

0-2 Yaş sağlıklı çocukların baş çevresine ilişkin gelişimin izlenmesi için büyüme eğrileri

Growth curves for development monitoring related to head circumference of 0-2 aged healthy children

Necati Alasulu¹, Cemil Çolak², Mehmet N. Orman³, Figen Şahin⁴, Aysu Çamurdan Duyan⁵

¹Kalite Araştırma Danışmanlık ve Eğitim Merkezi (KADEM), Ankara

²Türk Standartları Enstitüsü, Ankara

³Ankara Üniversitesi Biyoistatistik Anabilim Dalı, Ankara

⁴Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara

⁵Gazi Üniversitesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı, Ankara

Amaç: Bu çalışmada, 0-2 yaş sağlıklı çocukların baş çevresine ilişkin gelişimin izlenmesi için büyüme eğrilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem: Baş çevresine ilişkin veriler, 0-2 yaş grubu sağlıklı çocuklara ilişkin olup, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Sağlam Çocuk Polikliniğinden alınmıştır. Bu veriler, 2 yıl boyunca çocuklara ilişkin belirli zamanlardaki ölçümlere dayanmaktadır. Büyümenin izlenmesinde doğrusal olmayan Gompertz, Lojistik ve Monomoleküler modelleri kullanılmıştır.

Bulgular ve Sonuçlar: Tahmin edilen Gompertz, Lojistik ve Monomoleküler gibi doğrusal olmayan modellere ait belirleme katsayısı değerleri 0.99'dan daha büyük ($R^2 > 0.99$) bulunmuştur. Sonuçlar, çocukların baş çevresine ilişkin gelişimin izlenmesinde elde edilen büyüme eğrilerinin kullanılabilirliğini göstermiştir. Çalışmanın sonuçlarına göre, büyümenin izlenmesinde doğrusal olmayan modellerin kullanılması önerilmektedir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında büyümenin izlenmesinde doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilen yapay sinir ağları gibi istatistiksel yöntemlerin kullanılması ile daha iyi sonuçlar elde edilebilir.

Anahtar sözcükler: **büyüme modeli, büyümenin izlenmesi, çocuklar, doğrusal olmayan regresyon**

Aim: It is aimed to determine growth curves for development monitoring related to head circumference of 0-2 aged healthy children.

Material and Method: The measurements of head circumference for 0-2 aged healthy children were enrolled in Gazi University, Faculty of Medicine, Department of Pediatrics. Gompertz, Logistic and Monomolecular growth models were used to obtain growth curves of 0-2 aged healthy children.

Conclusion: The values of determination coefficient were estimated greater than 0.99 ($R^2 > 0.99$) for the models of Gompertz, Logistic and Monomolecular. The results of the current study point out that non-linear growth curve models (i.e., Gompertz, Logistic and Monomolecular) can be used for the growth monitoring, and it is proposed to use non-linear growth curve models for this purpose. In future, statistical methods such as artificial neural networks which can model non-linear relationships may give better results for monitoring the growth.

Key words: **growth model, growth monitoring, children, non-linear regression**

Çocuklar arasında büyüme ve gelişme, genetik yapıya bağlı olarak boy, vücut yapısı, büyüme temposu, fizyolojik özellikler ve kişilik yönlerinden büyük farklılıklar gösterebilmektedir. Baş çevresi, vücut ağırlığı gibi büyüme ve gelişme ile ilgili parametrelerin değişik yaşlarda gösterdikleri dağılım, normalin alt ve üst sınırları, normal çocuk gruplarından elde edilmiş verilere dayanılarak hazırlanmış tablo ve referans büyüme eğrileri ile belirlenebilmektedir. Büyüme eğrileri, doktorlara bebeğin hangi noktada normalden ayrıldığı, çocuğun beslenme durumu ve genel sağlık durumu da dikkate alınarak inceleme gerekip gerekmediği konusunda yol gösterebilir (1).

Yaygın olarak kullanılan büyüme eğrileri, Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) uluslararası standart kabul ettiği NCHS/CDC (Ulusal Sağlık İstatistikleri Mer-

Geliş tarihi: 02.08.2006 • Kabul tarihi: 26.09.2006

İletişim adresi
Dr. Cemil Çolak
Güzelkent Mah. 514. Sokak Yükselay Sitesi 2A/16 Eryaman/
Ankara
Tel : (312) 305 85 37
E-posta adresi : cemilcolak@yahoo.com

Tablo 1. Büyüme eğrisi modelleri

Model	Eşitlik
Gompertz	$f(x) = \alpha e^{-\beta e^{-\kappa x}}$
Lojistik	$f(x) = \frac{\alpha}{1 + \beta e^{-\kappa x}}$
Monomoleküler	$f(x) = \alpha(1 - \beta e^{-\kappa x})$

kezi/Hastalık Koruma Merkezleri) eğrileri (2,3) ile Türkiye'de Neyzi ve arkadaşları (4) tarafından geliştirilmiş olan eğrilerdir. Dünya Sağlık Örgütü'nün eğrileri ile Neyzi ve arkadaşlarının bulduğu eğrilere ilişkin bazı sorunlar çeşitli çalışmalarda bildirilmiştir (5,6). Türkiye'de persantil eğrilerinin elle düzeltme veya polinomiyal regresyon ile geliştirildiği çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (7,8). Ancak büyümenin izlenmesi için doğrusal olmayan modeller kullanılarak elde edilen büyüme eğrilerini inceleyen çalışmalar oldukça az sayıdadır.

Bu çalışmada, 0-2 yaş sağlıklı çocukların baş çevresine ilişkin gelişimin izlenmesi için doğrusal olmayan modellerin yardımıyla büyüme eğrilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

Gereç ve Yöntem

Çalışmadaki baş çevresine ilişkin veriler, 2002-2004 yılları arasında doğan sağlıklı 147 erkek ve 119 kız çocuklara ait olup, Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Sağlam Çocuk Polikliniğinden alınmıştır. Söz konusu veriler, çalışma kapsamındaki çocukların 0. gün, 15. gün, 2., 4., 6., 9., 12., 18. ve 24. aylardaki baş çevresi ölçümlerini içermektedir. İncelenen çocukların hepsi, ebeveynleri en az ilkökul mezunu olan, geçim sıkıntısı problemi olmayan, genellikle orta düzeyde sosyo-ekonomik durumda olan ve beraber yaşayan ailelere aittir.

Çalışmaya alınan bebeklerde aşağıdaki ölçütler dikkate alınmıştır:

- (1) Zamanında doğmuş olması (38-42 hafta),
- (2) Doğum ağırlığının 2500-4000 gram arasında olması,
- (3) Tek doğan bebek olması,
- (4) Çocukların ciddi ya da uzun süreli bir hastalık geçirmemiş ve hastanede uzun süre yatmamış olması,
- (5) Düzenli kontrole gelmiş olması.

Kız ve erkek çocuklar için ortalama büyüme eğrileri çizilebilmek amacıyla ölçüm yapılan zamanlardaki baş çevresi ölçümlerine ait değerlerin ortalaması alınmıştır. Bu ortalama değerler üzerinden Tablo 1'de verilen doğrusal olmayan modeller yardımıyla büyüme eğrileri tahmin edilmiştir.

Tablo 1'de verilen eşitliklerdeki ifadeler ise; $f(x)$: x zamanındaki (gün) baş çevresi değerini, α : asimptotik büyüklük, β : büyüme eğrisini tanımlayan bir sabit, κ : büyüme hızını ve e : tabii logaritmayı ifade etmektedir (9, 10).

Tahmin edilen büyüme eğrilerinin uyumunun incelenmesinde belirleme katsayısı (R^2), hata kareler ortalaması (HKO) ve iterasyon sayısı değerleri dikkate alınmıştır. İstatistiksel analizde NCSS, SPSS ve Microsoft Excel paket programları kullanılmıştır.

Bulgular

Tablo 2 ve 3'de kız ve erkek çocuklar için tahmin edilen büyüme eğrilerine ilişkin parametre tahminleri, parametre tahminlerine ait standart hata değerleri, %95 güven aralıkları, belirleme katsayısı ve hata kareler ortalaması değerleri sunulmuştur.

Kız çocukları için tahmin edilen Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler modellerine ait belirleme katsayısı değerleri sırasıyla 0.995, 0.996 ve 0.997 iken, erkek çocuklarda ise aynı modeller için sırasıyla 0.994, 0.993 ve 0.991 olarak tahmin edilmiştir.

HKO değerleri ise kız çocuklarında Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler için 0.214, 0.163 ve 0.120 iken, aynı durum erkek çocuklarında 0.304, 0.352 ve 0.422 olarak elde edilmiştir. Kız ve erkek çocuklara ilişkin Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler modellerine ait iterasyon sayıları sırasıyla 13, 12, 11 ve 19, 5, 5 olarak hesaplanmıştır.

İncelenen doğrusal olmayan modeller yardımıyla kız ve erkek çocuklar için tahmin edilen büyüme eğrileri Şekil 1-2'de gösterilmiştir.

Tartışma

Türkiye'de yaygın olarak çocukların büyüme ve gelişiminin izlenmesinde kullanılan Dünya Sağlık Örgütü'nün (DSÖ) uluslararası standart kabul ettiği NCHS/CDC (Ulusal Sağlık İstatistikleri Merkezi/Hastalık Koruma Merkezleri) eğrileri (2,3) ile Türkiye'de Neyzi ve arkadaşları (4) tarafından geliştirilmiş olan eğrilerdir. Söz konusu eğrilere ait çeşitli eksikliklerin olduğu bildirilmekle beraber bu çalışmalar 1970-80'li yıllarda yayınlanmıştır. Çocukların büyüme ve gelişimi, teknoloji, fizyolojik yapı, beslenme türü ve çevresel faktörlerin de etkisi ile zamanla farklılık gösterebilmektedir. Bu nedenle mevcut çalışmada 2000'li yıllarda doğmuş olan 0-2 yaş grubu sağlıklı çocuklara ilişkin veriler ile kız ve erkek çocuklara ait büyüme eğrileri oluşturulmuştur.

Bu çalışmada, doğrusal olmayan büyüme modellerine ilişkin parametre tahminlerinin biyolojik anlamları üzerinde durmak yerine incelenen büyüme modellerinin baş çevresini tahmindeki başarısı araştırılarak kız ve erkek çocuklara ilişkin büyüme eğrileri oluşturulmuştur. Tahmin

Tablo 2. Kız çocukların baş çevrelerine ilişkin modellere ait tahminler

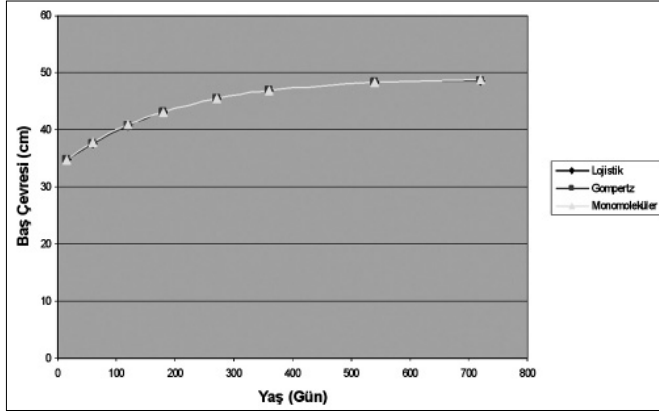
Model	Parametre	Tahmin	Standart hata	% 95 Güven aralığı	Belirleme katsayısı (R^2)	Hata Kareler Ortalaması (HKO)	İterasyon sayısı
Lojistik	α	48.758	0.377	47.83-49.68	0.995	0.214	13
	β	0.449	0.015	0.41-0.48			
	κ	0.007	0.0005	0.005-0.008			
Gompertz	α	48.904	0.34	48.05-49.76	0.996	0.163	12
	β	0.376	0.008	0.35-0.39			
	κ	0.006	0.0004	0.005-0.007			
Monomoleküler	α	49.091	0.32	48.29-49.88	0.997	0.120	11
	β	0.318	0.007	0.30-0.33			
	κ	0.005	0.0003	0.004-0.006			

Tablo 3. Erkek çocukların baş çevrelerine ilişkin modellere ait tahminler

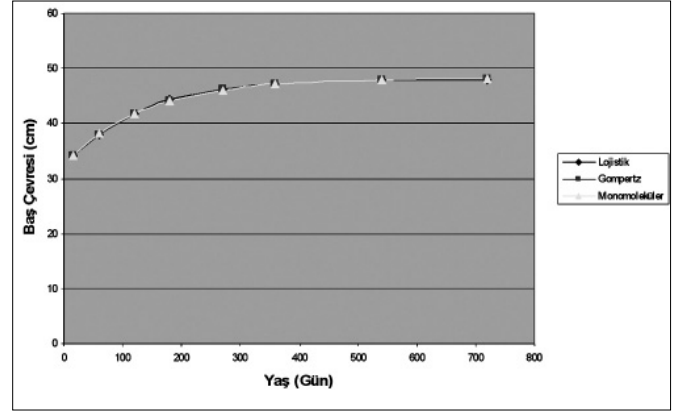
Model	Parametre	Tahmin	Standart hata	% 95 Güven aralığı	Belirleme katsayısı (R^2)	Hata Kareler Ortalaması (HKO)	İterasyon sayısı
Lojistik	α	48.006	0.35	47.13-48.87	0.994	0.304	19
	β	0.473	0.02	0.42-0.52			
	κ	0.009	0.0007	0.007-0.01			
Gompertz	α	48.116	0.40	47.13-49.10	0.993	0.352	5
	β	0.392	0.009	0.36-0.41			
	κ	0.008	0.0007	0.006-0.01			
Monomoleküler	α	48.245	0.46	47.10-49.38	0.991	0.422	5
	β	0.327	0.007	0.30-0.34			
	κ	0.007	0.0008	0.005-0.009			

edilen modellerin uyumunu gösteren ölçütlerden birisi R^2 değeridir. Kız ve erkek çocuklar için oluşturulan Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler büyüme modellerine ait belirleme katsayısı değerleri birbirlerine çok yakın olup, 0.99'dan daha büyüktür ($R^2 > 0.99$). Bu bulguya dayanarak incelenen özelliğin büyüme modelleri tarafından %99 gibi büyük bir oranda açıklanabildiği sonucuna varılabilir. Modellerin uyumunu gösteren diğer bir ölçüt ise HKO değerleridir. Tahmin edilen modellere ait HKO değerleri kız çocuklar için 0.120-0.214, erkek çocuklar için ise 0.304-0.422 arasında değişmektedir. Modellere ait HKO değerleri oldukça küçüktür. Bu da incelenen büyüme modellerin baş çevresi gelişiminin izlenmesi sürecinde az hata ile tahminler verdiğini göstermektedir. İterasyon sayısı değerleri incelendiği zaman, kız ve erkek çocuklara ilişkin değerlerin birbirine yakın olduğu ve küçük sayılarda sonuç verdiğini görülmektedir.

Şekil 1'de kız çocuklar için çizilen Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler büyüme eğrileri incelendiğinde, eğrilerin doğrusal olmayan yapıda oldukları görülmektedir. Ayrıca çizilen büyüme eğrileri birbirlerine oldukça benzerlik göstermektedir. Aynı sonuçlar Şekil 2'de erkek çocuklar için çizilen Lojistik, Gompertz ve Monomoleküler büyüme eğrileri için de söylenebilir. Baş çevresi ile zaman arasındaki büyüme süreci doğrusal olmadığı için kullanılan büyüme modelleri oldukça başarılı bir uyum göstermiştir. Bu sürecin modellenmesinde doğrusal modeller kullanılabilir; ancak doğrusal olmayan modeller kadar başarılı sonuçlar veremeyeceği incelenen özelliğin yapısına dayanılarak belirtilebilir. Bu nedenle doğrusal olmayan özelliğe sahip olan (canlı ağırlık, boy uzunluğu, baş çevresi, vb.) değişkenlerin zaman ile ilişkisinin modellenmesinde doğrusal olmayan büyüme modellerinin kullanılması daha başarılı tahminler verecektir.



Şekil 1. Kız çocukların baş çevrelerine ilişkin büyüme eğrileri.



Şekil 2. Erkek çocukların baş çevrelerine ilişkin büyüme eğrileri.

Son yıllarda yaygınca kullanılan yapay sinir ağları yöntemi, biyolojik büyüme sürecinin modellenmesinde regresyon analizinin bir alternatifi olarak kullanılabilir. Bir çalışmada (11), büyümenin modellenmesi için yapay sinir ağları yönteminin Gompertz modelinden incelenen doğruluk ölçütleri bakımından daha iyi sonuçlar verdiği bildirilmiştir (11). Bu çalışmanın ilerleyen aşamalarında büyümenin izlenmesinde doğrusal olmayan ilişkileri modelleyebilen yapay sinir ağları gibi istatistiksel yöntemlerin kullanılması ile daha iyi tahminler elde edilebilir.

Çalışmayı sınırlayan bazı etkenlerden söz edilebilir: birincisi; çalışmaya alınan çocuklar için büyüme eğrileri cinsiyete (kız ve erkek) göre oluşturulmuştur. Çocukların beslenme durumları dikkate alınmayarak ortalama büyüme eğrileri çizilmiştir. Beslenme durumu gibi diğer etken-

leri de dikkate alan daha ayrıntılı çalışmalar yapılmalıdır. İkincisi; çalışmada 0. gün, 15. gün, 2., 4., 6., 9., 12., 18. ve 24. aylardaki baş çevresi ölçümleri ile büyüme eğrileri oluşturulmuştur. Büyüme ve gelişim sürecinin daha başarılı bir şekilde izlenebilmesi için daha sık aralıklarla ölçüm yapılabilir. Üçüncüsü; incelenen üç modelin dışındaki modeller bu çalışmada kullanılmamasına karşın, sonraki çalışmalarda diğer büyüme modelleri ile yapılacak benzer çalışmalara ışık tutabilir.

Sonuç olarak, kız ve erkek çocukların gelişiminin izlenmesinde doğruluk ölçütlerine göre incelenen büyüme modellerinin oldukça başarılı olduğu belirlenmiştir. Bu nedenle büyümenin izlenmesi ile ilgili çalışmalarda doğrusal olmayan modellerin uyum ölçütleri ile kontrol edilerek kullanılması önerilmektedir.

Kaynaklar

1. Ilıkkın D. [http://www.annelergrubu.com/jinemed/base.asp?catID=14&selectedID=348]. Erişim Tarihi: 05.06.2006.
2. U.S. Department of Health, Education and Welfare. NCHS growth curves for children, birth-18 years. Washington, D. C.: DHEW Publication No. (PHS), 1977; 78-1650.
3. Van Loon H, Saverys V, Vuylsteke JP, et al. Local versus universal growth standards: the effect of using NCHS as universal reference. *Annals of Human Biology*. 1986; 13: 347-57.
4. Neyzi O, Binyıldız P, Alp H. Türk çocuklarında büyüme standartları. *İst Tıp Fak Mecm* 1978; 41:1-41.
5. Akıncı Z, Ertem İÖ, Ulukol B, ve ark. Dünya Sağlık Örgütü Büyüme Eğrileri Ve Neyzi Büyüme Eğrilerinin Bir Grup Sağlıklı Türk Bebeğinin Büyüme Eğrileri ile Karşılaştırılması. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* 2001; 54:125-134.
6. Gökçay G, Partalçı A, Neyzi O. İlk Dört Ayda Beslenme Biçimine Göre Yaşamın İlk Yılında Vücut Ağırlığı Artışı. *Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Dergisi* 1997; 40:37-45.
7. Akıncı Z, Ertem İÖ, Ulukol B, ve ark. Bir Yaş ve Altındaki Bebekler için Ankara Büyüme Eğrileri. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Mecmuası* 2001; 54:7-16.
8. Akıncı Z. 0-12 Ay Arası Sağlıklı Bebeklerde Büyümenin Değerlendirilmesi. *Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Hastalıkları Anabilim Dalı Sosyal Pediatri Bilim Dalı, Uzmanlık Tezi*, Ankara, 1997.
9. Rawlings JO. *Applied Regression Analysis. A research tool*. Wadsworth, Inc., 1988.
10. Seber GAF, Wild CJ. *Nonlinear Regression*. John Wiley and Sons Inc. New York, 1989.
11. Roush WB, Dozier WA 3rd, Branton SL. Comparison of Gompertz and neural network models of broiler growth. *Poult Sci*. 2006; 85:794-7.