

PEDİATRİK BÜYÜME EĞRİLERİNİN OLUŞTURULMASINDA KULLANILAN İSTATİSTİKSEL YÖNTEMLERİN
KARŞILAŞTIRILMASI
BENCHMARKING OF STATISTICAL METHODS IN CONSTRUCTING PEDIATRIC GROWTH CURVES

Gökmen ZARARSIZ¹

¹Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, Kayseri

ÖZ

Pediatric büyüme eğrileri ile çocukların yaşa bağlı antropometrik ölçümlerinin değişimi izlenerek genel sağlık ve beslenme durumları belirlenebilmektedir. Bu eğrilerin oluşturulmasında yaygın olarak LMS yöntemi kullanılmaktadır. LMS yöntemi ölçümlerin konum, yaygınlık ve çarpıklık ölçülerini modelleyebilmekte, basıklık ölçülerini modelleyememektedir. LMSP ve LMST yöntemleri daha yeni yöntemler olup ölçüm dağılımlarının her dört parametresini modelleme imkanı sunmaktadır. Bu çalışmada LMS, LMSP ve LMST yöntemlerinin performanslarının gerçek bir veride karşılaştırılması amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Veri seti olarak Kayseri'de yaşayan 0-6 yaş arası 2894 sağlıklı çocuğa ait 13 farklı antropometrik ölçümlerinin yer aldığı veri seti kullanılmıştır. Her üç yöntem R yazılımının gamlss paketinde uygulanmış, karşılaştırmalarında Akaike bilgi kriteri (AIC), genelleştirilmiş Akaike bilgi kriteri (GAIC) ve Schwarz Bayes bilgi kriteri (SBC) kullanılmıştır.

Bulgular: AIC ile yapılan değerlendirmelerde, LMS yöntemi erkeklerde 7, kızlarda 5 ölçümde en iyi modeli vermiştir. GAIC ile yapılan değerlendirmelerde, bu yöntem erkeklerde 9, kızlarda 5 ölçümde en iyi modeli vermiştir. Son olarak, SBC ile yapılan değerlendirmelerde ise erkeklerde 11, kızlarda 12 ölçümde en iyi performansa sahip yöntem olarak gözlenmiştir. Diğer durumlarda ise genel olarak LMSP yönteminin en iyi modeli verdiği görülmüştür.

Sonuç: Yaygın olarak LMS yöntemi iyi performans gösteren bir yöntem olmuştur. Bununla birlikte diğer iki yöntem de çeşitli ölçümler açısından en iyi büyüme eğrileri modellerini oluşturmuştur. Araştırmacılar büyüme eğrilerini oluştururken her üç yöntemi de dikkate almalı, karşılaştırmalı analizler gerçekleştirerek en iyi modele karar vermelidir.

Anahtar kelimeler: Box-Cox dönüşümü, Büyüme eğrileri, GAMLSS, LMS, LMSP, LMST

ABSTRACT

Pediatric growth curves provide the determination of general health and nutritional status of children by following the change of the age-related anthropometric measurements. The LMS method is widely used to construct these curves. The LMS method can model the location, scale and skewness measures of the measurements, but not the kurtosis measure. LMSP and LMST are more recent methods which can model both four parameters of measurement distribution. In this study, it is aimed to compare the performances of LMS, LMSP and LMST methods in a real dataset.

Methods: The data set contains 13 different anthropometric measurements of 2894 healthy 0-6 aged years children living in Kayseri. All three methods were applied in the gamlss package of the R software, and the Akaike information criterion (AIC), the generalized Akaike information criterion (GAIC) and the Schwarz Bayes information criterion (SBC) were used for comparison.

Results: The LMS method performed as the best model with 7 measures in boys and 5 measures in girls, based on AIC. This method performed as the best model in 9 measures in boys and 5 measures in girls, based on GAIC. Lastly, it seemed as the best performed method in 11 measures in boys and 12 measures in girls, based on SBC. In other cases, the LMSP method was found to be the best model in general.

Conclusion: The LMS method is a well-performed one. However, the other two methods also performed as best growth curve models for various measurements. While constructing growth curves, researchers should consider all three methods and should decide the best model by carrying out comparative analyses.

Keywords: Box-Cox transformation, Growth curves, GAMLSS, LMS, LMSP, LMST

Corresponding Author: Yrd.Doç.Dr. Gökmen ZARARSIZ (Ph.D.)
Erciyes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Biyoistatistik Anabilim Dalı, 38039, Kayseri
Tel: +90(352) 207 66 66-23480
Fax: +90(352) 437 52 85
e-posta: gokmenzararsiz@hotmail.com

GİRİŞ

Pediyatrik büyüme eğrileri bir popülasyonda çocukların nasıl büyüdülerini gösteren standartlardır. Bu eğriler kullanılarak bebek, çocuk ya da ergenlerin boy, kilo, vücut kitle endeksi gibi çeşitli ölçümlerine ilişkin büyüme hızları ölçülebilir ve bu ölçümler açısından zaman içerisinde izlem yapılabilir (1,2).

Pediyatrik uygulamalarda obezite, hipertansiyon gibi çeşitli risk faktörleri açısından alt ve üst sınırları belirlemek, antropometrik ölçümleri olağan dışı çocukları belirlemek, çocukların ileri yaşlarında bu ölçümlerinin ne olabileceğini tahmin etmek ve takip etmek, tedavilerin izlenimini yapmak, toplumların genel sağlık durumu hakkında bilgi vermek gibi nedenlerden dolayı büyüme eğrilerine sıklıkla ihtiyaç duyulmaktadır(3).

Farklı ülkelerde oluşturulan büyüme eğrileri; kültürel ve sosyoekonomik farklılıklardan ve büyüme üzerindeki genetik faktörlerin varlığından dolayı diğer toplumlarda kullanılmamaktadır. Bu nedenle her ülkenin kendi büyüme eğrileri standartlarını oluşturması gerekmektedir (4).

Büyüme eğrilerinin oluşturulmasında sıklıkla kullanılan yöntem LMS yöntemidir. Bu yöntem, eğrisi oluşturulacak ölçümün normal dağılıma sahip olmadığını; uygun bir üstel dönüşüm ile normal dağılabileceğini varsaymıştır. Cole, ölçüm dağılımının Box-Cox üstel dönüşüm parametresi (λ), ortalama (μ) ve değişim katsayısı (σ) parametreleri ile Box-Cox Normal (BCN) dağıldığını varsayarak yaş gibi ortak değişkenler açısından büyüme eğrilerinin nasıl oluşturulabileceğini göstermiştir. Dağılım parametrelerinin baş harflerini kullanarak yöntemi LMS olarak adlandırmıştır(5).

LMS yönteminin kullandığı BCN dağılımı, μ ve σ parametreleri ile normal dağılıma benzer şekilde konum ve yaygınlığı modellenmektedir. λ parametresi ile ölçüm yapılan değişkeni dönüştürerek dağılımı çarpık olan verileri normalleştirebilmektedir. Fakat, bu yöntemin bir dezavantajı istatistikte büyük öneme sahip diğer bir şekil parametresi olan basıklığı modelleyememesidir. Rigby ve Stasinopoulos, bu problemin üstesinden gelebilmek amacıyla 2004 yılında Box-Cox Power Üstel (BCPE) dağılımına dayalı olarak modelleme yapan LMSP yöntemini, 2006 yılında ise Box-Cox T (BCT) dağılımına dayalı olarak modelleme yapan LMST yöntemlerini geliştirmiştir (6,7). Yazarlar LMST yönteminin yalnızca sivri dağılımları modelleyebildiğini, LMSP yönteminin ise hem sivri, hem de basık dağılımları modelleyebilen daha esnek bir yöntem olduğunu belirtmiştir (6).

Bu çalışmada amacımız pediyatrik büyüme eğrilerinin oluşturulmasında yaygın olarak kullanılan LMS yöntemiyle, sonrasında geliştirilen LMSP ve LMST yöntemlerinin performanslarını gerçek bir büyüme eğrisi verisi üzerinde karşılaştırmaktır.

GEREÇ ve YÖNTEM

GAMLSS Modelleri

GAMLSS modelleri Rigby ve Stasinopoulos (8) tarafından geliştirilmiş yarı parametrik modeller olup, eğrisi

oluşturulacak Y ölçümünün dağılımını modellemede çok sayıda kesikli ve sürekli dağılım kullanılmaktadır. Bu modeller, yaş gibi zamanla ilişkili değişkenler açısından

Y 'deki değişimi düzeltirme fonksiyonları kullanarak modelleyebilmektedir. GAMLSS modelleri aşağıdaki gibi tanımlanabilir:

$$\begin{aligned} Y &\sim D(\mu, \sigma, v, \tau) \\ g_1(\mu) &= \alpha_{1j} + h_1(x) \\ g_2(\sigma) &= \alpha_{2j} + h_2(x) \\ g_3(v) &= \alpha_{3j} + h_3(x) \\ g_4(\tau) &= \alpha_{4j} + h_4(x) \end{aligned}$$

Modellerde $D(\cdot)$, Y ölçümüne ilişkin GAMLSS modellerinde kullanılacak olasılık dağılımını; μ , σ , v ve τ ise bu dağılım ile ilişkili parametreleri ifade etmektedir. Sırasıyla μ dağılıma ilişkin konum parametresini, σ yaygınlık parametresini, v çarpıklık parametresini, τ ise basıklık parametresini temsil etmektedir. Modelde belirtilen

α_{kj} model sabitini, $g_k(\cdot)$ bağlantı fonksiyonunu (örn. log, lojit), $h_k(x)$ ise düzeltirme fonksiyonunu ifade etmektedir.

LMS Yöntemi

LMS yöntemi Y ölçümüne ilişkin dağılımı, Box-Cox dönüşümü ile dönüştürülmüş Z rassal değişkeni üzerinden tanımlanmaktadır:

$$Z = \begin{cases} \frac{1}{\sigma v} \left[\left(\frac{Y}{\mu} \right)^v - 1 \right], & \text{eğer } v \neq 0 \\ \frac{1}{\sigma} \log \left(\frac{Y}{\mu} \right), & \text{eğer } v = 0 \end{cases} \quad (eq. 1)$$

LMS yöntemi Z rassal değişkeninin kesilmiş (truncated) bir standart normal dağılıma uyduğunu

varsaymaktadır. Buradan, Y ölçümünün BCN(μ, σ, v) dağıldığı söylenebilir. BCN dağılımına ilişkin olasılık yoğunluk fonksiyonu aşağıda verilmiştir:

$$f_Y(y) = \frac{y^{v-1} e^{-\frac{z^2}{2}}}{\mu^v \sqrt{2\pi} \sigma^v \Phi\left(\frac{z}{\sigma|v|}\right)} \quad (eq. 2)$$

Burada $\Phi(\cdot)$ standart normal dağılıma ilişkin kümülatif yoğunluk fonksiyonudur.

LMSP ve LMST Yöntemleri

LMS yöntemi üç parametrelili BCN(μ, σ, v) dağılımı üzerinden Y ölçümünün dağılımını modellemektedir. LMSP

ve LMST yöntemleri (eq.1) eşitliğinde gösterildiği gibi Y ölçümüne ilişkin dağılımı, Box-Cox dönüşümü ile dönüştürülmüş bir Z rassal değişkeni üzerinden tanımlanmaktadır. LMSP yöntemi, Z rassal değişkeninin kesilmiş standart power üstel dağılıma uyduğunu, LMST yöntemi ise kesilmiş t dağılımına uyduğunu varsaymaktadır. Her iki yöntem için $\tau > 0$ olmalıdır. Buradan, Y ölçümünün LMSP yöntemi için dört parametrelili BCPE (μ, σ, ν, τ) dağıldığı, LMST yöntemi için dört parametrelili BCT(μ, σ, ν, τ) dağıldığı söylenebilir. Her iki yöntem için aşağıdaki olasılık yoğunluk fonksiyonu kullanılabilir:

$$f_Y(y) = \frac{y^{\nu-1} f_Z(z)}{\mu^{\nu} \sigma^{\nu} \left(\frac{z}{\sigma|\nu}\right)} \quad (eq.3)$$

Veri Seti

Çalışmada "Anthropometry of Turkish Children aged 0-6 years (ATCA-06)" verileri kullanılmıştır. ATCA-06, Kayseri/Türkiye'de Eylül 2009 ile Mayıs 2010 tarihleri arasında kesitsel olarak gerçekleştirilen bir çalışma olup, 0-6 yaş arası sağlıklı çocukların çeşitli antropometrik ölçümlerinden oluşan verilerini içermektedir(8). Bu çalışmada, bu veri setinde yer alan boy uzunluğu (cm), ağırlık (kg), beden kitle indeksi (kg/m^2), bel çevresi (cm), baş çevresi (cm), boyun çevresi (cm), göğüs çevresi (cm), kulaç uzunluğu (cm), üst orta kol çevresi (cm), triceps ve biceps deri kıvrım kalınlıkları (mm), interpopliteal uzaklık (cm) ve pubis topuk mesafesi (cm) ölçümleri kullanılmıştır.

İstatistiksel Modelleme

Öncelikle veri setindeki aşırı değerler filtrelenmiştir. Bu amaçla, yaşa bağlı antropometrik ölçümlerin z -skorlarına ilişkin saçılım grafikleri incelenmiş ve aykırı olarak bulunan gözlemler silinmiştir. Ardından, $z < -10$ ve $z > +6$ standart sapma skoruna sahip gözlemler otomatik olarak filtrelenmiştir (1). Bu işlem sonrası 0-6 yaş arası 2894 sağlıklı çocuğa (1432 erkek, 1462 kız) ait 13 antropometrik ölçümün verileri ile istatistiksel analizlere devam edilmiştir. Model geçerliliği için veri seti %70 eğitim, %30 test seti olmak üzere iki parçaya ayrılmıştır. Eğitim setinde LMS, LMST ve LMSP yöntemleri uygulanmış ve cezalı en çok olabilirlik yöntemi ile parametre kestirimi yapılmıştır. Parametre optimizasyonu için Rigby ve Stasinopoulos tarafından uygulanan optimizasyon prosedürü uygulanmıştır (6). Test setinde ise elde edilen modellerin performansları test edilmiş ve kendi aralarında kıyaslanmıştır. Model karşılaştırmasında Akaike bilgi kriteri (AIC), genelleştirilmiş Akaike bilgi kriteri (GAIC) ve Schwarz Bayes bilgi kriteri (SBC) kullanılmıştır. GAIC ile model karşılaştırmalarında $k=3$ alınmıştır. AIC, GAIC(#3) ve SBC değerleri için ayrı ayrı yapılan değerlendirmelerde en küçük bilgi kriteri değerine sahip yöntem, en iyi yöntem kabul edilmiştir. Tüm istatistiksel yöntemler her iki cinsiyette ayrı ayrı değerlendirilmiştir. Analizlerin tümü R 3.3.0 (www.r-project.org) yazılımının **gamlss** (10) paketinde gerçekleştirilmiştir.

BULGULAR

Erkek ve kız çocuklara ait GAIC(#3) model karşılaştırmaları Tablo I'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde erkek çocuklarda 9 ölçümde LMS yönteminin, 3 ölçümde LMSP yönteminin, 1 ölçümde ise LMST yönteminin en iyi performansı gösterdiği gözlenmiştir. Kız çocuklarda ise 7 ölçümde LMSP yöntemi, 5 ölçümde LMS yöntemi, 1 ölçümde ise LMS yöntemi en iyi modeli veren yöntemler olmuştur.

Erkek ve kız çocuklara ait AIC model karşılaştırmaları Tablo II'de sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde erkek çocuklarda 7 ölçümde LMS yönteminin, 5 ölçümde LMSP yönteminin, 1 ölçümde ise LMST yönteminin en iyi performansı gösterdiği gözlenmiştir. Kız çocuklarda ise 7 ölçümde LMSP yöntemi, 5 ölçümde LMS yöntemi, 1 ölçümde ise LMS yöntemi en iyi modeli veren yöntemler olmuştur.

Son olarak, erkek ve kız çocuklara ait SBC model karşılaştırmaları Tablo III'te sunulmuştur. Bulgular incelendiğinde erkek çocuklarda 11 ölçümde LMS yönteminin, 1 ölçümde LMSP yönteminin, 1 ölçümde ise LMST yönteminin en iyi performansı gösterdiği gözlenmiştir. Kız çocuklarda ise 12 ölçümde LMS yöntemi, 1 ölçümde ise LMSP yöntemi en iyi modeli veren yöntemler olmuştur.

TARTIŞMA ve SONUÇ

Pediyatrik büyüme eğrileri, çocukların büyüme ve gelişme takibi için büyük önem arz eden toplum standartlarıdır. Ölçümler açısından risk faktörlerinin daha doğru belirlenebilmesi, ileriye yönelik izlemlerin daha doğru biçimde kestirilebilmesi ve takip edilebilmesi için büyüme eğrilerinin oluşturulmasında uygun istatistiksel yöntemlerin kullanılması büyük öneme sahiptir.

Araştırma bulguları literatürde sıklıkla kullanılan LMS yönteminin genel olarak iyi performansa sahip olduğunu göstermiştir. Özellikle SBC kriteri açısından ölçümlerin birçoğu için LMS yöntemi en iyi büyüme eğrisini oluşturan istatistiksel yöntem olarak gözlenmiştir. Fakat bazı durumlarda LMSP yöntemi, bu yöntemle göre çok daha iyi sonuçlar üretmiştir. Özellikle, GAIC(#3) ve AIC kriteri ile değerlendirme yapıldığında oluşturulan modellerin neredeyse yarısında LMSP yöntemi en iyi modeli oluşturan büyüme eğrisi yöntemi olmuştur. Özellikle kız çocuklara ait büyüme eğrileri modellerinin oluşturulmasında en etkin yöntem olarak gözlenmiştir. LMST yöntemi ise yalnızca beden kitle indeksi ölçümü için en iyi performansı gösteren yöntem olarak gözlenmiştir. Rigby ve Stasinopoulos yöntemleri arasındaki farklılıkların dağılımın basıklık parametresi ile ilişkili olduğunu belirtmiştir (6,7). Yazarlar, basıklık parametresinin standart normal dağılıma göre daha sivri, ya da daha basık olduğu durumlarda LMSP yönteminin, aşırı sivri dağılımlarda ise LMST yönteminin daha iyi modeller üretebileceğini ifade etmiştir (6).

Bulgular incelendiğinde farklı ölçümler açısından, farklı yöntemlerin ön plana çıkabildiği gözlenmiştir. Hatta, aynı ölçüm açısından erkek çocuklarda farklı bir yöntemin, kız çocuklarda ise farklı bir yöntemin daha iyi performans gösterebildiği gözlenmiştir. Bununla birlikte aynı bir ölçüm için hem LMS ve LMSP yöntemleri ile oluşturulan büyüme eğrileri Şekil I'de birlikte gösterilmiştir. Görüldüğü üzere, 3, 5, 95 ve 97. yüzdilik eğrilerinde yöntemler arasında farklılıklar oluşmuştur. Top-

Tablo I. ATCA-06 veri setinde LMS, LMST ve LMSP yöntemlerinin GAIC(#3) ile karşılaştırılması

Ölçüm	Erkek			Kız		
	LMS	LMST	LMSP	LMS	LMST	LMSP
Boy uzunluğu (cm)	2144.232	2147.232	2147.192	2196.277	2199.277	2198.546
Ağırlık (kg)	7371.881	7374.881	7373.513	6905.297	6908.297	6904.864
Beden kitle endeksi (kg/m ²)	1430.736	1420.546	1423.051	1353.517	1352.262	1354.087
Bel çevresi (cm)	2011.573	2014.573	2010.563	2059.768	2062.419	2062.581
Baş çevresi (cm)	1318.515	1321.526	1321.498	1328.890	1331.890	1328.183
Boyun çevresi (cm)	1459.941	1462.942	1455.581	1449.667	1452.667	1449.028
Göğüs çevresi (cm)	1714.961	1717.961	1715.189	1817.784	1820.784	1820.480
Kulaç uzunluğu (cm)	2200.292	2203.292	2201.968	2199.018	2202.023	2190.279
Üst orta kol çevresi (cm)	1299.332	1302.333	1301.858	1288.720	1291.721	1286.093
Triceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1594.622	1597.622	1594.111	1668.509	1671.510	1669.893
Biceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1214.549	1217.548	1216.839	1266.917	1269.917	1265.579
Interpopliteal uzunluk (cm)	790.513	793.513	792.387	853.870	856.870	856.185
Pubis topuk mesafesi (cm)	1838.585	1841.585	1838.943	1876.650	1879.650	1874.151

Tablodaki değerler Genelleştirilmiş Akaike bilgi kriteri değerlerini içermektedir. Kalın karakter formatında gösterilen değerler erkek ve kız çocuklarda ilgili antropometrik ölçüm açısından en iyi yöntemi göstermektedir.

Tablo II. ATCA-06 veri setinde LMS, LMST ve LMSP yöntemlerinin AIC ile karşılaştırılması

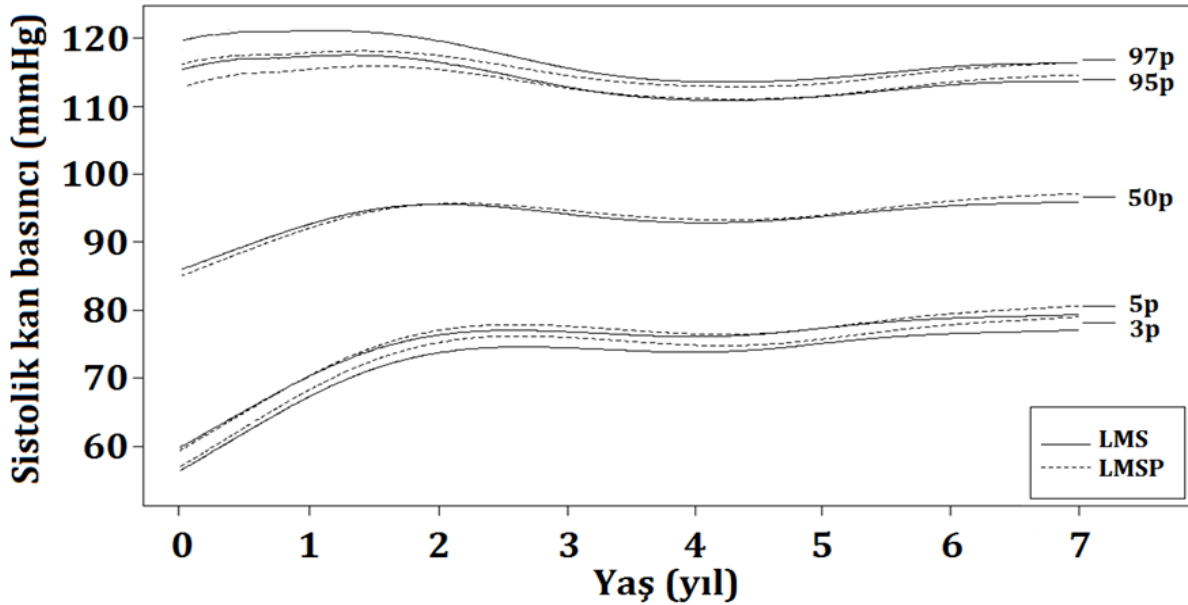
Ölçüm	Erkek			Kız		
	LMS	LMST	LMSP	LMS	LMST	LMSP
Boy uzunluğu (cm)	2126.232	2128.232	2128.192	2182.274	2184.274	2183.546
Ağırlık (kg)	7353.881	7355.882	7354.514	6886.295	6888.295	6884.862
Beden kitle endeksi (kg/m ²)	1416.737	1405.546	1408.052	1337.515	1335.260	1337.085
Bel çevresi (cm)	1992.571	1994.571	1990.562	2047.765	2049.416	2049.578
Baş çevresi (cm)	1300.511	1302.512	1302.494	1311.888	1313.888	1310.180
Boyun çevresi (cm)	1437.940	1439.941	1432.580	1437.665	1439.665	1436.026
Göğüs çevresi (cm)	1699.962	1701.962	1699.190	1800.777	1802.777	1802.475
Kulaç uzunluğu (cm)	2178.290	2180.289	2178.965	2184.016	2186.021	2174.277
Üst orta kol çevresi (cm)	1283.331	1285.331	1284.857	1274.722	1276.722	1271.094
Triceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1572.620	1574.620	1571.697	1658.510	1660.510	1658.892
Biceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1203.551	1205.550	1204.841	1257.916	1259.916	1255.578
Interpopliteal uzunluk (cm)	773.511	775.511	774.385	840.870	842.870	842.185
Pubis topuk mesafesi (cm)	1822.587	1824.587	1821.945	1864.650	1866.650	1861.151

Tablodaki değerler Genelleştirilmiş Akaike bilgi kriteri değerlerini içermektedir. Kalın karakter formatında gösterilen değerler erkek ve kız çocuklarda ilgili antropometrik ölçüm açısından en iyi yöntemi göstermektedir.

Tablo III. ATCA-06 veri setinde LMS, LMST ve LMSP yöntemlerinin SBC ile karşılaştırılması

Ölçüm	Erkek			Kız		
	LMS	LMST	LMSP	LMS	LMST	LMSP
Boy uzunluğu (cm)	2197.531	2203.490	2203.451	2237.954	2243.931	2243.191
Ağırlık (kg)	7426.387	7432.417	7431.048	6961.806	6967.780	6964.347
Beden kitle endeksi (kg/m ²)	1471.822	1464.567	1467.072	1400.818	1402.519	1404.344
Bel çevresi (cm)	2067.836	2073.797	2069.788	2095.492	2101.120	2101.282
Baş çevresi (cm)	1371.825	1377.789	1377.769	1379.494	1385.470	1381.763
Boyun çevresi (cm)	1525.143	1531.107	1523.747	1485.480	1491.464	1487.825
Göğüs çevresi (cm)	1759.297	1765.253	1762.481	1868.358	1874.332	1874.022
Kulaç uzunluğu (cm)	2265.443	2271.404	2270.080	2243.438	2249.404	2237.807
Üst orta kol çevresi (cm)	1346.754	1352.718	1352.242	1330.420	1336.399	1330.771
Triceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1659.769	1665.730	1662.219	1698.297	1704.277	1702.665
Biceps deri kıvrım kalınlığı (mm)	1247.200	1253.168	1252.459	1293.730	1299.709	1295.372
Interpopliteal uzunluk (cm)	840.767	846.722	845.597	892.530	898.504	897.819
Pubis topuk mesafesi (cm)	1885.956	1891.917	1889.275	1912.275	1918.244	1912.745

Tablodaki değerler Genelleştirilmiş Akaike bilgi kriteri değerlerini içermektedir. Kalın karakter formatında gösterilen değerler erkek ve kız çocuklarda ilgili antropometrik ölçüm açısından en iyi yöntemi göstermektedir.



Şekil I. Yaşa göre sistolik kan basıncı değişiminin LMS ve LMSP yöntemleri ile modellenmesi

lum için farklı risk faktörleri sınırlarının ortaya çıktığı gözlenmiştir.

Sonuç olarak, araştırmacılara büyüme eğrilerini oluşturken belirli yöntemlere bağlı kalmamaları önerilmektedir. LMS yöntemi genel olarak iyi performans gösterse de, bazı durumlarda LMSP ve LMST yöntemleri daha iyi sonuçlar üretmiştir. Bu nedenle büyüme eğrileri oluşturulurken bu yöntemler birlikte değerlendirilerek perfor-

mansları karşılaştırılmalı ve en iyi performansı üreten yöntem ile büyüme eğrileri oluşturulmalıdır. Ayrıca, araştırmacılar ölçüm verisine ilişkin çarpıklık ve basıklık katsayılarını hesaplayarak, histogram ve q-q grafiklerini inceleyerek dağılım özelliklerini araştırılmalı ve ölçüm dağılımı hakkında bilgi sahibi olmalıdır. Araştırmacılar R programlama dili (www.r-project.org), **gamlss** (10) paketinden faydalanarak her üç yöntemi de

uygulayabilirler, yöntemler arası kıyaslama yapabilir ve optimum sonuçlar ile büyüme eğrileri oluşturabilirler.

Teřekkür

Yöntemlerin karşılaştırılmasında kullanılan antropometrik ölçüm verilerini bizlerle paylaşan "Anthropometry of Turkish Children aged 0-6 years (ATCA-06)" ekibine teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

1. van Buuren S, Hayes DJ, Stasinopoulos DM, et al. Estimating regional centile curves from mixed data sources and countries. *Stat Med* 2009; 28:2891-2911.
2. Zararsız G, ztrk A, Elmalı F, et al. Antropometrik ölçümlerin dağılımlarının tanımlanması ve modellenmesinde kullanılan istatistiksel yöntemler. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2012; 8(4):14-21.
3. Öztürk A, Zararsız G, Elmalı F, et al. Büyüme eğriilerinin oluşturulmasında LMSP yöntemi. *Türkiye Klinikleri J Pediatr Sci* 2012; 8(4):22-28.
4. Heydari ST, Emamghoreishi F, Amini M. Infants' growth charts in Jahrom, Iran. *Iran J Ped Mar* 2009; 19(1):25-34.
5. Cole TJ, Green PJ. Smoothing reference centile curves: The LMS method and penalized likelihood. *Stat Med* 1992; 11:1305-1319.
6. Rigby RA, Stasinopoulos DM. Smooth centile curves for skew and kurtotic data modelled using the Box-Cox power exponential distribution. *Stat Med* 2004; 23:3053-3076.
7. Rigby RA, Stasinopoulos DM. Using the Box-Cox *t* distribution in GAMLSS to model skewness and kurtosis. *Statistical Modelling* 2006; 6:209-229.
8. Rigby RA, Stasinopoulos DM. Generalized additive models for location, scale and shape. *Appl Statist* 2005; 54:507-554.
9. Mazıcioęlu MM, Demirtař T, iek B, et al. Weight for length/height percentiles in infants and young children in Kayseri/Turkey. *J Clin Res Pediatr Endocrinol* 2013; 5(4): 224-228.
10. Stasinopoulos DM, Rigby RA. Generalized Additive Models for Location Scale and Shape (GAMLSS) in R. *Journal of Statistical Software* 2007; 23(7).