılan Azot (X_5): Üretim parseline verilen toplam azot (N) miktarı kg/da olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Kullanılan Fosfor (X_6): Üretim parseline verilen toplam fosfor (P_2O_5) miktarı kg/da olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Kil Oranı (X_7): İstatistiksel analizler sonucunda verimi en fazla etkileyen toprak özelliği (kil oranı) olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Buğday için;

Bağımlı Değişken:

Verim (Y): Parselden elde edilen ürün miktarı kg/da olarak alınmıştır.

Bağımsız Değişkenler:

Kullanılan İşgücü (X_1): Toprak hazırlama devresinden hasat devresine kadar kullanılan işgücü, Erkek İşgücü Birimi (EİB) cinsinden hesaplanmıştır.

Makine İşgücü (X_2): Toprak hazırlama devresinden hasat devresine kadar kullanılan makine işgücü traktör saat cinsinden alınmıştır.

Sulama Sayısı (X_3): Buğday üretim dönemi boyunca yapılan sulama sayısı adet olarak fonksiyonda yer almıştır.

Kullanılan Azot (X_4): Üretim parseline verilen toplam azot (N) miktarı kg/da olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Kullanılan Fosfor (X_5): Üretim parseline verilen toplam fosfor (P_2O_5) miktarı kg/da olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Kil Oranı (X_6): İstatistiksel analizler sonucunda verimi en fazla etkileyen toprak özelliği (kil oranı) olarak fonksiyona dahil edilmiştir.

Araştırmada fonksiyon tipinin seçiminde F önem değeri, determinasyon katsayısı (R^2) ve fonksiyonların standart hata kriterleri dikkate alınarak, polinomial fonksiyonlar kullanılmıştır.

Bağımlı ve bağımsız değişken arasındaki ilişkinin belirlenmesinde bağımsız değişkenin 1., 2., vd. üslerinin modele katılması modelin belirleme gücünü artırabilir. Bu yaklaşıma polinomial regresyon adı verilir [17].

Polinomial regresyonda model; [22].

$$Y = a + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3 + \dots + b_n X^n \quad \text{biçiminde kurulabilir.}$$

Burada;

Y = Verim

a = Sabit değer

b_1, \dots, b_n = Değişkenlere ait regresyon katsayıları

X = Değişkenin sayısal değerleridir.

Şekerpancarı ve buğday için polinomial fonksiyon tipi kullanılmış olup, elde edilen denklemle ilgili yapılan testler ve istatistiksel problemler aşağıda verilmiştir.

Çoklu Determinasyon Katsayısı (R^2): Regresyon katsayıları hesaplanıp regresyon tahmin modeli kurulduktan sonra belirlilik katsayısı olan R^2 hesaplanır [14], [18]. Bu kriter denenen fonksiyon tipi ile, gözlenen (Y) bağımlı değişken değerinin açıklanabilme oranını ifade etmektedir. (R^2) 0 ile 1 arasında değerler alır, 1'e yakın değerler istenilen değerlerdir. (R^2)'nin istatistiksel açıdan önem düzeyi (anlamlılığı) F testi ile belirlenir.

F Testi: Modelin istatistiksel açıdan önemi F testi ile belirlenir. Bağımlı değişken ve bağımsız değişkenler arasında, belirli önem seviyesinde gerçek bir ilişkinin var olup olmadığını belirler.

t Testi (student's t): Fonksiyonda yer alan bağımsız değişkenlerin her birinin teker teker belli bir önem seviyesinde istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıkları t testi ile belirlenir.

Çoklu Bağınrtı (Multicollinearity) Problemi: Aynı denklemdeki iki bağımsız değişkenin yüksek dereceden korelasyon göstermesi halinde ortaya çıkmaktadır.

Fiziki Optimum Noktası: Verimin maksimum olduğu noktadır. Fiziki optimum noktası fonksiyonda bağımsız değişkenlere göre ayrı ayrı kısmi türevleri alınarak sifıra eşitlenmesi ile bulunmuştur.

Ekonomik Optimum Noktası: Fonksiyonda bağımsız değişkenlere göre ayrı ayrı kısmi türevleri alınarak ilgili faktörün fiyatının ürün fiyatına oranına eşitlenmesi ile bulunmuştur.

3. BULGULAR ve TARTIŞMA

İncelenen şekerpancarı parsellerine ait toprak analizi sonuçları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Toprak analizi sonuçlarına göre çalışma bölgesinde şekerpancarı üretim parsellerinde toprak bünyesi killi-tınlı yapıya sahiptir. Organik madde miktarı çok az ve orta seviyededir. Toprak pH'ı hafif alkalidir. Topraklarda tuz problemi yoktur.

Çizelge 3.1. Şekerpancarı Parsellerine Ait Toprak Özellikleri

	n	Ortalama	S.Sapma	Minimum	Maksimum
% Kum	47	35,49	9,66	15,40	57,31
% Kil	47	30,91	5,34	23,37	44,31
% Silt	47	33,60	6,11	18,72	47,74
%Saturasyon	47	53,98	6,44	38,00	69,00
Total Tuz	47	0,03	0,02	0,01	0,11
Organik Madde	47	1,31	0,62	0,04	2,27
pH	47	7,89	0,12	7,58	8,21
KDK	47	19,92	5,62	10,77	35,45
Kil Oranı	47	0,46	0,12	0,30	0,80

İncelenen şekerpancarı parsellerine ait anket sonuçları Çizelge 3.2'de verilmiştir. Buna göre ortalama şekerpancarı verimi 5531 kg/da olup, parsellerde ortalama 55,36 sa/da erkek işgücü, ortalama 26,59 kg/da saf azot kullanıldığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.2. Şekerpancarı Parsellerine Ait Anket Sonuçları

	n	Ortalama	S.Sapma	Minimum	Maksimum
Verim (kg/da)	47	5531,00	1123,00	3333,00	8444,00
Erkek İG (sa/da)	47	55,36	17,33	25,40	96,40
Makine İG (sa/da)	47	3,20	1,23	1,00	5,80
Çapa Sayısı (adet)	47	2,75	0,68	2,00	4,00
Sulama Sayısı (adet)	47	3,72	1,25	1,00	8,00
N (kg/da)	47	26,59	8,34	11,50	55,00
P ₂ O ₅ (kg/da)	47	19,81	7,52	8,50	39,00
K ₂ O (kg/da)	47	3,74	3,04	0,01	15,00

İncelenen buğday parsellerine ait toprak analizi sonuçları Çizelge 3.3'te verilmiştir.

Çizelge 3.3. Buğday Parsellerine Ait Toprak Özellikleri

	n	Ortalama	S.Sapma	Minimum	Maksimum
% Kum	34	35,10	9,60	15,91	60,83
% Kil	34	32,52	7,64	16,68	49,39
% Silt	34	32,38	5,89	20,90	46,47
%Saturasyon	34	53,18	7,28	37,00	68,00
Total Tuz	34	0,02	0,006	0,01	0,04
Organik Madde	34	1,13	0,58	0,08	2,30
pH	34	7,98	0,08	7,86	8,19
KDK	34	21,19	6,44	11,49	36,00
Kil Oranı	34	0,50	0,18	0,20	0,98

Yapılan toprak analizi sonuçlarına göre çalışma bölgesinde buğday üretim parsellerinde toprak bünyesi killi-tınlı yapıya sahiptir. Organik madde miktarı çok az ve orta seviyededir. Toprak pH'ı hafif alkalidir. Topraklarda tuz problemi yoktur.

İncelenen buğday parsellerine ait anket sonuçları Çizelge 3.4'te verilmiştir. Buna göre; ortalama buğday verimi 443,60 kg/da olup, parsellerde ortalama 3,69 sa/da erkek işgücü, ortalama 10,54 kg/da saf azot kullanıldığı belirlenmiştir.

Çizelge 3.4. Buğday Parsellerine Ait Anket Sonuçları

	n	Ortalama	S.Sapma	Minimum	Maksimum
Verim (kg/da)	34	443,60	85,90	300,00	650,00
Erkek İG (sa/da)	34	3,69	2,44	1,30	9,90
Makine İG (sa/da)	34	1,93	0,64	0,60	3,10
Sulama Sayısı (adet)	34	0,38	0,60	0,00	2,00
N (kg/da)	34	10,54	3,94	2,70	18,60
P ₂ O ₅ (kg/da)	34	9,92	3,55	4,00	14,40

Toprak analiz sonuçlarından aynı gruba giren toprak özellikleri modele dahil edildiğinde bu değişkenler birlikte verimi etkilerken aynı zamanda birbirlerini de etkilemektedirler. Bu durumda bu değişkenlere ait katsayılar verim üzerindeki etkileri ile birlikte birbirleri ile olan etkileri de içermektedir.

Çoklu regresyon modeline ilişkin varsayımlardan biri de, bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olmaması varsayımdır. Bu varsayım sağlanmadığında, yani bağımsız değişkenler arasında doğrusal ya da doğrusala yakın bir ilişki olduğunda, çoklu bağıntı sorunu ortaya çıkar. Eğer bağımsız değişkenler arasında doğrusal bir ilişki varsa regresyon katsayılarının değerini ve işaretini etkilediğinden, gerçekte olması gerekenden oldukça farklı kestirimler ortaya çıkabilir. Ayrıca çoklu bağıntı, regresyon katsayılarının standart hata kestirimleri ve buna bağlı olarak da hesaplanan t istatistiğinin olması gerekenden farklı çıkmasına neden olacaktır. Yine, R^2 değerini de olduğundan büyük çıkaracaktır [11].

Bağımsız değişkenler arasında görülen bu çoklu bağlantı sorununun giderilmesinde, modeldeki bağımsız değişkenlerin çıkarılması kullanılan yöntemlerden biridir [2], [23]. Bu nedenle toprak numunelerinin analiz sonuçları kendi içerisinde sınıflandırılmış aynı gruba giren toprak özellikleri fonksiyona tek tek dahil edilerek denenmiş ve aynı gruba giren % kum, % kil ve % silt yerine kil oranı tek başına fonksiyona dahil edilmiştir. Bahsedilen durum kil oranı ile % saturasyon ve KDK için de geçerlidir.

Şekerpancarı Verim Tahmin Fonksiyonu

Regresyon analizinde amaç bağımlı değişkeni, en az bağımsız değişken ve en yüksek R^2 ile açıklayabilmektir [2]. Bu nedenle öncelikle yukarıda ifade edilen bağımsız değişkenlerle minitab programı yardımıyla yapılan analizler sonunda, şekerpancarı verimini etkileyen ve anlamlı olan bağımsız değişkenler belirlenmiştir.

Şekerpancarı için, fonksiyona dahil edilen değişkenler aşağıda verilmiştir.

Y = Şekerpancarı Verimi (kg/da)

Bağımsız Değişkenler:

X_1 = Kullanılan İşgücü (EİB)

X_3 = Çapalama Sayısı (adet)

X_5 = Kullanılan Azot (kg/da)

X_7 = Kil Oranı

Şekerpancarı için yapılan polinomial regresyon analizi sonucunda

" $Y = - 8081 + 88,2 X_1 - 0,596 X_1^2 + 3449 X_3 - 727 X_3^2 + 140 X_5 - 2,32 X_5^2 + 20045 X_7 - 18015 X_7^2$ " denklemini elde edilmiştir.

Çizelge 3.5. Şekerpancarı Fonksiyonuna İlişkin Parametreler ve Testler

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	Regresyon Katsayılarının Standart Sapması	t Hesap Değeri (Student's-t)	P (Önem Seviyesi)
Sabit Terim (a)	-8081	3454	-2,34	0,025
X_1 (Kullanılan İşgücü)	88,23	43,84	2,01	0,051
X_1^2	-0,5964	0,3607	-1,65	0,106
X_3 (Çapalama Sayısı)	3449	1567	2,20	0,034
X_3^2	-727,4	269,9	-2,69	0,010
X_5 (Kullanılan Azot)	140,01	69,51	2,01	0,051
X_5^2	-2,316	1,083	-2,14	0,039
X_7 (Kil Oranı)	20045	7275	2,76	0,009
X_7^2	-18015	6835	-2,64	0,012
S= 837,3	$R^2= 0,541$	Adj $R^2=0,444$	F= 5,59	P= 0,000

Şekerpancarı için elde edilen tahmin denkleminin; çoklu determinasyon katsayısı (R^2) 0,541, standart hatası 837,3 olup, F testine göre % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Şekerpancarı veriminde meydana gelebilecek değişmelerin % 54'ünün, eşitlikte yer alan 4 bağımsız değişken tarafından açıklanabildiğini göstermektedir.

Denklemleri oluşturan bağımsız değişkenlerin kısmi regresyon katsayılarının her birinin belli bir önem seviyesinde (% 1-% 20) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarını test etmek amacıyla student's-t testi yapılmıştır. Kısmi regresyon katsayıları test edilirken, seçilen önem derecesinin araştırmalarda % 1 ile % 20 arasında alınabileceği belirtilmektedir [15]. Buna göre; kullanılan işgücü (X_1) % 5,1, çapa sayısı (X_3) % 3,4, azot (X_5) % 5,1, kil oranı (X_7) % 0,9 seviyede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.5). Tokat'ta şekerpancarı verimi ile toprak özellikleri arasındaki ilişkiyi saptamak amacıyla yapılan çalışmada çoklu regresyon analizi kullanılmış ve regresyon analizi sonucu şeker pancarı verimi ile toprağın kil yüzdesi, organik madde, bakır, çinko ve değişebilir sodyum miktarı değişkenleri arasında istatistiksel ilişki bulunmuştur [4].

Şekerpancarı verim fonksiyonu ile ilgili istatistiksel problemler içerisinde, çoklu bağıntı problemi araştırılmıştır. Böyle bir problemin ortaya çıkabilmesi için, aynı denklemdeki iki bağımsız değişkenin yüksek dereceden korelasyon göstermesi gerekir. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,80'den büyük olması halinde çoklu bağıntı problemi olduğu kanısına varılır [16]. Şekerpancarı için elde edilen denklemde çoklu bağıntı problemi araştırılmış ve Çizelge 3.6'da verilmiştir.

Çizelge 3.6. Değişkenlere İlişkin Korelasyon Matrisi

Değişkenler	X ₁ (Kullanılan İşgücü)	X ₃ (Çapalama Sayısı)	X ₅ (Kullanılan Azot)
X ₃ (Çapalama Sayısı)	0,206		
X ₅ (Kullanılan Azot)	-0,199	-0,341	
X ₇ (Kil Oranı)	-0,034	-0,195	-0,032

Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,80'in altında olduğundan çoklu bağıntı (multicollinearity) probleminde rastlanmamıştır.

Şekerpancarı fonksiyonuna ait tanımlama istatistikleri Çizelge 3.7'de verilmiştir. Şekerpancarı verimi ortalama 5531 kg/da, parsellerde kullanılan işgücü EİB cinsinden ortalama 55,36 sa/da, parsellerde yapılan çapalama sayısı ortalama 2,75 adet/da, parsellere uygulanan saf azot miktarı ortalama 26,59 kg/da ve parsellere ait kil oranı ortalama 0,46'dır.

Çizelge 3.7. Tanımlama İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Y (Verim)	5531,00	1123,00	3333,00	8444,00
X ₁ (Kullanılan İşgücü)	55,36	17,33	25,40	96,40
X ₃ (Çapalama Sayısı)	2,75	0,68	2,00	4,00
X ₅ (Kullanılan Azot)	26,59	8,34	11,50	55,00
X ₇ (Kil Oranı)	0,46	0,12	0,30	0,80

Elde edilen şekerpancarı verim tahmin fonksiyonunda fiziki optimum değerler yani verimi maksimum yapacak erkek işgücü miktarı 74 saat/da, çapalama sayısı 2,37 adet/da, azot miktarı 30,17 kg/da ve kil oranı katsayısı 0,56 olarak hesaplanmıştır. Bu parametreler bölgede şekerpancarı verimini maksimum yapacak değişkenlerin fiziki değerleridir. Şekerpancarından elde edilecek geliri maksimum yapacak değişkenlerin miktarını bulmak için ise ekonomik optimum hesaplanmıştır. 2011 yılı ürün ve faktör fiyatları dikkate alınarak yapılan hesaplamada ekonomik optimum değerler; 51,86 saat/da erkek işgücü, 2,03 adet/da çapalama sayısı, 27,04 kg/da azot olarak hesaplanmıştır. Kil oranının fiyatı olmadığından, fırsat maliyeti de olmadığından ekonomik optimumu hesaplanmamıştır. Bu durumda kil oranı için bulunan fiziki optimum nokta aynı zamanda ekonomik optimum noktaya eşit olmaktadır (Çizelge 3.8).

Çizelge 3.8'de X₁ bağımsız değişkeninin faktör fiyatı 1 insan işgücünün saat fiyatını, X₃ değişkeninin faktör fiyatı 1 dekar araziye 1 kez çapalamada kullanılan insan işgücü fiyatını, X₅ değişkeninin faktör fiyatı ise 1 kg saf azot fiyatını göstermektedir.

Çizelge 3.8. Şekerpancarı Fonksiyonundan Elde Edilen Bulgular

Değişkenler	Fiziki Optimum	Faktör Fiyatı (TL)	Ekonomik Optimum
X ₁ (Kullanılan İşgücü)	73,99	3,43	51,86
X ₃ (Çapalama Sayısı)	2,37	64,21	2,03
X ₅ (Kullanılan Azot)	30,17	1,89	27,04
X ₇ (Kil Oranı)	0,56	-	-
Y (Verim)		0,13	

Buğday Verim Tahmin Fonksiyonu

Buğday verimini en az bağımsız değişken ve en yüksek R² ile açıklayabilmek amacıyla yapılan analizler sonunda, buğday verimini etkileyen ve anlamlı olan bağımsız değişkenler belirlenmiştir. Fonksiyona dahil edilen bağımsız değişkenlerle yapılan stepwise analizi sonucunda aşağıdaki değişkenler kullanılmıştır.

Bağımlı Değişken:

Y = Buğday Verimi (kg/da)

Bağımsız Değişkenler:

X₁ = Kullanılan İşgücü (EİB)

X₄ = Kullanılan Azot (kg/da)

X₆ = Kil Oranı

Buğday için yapılan polinomial regresyon analizinde aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

$$Y = 133 - 10,2 X_1 + 5,19 X_4 + 1054 X_6 - 831 X_6^2$$

Çizelge 3.9. Buğday Fonksiyonuna İlişkin Parametreler ve Testler

Bağımsız Değişkenler	Regresyon Katsayıları	Regresyon Katsayılarının Standart Sapması	t Hesap Değeri (Student's-t)	P (Önem Seviyesi)
Sabit Terim (a)	132,73	89,86	1,48	0,150
X ₁ (Kullanılan İşgücü)	-10,213	5,811	-1,76	0,089
X ₄ (Kullanılan Azot)	5,188	3,658	1,42	0,167
X ₆ (Kil Oranı)	1054,1	312,9	3,37	0,002
X ₆ ²	-831,0	270,5	-3,07	0,005
S= 65,38	R ² = 0,491	Adj R ² =0,420	F= 6,99	P= 0,000

Buğday için elde edilen tahmin denkleminin; çoklu determinasyon katsayısı (R^2) 0,491, standart hatası 65,38 olup, F testine göre % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Buğday veriminde meydana gelebilecek değişmelerin % 49'unun, eşitlikte yer alan 3 bağımsız değişken tarafından açıklanabildiğini göstermektedir. Pakistan'da yapılan bir çalışmada üretim girdilerinin buğday verimi üzerine etkilerini belirlemek için logaritmik formda üretim fonksiyonu kullanılmıştır. Çalışmada buğday veriminde meydana gelebilecek değişimlerin; sulama sayısı, toprak işleme sayısı ve kullanılan gübre değişkenleri tarafından açıklanabileceği belirtilmiştir [21]. Pakistan'da yapılan başka bir çalışmada buğday verimini tahmin etmek için kurulan modelde sulama sayısı, dekara atılan tohum, dekara uygulanan DAP ve topraktaki yarayışlı azot %'si değişkenleri kullanılmış ve modelin determinasyon katsayısı 0,42 bulunmuştur. Model sonucu buğday verimi ile azot, DAP ve tohumluk miktarı değişkenleri arasında pozitif yönlü, sulama sayısı değişkeniyle negatif yönlü ilişki tespit edilmiştir [13]. Kanada'da yapılan bir çalışmada Just-Pope üretim fonksiyonu kullanılmış ve model sonucunda buğday verimi ile azotlu gübre uygulaması ve buğday çeşidi değişkenleri arasında istatistiksel ilişki belirlenmiştir [7]. Sunsari'de yapılan çalışmada buğday üretim fonksiyonunda arazi büyüklüğü ve işgücü değişkenleri %0,1 seviyesinde anlamlı bulunurken, parsel sayısı, NPK ve sulama sayısı istatistiksel bakımdan anlamlı bulunmamıştır [5]. Kuzey Çin'de toprak özellikleri ve tarımsal uygulamaların buğday verimi üzerine etkilerinin incelendiği çalışmada linear regresyon ve CART (Classification and Regression Tree) modeli kullanılmıştır. Toprak özellikleri ve tarımsal uygulamaların verim üzerine etkisini belirlerken step-wise'dan yararlanılmıştır. Model sonucunda toprak özelliklerinden toprak elektriksel iletkenliğinin (EC), tarımsal uygulamalardan ise azotlu gübre uygulamasının verimi etkileyen en önemli parametreler olduğu belirlenmiştir [26].

Denklemi oluşturan bağımsız değişkenlerin kısmi regresyon katsayılarının her birinin belli bir önem seviyesinde (% 1- % 20) istatistiksel olarak anlamlı olup olmadıklarını test etmek amacıyla student's-t testi yapılmıştır. Buna göre, Erkek İşgücü (X_1) % 8,9, Azot (X_4) % 16,7, Kil Oranı (X_6) % 0,2 seviyede istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (Çizelge 3.9).

Çizelge 3.10. Değişkenlere İlişkin Korelasyon Matrisi

Değişkenler	X_1 (Kullanılan İşgücü)	X_4 (Kullanılan Azot)
X_4 (Kullanılan Azot)	-0,578	
X_6 (Kil Oranı)	-0,053	-0,016

Buğday için elde edilen denklemde çoklu bağıntı problemi araştırılmış ve Çizelge 3.10'da verilmiştir. Değişkenler arasındaki korelasyon katsayısı 0,80'in altında olduğundan çoklu bağıntı (multicollinearity) probleminde rastlanmamıştır.

Buğday fonksiyonuna ait tanımlama istatistikleri Çizelge 3.11'de verilmiştir.

Buğday verimi ortalama 443,60 kg/da, parsellerde kullanılan işgücü EİB cinsinden ortalama 3,69 sa/da, parsellere uygulanan saf azot miktarı ortalama 10,54 kg/da ve parsellere ait kil oranı ortalama 0,50'dir.

Çizelge 3.11. Tanımlama İstatistikleri

Değişkenler	Ortalama	Standart Sapma	Minimum	Maksimum
Y (Verim)	443,60	85,90	300	650
X ₁ (Kullanılan İşgücü)	3,69	2,44	1,30	9,90
X ₄ (Kullanılan Azot)	10,54	3,94	2,70	18,60
X ₆ (Kil Oranı)	0,50	0,18	0,20	0,98

İncelenen işletmelerde erkek işgücü ve azot değişkenleri verimi azaltacak düzeyde fazla kullanılmadığı için bunlara ait fiziki ve ekonomik optimum düzeyler hesaplanamamıştır. Elde edilen buğday verim tahmin fonksiyonundan verimi maksimum yapacak kil oranı katsayısı 0,63 olarak hesaplanmıştır. Kil oranının faktör fiyatı sıfır olduğundan kil oranı için bulunan fiziki optimum nokta aynı zamanda ekonomik optimum noktaya eşit olmaktadır (Çizelge 3.12).

Çizelge 3.12. Buğday Fonksiyonundan Elde Edilen Bulgular

Değişkenler	Fiziki Optimum
X ₆ (Kil Oranı)	0,63

4. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu araştırma; Tokat Kazova yöresinde şekerpancarı ve buğday için, toprak özellikleri ve tarımsal uygulamalardan yararlanılarak verim tahmin modelleri geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Çalışmada Kazova yöresinde bulunan 11 köyde; şekerpancarı için 47, buğday için 34 parsel olmak üzere, toplam 81 parsel için toprak analizi sonuçları ve anket verileri kullanılmıştır.

Çalışma sonucunda istenilen hedefe ulaşılmış olup, şekerpancarı ve buğday için verim tahmin modelleri oluşturulmuştur.

Elde edilen verilerle yapılan polinomial regresyon analizleri sonucunda şekerpancarı için; $Y = - 8081 + 88,2 X_1 - 0,596 X_1^2 + 3449 X_3 - 727 X_3^2 + 140 X_5 - 2,32 X_5^2 + 20045 X_7 - 18015 X_7^2$ tahmin denklemi elde edilmiştir. Bu denklemin; çoklu determinasyon katsayısı (R^2) 0,541 olup, F testine göre % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Şekerpancarı veriminde meydana gelebilecek değişimlerin % 54'ünün, eşitlikte yer alan 4 bağımsız değişken tarafından açıklanabileceğini göstermektedir.

Şekerpancarı için en yüksek R^2 'yi veren ve istatistiksel bakımdan anlamlı olan değişkenlerin kullanılan işgücü, çapalama sayısı, kullanılan azot miktarı ve kil oranı olduğu görülmüştür.

Buğday için elde edilen verim tahmin denklemi;

$Y = 133 - 10,2X_1 + 5,19X_4 + 1054X_6 - 831X_6^2$ şeklindedir. Elde edilen denklemin çoklu determinasyon katsayısı (R^2) 0,491 olup, F testine göre % 1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Buğday veriminde meydana gelebilecek değişmelerin % 49'unun, eşitlikte yer alan 3 bağımsız değişken tarafından açıklanabildiğini göstermektedir.

Buğday için en yüksek R^2 'yi veren ve istatistiksel bakımdan anlamlı olan değişkenlerin kullanılan işgücü, kullanılan azot miktarı ve kil oranı olduğu görülmüştür.

Verim tahmin fonksiyonları geliştirebilmek için; verim üzerine etki eden çok sayıda verim faktörünün, birlikte ele alınarak deneme tekniği ile verilerin elde edilmesi gerekmektedir. Ancak, çok sayıda faktörün verim üzerindeki etkisini bulabilmek için her bir faktörün farklı düzeyleri ve yine her bir faktörün farklı düzeylerinin kombinasyonları kadar deneme kurmak gerekir ki bu da tek başına bir ürün için yüzlerce deneme kurmayı gerektirir. Bu durum pratikte pek mümkün değildir. Bu nedenle bu tür çalışmalar için anket tekniğini kullanmak zorunlu olmaktadır. Doğal olarak anket ile elde edilen veriler deneme tekniği hassasiyetinde olamadığı için bu tür çalışmalarla elde edilen verim tahmin fonksiyonları sınırlı çerçevede kullanılabilir.

Bu çalışma ile seçilen ürünler için toprak özellikleri ve anket tekniği ile belirlenen tarımsal uygulamalardan yararlanılarak verim tahmin fonksiyonları geliştirilmeye çalışılmıştır. Çalışma sonucu şekerpancarı ve buğday için elde edilen verim tahmin modelleri kullanılan veri setindeki minimum ve maksimum sınırlar içerisinde, aynı iklim koşullarına sahip, % 0-2 eğimli taban arazileri için geçerlidir.

KAYNAKÇA

1. ARAS, A., 1988, "Tarım Muhasebesi" Ders Kitabı, Ege Üniv., Ziraat Fak. Yayınları No:486, İzmir.
2. AKTAŞ, C., 2007, **Çoklu Bağıntı ve Liu Kestiricisiyle Enflasyon Modeli İçin Bir Uygulama**, ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt 3, Sayı 6, 2007, ss. 67-79.
3. ANH, N.T., SHIN, J.C., LEE, B.W., 2004, **Analysis of Spatial Variation of Rice Grain Yield and Soil Chemical Properties**, 4th international crop science congress, Brisbane-Australia.
4. AYDIN, Ö., ÇAĞTAY, K., ALTINTAŞ, A., OĞUZ, İ., 2006, **Toprak Üretkenliğinin Saptanması İçin Model Geliştirme**, Tarımsal Araştırmalar Genel Müdürlüğü, Tokat Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü, Enstitü Yayın No: 228, Rapor Seri No: T-43, Tokat.
5. BHUJEL, R., B., 2001, **Estimation of Wheat Production Function Using Frontier Approach: A Case of Simariya**, Sunsari, M.Sc. Thesis, Department of Agriculture Economics, Tribhuvan University, Institute of Agriculture and Animal Science, Nepal.

6. BROHI, A., AYDENİZ, A., KARAMAN, R. 1995, **Toprak Verimliliği**, Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları: 5, Kitaplar Serisi: 5, Tokat.
7. CAREW, R., SMITH, G.E. and GRANT, C., 2009, **Factors Influencing Wheat Yield and Variability: Evidence from Manitoba**, Canada, Journal of Agricultural and Applied Economics, 41,3 (December 2009):625–639 - 2009 Southern Agricultural Economics Association.
8. ÇİÇEK, A., 1991, **“Tarımsal Üretim Fonksiyonlarının Tahmini İçin Kullanılan Verilerin Özellikleri ve Toplanması”**, Cumhuriyet Üniversitesi Tokat Ziraat Fakültesi Dergisi Cilt: 8, Sayı: 2, Sivas.
9. ÇİÇEK, A. ve ERKAN, O., 1996, **Tarım Ekonomisinde Araştırma ve Örnekleme Yöntemleri**, Gaziosmanpaşa Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 12, Ders Notları Serisi No: 6, Tokat.
10. FRIEDRICH, B. and BATISTA, R.G.T., 1990, **Yield Estimation of Sugarcane Based on Agrometeorological-Spectral Models**, Remote Sens., Environ, 33:183-192.
11. GUJARATI, Damodar N., 1999, **Temel Ekonometri**, Literatür Yayınları No: 33, ISBN:978-975-7860-99-0.
12. HEADY, E.O. and DILLON, J. L., 1966, **Agricultural Production Function**, Iowa State University Press, pg 667.
13. HUSSAIN, M., SABOOR, A., GHAFOR, A. and MOHSIN, M., 2006, **Estimation of Wheat Production**, Forecasting and Risk Analysis, Estimation of Wheat Production, Forecasting and Risk Analysis, Journal of Agriculture & Social Sciences, Vol. 2, No. 1, 2006, 1813–2235/2006/02–1–60–62, <http://www.fspublishers.org>
14. KARACABEY, A., GÖKGÖZ, F., 2009, **Çoklu Regresyon Modeli**, Anova Tablosu, Matrislerle Regresyon Çözümlemesi, Regresyon Katsayılarının Yorumu, <http://acikders.ankara.edu.tr>
15. KARKACIER, O., 1995, **Tarım Ekonomisi Alanına İlişkin Fonksiyonel Analizler ve Çıkarılabilecek Bazı Kantitatif Bulgular**, GOP Üniv. Basımevi, Tokat.
16. MİRAN, B., 1992, **Regresyon Analizlerinde Ortaya Çıkabilecek Hatalar ve Bazı Çözüm Önerileri**, Tarım Ekonomisi Dergisi, İzmir.
17. ÖZDAMAR, K., 1999, **Paket Programlar İle İstatistiksel Veri Analizi-1**, Kaan Kitapevi, Eskişehir.
18. ÖZER, H., 2004, **Nitel Değişkenli Ekonometrik Modeller Teori ve Bir Uygulama**, Nobel Yayın, No:667, İktisat Yayınları Dizisi No:83, ISBN:975-591-651-2
19. ROSA, DE LA D., MAYOL, F., MORENO, J.A., BENIES, J., NACHTERGAELE, F., 1996, FC Cas, **Automated system for evaluating and management the natural soil fertility**, The albero model, chapter 6, FAO, land and water development division, Rome and CSIC, instituto de recursos naturales agrobiologia, Sevilla.

20. RÖMKENS, M.J.M., 1985, **The Soil Erodibility Factor: A Perspective**, Soil Conservation Society of American. P 445-460.
21. SARFRAZ, H., NAZIA, T. and JAVAID, I., 2005, **An Economic Analysis of Wheat Farming in the Mixed Farming Zone of Punjab Province**, Journal of Agriculture & Social Sciences, 1813-2235/2005/01-2-167-171, <http://www.ijabjass.org>
22. SEVÜKTEN, M., 2000, **Ekonometrik Model Kurma Teknikleri**, Uludağ Üniversitesi Güçlendirme Vakfı, Yayın No:185, Vipaş A.Ş., Yayın No:61, ISBN:975-564-125-4.
23. TARI, R., 1999, **Ekonometri**, Alfa Yayın No: 609, ISBN 975-316-264-2.
24. TERRY L. KASTENS, JOHN, P. SCHMIDT, KEVIN C. DHUYVETTER, 2000, **Wheat Yield Modeling with Site-Specific Information: A Kansas Farm Case Study**, Kansas State University.
25. TÜZÜNER, A., 1990, **Toprak ve Su Analizleri El Kitabı**, Köy Hizmetleri Genel Müdürlüğü Yayınları, Ankara.
26. ZHANG, J., LIU, Q., XU, M., and ZHAO, B., 2012, **Effects of soil properties and agronomic practices on wheat yield variability in Fengqiu County of North China Plain**, African Journal of Agricultural Research Vol. 7(11), pp. 1650-1658, <http://www.academicjournals.org/AJAR>, DOI: 10.5897/AJAR11.1436, ISSN 1991-637X © 2012 Academic Journals.

