

Bir Bivalv Türünün (*Abra alba* (W.Wood, 1802) Kabuk Ağırlığının Ridge Regresyon Yöntemi ile Tahmini

Elif CAN YILMAZ 

Dokuz Eylül Üniversitesi Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Enstitüsü, İzmir
✉ : elif.can@deu.edu.tr

ÖZET

Çok değişkenli regresyon analizinde en küçük kareler yöntemine alternatif olarak kullanılan yöntemlerden biri olan ridge regresyon yöntemi, çoklu bağıntı varlığında tercih edilen yöntemler arasında yer almaktadır. Bu çalışmada, *Abra alba* bireylerinden elde edilen çeşitli vücut ölçüleri (kabuk boy, en, kalınlık ve cup indeksi) kullanılarak kabuk ağırlığının tahmin edilmesi amaçlanmıştır. Vücut ölçüleri arasında çoklu bağlantı durumu ortaya çıkmasından dolayı en küçük kareler yöntemine alternatif olan ridge regresyon yöntemi uygulanmış ve bu iki yöntemin sonuçları karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Ridge regresyon yönteminin kullanılması ile çoklu bağıntının ortadan kalktığı ve elde edilen sonuçlar ile bu yöntemin kabuk ağırlığı tahmininde daha iyi bir model sağladığı belirlenmiştir.

DOI:10.18016/ksudobil.392658

Makale Tarihçesi

Geliş : 09.02.2018
Kabul : 12.03.2018

Anahtar Kelimeler

Abra alba,
çoklu doğrusal bağıntı,
varyans büyütme faktörü,
ağırlık,
çiftkabuklu

Araştırma Makalesi

Estimation of Shell Weight of a Bivalve Species (*Abra alba* (W.Wood, 1802) by Ridge Regression Method

ABSTRACT

Ridge regression method, is one of the methods used as an alternative to least squares method in the presence of multicollinearity problem occurred in multiple regression analysis. The aim of this study was to estimate the shell weight by using morphometric measurements (shell length, height, width and cup index) for *Abra alba* individuals. Ridge regression method was applied due to the multicollinearity problem between body measurements and the results of these two methods were compared. The results showed that the multicollinearity was eliminated and provided an appropriate model for the estimation of shell weight by using ridge regression method.

Article History

Received : 09.02.2018
Accepted : 12.03.2018

Keywords

Abra alba,
multicollinearity,
variance inflation factor,
weight,
bivalve

Research Article

To Cite : Can Yılmaz E 2018. Bir Bivalv Türünün (*Abra alba* (W.Wood, 1802) Kabuk Ağırlığının Ridge Regresyon Yöntemi ile Tahmini. KSÜ Tarım ve Doğa Derg 21(4):593-598, DOI:10.18016/ksudobil.392658

GİRİŞ

Morfolojik çalışmalara konu olan birçok canlı grubunda biyometrik ölçümler arasındaki ilişki populasyon hakkında bilgi vermesi bakımından önemlidir. Morfolojik çalışmaların yapıldığı canlı grupları içinde yumuşakçalar da önemli bir yere sahiptir. Yumuşakçalarda göze en çok çarpan kısım olan kabuk, aynı zamanda morfolojik bakımdan da değişken bir yapıya sahiptir (Marquez ve ark.,2010). Kabuk morfolojisi ile yapılan çalışmalar, taksonomiden balıkçılık yönetimine kadar ulaşan çok geniş araştırma alanlarına hizmet etmektedir (Moneva ve ark., 2014). Morfometrik ilişkilerin kurulması, farklı değişkenlerle ilgili dönüşüm denklemlerinin elde edilmesini sağlar. Canlı ağırlığı ve

vücut ölçüleri arasındaki ilişkinin yorumlanması için kullanılan en yaygın model, çoklu regresyon modelidir (Çankaya ve ark., 2009). Birden fazla bağımsız değişkenin rol aldığı bu modelde tahmin eşitlikleri En Küçük Kareler (EKK) yöntemi ile hesaplanmaktadır (Çankaya ve ark.,2009; Büyükuysal ve Öz, 2016). Bu yöntemin uygulanabilmesi için temel varsayımlardan bir veya birden fazlası gerçekleşmediği takdirde elde edilen tahmin sonuçlarının yanlı çıkması söz konusudur (Büyükuysal ve Öz, 2016). Bahsi geçen varsayımlar, Üçkardeş ve ark.(2012) tarafından hataların bağımsız olması, normal dağılımlı ve bağımsız değişkenler arasında herhangi bir ilişkinin bulunmaması olarak belirtilmiştir.

Bivalv türlerinde temel olarak yapılan ölçümler,

ağırlık (canlı ağırlık, yaş kabuk ağırlığı, kuru kabuk ağırlığı) ve morfolojik olarak kabuk en, boy ve kalınlığıdır (Vascencelos ve ark.,2016).

Aynı bireyler üzerinden farklı ölçümler alınması bağımsız değişkenler arasında güçlü ilişkilere neden olabilir (Üçkardeş ve ark., 2012). Bağımsız değişkenler arasında güçlü ilişkilerin mevcut olması durumu olarak açıklanan bu durum, çoklu doğrusal bağıntı (multicollinearity) olarak adlandırılır (Zar,1998). Çoklu doğrusal bağıntının tespit edilmesi için izlenmesi gereken adımlar (basit korelasyon katsayısı, varyans büyütme faktörü (VBF), (X'X matrisinin özdeğerleri, tolerans değeri) Üçkardeş ve ark. (2012) ve Büyükuysal ve Öz (2016)'ın yapmış olduğu çalışmalarda detaylı bir şekilde açıklanmaktadır. Bağımsız değişkenler arasında çoklu bağıntı varlığında, çoklu bağıntının etkilerini giderebilmek için yanlı tahmin yöntemlerinden faydalanılır. Bu yöntemler arasında yer alan Ridge Regresyon yöntemi, Hoerl ve Kennard (1970) tarafından önerilmiş yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemin temeli, en küçük kareler yöntemine benzer bir şekilde olup varyans ve kovaryans matrisinin köşegen değerlerine küçük bir yanlılık sabiti Ridge parametresi (k) eklenmesiyle gerçekleşir (Üçkardeş ve ark., 2012; Büyükuysal ve Öz, 2016).

Abra alba türü yaygın olarak dağılım gösteren ve 80m'ye kadar olan derinliklerde bulunan bir türdür. Sığ su, kumlu-çamurlu ortamlarda baskın olan türler arasında bulunan (Dauvin ve Gentil, 1983), çevresel etmenlere karşı dayanıklı (Hily ve Le Bris, 1984) ve ortamında oluşan değişimlere adaptasyonu güçlü olan bir türdür (O'Brien ve Keegan, 2004). Bu çalışmada, bir çift kabuklu türü olan *Abra alba*'nın kabuk ağırlığının tahminde rol alabilecek değişkenler en küçük kareler yöntemi ile incelenmiş, çoklu doğrusal bağıntı varlığı tespiti ile ridge regresyon yöntemi kullanılmış ve sonuçlar karşılaştırılmalı olarak ifade edilmiştir.

MATERYAL ve METOT

Abra alba bireyleri, Homa Dalyanı (İzmir) mevkiinden Nisan 2007 tarihinde sediment içinden 400 cm² (20x20) Van Veen grap yardımıyla toplanmıştır. Bireylere ait boy, en ve kalınlık ölçümleri dijital kumpas kullanılarak, ağırlık ölçümleri ise hassas terazi (0.0001 g) yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

Bu çalışmada bahsedilen:

Kabuk ağırlığı (KA) : kabuk kuru ağırlığı (etüvde 60°C de 12 saat bekletilmiş),

Kabuk boy (KB): anteriordan posteriore uzanan eksendeki maksimum mesafe,

Kabuk en (KE): dorsalden ventrale uzanan eksen, umbodan dikey olarak alınan mesafe,

Kabuk kalınlık (KK): iki kabuk kapalı iken en yüksek noktadan alınmış ölçümlerdir.

Cup indeksi (CI): (O'Meley, 1995) tarafından

kullanılmış olup kabuk ölçümlerinin tümünün bir formülde yer alması nedeniyle bu çalışmada kullanılmıştır (Eşitlik 1).

$$CI = \frac{KK}{(KB \times KE)^{0.5}} \quad (\text{Eşitlik 1.})$$

Çoklu doğrusal bağıntının tespit edilmesi; (a) bağımsız değişkenler arasında doğrusal ilişkinin büyük olma ($r > 0.75$) durumu çoklu doğrusal bağıntı varlığını işaret etmektedir. (b) VBF (varyans büyütme faktörü), bağımsız değişkenlere ait korelasyon matrisinin tersinin köşegen öğeleridir. Bir bağımsız değişkenin diğer bağımsız değişkenlerle olan ilişkisini belirtir (Büyükuysal ve Öz, 2016). VBF değerinin 10'dan büyük olması durumunda çoklu bağıntıdan bahsedilir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015; Büyükuysal ve Öz, 2016). (c) Tolerans değeri; $1 - R^2$ olarak hesaplanan tolerans değerleri için yine çoklu bağıntı varlığında büyük R^2 değeri tolerans değerini düşürecektir. (d) Koşul indeksi ve özdeğerler; Çoklu bağıntının varlığında en az bir özdeğerin 1'den farklı olması ya da 0'a yakın olması durumu ortaya çıkar Ancak özdeğerlerin tek tek incelenmesi anlamlı olmadığından, en büyük ve en küçük özdeğerlere bağlı koşullu indeksi değerlendirilir. Koşullu indeksi, 10 ile 30 değeri arasında ise orta derecede, 30'un üzerinde ise kuvvetli çoklu bağıntıdan söz edilir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015; Büyükuysal ve Öz, 2016).

Ridge regresyon yöntemi; Değişkenlerin oluşturduğu matrisin köşegen öğelerine küçük ve pozitif bir sabit (k) eklenmesi ile gerçekleşir. Uygun k değerinin belirlenmesinde "ridge izi" kullanılır. Ridge izi, bu yöntemin regresyon katsayılarının durağanlaştığı ve VBF değerlerinin 1'e yaklaştığı nokta olarak belirlenir (Üçkardeş ve ark., 2012; Akçay ve Sarıözkan, 2015).

Değişkenler arasında doğrusal ilişki sağlanması için veriler logaritmik değerlere dönüştürülmüştür. Tüm analizler için NCSS 12 programı kullanılmıştır.

BULGULAR

Çalışmada 136 bireyle ilgili yapılmış ölçümlere ait değerler Çizelge 1'de verilmiştir. En küçük kareler yöntemine göre kabuk ağırlığı ile morfolojik ölçümler arasındaki doğrusal ilişkinin değeri %92.3 ve kabuk ağırlığında meydana gelen değişimlerin %85.3'ü bağımsız değişkenler tarafından açıklanmaktadır (Çizelge 2). ANOVA tablosu incelendiğinde $\alpha = 0.05$ anlamlılık düzeyinde modelin anlamlı olduğu ($F = 189.506$ ve $p < 0.05$) görülmektedir (Çizelge 3).

Varyans analizinin sonucunun anlamlı çıkmasının aksine değişkenlerin t değerleri incelendiğinde kabuk en değeri dışındaki tüm değişkenlerin modele katkısının anlamlı olmadığı görülmektedir (Çizelge 4).

Bağımsız değişkenler arasındaki korelasyon matrisi incelendiğinde çoklu bağıntıya işaret eden yüksek korelasyon katsayılı ilişkiler gözlenmiştir.

Çizelge 1. Abra alba bireylerinin özelliklerine ait tanımlayıcı istatistikler.

	Birey sayısı	Ortalama±standart hata	En küçük-En büyük değer
Kabuk ağırlığı (KA) (gr)	136	0.06±0.01	0.01-0.78
Kabuk boy (KB) (mm)	136	7.50±0.21	3.94-16.53
Kabuk en (KE) (mm)	136	5.35±0.16	2.48-12.43
Kabuk kalınlık (KK) (mm)	136	2.17±0.07	1.1-4.66
Cup indeksi (CI)	136	0.34±0.001	0.15-0.45

Çizelge 2. EKK yöntemi.

R	R ²	Düzeltilmiş R ²	Standart Hata	Durbin-Watson değeri
0.923	0.853	0.848	0.246	1.178

Çizelge 3. EKK yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Model	4	45.882	11.470	189.506	<0.05
Hata	131	7.929	0.060		
Toplam	135	53.811			

Çizelge 4: EKK yöntemine göre regresyon analizi sonuçları.

	Regresyon katsayısı	Standard hata	t	p	Güven aralıkları	
					Alt 95%	Üst 95%
Sabit	-4.215	0.653	-6.451	0.000	-5.508	-2.923
KB	0.850	0.476	1.786	0.076	-0.091	1.792
KE	2.748	0.485	5.661	0.000	1.787	3.708
KK	0.436	0.586	0.744	0.458	-0.723	1.595
CI	-0.780	1.098	-0.710	0.479	-2.953	1.393

CI değişkeni ile sadece KK değişkeni arasında anlamlı ancak yüksek olmayan bir korelasyon görülmektedir (Çizelge 5).

Çizelge 5: Bağımsız değişkenlerin korelasyon matrisi.

	KB	KE	KK	CI
KB	1.000			
KE	0.917*	1.000		
KK	0.759*	0.832*	1.000	
CI	-0.004	0.120	0.594*	1.000

(*; $p < 0.05$)

VBF değerinin 10'dan büyük olması durumunda çoklu bağıntıdan söz edilebilir. Kabuk boy, en ve kalınlığına ait VBF değerlerinin 10'dan büyük olduğu görülmektedir. Ayrıca, $1-R^2$ olarak hesaplanan tolerans değerleri için yine çoklu bağıntı varlığında büyük R^2 değeri tolerans değerini düşürecektir. Özdeğerlerin sıfıra yakın olması, bunun yanında koşul indeks değerlerinin 30'dan büyük olması çoklu doğrusal bağıntının ifadesidir (Çizelge 6).

Çoklu doğrusal bağıntının varlığı sonucunda ridge regresyon yöntemi uygulanmış ve ridge parametresi k'ya karşılık gelen R^2 , standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları ve varyans büyütme faktör değerleri Çizelge 7'de verilmiştir. Bu veriler neticesinde, uygun k sabitinin seçimi ridge regresyon katsayılarının durağanlaşmaya başladığı ve bu

katsayılarla bağlı olarak VBF değerlerinin 1'e yaklaştığı nokta olan $k=0.1$ olarak seçilmiştir.

Çizelge 8'de yer alan ANOVA tablosu ile ridge regresyon sonuçlarına göre elde edilen model anlamlılık göstermektedir. $k=0.1$ yanlılık sabiti ile değerler EKK ile elde edilen değerlere göre farklılık göstermiş ve ridge regresyon ile elde edilen standart hata ve VBF değerleri de azalış göstermiştir. $k=0.1$ değerine göre ridge katsayıları, EKK katsayıları, standart hataları ve VBF değerleri Çizelge 9'da görülmektedir.

Ridge regresyon, çoklu doğrusal bağıntı problemini ortadan kaldırdığı için bu yöntemle elde edilen tüm değişkenler için standart hatalar EKK regresyonu ile elde edilen sonuçlara göre azalış göstermiştir. Ayrıca analiz sonucunda R^2 ; EKK için 0.853, Ridge regresyon için 0.815 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 7).

Sonuç olarak Ridge regresyon, R^2 'de çok büyük bir değişime yol açmadan daha güvenilir bir model sunmuştur. Bağımsız değişkenler için hesaplanan varyans artış faktörleri sırasıyla 0.897, 1.528, 1.565 ve 1.118 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler kritik varyans büyütme faktörü değerinin altında değerlerdir (Çizelge 9). Şekil 1A'da yanlı k sabitinin hesaplanmasında ridge izi, k değeri 0.1 den sonra standardize edilmiş katsayıların durağanlaşma durumuna geldiği gözlenmiştir. Şekil 1 (B)'de VIF değerleri k değeri 0.1'den sonra kritik değerlerin altında yer almıştır.

Çizelge 6: Bağımsız değişkenlere ait VBF (varyans büyütme faktörü), tolerans, özdeğerler ve koşul indeks değerleri.

	VBF	Tolerans	Özdeğer	Koşul indeksi
KB	10.271	0.097	1.132	2.45
KE	11.589	0.086	0.074	37.15
KK	25.125	0.040	0.024	113.20
CI	8.556	0.117	2.769	1.00

Çizelge 7: Ridge regresyon yöntemine göre k, R², standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları ve VBF(varyans büyütme faktörü) değerleri.

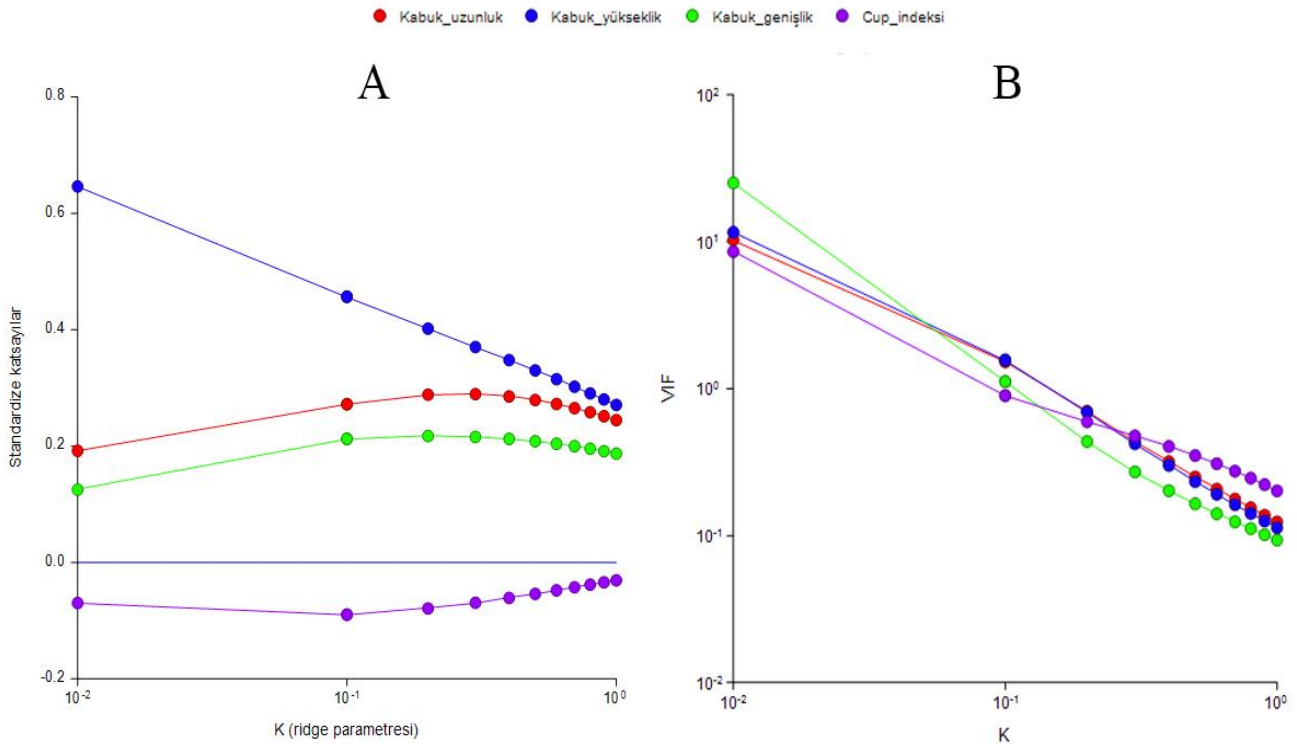
k	R ²	Standartlaştırılmış ridge regresyon katsayıları				VBF			
		KB	KE	KK	CI	KB	KE	KK	CI
0.000	0.853	0.192	0.646	0.125	-0.070	10.272	11.589	25.125	8.556
0.001	0.852	0.193	0.641	0.130	-0.072	9.830	11.052	23.204	7.954
0.002	0.852	0.194	0.636	0.134	-0.073	9.424	10.562	21.495	7.418
0.003	0.851	0.196	0.631	0.138	-0.075	9.051	10.112	19.971	6.940
0.004	0.851	0.197	0.627	0.141	-0.076	8.706	9.699	18.603	6.511
0.005	0.850	0.198	0.622	0.144	-0.078	8.386	9.319	17.373	6.125
0.006	0.850	0.200	0.618	0.147	-0.079	8.088	8.962	16.262	5.776
0.007	0.849	0.201	0.614	0.150	-0.08	7.810	8.633	15.255	5.459
0.008	0.849	0.202	0.610	0.153	-0.081	7.549	8.326	14.340	5.171
0.009	0.849	0.204	0.606	0.156	-0.082	7.305	8.038	13.505	4.908
0.01	0.848	0.205	0.603	0.158	-0.083	7.075	7.769	12.743	4.668
0.02	0.844	0.218	0.571	0.176	-0.089	5.348	5.777	7.721	3.077
0.03	0.840	0.229	0.547	0.187	-0.092	4.251	4.540	5.200	2.270
0.04	0.836	0.239	0.527	0.195	-0.093	3.490	3.695	3.758	1.801
0.05	0.832	0.247	0.511	0.200	-0.093	2.934	3.084	2.855	1.503
0.06	0.829	0.254	0.497	0.204	-0.093	2.511	2.624	2.254	1.300
0.07	0.825	0.259	0.485	0.207	-0.092	2.182	2.267	1.833	1.155
0.08	0.821	0.264	0.475	0.209	-0.091	1.918	1.984	1.526	1.047
0.09	0.818	0.269	0.465	0.211	-0.091	1.704	1.754	1.296	0.963
0.1	0.815	0.272	0.457	0.213	-0.091	1.528	1.565	1.118	0.897
0.2	0.783	0.288	0.402	0.217	-0.079	0.701	0.693	0.437	0.595
0.3	0.755	0.289	0.375	0.216	-0.069	0.439	0.422	0.271	0.477
0.4	0.728	0.285	0.348	0.212	-0.061	0.318	0.300	0.202	0.404
0.5	0.704	0.279	0.332	0.208	-0.054	0.250	0.233	0.165	0.351
0.6	0.682	0.272	0.315	0.204	-0.048	0.207	0.191	0.141	0.309
0.7	0.661	0.265	0.302	0.202	-0.043	0.177	0.162	0.124	0.275
0.8	0.641	0.258	0.291	0.196	-0.038	0.155	0.142	0.112	0.246
0.9	0.623	0.251	0.280	0.191	-0.034	0.138	0.126	0.102	0.222
1.00	0.605	0.245	0.271	0.187	-0.031	0.124	0.113	0.093	0.202

Çizelge 8. Ridge regresyon yöntemine göre varyans analizi sonuçları.

	Serbestlik derecesi	Kareler toplamı	Kareler ortalaması	F	p
Model	4	43.836	10.959	143.911	<0.05
Hata	131	9.976	0.076		
Toplam	135	53.811			

Çizelge 9. k=0.1 için RR (Ridge Regresyon) ve (EKK) En Küçük Kareler yöntemlerinin sonuçlarının karşılaştırılması.

Model	RR katsayısı	EKK Katsayısı	RR Standard hata	EKK Standard hata	RR VBF	EKK VBF
KB	1.205	0.850	0.206	0.476	1.528	10.272
KE	1.942	2.748	0.200	0.485	1.565	11.589
KK	0.741	0.436	0.139	0.586	1.118	25.125
CI	-1.003	-0.780	0.399	1.098	0.897	8.556



Şekil 1: Ridge izi (A), VBF grafiği (B).

TARTIŞMA ve SONUÇ

Albayrak (2005), ağırlık tahmininde kullanılacak açıklayıcı değişkenler arasında yüksek derecede bir örtüşmenin öngörüldüğünü ve bu nedenle, en küçük kareler yöntemi yerine yanlış tahmin tekniklerinin kullanılmasının daha güvenilir bir yaklaşım olarak kabul edildiğini ifade etmiştir. En küçük kareler yönteminde, bağımsız değişkenler arasında bir ilişki olmaması durumu sağlanamadığında ortaya çıkan çoklu bağıntı problemi, EKK yöntemi ile hatalı modellerin oluşumuna sebebiyet verebilmektedir.

Bağımsız değişkenler arasında yer alan kabuk en, boy ve kalınlığı arasında saptanan yüksek korelasyon değerleri, birçok çalışmanın sonuçları ile uyumludur. Vasconcelos ve ark., (2016)'nın birçok bivalv türünün morfometrik özellikleri ile yapmış oldukları çalışmada *Abra alba* türünün ait olduğu Semelidae familyasına yakın olan Donacidae ve Tellinidae familyasına ait türlerin kabuk boy ve kalınlık ölçümlerinin kabuk en değerleri ile yüksek korelasyonda (0.879-0.967) olduğu

görülmüştür. O'Meley (1995)' in yaptığı çalışmada kullanılan cup indeksi ile kabuk en, boy ve kalınlığı arasında negatif yönlü, anlamlı ancak düşük korelasyon katsayısına sahip bir ilişki saptanmış ve en yüksek korelasyon katsayısı kabuk kalınlığı ile hesaplanmıştır. Bu çalışmada ise, cup indeks değeri sadece kabuk kalınlığı ile korelasyon göstermektedir.

Topal ve ark. (2010) yılında sazan balıkları ile yapmış oldukları çalışmada, karkas ağırlığının tahmini için kullanmış oldukları veriler arasında çoklu bağıntı tespitinden sonra en küçük kareler yöntemine alternatif olan ridge regresyon yöntemini uygulamışlardır. Bu çalışmaya ek olarak, Orhan ve ark. (2016), Akçay ve Sarıözkan (2015), Uçkardeş ve ark.(2012) gibi birçok farklı disiplinlerdeki çalışmalarda ridge regresyon yöntemi ile elde edilmiş bulgular ile bu çalışmanın sonuçları paralellik göstermektedir.

Akçay ve Sarıözkan (2015) ve Orhan ve ark.(2016)'ın belirttiği üzere verim ve ürün kalitesi, buna bağlı

olarak gelir eldesi ile ilgili yapılacak doğru istatistiksel tahminler içeren çalışmalar üretim planlaması açısından hayvancılık, yetiştiricilik gibi sektörler farklı bakış açısı kazandıracaktır. Bu çalışmada bahsi geçen tür üretimi yapılan veya tüketilen bir tür değildir. Ekonomik değeri olan, hem üretimi yapılan hem de tüketilmeye uygun midye ve akivades (Lök, 2001; Bilgin ve Uluturhan, 2015) gibi yetiştiriciliği yapılan türlerde ürün kalitesinin belirlenmesi hususunda yapılacak çalışmalara katkı sağlaması bakımından bu çalışma, yöntemin bivalv türlerinde uygulanabildiğini göstermiştir.

KAYNAKLAR

- Akçay A, Sariözkan S 2015. Yumurta tavukçuluğunda gelirin Ridge Regresyon analizi ile tahmini. Ankara Üniv Vet Fak Derg, 62, 69-74
- Albayrak AS 2005. Çoklu doğrusal bağlantı halinde en küçük kareler tekniğinin alternatifi yanlı tahmin teknikleri ve bir uygulama. ZKÜ Sosyal Bilimler Dergisi, 1(1): 105-126.
- Bilgin M, Uluturhan ES 2015. Assessment of heavy metal accumulation in *Mytilus galloprovincialis* and *Tapes decussatus* (Bivalvia) distributed in the Homa Lagoon (Izmir Bay). Ege J Fish Aqua Sci, 32(1): 1-8.
- Büyükuysal MÇ, Öz İİ 2016. Çoklu Doğrusal Bağntı Varlığında En Küçük Karelere Alternatif Yaklaşım: Ridge Regresyon, Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi, 6:110-114.
- Çankaya S, Altop A, Kul E, Erener G 2009. Faktör Analiz Skorları Kullanılarak Karakaya Kuzularında Canlı Ağırlık Tahmini, Anadolu Tarım Bilim.Derg.,24:98-102.
- Dauvin JC, Gentil F 1983. Long-term changes in populations of subtidal bivalves (*Abra alba* and *A. prismatica*) from the Bay of Morlaix (Western English Channel). Mar. Biol., 103(1): 63-73.
- Hily C, Le Bris H 1984. Dynamics of an *Abra alba* population (bivalve-scrobiculariidae) in the Bay of Brest. Estuar Coast Shelf S.,19: 463-475.
- Hoerl AE, Kennard RW 1970. Ridge Regression: Applications to Non-Orthogonal Problems, Technometrics, 12: 69-82.
- Lök A 2001.İskele-Urla'da (İzmir Körfezi) Kültüre Alınan Farklı Boy Gruplarındaki Midyelerin (*Mytilus galloprovincialis* Lamarck, 1819) Büyüme Oranları. Ege Su Ürünleri Dergisi, 18(1-2): 141-147.
- Marquez F, Amoroso R, Sainz MFG, Van der Molen S 2010. Shell morphology changes in the scallop *Aequipecten tehuelchus* during its life span: a geometric morphometric approach. Aquat Biol.11: 149-155.
- Moneva CSO, Baquiano PML, Blasco JO, Borlaza KME, Burias DME, Flores KA, Fuentes GRE, Pancho AGE, Sanchez RRG 2014. Comparative morphological descriptions of interior shell patterns of the venerid bivalves: *Meretrix lyrata*, *Mercenaria mercenaria* and *Venerupis philippinarum* using landmark-based geometric morphometric analysis. AACL Bioflux.7: 386-395.
- O'Brien K Keegan BF 2004. Size-related reproductive biology of the infaunal bivalve *Abra alba* (Wood) (Bivalvia) in Kinsale Harbour (south coast of Ireland). Mar.Biol.146: 65-77.
- O'Mealey CM 1995. Effects of Shell Abrasion and Aerial Exposure on the Performance of Pacific Oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) Cultured in Tasmania, Australia. https://eprints.utas.edu.au/15868/2/O'Mealey_whole_thesis.pdf.
- Orhan H, Eydurhan E, Tatliyer A, Saygici H 2016. Prediction of egg weight from egg quality characteristics via ridge regression and regression tree methods. R. Bras. Zootec., 45(7):380-385
- Topal M, Eydurhan E, Yağanoğlu AM, Sönmez AY, Keskin S 2010. Çoklu Doğrusal Bağlantı Durumunda Ridge ve Temel Bileşenler Regresyon Analiz Yöntemlerinin Kullanımı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 41:53-57.
- Üçkardeş F, Efe E, Nariç D, Aksoy T 2012. Japon bildircinlarında yumurta ak indeksinin ridge regresyon yöntemiyle tahmin edilmesi. Akademik Ziraat Dergisi,1(1): 11-20
- Vasconcelos P, Moura P, Pereira F, Pereira AM, Gaspar MB 2016. Morphometric relationships and relative growth of 20 uncommon bivalve species from the Algarve coast (Southern Portugal). J. Mar. Biol. Assoc. UK. 1-12.
- Zar JH 1998. Biostatistical analysis. Fourth edition. Prentice Hall. Englewood Cliffs, New Jersey, USA. 660s.