

TOPRAĞIN TARLA KAPASİTESİ DEĞİŞİMİNİN TOPRAK TÜRÜNE GÖRE TEMEL BİLEŞENLER REGRESYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

Kürşad ÖZKAN

SDÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, 32260 ISPARTA
kozkan@orman.sdu.edu.tr

ÖZET

Bu çalışmada toprağın tarla kapasitesi değişiminin toprak türüne göre modellenmesi amaçlanmıştır. Bunun için önce çoklu regresyon analizi kullanılmış ama model denetlendiğinde çoklu bağlantı problemi ile karşılaşmıştır. Modele sokulan bağımsız değişkenlerin doğal olarak aralarında var olan güçlü korelasyonlar bu sonucun doğmasına sebep olmuştur. Temel bileşenler regresyon analizi ile bu problem ortadan kaldırılmıştır. Toprağın tarla kapasitesi üzerinde kum kil ve tozun çok önemli etkisi olduğu bilinmektedir. Ancak kum kil ve toz arasındaki güçlü korelasyonlar bilinen çoklu regresyon analizi ile modelleme yapmaya engel olmaktadır. Bu durumda temel bileşenler regresyon analizi sağlıklı modelleme için en iyi çözüm olmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Toprak Türü, Tarla Kapasitesi, Temel Bileşen Skorları, Öz Vektör, Varyans Şişme Değeri, Çoklu Bağlantı Problemi, Temel Bileşenler Regresyon Analizi

FIELD WATER CAPACITY MODELLING ACCORDING TO SOIL TEXTURE USING PRINCIPLE COMPONENT REGRESSION ANALYSIS

ABSTRACT

The purpose of the paper is to determine a model, the soil field water capacity in accordance with soil texture. At first, multiple regression analysis has been used to determine a model. But, it was found multiple relation problem in the model because of strong relationships among the independence variables. Therefore, principle component regression analysis was applied and the problem was solved. It is known that sand, dust and clay contents play important roles on field water capacity. But, the model can not be run by multiple regression analysis because of strong relationships among sand, dust and clay. In this situation, the best way is to solve the multiple relation problem by using principle component regression analysis.

Keywords: Soil Texture, Soil Field Water Capacity, Principle Component Scores, Variance Inflation Factor, Multiple Relation Problems, Principle Component Regression Analysis

1. GİRİŞ

Türkiye'nin genelinde yaz kuraklığı yaşanmaktadır. Yazın toprakta suyun mevcut olmaması sebebiyle bitkilerin yaşaması ve gelişmesi için toprak suyu en önemli yetiştirme ortamı faktörü olmaktadır (Kantarıcı, 1980).

Bu sebepten Türkiye'de orman ağaçlarının gelişimi ile yetiştirme ortamı faktörleri arasındaki ilişkiler üzerine yapılan araştırmaların genelinde gelişim faktörü ile ilişkilendirmek için toprak suyuna ait özellikler ölçülmektedir. Toprak suyu özelliklerinden genelde, tarla kapasitesi, nem ekivalanı, solma noktası veya faydalanılabilir su kapasitesi bağımsız değişken olarak alınmaktadır (Özkan, 1997; Uğurlu ve Çevik, 1990; Eruz, 1984; Çepel, 1975; Zech ve Çepel, 1972; Çepel vd., 1977).

Bazı araştırmacılar tarla kapasitesi veya faydalanılabilir su kapasitesi değerlerini laboratuvarda belirlemek yerine, toprağın türü, organik madde içeriği ve taşlılığına göre hesaplamışlardır (Çepel vd.,1977; Uğurlu ve Çevik, 1990). Çünkü toprağın belli basınç altında tuttuğu suyun neredeyse tamamı; toprak türü, toprağın organik madde içeriği ve toprak iskelet içeriği belirlemektedir. Bu sebepten, Schichting ve Blume (1966)'ye atfen Çepel (1993) tarafından bildirildiği üzere, taşsız topraklarda toprak türü ve toprağın organik madde içeriğine bağlı olarak tarla kapasitesini sınıf bazında tahmin etmek için tablo ve Irmak (1972)'a atfen Kantarıcı (2000) tarafından bildirildiği üzere, değer bazında tahmin etmek için denklem geliştirilmiştir.

Tarla kapasitesini tahmin etmek için geliştirilen denklem toprağın kum, toz ve kil içeriklerinin bağımsız değişken olarak alındığı regresyon denklemidir (Kantarıcı, 2000). Eğer, toprak taşlı ise denklem ile elde edilen değerden toprak örneğinin (hacim yüzdesi) belirlenmiş olan iskelet miktarı kadar düşülerek tahmini tarla kapasitesi değeri elde edilmektedir. Araştırmalarda da genelde iskelet miktarının düşürülmesi yolu tercih edilmektedir. Zira, laboratuvar ortamında toprak iskelet içeriğinin hesaba katılması için daha zahmetli, pahalı ve zaman alıcı olan bozulmamış toprak örneğini kullanmak gerekmektedir.

Çoklu regresyon analizinde bağımsız değişken olarak sokulan kum, toz ve kil değişkenlerinin toplamı her bir toprak örneği için % 100 değerine eşittir. Bu sebepten genelde bağımsız değişkenler arasında istatistiksel olarak kuvvetli korelasyonlar ile karşılaşılacaktır. Oysaki çoklu regresyon denkleminin yorumu, bağımsız değişkenlerin kuvvetli bir şekilde ilişkili olmaması, daha genel anlamda çoklu bağlantı olmaması varsayımına bağlıdır (Alpar, 1997). Böyle bir durumda, tarla kapasitesi için toprağın, kum, toz ve kil içeriklerine göre belirlenmiş çoklu regresyon denkleminin geçerliliğinden şüphe edilmesi gerekmektedir. Başka bir deyişle, denklemin doğruluğu test edilmelidir. Eğer bağımsız değişkenler arasında var olan korelasyon geliştirilen denklemin geçersizliğine işaret ederse, bu problemi ortadan kaldıracak başka bir yol izlenmelidir. Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon ortadan kaldırılarak yeni bir denklem elde edilmelidir. Alpar (1997), bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olduğunda uygulanacak regresyon yönteminin "Temel Bileşenler Regresyonu" olduğunu bildirmiştir.

TOPRAĞIN TARLA KAPASİTESİ DEĞİŞİMİNİN TOPRAK TÜRÜNE GÖRE TEMEL BİLEŞENLER REGRESYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

Bu araştırmada, Samsun Terme Gölardı Kavakçılık Ağaçlandırma Sahasına ait toprakların kum, toz ve kil içeriklerine göre toprağın tarla kapasitesinin tahmini değerini verecek çoklu bağlantı problemi olmayan bir denklem elde etmek amaçlanmıştır. Denklemi elde etmek için sadece kum, toz ve kil içeriklerinin kullanılmasının sebebi ise, bu toprakların organik madde içeriği bakımından fakir olmasıdır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Samsun Terme Gölardı Kavak Ağaçlandırma Sahası'na ait toprak örneklerinde organik madde içeriği Walkley-Black ıslak yakma yöntemi ile belirlenmiştir (Gülçür, 1974). Analizi yapılan toprak örneklerinden organik madde içerikleri bakımından fakir olan (organik madde içeriği ortalaması 1,12 ve standart sapması: 1,09) 154 adet toprak örneği bu araştırmanın materyal kısmını oluşturmaktadır. Bu toprak örneklerinde toprak türü bouyoucous hidrometre yöntemi (Gülçür, 1974), tarla kapasitesi 1/3 atmosfer basınç altında basınçlı tabla yöntemi (Klute, 1986) ile belirlenmiştir (Özkan, 1994).

2.2. İstatistiksel Yöntemler

İstatistiksel yöntem olarak çoklu regresyon analizi ve temel bileşenler regresyon analizi kullanılmıştır. Her iki analizi kullanılmaktaki amaç, bağımlı değişkenleri etkilediği belirlenen değişkenler yardımı ile bağımlı değişken değerini tahmin etmektedir. Her iki yöntem aşağıda açıklanmıştır (Alpar, 1997).

Çoklu regresyon çözümlemesinde, bağımlı değişkenler "y", bağımsız değişkenler " x_1, x_2, \dots, x_p " ile gösterilir. Çoklu regresyon analizinde y ile x_1, x_2, \dots, x_p arasındaki ilişki; $y_i = B_0 + B_1x_{i1} + B_2x_{i2} + \dots + B_px_{ip} + \epsilon_i$ ile verilir. Burada, $B_0, B_1, B_2, \dots, B_p$ regresyon katsayılarıdır.

Örnekleme ilişkin regresyon denklemi; $y_i = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + \dots + b_px_{ip} + \epsilon_i$ ile verilirken regresyon kestirim değeri denklemi; $\hat{y}_i = b_0 + b_1x_{i1} + b_2x_{i2} + \dots + b_px_{ip}$ olarak yazılır ve $\epsilon_i = y_i - \hat{y}_i$ olarak yazılır. Burada ϵ_i 'ler modele katılmayan diğer değişkenler olup çoğunlukla modelin yeterliliğini değerlendirmekte kullanılırlar.

Temel bileşenler regresyonu her doğrusal regresyon modelinin bir dik açıklayıcı değişkenler kümesine dayanarak yeniden açıklanacağı gerçeği üzerine oluşturulmuş olup, bağımsız değişkenler arasında çoklu bağlantı olduğu durumlarda uygulanmaktadır.

Basit korelasyon analizi ile değişkenler arasındaki ilişkiler, çoklu regresyona analizi sonucu belirlenen varyans şişme değerler (VIF), t değerleri ile F değeri arasındaki uyum, korelasyon matrisinden bulunan özdeğerler ve bağımlı değişkenin bağımsız değişkenlerle olan ilişki yönünün çoklu regresyon analizi ile uyumu, çoklu bağlantı hakkında bilgi vermektedir. Böylece bağımsız değişkenlerin kestirimi için çoklu regresyon modeli mi, yoksa temel bileşenler regresyon modeli mi tercih edileceği belirlenebilir.

Temel bileşenler regresyon analizinde bağımsız değişkenlere ait veriler standardize edildikten sonra korelasyon matrisinden bulunan standartlaştırılmış asıl

özvektörler ve özdeğerlerden standartlaştırılmış özvektörler belirlenir. Çoklu bağlantının varlığı sebebiyle standartlaştırılmış asıl özvektörlerden son temel bileşene ilişkin özdeğer çok küçük olacağı için (sıfıra yakın) sonuçlar anlamlı olmaz. Çünkü bu özvektör, verilerdeki çoklu bağlantının kaynağını oluşturur. Bu nedenle bu özdeğere ilişkin özvektörlerin devre dışı bırakılması gerekir. Böylece 3 bağımsız değişken için 2 özdeğer, 2 standartlaştırılmış özvektör ve dolayısıyla 2 yeni değişken elde edilir.

Bu iki yeni değişken setinin elde edilmesi aşağıdaki iki denklem ile sağlanır.

$$Z_1 = V_{1.1}(Z_{x1}) + V_{1.2}(Z_{x2}) + V_{1.3}(Z_{x3})$$

$$Z_2 = V_{2.1}(Z_{x1}) + V_{2.2}(Z_{x2}) + V_{2.3}(Z_{x3})$$

Burada, $V_{i.i}$ = standartlaştırılmış asıl özvektörleri, Z_{xi} = bağımsız değişkenlerin standardize edilmiş değerleridir.

Artık birbiri ile ilişkili 3 değişkenden birbiri ile ilişkisiz 2 değişken elde edilmiştir.

Elde edilen iki yeni değişkenin standartlaştırılmış temel bileşenler skorları (SZ_1 ve SZ_2) belirlenir.

Y değişkeni ile 1. Temel bileşen olan SZ_1 arasında çoklu regresyona analizi yapılır. Burada model, $y = B_0 + B_1(SZ_1) + \epsilon$ dir. Ayrıca ilk iki temel bileşen içinde çoklu regresyon analizi yapılır. Bu model ise $y = B_0 + B_1(SZ_1) + B_2(SZ_2) + \epsilon$ olur. Her iki analizin sonucu VIF artık 1'e eşittir.

Elde edilen denklemlerle kestirim yapmak için orijinal değişkenler doğrudan kullanılamaz, bu sebepten modele geri dönüşüm yapmak gerekecektir. Şöyle ki;

1. Standartlaştırılmış y bağımlı değişkenini (zy) ilk ve ilk iki standartlaştırılmış temel bileşen skorları ile yaptığı regresyon denklemi bulunur.

$$zy = a(Z_1)$$

$$zy = a(Z_1) + b(Z_2) \text{ elde edilir.}$$

2. İlk denklem için bulunan katsayı (a) 1. temel bileşen ile çarpılarak temel bileşenler için regresyon katsayıları (B_1, B_2, B_3) elde edilir.

$$B_1 = V_{1.1} \times a$$

$$B_2 = V_{1.2} \times a$$

$$B_3 = V_{1.3} \times a$$

Temel bileşen kestirimleri ile en küçük kareler kestirimleri arasında $B_i = B_i (S_y/S_x)$ ilişkisi vardır.

$$b_1 = B_1 \times (S_y / S_{x1})$$

$$b_2 = B_2 \times (S_y / S_{x2})$$

$$b_3 = B_3 \times (S_y / S_{x3})$$

$$b_0 = \bar{y} - [b_1 \bar{x}_1 + b_2 \bar{x}_2 + b_3 \bar{x}_3] \text{ şeklindedir.}$$

3. İkinci denklem için bulunan katsayılar (a ve b) sırasıyla 1. ve 2. temel bileşenler ile çarpılarak ilk iki temel bileşen için regresyon katsayıları (B_1, B_2, B_3) elde edilir.

TOPRAĞIN TARLA KAPASİTESİ DEĞİŞİMİNİN TOPRAK TÜRÜNE GÖRE TEMEL BİLEŞENLER
REGRESYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

$$T_1 = V_{1,1} \times a + V_{2,1} \times b$$

$$T_2 = V_{1,2} \times a + V_{2,2} \times b$$

$$T_3 = V_{1,3} \times a + V_{2,3} \times b$$

Son olarak;

$$b_1 = T_1 \times (S_y / S_{x1})$$

$$b_2 = T_2 \times (S_y / S_{x2})$$

$$b_3 = T_3 \times (S_y / S_{x3})$$

$$b_0 = \bar{y} - [b_1 \bar{x}_1 + b_2 \bar{x}_2 + b_3 \bar{x}_3] \text{ şeklinde gösterilir.}$$

Böylece birinci ve birinci+ikinci temel bileşenler için katsayılar (b_1 , b_2 , b_3) ve sabiteler (b_0) belirlenmiş, çoklu bağlantısı olmayan modeller veya denklemler elde edilmiş olur.

3. BULGULAR

Samsun Terme Gölardı Kavak Ağaçlandırma Sahasından alınan 154 adet toprak örneğinin tarla kapasitesi (y) bağımlı; kum, kil ve toz içerikleri (x_1 , x_2 , x_3) bağımsız değişken alınmış, çoklu regresyon analizi yapılmıştır (Çizelge 1).

Ayrıca değişkenler arasında yapılan korelasyon analizi sonuçları Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Tarla kapasitesi ile toprağın kum, toz ve kil içerikleri arasında yapılan çoklu regresyon analizi sonuçları

Değişkenler	b_i	S (b_i)	BETA	VIF	t	p
Kum	-0,543	0,252	-1,183	111,102	-2,156	0,033
Kil	-0,194	0,249	-0,335	68,462	-0,781	0,436
Toz	-0,178	0,260	-0,205	33,082	-0,689	0,492
Sabit	68,477	25,075	-	-	-	0,007
n=154	S= 9,4630		R ² =0,597		F=74,074	P=0,000

Çizelge 2. Değişkenler arasındaki korelasyon matrisi

Değişkenler	Kum	Kil	Toz	Tarla kap.
Kum	1,000	-0,842**	-0,631**	-0,595**
Kil	-0,842**	1,000	0,125	0,405**
Toz	-0,631**	0,125	1,000	0,250**
Tarla kap.	-0,595**	0,405**	0,250**	1,000

** : $p \leq 0,01$

Alpar (1997), varyans şişme değerinin (VIF) 5 veya 10 değerinin üzerinde olması durumunda güçlü çoklu bağlantının varlığından söz edilebileceğini belirtmektedir. Yine Alpar (1997) tarafından bildirildiği üzere, bazı yazarlara göre güçlü çoklu bağlantıdan söz edilebilmesi için VIF değeri 30'un üzerinde olmalıdır. Çizelge 1'e bakılacak olursa bütün VIF değerleri 30'un üzerindedir. Bunun yanında, t değerlerine bakılacak olursa sadece kum içeriği %5 seviyesinde önemli iken kil ve toz içeriğine ait t değerleri istatistiksel olarak önemsizdir, buna karşılık

F değeri önemlidir. Ayrıca, korelasyon matrisinden tarla kapasitesi, kil ve toz içerikleri ile pozitif yönde önemli ilişki verirken, çoklu regresyon analizinde kil ve kum değişkenlerine ait b_i değerlerinin işaretleri negatiftir. Yine korelasyon matrisinde bağımsız değişkenler (Kum, Kil, Toz) arasında–kil ve toz içerikleri haricinde- istatistiksel olarak önemli ilişkiler mevcuttur. Özellikle kum ve kil arasındaki ilişki katsayı -0,842 ile oldukça yüksektir. Bu bulgulardan anlaşılmaktadır ki, veride çoklu bağlantı vardır.

Bütün bunların sonucu olarak korelasyon matrisinden bulunan özdeğerlerden son özdeğer sıfıra (0,0047) çok yakın bir değer içermektedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Standartlaştırılmış asıl özvektörler ve özdeğerler

Değişkenler	t_1	t_2	t_3
Kum	-0,686	-0,034	-0,725
Kil	0,569	0,596	-0,566
Toz	0,452	-0,802	-0,390
Özdeğerler	2,1148 (λ_1)	0,8805 (λ_2)	0,0047(λ_3)
Özdeğerlerin oransal değerleri	70,49	29,35	0,16

Temel bileşenler regresyon analizi için önce bağımsız değişkenler standartlaştırılmış, korelasyon matrisinden bulunan standartlaştırılmış asıl özvektörler (t) ve özdeğerlerden (λ) standartlaştırılmış özvektörler belirlenmiş Çizelge 4'te gösterilmiştir.

Çizelge 4. Standartlaştırılmış özvektörler

Değişkenler	V_1	V_2
Kum	-0,7702	-0,0319
Kil	0,8275	0,5592
Toz	0,6573	0,7526

Çizelge 4'deki standartlaştırılmış temel bileşenler yardımı ile;

$$Z_1 = -0,7702 Z_{X_1} + 0,8275 Z_{X_2} + 0,6573 Z_{X_3}$$

$$Z_2 = -0,0319 Z_{X_1} + 0,5592 Z_{X_2} + 0,7526 Z_{X_3}$$

Bu yeni Z_1 ve Z_2 değişkenlerinin ortalaması sıfır, varyansları ise sırasıyla λ_1 ve λ_2 ye yani 2,1148 ve 0,8805'e eşittir. Ayrıca bu değişkenler birbirlerine diktir, zira Z_1 ve Z_2 arasında korelasyon sıfırdır. Bu aşamadan sonra, temel bileşenler regresyonunda kullanmamız gereken standartlaştırılmış temel bileşen skorlarını belirlemek gerekmektedir. Bunun için Z_i değişkeni kendi özdeğerinin kareköküne bölünmüş, standartlaştırılmış temel bileşen skorları (SZ_1 , SZ_2) elde edilmiş ve bunlar bağımsız, tarla kapasitesi bağımlı değişken alınarak 1. temel bileşen ve ilk iki temel bileşen için çoklu regresyon analizi yapılmıştır (Çizelge 5 ve 6).

Çizelge 5. Birinci temel bileşen modeli sonuçları

Değişkenler	b_i	S (b_i)	BETA	VIF	t	p
SZ_1	11,354	0,766	0,769	1,000	14,820	0,000
Sabit	40,595	0,763	-	-	53,193	0,000
n=154	S= 9,4707		$R^2=0,591$		F=219,620	p=0,000

TOPRAĞIN TARLA KAPASİTESİ DEĞİŞİMİNİN TOPRAK TÜRÜNE GÖRE TEMEL BİLEŞENLER
REGRESYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

Çizelge 6. Birinci ve ikinci temel bileşen modeli sonuçları

Değişkenler	b_i	S (b_i)	BETA	VIF	t	p
SZ ₁	11,354	0,769	0,769	1,000	14,777	0,000
SZ ₂	0,06907	0,768	0,005	1,000	0,090	0,928
Sabit	40,595	0,766	-	-	53,019	0,007
n=154	S= 9,50,17		R ² =0,591	F=109,098	p=0,000	

Söz konusu bu modeller için yöntemi açıklarken bahsedildiği üzere geriye dönüşüm işlemi gerekmektedir. Zira, orijinal değerler üzerinden kestirim yapılmak istenmektedir. Bu sebepten öncelikle standartlaştırılmış tarla kapasitesi bağımlı değişkeni (Z_{tarlap}), ilk ve ilk iki standartlaştırılmış temel bileşen skorları ile yaptığı regresyon denklemleri bulunmuştur. Bu denklemler sırasıyla,

$$Z_{\text{tarlap}} = 0,529 (Z_1)$$

$$Z_{\text{tarlap}} = 0,529 (Z_1) + 0,004987 (Z_2) \text{ şeklindedir.}$$

Daha sonra, ilk denklem için bulunan katsayı (0,529) 1. temel bileşenle çarpılarak 1. temel bileşen için regresyon katsayıları (B_1, B_2, B_3) elde edilmiştir. Bunlar,

$$B_1 = -0,6896 \times 0,529 = -0,362894$$

$$B_2 = 0,569 \times 0,529 = 0,301001$$

$$B_3 = 0,452 \times 0,529 = 0,239108 \text{ değerleridir.}$$

Temel bileşen kestiricileri ile en küçük kareler kestiricileri arasında $b_i = B_i (S_y/S_{x_i})$ ilişkisi mevcuttur. Burada S_y :y bağımlı değişkeninin standart sapması, S_{x_i} :bağımsız değişken standart sapmasıdır. Bu sebepten bütün değişkenlerin orijinal değerleri üzerinden standart sapmaları bulunmuş Çizelge 7'de gösterilmiştir.

Çizelge 7. Değişkenlerin ortalama ve standart sapmaları

Değişkenler	Kum	Kil	Toz	Tarla kapasitesi
Ortalama	25,5784	46,8775	27,3429	40,5951
Standart sapma	32,1838	25,4495	16,9445	14,7599

Buradan,

$$b_1 = -0,363 \times (14,7599/32,1838) = -0,1665$$

$$b_2 = 0,301 \times (14,7599/25,4495) = 0,1746$$

$$b_3 = 0,239 \times (14,7599/16,9445) = 0,2082$$

$b_0 = 40,5951 - [-0,1665 \times 25,5784 + 0,1746 \times 46,8775 + 0,2082 \times 27,3429] = 30,63$ şeklinde bulunmuştur.

Yine ilk iki denklem için bulunan katsayılar (0,529 ve 0,004987) sırasıyla 1. ve 2. temel bileşenler ile çarpılarak ilk iki temel bileşenler için regresyon katsayıları

$$B_1 = -0,6896 \times 0,529 - 0,034 \times 0,004987 = -0,3650$$

$$B_2 = 0,569 \times 0,529 + 0,596 \times 0,004987 = 0,30397$$

$B_3 = 0,452 \times 0,529 - 0,825 \times 0,004987 = 0,235$ olarak bulunmuştur ve yine buradan;

$$b_1 = -0,3613 \times (14,7599/32,1838) = -0,1660$$

$$b_2 = 0,30397 \times (14,7599/25,4495) = 0,1762$$

$b_3 = 0,235 \times (14,7599/16,9445) = 0,2047$
 $b_0 = 40,5951 - [-0,166 \times 25,5784 + 0,1762 \times 46,8775 + 0,2047 \times 27,3429] = 30,98$ şeklinde bulunmuştur.

Birinci ve birinci ve ikinci temel bileşenler için bulunan katsayılar Çizelge 8’de özetlenmiştir.

Çizelge 8. Temel bileşenler regresyon sonuçları

Değişkenler	Birinci temel bileşen denklemleri		Birinci ve ikinci temel bileşen denklemleri	
	\bar{b}_i	b_i	\bar{b}_i	b_i
Kum	-0,363	-0,01665	-0,363	-0,166
Kil	0,301	0,1746	0,304	0,1762
Toz	0,239	0,2082	0,235	0,2047
Sabit	-	30,63	-	30,98
R^2	0,590		0,591	

4. TARTIŞMA VE SONUÇLAR

Samsun Terme Gölardı Kavak Ağaçlandırma Sahasından alınan 154 adet toprak örneğinde Tarla kapasitesinin kestirimi için yapılan çoklu regresyon analizi sonucu modelin geneli için yaklaşık %60 açıklama payına ve istatistiksel olarak çok önemli ilişkiye ulaşılmasına rağmen veride çoklu bağlantı olması sebebiyle bu model geçersizdir. Bu sebepten çoklu bağlantıyı ortadan kaldırmak için temel bileşenler regresyon analizi yapılmıştır. Analiz sonucu birinci ve birinci-ikinci temel bileşenler için bulunan katsayılar Çizelge 8’de verilmiştir. Burada 1. temel bileşenin toplam varyansı açıklama payı yaklaşık %70, birinci ve ikinci temel bileşenin toplam varyansı açıklama payı da yaklaşık %29’dur (Çizelge 3). Bu denklemlerde çoklu bağlantı söz konusu olmadığından Tarla kapasitesinin kestirimi için kullanılabilirler. Araştırmada materyal olarak kullanılan topraklarda, solma noktası ve faydalanılabilir su kapasitesi kestirimi için de temel bileşenler regresyon analizi ile elde edilecek denklemler kullanılmalıdır. Kum, Toz ve Kil değişkenlerinin toplamının her toprak örneği için % 100 değerine sahip olması bu değişkenler arasında genelde kuvvetli korelasyonların doğmasına sebep olmaktadır. Eğer tarla kapasitesi, solma noktası ve faydalanılabilir su kapasitesi bağımlı değişkeni kestirimi için diğer toprak değişkenlerinin girdiği fakat kum, toz ve kil değişkenlerinden sadece birinin içinde olduğu bağımsız değişkenler veri seti söz konusu ise, muhtemelen çoklu regresyon analizi sonucu çoklu bağlantı problemi ile karşılaşmayacaktır. Ve eğer, veride çoklu bağlantı problemi yoksa kesinlikle çoklu regresyon analizi tercih edilmelidir. Zira, temel bileşenler regresyon analizi çoklu bağlantıyı gidererek, kestirimi yapılacak bağımlı değişkenin kestirim değerinin gerçek değerine yakınlığı açısından olumlu bir yaklaşım sunarken, bunu sağlamak adına bağımlı değişkenin değişimini açıklamak için temel bileşenlerin tüm setinden daha azını kullanmaktadır. Başka bir deyişle, veride çoklu bağlantı problemi yok ise, temel bileşenler regresyon denklemleri ile bağımlı değişkenin kestirim değerlerinin, çoklu regresyon denklemi ile bağımlı değişkenin kestirim değerlerine göre gerçek değere yakınlığı, genel ortalamadan daha uzak kalacaktır.

TOPRAĞIN TARLA KAPASİTESİ DEĞİŞİMİNİN TOPRAK TÜRÜNE GÖRE TEMEL BİLEŞENLER
REGRESYON ANALİZİ İLE MODELLENMESİ

KAYNAKLAR

- Alpar, R., 1997. Uygulamalı Çok Değişkenli İstatistiksel Yöntemler. Kültür Ofset, Ankara.
- Çepel, N., 1975. Antalya-Düzlerçamı Orman Topraklarının Faydalanılabilir Su Kapasitesi Ve Azot Miktarı İle Bunların Meşçere Boy Artımı Üzerine Etkileri. İÜ Orm. Fak. Derg., Seri A, Sayı 1, İstanbul.
- Çepel, N., 1993. Toprak-Su-Bitki İlişkileri. İÜ Orman Fakültesi, 236 s., İstanbul.
- Çepel, N., Dündar, M., Günel, A., 1977. Türkiye'nin Önemli Yetiştirme Bölgelerinde Saf Sarıçam Ormanlarının Gelişimi İle Bazı Edafik Ve Fizyografik Etkenler Arasındaki İlişkiler. TÜBİTAK Yayın No 354, TOAG Seri No 65, Ankara.
- Eruz, E., 1984. Balıkesir Orman Başmüdürlüğü Bölgesindeki Saf Karaçam Meşçerelerinin Boy Gelişimi İle Bazı Edafik Ve Fizyografik Özellikler Arasındaki İlişkiler. İÜ Orm. Fak. Yayın No. 3244/368, İstanbul.
- Gülçur, F., 1974. Toprağın Fiziksel ve Kimyasal Analiz Metotları. İÜ Orm. Fak. Yayın No 201, Kutulmuş Matbaası, İstanbul.
- Irmak, A., 1972. Toprak İlimi. İÜ Orman Fak. Yay. No 184, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 1980. Belgrad Ormanı Toprak Tipleri Ve Orman Yetiştirme Ortamı Birimlerinin Haritalanması Esasları Üzerine Araştırmalar. İÜ Orm. Fak. Yayın No 2636/275, İstanbul.
- Kantarıcı, M.D., 2000. Toprak İlimi, İÜ Orman Fak. Yayın No 4261/462, İstanbul.
- Klute, A., 1986. Water Retention Laboratory Methods in a Klute (ed.) Methods of Soil Analysis. Part I, Physical and Mineralogical Properties, Argon, No 9, Amer. Soc. Of Agronomy, Inc, Madison, Wisconsin, USA.
- Özkan, K., 1994. Samsun Terme Gölardı Kavak Ağaçlandırma Sahasında Açılan Toprak Profillerinden Alınan Toprak Örneklerinin Fiziksel Ve Kimyasal Özelliklerinin İncelenmesi İle Çalışma Sahasının Kavak Yetiştirmeye Uygunluğunun İrdelenmesi. KTÜ Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü, Lisans Tezi (Basılmamış), 48 sayfa, Trabzon.
- Özkan, K., 1997. Prof. Dr. Bekir Sıtkı Evcimen Sedir (*Cedrus libani* A. RİCH) Koruma Ormanı'nın Yetiştirme Muhiti Özellikleri. SDÜ Fen Bilimleri Enst. Yüksek lisans tezi (Basılmamış), Isparta.
- Schlichting, E., Blume, E., 1966. Bodenkundliches Praktikum. Verlag Paul Parey. Hamburg and Berlin.
- Uğurlu, S., Çevik, İ., 1990. Bingöl Yöresi Bozuk Meşe Baltalıklarının Verimliliştirilmesi Çalışmalarında Başarıyı Etkileyen Yetiştirme Yeri Faktörleri. Orm. Araş. Enst. Teknik Bülten No 211, Ankara.
- Zech, W., Çepel, N., 1972. Güney Anadolu'daki Bazı *Pinus brutia* Meşçerelerinin Gelişimi İle Toprak Ve Reliyef Özellikleri Arasındaki İlişkiler. İÜ Orman Fak. Yayın no 1753/191, İstanbul.