

BAZI ANTROPOMETRİK KARAKTERLERİN KALITIM DERESESİ TAHMİNLERİ

Yener BEKTAŞ*, A. Cem ERKMAN*

Gönderim/Received: 26 Temmuz/July 2016

Kabul/Accepted: 29 Kasım/Nov. 2016

Öz

Bireyler ve populasyonlar arasında sürekli varyasyon gösteren özelliklerin fenotipik çeşitliliğinin analizi, öz ve evlatlık kardeşler ebeveyn ve çocuk çiftleri ve diğer çeşit yakın ya da uzak akrabalıklar gibi biyolojik olarak ilişkili bireylerin incelenmesi sayesinde geleneksel biçimde belgelenmiştir. Son yüz yılda farklı genetik ve çevresel karakteristiklere sahip çok çeşitli populasyonlarda antropometrik özelliklerin ailesel yakınlığı üzerine çok sayıda rapor bulunmaktadır. Aynı (kardeşler) ve farklı jenerasyonların (ebeveyn-çocuk) ailesel korelasyonları, paylaşılan çevre, seçkili eş seçimi ve ontojenik yaş gibi bazı çevresel faktörlerden etkilenebilmelerine rağmen, antropometrik karakterlerin genetik belirlenim derecesinin göstergeleri olarak düşünülmektedirler. Bu çalışmanın örneklem grubunu Ankara'da yaşayan 100 çekirdek aile oluşturmaktadır. Örneklem grubunda yer alan aile üyeleri arasında gözlenen korelasyon katsayıları incelenerek bazı antropometrik karakterlerin kalıtım derecesi değerleri hesaplanmıştır. Sonuç olarak, incelenen antropometrik karakterlerde gözlenen yüksek kalıtım derecesi değerleri güçlü bir genetik kontrolün etkisini yansıtmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antropometri, kalıtım derecesi, genetik, çevre, multifaktöriyel kalıtım

Heritability Estimates of Certain Anthropometric Traits

Abstract

The analysis of the phenotypic variability of the continuous variation traits among individuals and populations was habitually documented through the study of

* Doç. Dr., Ahi Evran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Antropoloji Bölümü, Kırşehir | ynrbehtas@gmail.com

biologically related individuals, such as twin pairs, identical as well as biological and adopted siblings, parents and children pairs, and other kinds of relatives more or less distant. In the last hundred years there have been many reports on familial resemblance for anthropometric traits in a variety of populations having different genetic and environmental characteristics. The familial correlations of the different generation (parent-offspring individuals) and same generation (siblings) are considered as indicators of the degree of genetic determination of anthropometric traits, even though they can be influenced by some environmental factors like common environment, assortative mating and ontogenic age. The present study carried out to examine the heritability estimates of different anthropometric traits in a sample of nuclear families living in Ankara, Turkey. The estimation of heritability has been calculated from the degree of resemblance between relatives. In conclusion, the greater part of the variance of the given traits was found to be genetically determined.

Keywords: *Anthropometry, heritability, genetics, environment, multifactorial inheritance*

Giriş

Charles Darwin “Türlerin Kökeni” kitabının ilk bölümünün ilk sayfasında organizmalar arasındaki varyasyondan iki faktörün sorumlu olduğundan söz eder: Organizmanın doğası ve koşulların doğası. Günümüz literatüründe sıklıkla genotip ve çevre terimleri ile ifade edilen bu iki faktörden genotip, bir bireyin genetik yapısını temsil etmekte ve fertilizasyon sırasında şekillenerek son halini almaktadır. Mutasyon olmadığı sürece de değişmeden kalır. Çevre ise, genetik olmayan tüm faktörlerin bileşimidir. Bununla birlikte fiziksel ya da sosyal faktörlerin genotip ile etkileşim kapasitesi bulunmaktadır. Bu iki faktörün karşılıklı etkileşimi ile şekillenen fenotip, bir organizmanın gözlenebilen özelliklerinin tamamıdır, bunun içerisinde morfolojik, fizyolojik ve biyokimyasal özellikler sıralanabilir. İnsanın sahip olduğu hemen hemen bütün fenotipik karakterler de etiyolojik olarak genotip, çevre ve bu faktörlerin etkileşimi ile şekillenmekte ve multifaktöriyel özellikler sergilemektedirler. Numerik bir gösterge çizelgesi ile açıklanabilen boy, ağırlık, büyüme hızı, bazal metabolizma, kan basıncı, maksimum dinamometrik güç gibi birçok antropometrik değişken bu karakterler arasındadır. Multifaktöriyel özellikler hakkındaki genotip, çevre ve bu faktörlerin etkileşimi ile şekillendiği bilgisi, poligenik bir karakterdeki varyasyonun ne kadarının genotipik farklılıktan, ne kadarının çevresel farklılıktan kaynaklandığını belirlemek amacıyla kullanılmaktadır (Rebato ve Salces, 2007:283, Susanne, 1975, 1976, 1977, 1982, 1994; Susanne vd., 2000).

Herhangi bir multifaktöriyel karakterdeki varyasyonun ne kadarının genotipik ne kadarının çevresel farklılıktan kaynaklandığını belirlemek için kalıtım derecesi kavramından yararlanılmaktadır. Kalıtım derecesi populasyon içindeki fenotipik değerler arasındaki farkların, genotipik olma ihtimalini belirtmekte ve genotipik farklılıklar nedeniyle ortaya çıkan varyansın total fenotipik varyansa oranı olarak ifade edilmektedir. Diğer bir ifade ile kalıtım derecesi allel frekanslarına ve genotip-çevre etkileşimine bağlıdır. Kalıtım derecesi (H ya da h^2) incelenen karakter üzerindeki genetik kontrolün saptanmasına olanak sağlamakta, 0 ve 1 arasında değer almakta ve çoğu zaman yüzde olarak ifade edilebilmektedir (Relethford, 2007:193; Towne ve ark., 2002:106). Örneğin boy uzunluğu için genelde 0,8 olarak tespit edilen kalıtım derecesi, populasyon içerisinde bireyler arasında gözlenen çeşitliliğinin potansiyel olarak %80 oranında genler tarafından kontrol edildiği anlamına gelmektedir. Şöyle ki, eğer populasyon içerisinde bireylerden en uzun ve en kısa (%5'i) arasındaki fark 29 cm ise bunun 26 cm'si genetik faktörlere atfedilmektedir (Visscher, 2008)[†].

Kalıtım derecesi gerçekte gen frekansına ve genotip ve çevre arasındaki etkileşime bağlı bir populasyon değeridir. Fakat homojenliği ve yeterli büyüklükteki örnekleme elde etme zorluğu araştırmacıları, multifaktöriyel karakterlerin kalıtımı çalışmalarında ikiz örneklerine ek olarak akrabalığın diğer çeşitlerinin oluşturduğu farklı çalışma dizyanlarının tercih edilmesine yönlendirmiştir. Bunlar arasında yer alan aile çalışma dizaynı temelinde ebeveyn ve çocukların antropometrik korelasyon ve regresyon katsayılarının değerlendirilmesi çalışmaları, insanın biyolojik çeşitliliğinde genetik ve çevre faktörlerinin anlaşılması için ideal bir teknik olarak görülmekte ve yüzyıldan fazla süredir sürdürülmektedir. Bu akrabalık ilişkileri arasında ebeveyn-çocuk ve kardeş çiftlerinden bahsedilebilir. Az sıklıkta olmalarına rağmen, üvey kardeşler, evlatlık ve amca, yeğen, kuzen vb. gibi farklı akrabalık dereceleri üzerindeki bazı araştırmalar da literatürde yer almaktadır (Arya vd., 2002; Jelenkovic vd., 2008, 2010; Raychaudhuri vd., 2003; Rebato vd., 2000, 2005, 2007a,b; Rice ve Borecki, 2001; Salces vd., 2002, 2003, 2004a, b; Saranga vd., 2008; Sengupta ve Karmakar, 2007).

[†] Tipik bir Avrupa populasyonunda boy uzunluğundaki standart sapma (SS) 7 cm civarındadır. Populasyonun en uzun %5'i ile en kısa %5'inin ortalamaları populasyon ortalamasından yaklaşık 2.1 (SS) gösterir. Buradan boy uzunluğunda en uzun %5 ve en kısa %5 arasındaki fark yaklaşık 29 cm olarak hesaplanır (7×4.2). Populasyonda boy uzunluğu açısından gözlenen total varyansın 0.8'i ya da %80'i genetik varyans olarak tahmin edilir. Bu tahmini, populasyondaki boy uzunluğu dağılımının SS olarak ifadesi ile ilişkilendirebilmek için 0.8'in (-0.89) karesi alınır. Dolayısıyla populasyonun en uzun ve en kısa %5'i arasındaki ortalama 29 cm farkın yaklaşık 26 cm'si genetik faktörlere atfedilebilir (29×0.89).

Tablo 1’de farklı biyolojik yakınlık ilişkileri ve kalıtım derecesi tahminleri sunulmuştur.

Tablo 1. Çalışma Dizaynları ve Kalıtım Derecesi (h^2)

<i>Biyolojik Yakınlık İlişkisi</i>	<i>h^2</i>
İkiz	r_{mz} $(r_{mz} - r_{dz}) / (1 - r_{dz})$
Ebeveyn-çocuk	$2r_{ebeveyn-çocuk} / (1 + r_{ebeveyn})$ $b_{ebeveynort-çocuk}$ $2b_{ebeveyn-çocuk}$
Kardeş	$2r_{kardeş}$ $4r_{üveykardeş}$
İkinci dereceden	$2^r b_r$

r: korelasyon katsayısı, b: regresyon katsayısı, mz: monozigotik, dz: dizigotik

Kalıtım derecesinin tahmininde coğrafya ve zamana bağlı olarak gözlenen farklılıklar ile genetik ve çevre bileşenlerinin görelî katkıları ortaya konulmakla birlikte, bunların spesifik genlerle olan ilişkisi halen üzerinde çalışılan bir konudur. Bu nedenle farklı popülasyonlarda ya da aynı popülasyon içerisindeki farklı etnik gruplarda bu tür çalışmaların gerçekleştirilmesinin önemi vurgulanmaktadır (Raychaudhuri vd., 2003). Literatür incelendiğinde antropometrik karakterlerin kalıtımı çalışmalarının sayısının giderek artış göstermesine rağmen farklı popülasyonlar hakkındaki bilginin henüz yetersiz olduğuna işaret edilmektedir (Sengupta ve Karmakar, 2007; Susanne, 1982). Konu ile ilgili araştırmaların sayısının ülkemizde de oldukça sınırlı olduğu dikkat çekmektedir (Baydaş, 1998; Baydaş vd., 2005, 2007; Bektaş, 2010; Bektaş, 2013a,b; Bektaş, 2016; Bektaş vd., 2012; Onat, 1977). Bu bilgiler ışığında gerçekleştirilen çalışmamızda aile üyeleri arasında gözlenen fenotipik benzerlik ilişkileri temelinde bazı antropometrik karakterlerin kalıtım derecelerinin hesaplanması amaçlanmaktadır.

Materyal ve Metot

Çalışmanın örneklem grubunu Ankara kent merkezinde yaşayan, aralarında herhangi kan bağı bulunmayan ebeveynler ve öz çocuklarından oluşan 100 çekirdek aile oluşturmaktadır. Kesitsel yöntem (cross-sectional) izlenerek 97 baba, 99 anne, 87 erkek çocuk, 54 kız çocuk olmak üzere toplamda 337 bireyin antropometrik verilerine ulaşılmıştır. Örneklem grubunda yer alan bireylerin tamamı 7-60 yaş aralığındadır. International Biological Program

(IBP) ve Anthropometric Standardization Reference Manual (ASRM) öngördüğü teknikler doğrultusunda alınan boy uzunluğu, alttaraf uzunluğu, büst yüksekliği, tümkol uzunluğu, el uzunluğu, el genişliği, ayak uzunluğu, ayak genişliği, omuz genişliği ve kalça genişliği olmak üzere toplamda 10 antropometrik ölçü bu çalışmada değerlendirilmiştir (Lohman vd., 1988; Weiner ve Lourie, 1981). Veri analizi SPSS 23.0 programı ile gerçekleştirilmiştir.

İncelenen karakterler üzerinde seküler değişimin olası etkilerinden sakınmak ve farklı derecelerdeki aile ilişkilerini karşılaştırmak amacıyla her bir aile üyesi grubuna (babalar, anneler, erkek çocuklar, kız çocuklar) grup ortalaması ve yaş aralığı gözönünde bulundurularak ayrı ayrı standardizasyon yapılmıştır. Verilerin standardizasyonunda LMS metodundan yararlanılmış ve ileri analizlerde bu yolla elde edilen dönüştürülmüş standart sapma skoru değerleri (Z skoru değerleri) kullanılmıştır. LMS metodu ile bir ölçümün z skoru değeri, $Z = \frac{(\text{ölçüm}/M) - L}{S}$ formülü ile hesaplanmaktadır. Burada L çarpıklığı, M medyan değeri, S ise varyasyon katsayısını temsil etmektedir (Cole, 1988; Cole et al., 1998). Antropometrik karakterlerin kalıtım derecelerini belirlemek amacıyla, Baba-Anne (Eşler), Ebeveyn-Çocuk ve Kardeş-Kardeş grupları oluşturulmuş ve bu gruplar arasında gözlenen korelasyon katsayıları hesaplanmıştır. Antropometrik karakterlerin kalıtım derecesi tahminleri, hesaplanan bu korelasyon katsayıları kullanılarak Rice ve arkadaşlarının (1997) önerdiği aşağıdaki eşitlik yardımıyla gerçekleştirilmiştir.

$$h^2 = \frac{(r_{\text{kardeş}} + r_{\text{ebeveyn-çocuk}})(1 + r_{\text{eşler}})}{1 + r_{\text{eşler}} + 2r_{\text{eşler}} r_{\text{ebeveyn-çocuk}}}$$

Bulgular

Aile üyeleri arasında farklı antropometrik karakterler için gözlenen korelasyon değerleri Tablo 2'de sunulmuştur. Tablo 2 incelendiğinde aile üyeleri arasında anlamlı ilişkilerin en az gözlendiği grubun eşler olduğu görülmektedir. Ebeveyn-çocuk ve kardeş gruplarında gözlenen korelasyon değerlerinin daha yüksek ve anlamlı olduğu saptanmıştır. En yüksek korelasyon gösteren grubun ise kardeş grubu olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. Aile Üyeleri Arasında Gözlenen Korelasyonlar

Antropometrik Karakter	Eşler	Ebeveyn-Çocuk	Kardeş
Boy Uzunluğu	0.219*	0.409**	0.468**
Alt taraf Uzunluğu	0.208*	0.399**	0.421**
Büst Yüksekliği	0.212*	0.376**	0.460**
Tüm kol Uzunluğu	0.186	0.428**	0.498**
El Uzunluğu	0.151	0.426**	0.457**
El Genişliği	0.085	0.407**	0.326*
Ayak Uzunluğu	0.183	0.536**	0.539**
Ayak Genişliği	0.156	0.400**	0.282
Omuz Genişliği	0.145	0.339**	0.356*
Kalça Genişliği	0.108	0.423**	0.246

* $p \leq 0.05$, ** $p \leq 0.01$

Eşler arasında gözlenen en yüksek korelasyon değerinin boy uzunluğunda ($r=0.219$), en düşük korelasyon değerinin el genişliğinde olduğu ($r=0.085$) tespit edilmiştir. Yine eşler arasında boy uzunluğu ve bununla bağlantılı iki ölçüde anlamlı ilişkilerin varlığına rastlanmışken ($p \leq 0.05$), diğer antropometrik karakterler de bu anlamlı ilişki saptanamamıştır. Ebeveyn-çocuk çiftinde gözlenen en yüksek korelasyon değerinin ayak uzunluğu ölçüsünde ($r=0.536$), en düşük korelasyon değerine ise omuz genişliği ($r=0.339$) ölçüsünün sahip olduğu belirlenmiştir. Ebeveyn-çocuk çiftinde tüm antropometrik karakterler bakımından anlamlı ilişkilerin olduğu görülmektedir ($p < 0.01$). Kardeş çiftinde ise en yüksek korelasyon değerinin ayak uzunluğu ölçüsünde ($r=0.539$, $p \leq 0.01$), en düşük korelasyon değerinin ise kalça genişliği ölçüsünde ($r=0.246$) olduğu tespit edilmiştir. Gruplar genel olarak değerlendirildiğinde ise en yüksek korelasyon değerine ayak uzunluğu ölçüsünün sahip olduğu anlaşılmaktadır ($p \leq 0.01$).

Tablo 3. Antropometrik Karakterlerin Kalıtım Derecesi Tahminleri (h^2)

Antropometrik Karakter	Kalıtım Derecesi (h^2)
Ayak Uzunluğu	0.85
Tüm kol Uzunluğu	0.77
El Uzunluğu	0.76
Boy Uzunluğu	0.74
Büst Yüksekliği	0.70
Alt taraf Uzunluğu	0.69
El Genişliği	0.59
Omuz Genişliği	0.59
Kalça Genişliği	0.55
Ayak Genişliği	0.55

Rice ve arkadaşlarının (1997) önerdiği eşitlikten yararlanılarak hesaplanan kalıtım derecesi tahminleri Tablo 3'te sunulmuştur. Tablo 3'te incelenen antropometrik karakterlerin kalıtım derecesi tahminlerinin %55 ile %85 arasında değiştiği görülmektedir. En düşük kalıtım derecesi değeri ayak genişliğinde, en yüksek kalıtım derecesi değeri ise ayak uzunluğunda gözlenmiştir. Ek olarak uzunluk ölçülerinin genişlik ölçülerine göre daha yüksek kalıtım derecesi değerlerine sahip olduğu anlaşılmaktadır.

Tartışma ve Sonuç

Genom araştırmalarının kantitatif karakterlerin etkileşim gösterdiği gen bölgelerinin tanımlanmasında daha güçlü, güvenilir ve popüler teknikler olması yanında, bu genetik analiz tekniklerinin maliyetinin yüksek oluşu, gelişmekte olan ülkelerde bu tür araştırmaların gerçekleştirilmesini zorlaştırmaktadır. Böyle durumlarda genetik kontrol derecesinin tahmini daha basit olan korelasyon ve regresyon analizleri temelinde gerçekleştirilen ailesel benzerlik çalışmaları ile gerçekleştirilmektedir (Salces vd., 2003; Sengupta ve Karmakar, 2007).

Seçilen çalışma dizaynı ne olursa olsun, antropometrik karakterlerin özellikle korelasyon katsayısı temelinde kalıtım derecesi tahmini çeşitli doğal faktörlerden etkilenmektedir. Bu faktörler arasında seçkili eş seçimi (Allison vd., 1996; Sanchez-Andres ve Mesa, 1994a; Salces vd., 2004b), cinsiyet etkisi (Mueller ve Malina, 1980), ebeveyn etkisi (Byard vd., 1989; Lande ve Kirkpatrick, 1990), yaş etkisi (Rebato vd., 1997) ve ortak çevre etkisi (Rebato ve Salces, 2007) gibi faktörler sayılabilir.

Bu çalışmada ebeveynler arasında boy ile bileşenleri alttaraf uzunluğu ve büst yüksekliğinde gözlenen anlamlı korelasyonlar, örneklem grubunda yer alan bireylerin eşleşmesinde benzer fiziksel özelliklerin tercih sebebi (seçkili eş seçimi-assortative mating) olabileceğine işaret etmektedir. Farklı populasyonlar üzerinde gerçekleştirilmiş olan çalışmalarda da benzer bulgulara rastlamak mümkündür (Kaur ve Singh, 1981; Kapoor vd., 1985; Salces vd., 2004b).

Farklı jenerasyondan olan ebeveynler ve çocukları ile aynı jenerasyon bireyleri olan kardeşler karşılaştırıldığında, kardeşlerin doğum öncesinde ve doğum sonrasında daha homojen bir çevreyi paylaştıkları bilinmektedir. Dolayısıyla kardeşler arasında gözlenen korelasyonun ebeveyn-çocuk çiftine göre daha yüksek olması ailesel benzerlikteki ortak çevre etkisinin derecesini de yansıtmaktadır (Tablo 2). Literatürde birçok çalışmada ortak çevre etkisine ilişkin kanıtlara rastlamak mümkündür (Rebato vd., 2005; Rebato ve

Salces, 2007; Salces vd., 2002). Bu çalışma da literatüre benzer bulgular elde edilmiştir. Ek olarak literatürde yetişkin kardeşlerin de incelendiği bazı araştırmalarda kardeşler arasındaki korelasyonun yaş ile birlikte değişimine ilişkin bulgulara da yer verilmektedir.

Aile üyeleri arasında antropometrik değişkenlerde gözlenen yakın ve anlamlı ilişkiler bir genetik kontrolün varlığına atfedilmektedir (Kapoor ve ark., 1985; Sharma ve ark. 1984, Sharma, 1986). Bu çalışmada da incelenen antropometrik karakterlerin aile üyeleri arasında gösterdiği korelasyonların anlamlı olması genetik faktörlerin önemli bir etkisinin olduğuna dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, genetik faktörün etkisinin tüm antropometrik özelliklerde aynı derecede olmadığı, çevre faktörlerinin bu etkide dalgalanmalar yarattığı gözlenmiştir (Tablo 2, 3).

Bu çalışmada incelenen antropometrik karakterlerin kalıtım derecesinin %55'ten büyük olduğu tespit edilmiştir. En yüksek kalıtım derecesine sahip antropometrik ölçü ayak uzunluğu (%85), en düşük kalıtım derecesine sahip antropometrik ölçü ise ayak genişliği (%55) olarak belirlenmiştir. Sengupta ve Karmakar (2007) antropometrik değişkenlerin kalıtım derecelerinde gözlenen bu farklılığın, genetik faktörler ile lokal çevrenin etkileşiminin her bir özellik için spesifik olmasından kaynaklanabileceğinin altını çizmektedirler. Bununla birlikte çalışmada incelenen karakterler içerisinde düşük kalıtım derecesine sahip antropometrik ölçülerin çoğunlukla genişlik ölçüleri olduğu dikkat çekmektedir. Literatürde bu bulguyu destekler şekilde uzunluk ölçülerinin genişlik ölçülerine göre daha yüksek kalıtım derecesine sahip olduklarını gösteren araştırmalara rastlamak mümkündür (Kaur ve Singh 1981; Nikolova ve Susanne, 1996; Sanchez-Andres ve Mesa, 1994b). Bu durumun antropometrik karakterlerin büyüme şeklindeki farklılıktan kaynaklanabileceği üzerinde durulmaktadır. Şöyle ki, bir kemiğin uzunlaşmasına büyümesi kırıkdağın diafizyal yüzeyinin ossifikasyonu (kemikleşme), enine büyüme ise kemik zarı yoluyla kemik yüzeyine yeni kemik katmanlarının eklenmesiyle gerçekleşir. Büyüme ve gelişme döneminde enine büyümenin uzunlaşmasına büyümeye göre fiziksel ve psikolojik strese karşı daha hassas olduğu ifade edilmektedir (Sengupta ve Karmakar, 2007; Wilson ve Waugh, 1996). Kemik doku üzerinden alınan ölçülerde daha yüksek olarak gözlenen genetik kontrol etkisinin, genişlik ölçülerinde azalma eğiliminde olması, genişlik ölçülerinin çevreye karşı daha büyük hassasiyetini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmada incelenen antropometrik karakterlerin %55 ile %85 arasında kalıtım derecesine değerine sahip olmaları güçlü bir genetik kontrolün etkisini yansıtmakla birlikte, tahminlerin tüm antropometrik

karakterlerde aynı derecede olmadığı çevre faktörlerinin bunda dalgalanmalara sebep olduğu gözlenmiştir.

Teşekkür

Bu araştırmanın gerçekleştirilmesi için evlerinin kapısını açan ailelere ve buna katkı sağlayan Prof. Dr. Ş. Önder ÖZKURT, Yrd. Doç. Dr. Seda Karaöz ARIHAN, Yrd. Doç. Dr. Nevin ŞİMŞEK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKÇA

- Allison, D.B., Neale, M.C., Kezis, M.I., Alfonso, V.C., Heshka, S., Heymsfield, S.B. (1996) "Assortative mating for relative weight: Genetic implications". *Behaviour Genetics* 5.26, ss.103-111.
- Arya, R., Duggirala, R., Comuzzie, A.G., Puppala, S., Modem, S., Busi, B.R., Crawford, M.H., (2002) Heritability of anthropometric phenotypes in caste populations of Visakhapatnam, India. *Human Biology* 74:325-344.
- Baydaş, B., Erdem, A., Yavuz I., Ceylan, I. (2007) "Heritability of facial proportions and soft-tissue profile characteristics in Turkish Anatolian sibs". *Am J Orthod Dentofacial Orthop* cilt 131, S.4, ss. 504-509.
- Baydaş, B., Oktay, H., Dağsuyu, I.M. (2005) "The effect of heritability on Bolton tooth-size discrepancy". *Eur J Orthod* 5.27, ss. 98-10.
- Baydaş, B. (1998), *Heritability of dentofacial measurements as assessed from sibs* (thesis). Erzurum, Turkey: Atatürk University.
- Byard, P.J., Siervogel RM, Roche AF. (1989) "X-linked pattern of inheritance for serial measures of weight/stature". *Ann Hum Biol* 5.1, ss. 443-449.
- Bektaş, Y. (2010) Genetik ve Çevrenin Antropometrik Özellikler Üzerine Etkisi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara.
- Bektaş, Y. (2013a) Antropometrik karakterlerin ailesel benzerliği ve kalıtım derecesi, 5. Ulusal Biyolojik Antropoloji Sempozyumu 24-25 Ekim 2013 Ankara.
- Bektaş, Y. (2013b) Boy ve ağırlık ölçülerinde aile üyeleri arasında gözlenen korelasyonlar, 5. Ulusal Biyolojik Antropoloji Sempozyumu 24-25 Ekim 2013 Ankara.
- Bektaş, Y. (2016) "Familial resemblance for height and weight in Ankara, Turkey", *Anthropology and Public Health*, M. Vidovic (Ed.). National Institute of Public Health, Ljubljana, Slovenia. 289-302.
- Bektaş, Y., Akın, G., Saeidlou, SN. (2012) Heritability estimates of body height and weight in families from Ankara, Turkey, 18th Congress of the European Anthropological Association August 3 – 6 September, Ankara, Turkey.

- Cole, T.J. (1988) Fitting smoothed centile curves to reference data, *J R Statist Soc A* 151(3):385-418.
- Cole, T.J., Freeman, J.V., Preece, M.A. (1998) British 1990 growth reference centiles for weight, height, body mass index and head circumference fitted by maximum penalized likelihood. *Statistics in Medicine* 17:407-429.
- Jelenkovic, A., Poveda, A., Susanne, C., Rebato, E. (2008) "Contribution of Genetics and Environment to Craniofacial Anthropometric Phenotypes in Belgian Nuclear Families". *Human Biology* 80, S.6, ss. 637–654.
- Jelenkovic, A., Poveda, A., Susanne, C., Rebato, E. (2010) "Common genetic and environmental factors among craniofacial traits in Belgian nuclear families: Comparing skeletal and soft-tissue related phenotypes". *Homo* 61, S.3, ss. 191-203.
- Kapoor S., Kapoor, A.K., Bhalla, R., Singh, I.P. (1985) "Parent-offspring correlation for body measurements and subcutaneous fat distribution". *Human Biology* 57, ss. 141–150.
- Kaur, D.P. ve Singh, R. (1981) "Parent-adult offspring correlations and heritability of body measurements in a rural Indian population". *Ann Hum Biol* 8, ss. 333-339.
- Lande, R., Kirkpatrick, M. (1990) "Selection response in traits with maternal inheritance". *Genetical Research in Cambridge* 55, ss. 189-197.
- Lohman, T.G., Roche, A.F., Martorell, R. (1988) Anthropometric standardization reference manual,ampaign, IL: Human Kinetics Books.
- Mueller, W.H., Malina, R.M. (1980) "Genetic and environmental influences on growth of Philadelphia black and white schoolchildren". *Ann Hum Biol* 7, ss. 441- 448.
- Nikolova, M. ve Susanne, C. (1996) "Familial resemblance for anthropometrical traits in Bulgarian population". *Int J Anth* 11, ss. 17-33.
- Onat, T. (1977) "The influence of genetical and environmental factors on female adult height", *Growth and Development, Physique Symp. Biol. Hung.* 20, ss. 43-48.
- Raychaudhuri, A., Ghosh, R., Vasulu, T.S., Bharati, P. (2003) "Heritability estimates of height and weight in Mahishya caste population". *Int J Hum Genet* 3, s. 151–154.
- Rebato, E., Salces, I., San Martin, L., Rosique, J., Hauspie, R.C., Susanne C. (1997) "Age variations in sibling correlations for height, sitting height and weight". *Ann Hum Biol* 24, ss. 585–592.
- Rebato, E., Salces, I., Rosique, J., San Marti'n, L., Susanne, C. (2000) "Analysis of sibling resemblance in anthropometric somatotype components". *Ann Hum Biol* 27, ss. 149–161.

- Rebato E, Salces I, Saha R, Sinha M, Susanne C, Hauspie RC, Dasgupta P. (2005) "Age trends of sibling resemblance for height, weight and BMI during growth in a mixed longitudinal sample from Sarsuna–Barisha, India". *Ann Hum Biol* S.32, ss. 339–350.
- Rebato, E. ve Salces, I. (2007) Heritability of the anthropometric traits, In: *Essentials of Biological Anthropology*, Blaha, P. Susanne, C. Rebato, E. (eds). Karolina Press.
- Rebato, E., Jelenovic, A., Salces, I. (2007a) "Heritability of the somatotype components in Biscay families". *Journal of Comparative Human Biology* S. 58, ss. 199- 210.
- Rebato, E., Salces, I., Jelenkovic, A., Susanne, C. (2007b) "Familial resemblance in fatness and fat distribution in nuclear families from Biscay (Basque country)". *Human Ecology Special Issue* S. 15, ss. 23-29.
- Relethford, J.H. (2007) The use of quantitative traits in anthropological genetic studies of population structure and history, In: *Anthropological Genetics: Theory, methods and applications*, Ed: Michael Crawford, Cambridge University Press, UK.
- Rice, T.K., Borecki, I.B. (2001) "Familial resemblance and heritability". *Adv Genet* S. 42, ss. 35–44.
- Rice, T., Warwick Daw E., Gagnon, J., Bouchard, C., Leon, A.S., Skinner, J.S., Wilmore, J.H. ve Rao, D.C., (1997) Familial resemblance for body composition measures: The HERITAGE Family Study. *Obes. Res.* 5:557-562.
- Salces, I., Rebato, E., Susanne, C., San Martin, L., Rosique, J., Vinagre, A. (2002) "Family resemblance for anthropometric traits. II. Assessment of occupational maternal and age effects". *Homo* S.52, ss. 201–213.
- Salces I, Rebato E, Slachmuylder JL, Vercauteren M, Rosique J, Susanne C. (2003) "Genetic and environmental sources on familial transmission in Basque families. II. Stature, weight and body mass index". *Ann Hum Biol* S. 30, ss. 176–190.
- Salces I, Susanne C., Rebato E. (2004a) Familial correlations in body fatness indicators in the Biscay population. (In) *Biennial Books of EAA* (Ed) Susanne, C., Bodzsar, E., ELTE University Press.
- Salces I, Rebato E, Susanne C. (2004b) "Evidences of phenotypic and social assortative mating for anthropometric and physiological traits in couples from the Basque Country (Spain)". *Journal of Biosocial Science* S. 36, ss. 235–250.
- Sanchez-Andres, A., ve Mesa, M.S. (1994a) "Assortative mating in a Spanish population: effects of social factors and cohabitation time". *J Biooc Sci* S.26, ss. 441-450.

- Sanchez-Andres, A. ve Mesa, M.S. (1994b) "Heritabilities of morphological and body composition characteristics in a Spanish population". *Anthropol Anz* S.52, ss. 341–349.
- Saranga, S.P.J., Prista, A., Nhantumbo, L., Beunen, G., Rocha, J., Williams-Blangero, S., Maia, L.A. (2008) "Heritabilities of Somatotype Components in a Population from Rural Mozambique". *Am J of Hum Biol* S.20, ss. 642–646.
- Sengupta, M. ve Karmakar, B. (2007) "Inheritance of six anthropometric traits in Vaidyas of West Bengal, India". *Ann Hum Biol* cilt34, S.1, ss. 80–90.
- Sharma K, Byard PJ, Russel JM, Rao DC. (1984) A family study of anthropometric traits in a Punjabi community. I. Introduction and familial correlations. *Am J Phys Anthropol* 63:389–395.
- Sharma, K. (1986) "Heritability of morphological traits in a Punjabi population of India". *Z Morph Anthropol* S.77, ss. 87–93.
- Susanne, C. (1975) "Genetic and environmental influences on morphological characteristics". *Ann Hum Biol* S.2, ss. 279–287.
- Susanne, C. (1976) *Heredity of anthropometric measurements: analysis with the method of Fisher (1918)* Laboratorium V. Anthropogenetika. Brussels: Vrije Universiteit Brussels.
- Susanne, C. (1977) "Heritability of anthropological characters". *Human Biology* S.49, ss. 573-580.
- Susanne, C. (1979) "Assortative mating: Biodemographical structure of human populations". *J Hum Evol* S.8, ss. 799–804.
- Susanne, C. (1982) "Quantitative genetics during the growth period of children: Methodology and factors". *Anthrop Közl* S.26, ss. 5-11.
- Susanne, C. (1994) "Genetics of growth". *Auxology 94, Human Biology Budapest*. S.25, ss. 31-39.
- Susanne, C., Rebato, E., Vercauteren, M., Salces, I., San Martin, L., Rosique, J. (2000) "Human growth and development, genetic and/or environmental interpretations". *Human Ecology Special Issue* S.9, ss. 201-211.
- Towne, B., Demerath, E.W., Czerwinski, S.A. (2002) The genetic epidemiology of growth and development, In: *Human Growth and Development* Ed: Noel Cameron, Academic Press, New York.
- Visscher, P.M. (2008) Sizing up human height variation. *Nature Genetics* 40:489-490.
- Weiner, J.S., Lourie, J.A. (1981) *Practical Human Biology*. New York: Academic Press.
- Wilson, K.J.W., Waugh, A. (1996) *Anatomy and physiology in health and illness*. London: Harcourt Brace.