

## Derleme

## Biyoelektrik İmpedans Analizi Parametrelerinden Faz Açısının, Tanısal Kriter Olarak Olası Rolü

### Possible Role of Phase Angle From Bioelectric Impedance Analysis Parameters As Diagnostic Criteria

Eren Canbolat

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Turizm Fakültesi, Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü, Samsun, Türkiye

#### Özet

Biyoelektrik İmpedans Analizi (BİA) güvenli, hızlı, non-invaziv ve kısmen düşük maliyeti içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması nedeniyle kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir. BİA analizi sonuçlarından elde edilen vücut yağ yüzdesi, vücut su miktarı (TBW), vücut su yüzdesi, hücre dışı sıvı miktarı (ECW), hücre içi sıvı miktarı (ICW) gibi parametreler ile bireylerin vücut kompozisyonu, hastalık seyri ve genel sağlık durumları değerlendirilebilmektedir. Son yıllarda bu parametreler arasında faz açısı da kullanılmaya başlanmıştır. BİA analizinden elde edilen empedans bileşenleri sayesinde hesaplanan faz açısı, beslenme durumunun ve morbidite riskinin belirlenmesi için nesnel ve hızlı bir araç olduğundan yoğun ilgi çekmektedir. Faz açısının bozulan klinik durum ve çeşitli hastalıkların mortalitesinde iyi bir parametre olduğu belirtilmektedir. Literatürde faz açısıyla hastalık, fiziksel aktivite düzeyi, beslenme durumu gibi birçok etken arasındaki ilişkiyi inceleyen çok fazla sayıda çalışma mevcuttur. Ancak hastalıklara, bireylere veya başka etmenlere özgü referans değerler henüz belirlenmemiştir. Bu derleme yazıda faz açısı ve faz açısını etkileyen faktörler incelenerek, faz açısının vücut kompozisyonu, hastalık seyri ve genel sağlık durumunun değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir parametre olup olamayacağı tartışılacaktır.

**Anahtar Kelimeler:** Biyoelektrik Özdirenç, Antropometri, Vücut Bileşimi, Beslenme Bilimi.

#### Abstract

Bioelectric Impedance Analysis (BIA) is an effective evaluation method which is safe, fast, non-invasive and partly low cost and thus it is a frequently used method in the evaluation of body composition of patients in clinics because it. Body composition, disease course and general health status of individuals can be evaluated by parameters such as body fat percentage, total body water (TBW), body water percentage, extracellular water (ECW) and intracellular water (ICW) obtained from the results of BIA analysis. In recent years, phase angle has begun to be used among these parameters. The phase angle calculated by the impedance components obtained from the BIA analysis is of great interest since it is an objective and rapid tool for determining the nutritional status and the risk of morbidity. It is stated that the phase angle is a good parameter in the clinical condition and the mortality of various diseases. In literature, many studies examining the relationship between phase angle and disease, physical activity level, nutritional status, and many other factors exist. However, reference values specific to diseases, individuals or other factors have not been determined yet. In this review article, by examining the phase angle phenomenon itself and factors affecting, it will be discussed whether phase angle can be used as a parameter to evaluate body composition, disease course and general health status.

**Keywords:** Bioelectric Impedance, Anthropometry, Body Composition, Dietetics.

#### Giriş

Vücut kompozisyonunun belirlenmesinde doğrudan ve dolaylı ölçüm yöntemleri olmak üzere iki yaklaşım bulunmaktadır. Doğrudan yöntemler, insan ve hayvan kavrularını bir takım kimyasal işlemlerle dokularına ayırarak farklı dokuların miktarını belirleme temeline dayanmaktadır (1). Diğer tüm yöntemler dolaylı olmakla birlikte birçok vücut bileşeni ölçüm tekniğinin iki yönden dolaylı olduğu (doubly-indirect) bilinmektedir. Doğrudan yöntemler hayvan ve insan kavrularının incelenmesi, dolaylı yöntemler ise laboratuvar yöntemleri ve saha yöntemleri olarak ikiye ayrılmaktadır (2). Laboratuvar yöntemleri; su altı tartma yöntemi, potasyum 40 yöntemi, dilüsyon yöntemleri, ultrasonografi, dual enerji X-ışını absorpsiyometri (DEXA) ve radyolojik tekniklerdir. Saha yöntemleri ise antropometrik

ölçümler ve biyoelektrik impedans analizidir (BİA) (2, 3).

Vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde en önemli soru hangi yöntemin referans yöntem olduğu ya da altın standart olarak kullanılacağıdır. Genellikle su altı ağırlık ölçümü, dilüsyon yöntemleri ve toplam vücut potasyumu değerlendirmeleri diğer dolaylı yöntemlerin onaylanmasında referans yöntemler olarak kullanılmaktadır (4).

Ancak vücut kompozisyonunu belirlemek için kullanılan referans metotlar zaman alıcı, zor ve maliyetlidir. Alternatif bir yöntem BİA'dır.

BİA güvenli, hızlı, non-invaziv ve kısmen düşük maliyeti içermesi, etkili bir değerlendirme yöntemi olması nedeniyle kliniklerde, hastaların vücut kompozisyonlarının değerlendirilmesinde sık kullanılan bir yöntemdir (5, 6).

BİA insan vücuduna çok düşük düzeyde ve farklı frekanslarda elektrik akımı verilerek vücut kompozisyonunu saptama prensibine dayanmaktadır.

Verilen elektrik akımıyla elektrik empedansı (Z) belirlenmekte ve elde edilen empedans değerinin sabit denklemlerde yerine konması ile vücut yağ yüzdesi (%), vücut yağ miktarı (FM), yağsız vücut yüzdesi (%LBM), yağsız vücut kütlesi (LBM), vücut su miktarı (TBW), vücut su yüzdesi, hücre dışı sıvı miktarı (ECW), hücre içi sıvı miktarı (ICW) belirlenmektedir (7, 8). BİA analizi sonuçlarından elde edilen bu parametrelerle bireylerin vücut kompozisyonu, hastalık seyri ve genel sağlık durumları değerlendirilebilmektedir. Son yıllarda faz açısının da bu parametreler içinde yer almaya başladığı görülmektedir. Yapılan çalışmalarda faz açısının hastalık, fiziksel aktivite düzeyi, beslenme durumu gibi birçok etkenle incelendiği anlaşılmaktadır. Literatürde faz açıyla ilgili yapılmış çalışma sayısı fazla olmasına rağmen; diğer BİA parametrelerinin aksine faz açısı için henüz bireylere özgü referans değerler belirlenememiştir. Bu derlemede, faz açısı ve

**Tablo 1.** BİA ölçümü öncesi dikkat edilmesi gereken durumlar <sup>4</sup>

1. Normal oda sıcaklığında ölçüm yapılmalıdır. Serin ortam (14 °C ve altı) deri ısısında düşmeye bu da toplam vücut direncinde önemli bir artışa ve yağsız vücut kütlesinin ölçüm sonuçlarında bir azalmaya neden olabilir.	6. Testten dört saat öncesi çay, kahve, kola gibi kafein içeren içeceklerin içilmemelidir.
2. Ölçüm öncesi en az dört saatlik açlık gereklidir.	7. Test öncesi çok su içilmemesi gereklidir.
3. 24-48 saat öncesinden ağır fiziksel aktivite yapılmamalıdır.	8. Menstruasyon döneminde ölçüm alınmamalıdır.
4. 24 saat öncesi alkol kullanılmamalıdır.	9. Bireyin üzerinde metal takı vb. bulunmamalıdır.
5. Testten 30 dk önce idrara çıkmış olması gereklidir.	10. Ölçüm yapılan kişide kalp pili bulunmamalıdır.

\* (BİA):Biyoelektrik İmpedans Analiz

## BİA'NIN BİLEŞENLERİ

### Frekans

BİA kullanımı sırasında uygulanan akımın frekansına bağlı olarak, hücre zarları iletken ya da kapasitif etki gösterir. Düşük frekanslarda hücre zarları kapasitif etki gösterip elektrik akımının geçişine engel oluştururlar.

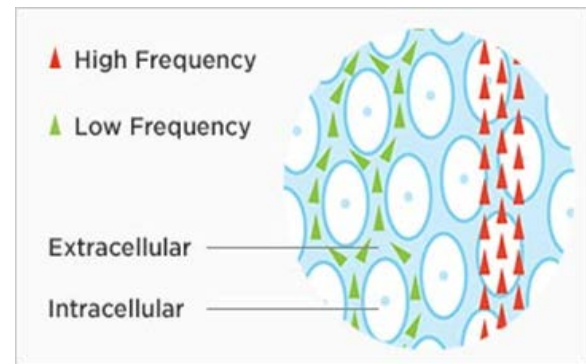
Bu nedenle düşük frekanslı akımlarda sadece ekstrasellüler sıvı hakkında bilgi sahibi olunabilir. Yüksek frekanslarda ise hücre zarının kapasitif etkisi kaybolur ve elektrik akımı hem hücre içi hem de hücre dışı sıvıdan geçer. Bu nedenle teorik olarak, yüksek frekanslı akım uygulandığındaki empedans ekstrasellüler ve intrasellüler olmak üzere toplam sıvı miktarını yansıtır (Şekil 1) (4, 7, 11).

Kullanılan frekans değerlerine göre iki tip BİA sistemi vardır. Tek frekanslı BİA yöntemi Klasik BİA yöntemi olarak bilinmektedir.

faz açısını etkileyen faktörler incelenerek, faz açısının vücut kompozisyonu, hastalık seyri ve genel sağlık durumunun değerlendirilmesinde kullanılabilecek bir parametre olup olmayacağı tartışılacaktır. Ayrıca faz açısının elde edilmesinde kullanılan BİA bileşenlerine (frekans ve empedans) yönelik tanımlayıcı bilgiler sunulacaktır.

### BİA Ölçümü Öncesinde Bilinmesi Gerekenler

BİA yöntemi çocuklarda, gençlerde, yetişkinlerde ve yaşlılarda vücut kompozisyonu değerlendirilmesinde etkili bir yöntem olarak kullanılmaktadır. Sıvı dengesizliği veya vücut şeklinde herhangi bir anormalliği olmayan beden kütle indeksi (BKİ) değeri 16-34 kg/m<sup>2</sup> arasında değişen sağlıklı bireylerde BİA değerlendirmesi güvenilirdir (9). Hidrasyon durumu, ekstra ve intrasellüler sıvı dağılımı bozulan, karaciğer sirozu, böbrek yetmezliği, kardiyak yetmezlik ve morbid obez hastalarda BİA değerlendirilmesi güvenilir olmayabilir (10). Bu durumlar dışında doğru bir sonuç elde edebilmek için BİA ölçümünden önce dikkat edilmesi gereken bazı önemli noktalar Tablo 1'de gösterilmiştir (4).

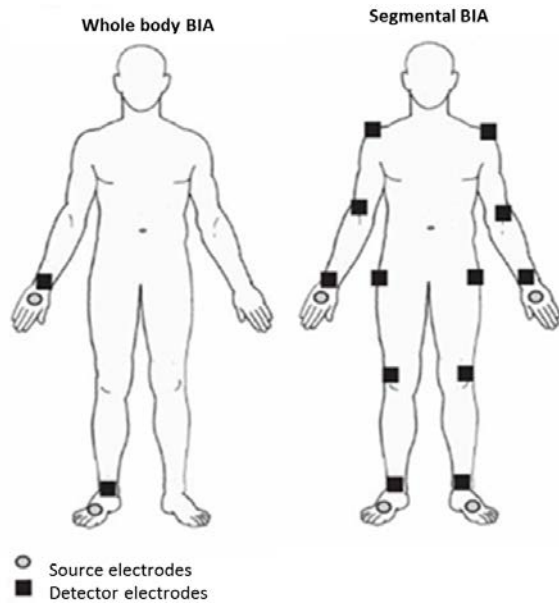


**Şekil 1.** Frekans büyüklüklerine göre hücreden elektrik akım geçişleri <sup>11</sup>

Vücuttaki el, ayak, el ve ayak bileğine bağlı elektrotların kullanımını içermektedir. Elden ele, ayaktan ayağa veya el ve ayakların dorsal bölgelerinde olacak şekilde dört elektrot içeren modelleri bulunmaktadır. Elektrotlar 50 kilohertz (kHz)'lik akımı vücuda iletmekte ve empedans değerleri ölçülmektedir. Tek frekanslı

BİA, TBW ve LBM analizinde en sık kullanılan yöntem olmakla beraber, TBW'nin hücre içi ve dışını kısımlarını ayırt etmede yetersizdir. Tek frekanslı BİA ölçümleri hidrasyon durumu belirgin bir şekilde değişmiş kişilerde anlamlı değildir ancak normal hidrate kişilerde, yağsız kitle veya total vücut suyunu kolaylıkla hesaplayabilir (4, 5, 7, 12). Multifrekans BİA uygulamasıyla farklı frekans sahalarını kullanarak (0,1,5,50,100, 200, 500 kHz) yağsız vücut kitlesi, TBW, ICW, ECW miktarlarını belirlenmektedir. Akım düşük frekansta esas olarak ekstrasellüler sıvıdan geçerken yüksek frekansta bütün vücut hücrelerinden geçmektedir. 10 kHz frekansının altında verilen bir akım esas olarak ekstrasellüler sıvıdan geçerken; 100 kHz civarındaki daha yüksek frekanslarda verilen akım ise hem ekstrasellüler hem intrasellüler sıvılardan geçebilir. Multifrekans BİA, sıvı değişimlerini ve sıvı dengesini daha iyi açıklamakta olup hidrasyon seviyesindeki değişimleri incelemede de kullanışlıdır. Yağ kütlesi hakkında bilgi sağlamanın yanında multifrekans BİA'nın tek frekanslı BİA'ya göre, ekstremitte iskelet kaslarını değerlendirme avantajı vardır (4, 5, 7). Ancak genel olarak Multifrekans BİA yöntemlerinin, tek frekanslı BİA yöntemine kıyasla vücut kompozisyonu tahminini iyileştirmede; yalnızca TBW ve ECW daha kesin bir değer ortaya koyduğu belirtilmektedir (12).

Tüm vücut kompozisyonunu tahmin etmek için formüllere dayanan geleneksel tek frekanslı Klasik BİA yöntemi yerine direkt segmental multifrekans (DSM) tekniği dayanan BİA yöntemi doğrudan vücudun her bir segmentinden empedansı ölçmekte ve insan vücudunun beş bölümde incelenmektedir (Şekil 2).



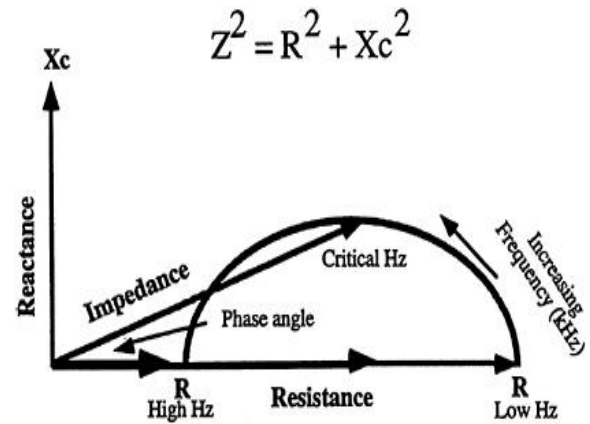
Şekil 2. Klasik ve segmental BİA analizinin şematik gösterimi<sup>14</sup>

DSM yöntemi vücut hücre kitlesi ve vücut kompozisyonunun değerlendirilmesinde geçerli bir araçtır. DSM yönteminin Klasik BİA yöntemine göre toplam kas miktarının saptanmasında daha üstün bir yöntem olduğu ifade edilmektedir (12, 13, 14).

### Empedans

Bir madde içinden geçen alternatif akıma karşı frekansa bağımlı olan elektriksel geçirgenliğin karşılığı empedans (Z) olarak tanımlanır. Birimi OHM'dir ( $\Omega$ ). Biyolojik maddelerin alternatif akıma karşı oluşturdukları direnç biyoempedans olarak tanımlanır. Biyolojik dokulara alternatif akım uygulandığında biyoempedans yerine empedans terimi kullanılabilir. Elektrik akımları suyun çok olduğu vücut dokularından (kan, idrar ve kaslar) az olduğu dokulara göre (kemik, yağ ve deri) daha kolay geçmektedir (7, 15).

Biyolojik sistemlerde empedansın rezistans (R) ve reaktans (Xc) olmak üzere iki bileşeni vardır. Yani vücut elektrik akımına iki tür direnç gösterir. Empedans matematiksel olarak  $Z^2=R^2+Xc^2$  denklemi ile tanımlanır (Şekil 3). Rezistans hücre içi ve hücre dışı sıvıların oluşturduğu dirençtir. Rezistans dokunun su ve elektrolit içeriğiyle ters ilişkilidir. Reaktans ise hücre membranlarının oluşturduğu dirençtir. Yüksek reaktans değerleri bütünlüğü bozulmamış hücre membranı sayısı ile orantılıdır ve vücut hücre kitlesinin indirekt bir ölçütüdür (9, 10, 12, 16).



Şekil 3. Empedans ve faz açısı<sup>9</sup>

### FAZ AÇISI

Reaktansın (Xc) rezistansa (R) bölümünün arktanjanı ile  $57,296'$ 'nın çarpımı yani  $\arctan(Xc/R) \times 180/\pi$  formülü ile hesaplanan faz açısı; son dönemde popüler olan ve bozulan klinik durum ile çeşitli hastalıkların mortalitesinin yüksek oranda tahminini sağlayan BİA parametresidir (10). Faz açısının hemodiyaliz (17), kanser (18), insan immün

yetmezlik sendromu (HIV) (19), karaciğer (20) ve geriatric (21) hastalıkların prognoz ve mortalitesinde iyi bir belirteç olduğu belirtilmektedir. Faz açısı, beslenme durumunun ve morbidite riskinin belirlenmesi için nesnel ve hızlı (2 dakikadan kısa) bir araç olduğundan yoğun ilgi çekmektedir. Buna karşın diğer nutrisyonel tarama araçları, aynı zamanda noninvaziv olmasına rağmen daha fazla zaman gerektirir ve oldukça subjektiftir (12). BİA yöntemiyle güvenilir bir faz açısı değeri hesaplayabilmek için yetişkin bireylerde yağsız doku kütesinin %69-75 arasında su içermesi gerektiği belirtilmektedir (10, 22).

Düşük faz açısı değeri düşük reaktans, hücre ölümü veya hücre zarının seçici geçirgenliğinin bozulması durumunu yansıtmaktadır (23). Yüksek faz açısı değerleri ise yüksek reaktans ve daha büyük miktarlarda bozulmamış hücre membranları ile ilişkilidir. Yüksek faz açısı güçlü hücre membranı ve en iyi hücre fonksiyonu durumunu göstermektedir (13). Bu yüzden faz açısının hücre sağlığı durumunun en iyi belirteci olduğu ifade edilmektedir (24). İdeal yapıdaki hücre membran yapısı için faz açısının 5-7° arasında olması gerekmektedir (25). Genel olarak sağlıklı bireylerde faz açısının 5-7° arasında olduğu; sporcularda ise 9,5°'ye kadar ulaşabildiği söylenmektedir. Artan yaş ve kas kaybıyla ilişkili olarak reaktanstaki azalma, artan yağ dokusu ve vücut suyunda azalma rezistansta artış ile sonuçlanmakta ve faz açısı azalmaktadır. Ayrıca yaşlı bireylerde kas kaybına bağlı olarak düşük faz açısı aynı zamanda düşük ICW ve artan ECW belirteci olarak gösterilebilir. Ancak faz açısı için henüz referans değerler belirlenmemiştir (10, 13).

## FAZ AÇISINI ETKİLEYEN FAKTÖRLER

### Cinsiyet ve Yaş

Faz açısı cinsiyet, yaş, fiziksel aktivite, beslenme ve hastalık durumu gibi birçok değişkenden etkilenmektedir. Geniş kapsamlı yapılan bir çalışmada 1013 sağlıklı yetişkin bireyin faz açıları incelenmiş ve erkeklerde ortalama faz açısı 6,1±0,8° iken kadınlarda 5,6±0,7° olarak bulunmuştur (26). Barbosa-Silva ve ark. yaptıkları çalışmada; 18-94 yaş aralığındaki 1967 sağlıklı yetişkin bireyin ortalama faz açısı 6,93±1,15° olarak bulunmuştur.

Yine bu çalışmada faz açısının tüm yaş gruplarında erkeklerde daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Ayrıca her iki grupta da artan yaş ile birlikte faz açısı değerlerinde azalma görülmektedir. Erkeklerde genç grupta (18-20 yaş) ortalama faz açısı 7,90°; yaşlı grupta (≥70

yaş) 6,19° iken kadınlardan bu oranlar sırasıyla 7,04° ve 5,64° olarak belirlenmiştir (27). Barrea ve ark. yaptıkları çalışmada normal vücut ağırlığındaki bireylerin 29-38 yaş aralığında en yüksek faz açısı değerine sahip olduğu (Erkek:6,72±0,39°/ Kadın:6,07±0,16°), 49-58 yaş aralığında ise bireylerin faz açılarının düştüğü (Erkek:6,10±0,34°/ Kadın:5,52±0,06°) tespit edilmiştir (26). İncelenen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda erkeklerde faz açısının kadınlara göre; genç yaştaki bireylerin ileri yaştaki bireylere göre daha yüksek faz açısı değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Bu durumun sebebi olarak erkek ve genç yaştaki bireylerin, kadınlara ve ileri yaştaki bireylere göre daha fazla kas kütesi ve daha az yağ kütesine sahip olması gösterilebilir.

### Beslenme Durumu

Faz açısıyla beslenme durumu arasındaki ilişkisi birçok çalışmada incelenmiş olup yapılan çalışmalarda faz açısıyla malnütrisyon tarama testlerinden olan Subjektif Global Değerlendirme (SGA) ve Mini Nutrisyonel Değerlendirme (MNA) arasında negatif korelasyon olduğu tespit edilmiştir. Uygun beslenme ve malnütrisyon tedavisiyle faz açısı artabilmektedir (10, 13). Sağlıklı ve malnütrisyonlu bireylerin faz açılarının incelendiği bir çalışmada sağlıklı erkek ve kadın bireylerde faz açısı sırasıyla ortalama 6,84±1,05° ve 4,95±1,08° iken; bu değerler malnütrisyonlu erkek bireylerde 3,89±1,34°, kadın bireylerde ise 2,20±2,14° olarak belirlenmiştir (28). Varan ve ark. 122 geriatric hasta ile yaptığı çalışmada; Nutrisyonel Risk Taraması-2002 (NRS-2002) skorlarına göre malnütrisyon riski altında olan hastaların (NRS≥3) faz açıları ortalama 4,20±1,82° iken, risk taşımayan hastaların (NRS<3) faz açıları ortalama 5,75±2,96° olarak saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada hastanede yatan geriatric hastaların malnütrisyon risklerinin değerlendirilmesinde kullanılacak faz açısı kesim noktası değeri 4,7° olarak tespit edilmiştir (29).

BKİ ile faz açısı arasındaki ilişki incelendiğinde, vücutta artan BKİ ile yağ ve kas hücre sayılarının artışına bağlı olarak faz açısının arttığı belirtilmektedir. Ancak bu ilişkinin BKİ <30 kg/m<sup>2</sup> olan bireylerde gözlemlendiği, BKİ>40 kg/m<sup>2</sup> olan obez bireylerde ise ters ilişki gözlemlendiği belirtilmektedir (25). Bu durumun yapılan çalışmalarda çelişki olarak görüldüğü söylenebilir. Vassilev ve ark. yaptıkları çalışmada; 127 gastrik bypas, 47 sleeve gastrektomi operasyonu geçiren hastalar

12 ay boyunca izlenmiştir. 12 ay sonunda hastaların BKİ'leri  $48,4 \pm 7,8 \text{ kg/m}^2$ 'den  $33,4 \pm 6,5 \text{ kg/m}^2$ 'ye düşerken; faz açılarının  $6,5 \pm 1,1^\circ$ 'den  $5,4 \pm 1,2^\circ$ 'ye düştüğü tespit edilmiştir (30). Yapılan diğer bir çalışmada ise faz açısı bireylerin BKİ'leri 25-30 iken en yüksek değere ulaşmış iken daha yüksek BKİ gruplarında faz açısının bu gruba göre düşük olduğu belirlenmiştir (26). Sonuçta faz açısının beslenme durumundan ve buna bağlı olarak vücut ağırlığından etkilendiği açıktır. Ancak referans değerler bulunmadığından beslenme durumu değerlendirilmesinde kesin bir sonuç elde edilememektedir.

### Fiziksel Aktivite Düzeyi

Faz açısı toplam vücut proteini, kas dokusu ve el kavrama gücüyle ilişkilidir (10). Sporcularda faz açısının normal bireylere göre daha yüksek olduğu kısıtlı sayıda çalışmada gösterilmiştir (31-33). Torres ve ark. yaptıkları çalışmada; yaşları 13-48 yıl arasında değişen normal BKİ ve hidrasyon durumuna sahip, 3 saat/gün fiziksel aktive yapan çeşitli branşlardaki 158 erkek elit sporcuya ait faz açısı değerlerinin ortalama  $6,89^\circ$  ile  $8,14^\circ$  arasında değiştiği saptanmıştır (31). Yaş ortalamaları  $24,9 \pm 4,4$  olan 80 elit kadın sporcu ile yapılan bir çalışmada ise sporcuların faz açıları ortalamalarının  $6,91 \pm 0,48^\circ$  ile  $7,36 \pm 0,46^\circ$  arasında olduğu tespit edilmiştir (32).

Sporculardan elde edilen faz açısı değerlerinin normal sağlıklı bireylere göre daha yüksek olduğu görülmektedir. Sporcuların yanı sıra yaşlı bireylerde de fiziksel aktivite düzeyi arttıkça faz açısı değerinin de anlamlı olarak arttığı ifade edilmektedir (10). Souza ve ark. 60 yaş üzerinde herhangi bir sağlık problemi olmayan 41 yaşlı kadın birey ile yaptıkları çalışmada; 3 ay boyunca düzenli egzersiz yaptırılan grupta faz açısı ortalaması  $5,53 \pm 0,53^\circ$ 'den  $5,89 \pm 0,63^\circ$  çıkarken; kontrol grubunda  $5,62 \pm 0,55^\circ$ 'den  $5,49 \pm 0,60^\circ$ 'ye düştüğünü belirlenmişlerdir.

Fiziksel aktivitenin faz açısı üzerine olumlu etkisinin olası mekanizması ise şu şekilde açıklanmıştır. Uzun süreli egzersiz sonunda glikojen depolarında artışa bağlı olarak ICW dengesi sağlanmaktadır. Çünkü glikojen gramı başına 3 gr su ile depolanma özelliğine sahiptir. ICW dengesi sayesinde kas protein sentezinde artış ve yıkımında azalma görülmektedir. Artan kas dokusuna bağlı olarak reaktans artışı ve artan ICW oranına bağlı olarak rezistanstaki azalma ile faz açısında artış görülmektedir (34).

### Hastalık Durumu

Hastalık durumunun faz açısı üzerine etkileri birçok çalışmada incelenmiştir. Faz açısı enfeksiyon, inflamasyon hastalıkları ve birçok hastalığa sahip bireylerde normal sağlıklı bireylere göre daha düşüktür (10). Çalışmalara göre faz açısı kesim noktaları farklılık gösterse de Norman ve ark.nın belirlediği bazı hastalıklara ait faz açısı kesim noktaları Tablo 2.'de verilmiştir. Bu kesim noktalarının altındaki değerler hastalık riskini artırmaktadır (9).

**Tablo 2.** Bazı hastalıklara ait faz açısı kesim değerleri <sup>9</sup>

Hastalık	Faz Açısı
HIV	$5,3^\circ$ - $5,6^\circ$
Akciğer kanseri	$4,5^\circ$
Kolorektal kanser	$5,57^\circ$
Pankreas kanseri	$5,08^\circ$
Meme kanseri	$5,6^\circ$
Hemodiyaliz	$3,0^\circ$ - $6,0^\circ$
Periton diyalizi	$6,0^\circ$
Karaciğer sirozu	$5,4^\circ$
Amyotrophic lateral skleroz	$2,5^\circ$
Geriatrik hastalar	$3,5^\circ$
Sistemik skleroz	$3,9^\circ$

\* (HIV):İnsan İmmün Yetmezlik Sendromu

Moreto ve ark. yaş ortalamaları  $53,9 \pm 9,4$  yıl olan 417 birey ile yaptıkları çalışmada; C-Reaktif Protein (CRP) düzeyi  $\geq 3,0 \text{ mg/L}$  olan bireylerin %62'sinin daha düşük faz açısına sahip olduğu anlaşılmıştır. Faz açısındaki azalmanın nedeni olarak yüksek CRP düzeylerinin serbest radikal oluşumunu hızlandırması ve hücrel hasarı artırması gösterilmiştir (22). Polegato ve ark. yaş ortalaması  $63,3 \pm 13,1$  yıl olan koroner yoğun bakıma yatırılmış 68 hasta birey ile yaptıkları çalışmada; hasta bireylerin faz açısındaki 1 derecelik artışın, hastaların uzun süre hastanede kalma olasılığını 3 kat azalttığı saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmada sarkopeni görülen hastalarda faz açısı ortalama  $6,0^\circ$  iken normal bireylerde  $6,8^\circ$  olarak bulunmuştur (35). Basile ve ark. yaptıkları çalışmada; yaş ortalaması  $76,2 \pm 6,7$  yıl olan 207 yaşlı bireyin ortalama faz açısını  $5,1 \pm 1,3^\circ$  olarak belirlemişlerdir. Bu çalışmada faz açısı ile el kavrama gücü ve kas kütlesi arasında pozitif yönde anlamlı bir

korelasyon (sırasıyla  $r=0,49$ ;  $r=0,60$ ) saptanmıştır ve faz açısının sarkopeni tanımlanmasında kullanılabilecek bir parametre olduğu ifade edilmiştir (36).

Kim ve ark. yaş ortalamaları  $65,2\pm 14,5$  yıl olan yoğun bakım ünitesinde 48 saatten fazla yatan 89 hasta ile yaptıkları çalışmada; bireylerin ortalama faz açısı  $3,7\pm 1,40^\circ$  olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada faz açısının vücut ağırlığı, albümin, toplam lenfosit sayısı ve beslenme indeksi skoru ile pozitif yönde anlamlı korelasyona sahip olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca yoğun tıbbi tedavi altında olan ve beslenmesinde dikkat edilmesi gereken risk altındaki hastaların tanımlanmasında referans faz açısı değeri  $3,5^\circ$  olarak kullanılabileceği ifade edilmiştir (13). Çocuklar üzerinde yapılan bir çalışmada ise orak hücre anemili erkek çocukların faz açısı  $4,21^\circ$  iken kontrol grubunda  $6,02^\circ$ ; orak hücre anemili kız çocukların faz açısı  $4,38^\circ$  iken kontrol grubunda  $5,42^\circ$  olarak bulunmuştur. Çocukların serum fosfolipitlerindeki yağ asitlerinin faz açısı ile ilişkisi incelendiğinde ise n-3 yağ asitleriyle faz açısı arasında pozitif yönlü anlamlı bir korelasyon olduğu görülmüştür (37). İncelenen çalışmalar göz önüne alındığında hastalık durumunun faz açısını negatif yönde etkilediğini söylemek mümkündür.

### Sonuç ve Öneriler

Faz açısı günümüz bilimsel çalışmalarında yaygın olarak kullanılan bir BİA parametresidir. Faz açısının diğer BİA parametrelerine göre daha yeni bir kavram olması, hücresel sağlık ve hidrasyon durumunu yansıtabilen bir parametre olması, malnütrasyon durumu saptamada yeni bir yaklaşım olması ve herhangi bir referans değere sahip olmamasından dolayı, bilim dünyasında bu konuya olan ilgiyi artmıştır. Faz açısı ile ilgili literatür incelendiğinde ülkemizde yapılmış çalışma sayısı yok denecek kadar az iken, uluslararası literatürde güncel akademik çalışma sayısı her geçen gün daha çok artmaktadır. Çalışmaların konusu genellikle hastalıklar üzerinde olup, çoğunluğunun örneklemini yaşlı bireyler oluşturmaktadır. Yaşlı ve hasta bireyler dışında çocuklar, sporcular, gebe ve emziciler gibi toplumun diğer gruplarında faz açısının incelendiği yeterli sayıda çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmaların yaşlı bireyler ve belirli hastalıklar üzerinde yoğunlaşmasına rağmen henüz hastalıklar ve yaşlı bireyler için referans faz açısı değerleri elde edilememiştir. Bu durumun nedenleri olarak; çalışmaların genelde küçük örneklemlerde yapılması, bu konuda meta-analiz çalışmalarının çok az sayıda olması ve faz

açısının birçok değişkenden etkilendiği gerçeği gösterilebilir. Yaş, cinsiyet, ırk, fiziksel aktivite durumu, beslenme durumu, hastalık durumu gibi birçok faktör faz açısı üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenle topluma yönelik faz açısı referans değerlerinin elde edilmesinin oldukça güç olduğu öngörülmektedir. Sonuç olarak faz açısı hücresel sağlığın değerlendirilmesinde iyi bir parametre olsa da toplumun sağlık durumu ve vücut kompozisyonu tahminlerine yönelik kullanılması için zamana, daha geniş çaplı çalışmalara ve referans değerlere ihtiyaç bulunmaktadır.

### Kaynaklar

1. Aslan H. Futbolcularda vücut kompozisyonunun incelenmesi. Doktora Tezi. Ankara. Hacettepe Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Spor Bilimleri ve Teknolojisi Programı, 2014.
2. Özkarafakı İ. Üniversite öğrencilerinde vücut yağ yüzdesinin beden kütle indeksi ve biyoelektrik impedans analizi ile değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kayseri: Erciyes Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Beden Eğitimi ve Spor Anabilim Dalı, 2014.
3. Küçükkuşbaşı N, Hazır T, Açıkada C. 15-17 yaş ergen erkeklerde biyoelektrik impedans yönteminde ölçüm aralığının belirlenmesi. Spor Bilimleri Dergisi 2006; 17(2): 38-47.
4. Nalçacıoğlu H. Çocukluk çağı nefrotik sendromlu hastalarda vücut sıvı hacminin belirlenmesinde biyoelektrik impedans analizi, Nt-probnp ve vena kava inferior sonografi incelemesinin rolü. Uzmanlık Tezi. Samsun: Ondokuz Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı Ve Hastalıkları Ana Bilim Dalı, Çocuk Nefroloji Bilim Dalı, 2014.
5. Özçetin M, Khalilova F, Kılıç A. Beslenme durumunun değerlendirilmesinde sıra dışı bir yöntem: BİA. Çocuk Dergisi 2017; 17(2): 61-6.
6. Mollaoğlu H, Üçok K, Akgün L. ve ark. Biyoelektrik empedans analizi ve antropometrik yöntemler ile ölçülen vücut yağ yüzdesinin karşılaştırılması (vücut yağ yüzdesini belirlemede empedans ve skinfold yöntemlerin karşılaştırılması). Kocatepe Tıp Dergisi 2006; 7(2): 27-31.
7. Aydın, S. Dalgıçlarda dalış aktivitesi ile biyoempedans değişiklikleri. Uzmanlık Tezi. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Tıp Fakültesi, Sualtı Hekimliği ve Hiperbarik Tıp Anabilim Dalı, 2004.
8. Sifil A, Çavdar C, Çelik A. ve ark. Vücut kompozisyonu değişikliklerini saptamada dual-enerji x-ray absorbsiyometri ve biyoelektrik impedans; bir hemodiyaliz seansının etkisini saptama iki yöntemin karşılaştırmalı analizi. Journal of the Turkish Society of Nephrology 2001; 10(4): 244-8

9. Norman K, Stobäus N, Pirlich M. et al. Bioelectrical phase angle and impedance vector analysis—clinical relevance and applicability of impedance parameters. *Clin Nutr* 2012; 31(6): 854-61.
10. Ayyıldız F, Köksal E. Hastalık riski, beslenme ve hidrasyon durumunun değerlendirilmesinde güncel yaklaşım: Bioelektrik impedans vektör analizi. *J Health Sci* 2016; 25(3): 155-60.
11. Bioelectrical Impedance Analysis, Tanita. <https://tanita.eu/tanita-academy/bioelectrical-impedance-analysis> Erişim Tarihi: 05.03.2018
12. Mialich MS, Sicchieri JMF, Junior AAJ. Analysis of body composition: a critical review of the use of bioelectrical impedance analysis. *Int J Clin Nutr* 2014; 2(1): 1-0.
13. Kim HS, Lee ES, Lee YJ et al. Clinical application of bioelectrical impedance analysis and its phase angle for nutritional assessment of critically ill patients. *J Clin Nutr* 2015; 7(2): 54-61.
14. Savegnago MM, Penaforte FRO, Rabito EI. et al. Body composition by segmental bioelectric impedance technique: considerations and practical application. *Revista Chilena de Nutrición* 2010; 37(3): 262-9.
15. Çetin, İ, Muhtaroglu S, Yılmaz B. ve ark. Biyoelektrik impedans analiz metodu ile obez çocuklarda cinsiyete göre vücut bileşimlerinin segmental olarak değerlendirilmesi. *Dicle Tıp Dergisi* 2015; 42(4): 449-54.
16. Seyahi N, Altıparmak MR, Serdengeçti K. et al. Kuru Ağırlık Takibi İçin Biyoimpedans Analizi ve Vena Kava Inferior Sonografisinin Kullanılması. *Türk Nefroloji Diyaliz ve Transplantasyon Dergisi* 2003; 12(4): 209-15.
17. Bellizzi V, Scalfi L, Terracciano V. et al. Early changes in bioelectrical estimates of body composition in chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol* 2006; 17: 1481-7.
18. Gupta D, Lis CG, Dahlk SL. et al. The relationship between bioelectrical impedance phase angle and subjective global assessment in advanced colorectal cancer. *Nutr J* 2008; 7(1): 19.
19. Schwenk A, Beisenherz A, Römer K. et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis remains an independent predictive marker in HIV-infected patients in the era of highly active antiretroviral treatment. *Am J Clin Nutr* 2000; 72(2): 496-501.
20. Selberg O, Selberg D. Norms and correlates of bioimpedance phase angle in healthy human subjects, hospitalized patients, and patients with liver cirrhosis. *Eur J Appl Physiol* 2002; 86(6): 509-16.
21. Wirth R, Volkert D, Rosler A. et al. Bioelectric impedance phase angle is associated with hospital mortality of geriatric patients. *Arch Gerontol Geriatr* 2010; 51(3): 290-4.
22. Moreto F, de França NA, Gondo FF. et al. High C-reactive protein instead of metabolic syndrome is associated with lower bioimpedance phase angle in individuals clinically screened for a lifestyle modification program. *Nutrire* 2017; 42(15): 1-6.
23. De Franca NA, Callegari A, Gondo FF. et al. Higher dietary quality and muscle mass decrease the odds of low phase angle in bioelectrical impedance analysis in Brazilian individuals. *Nutr Diet* 2016; 73(5): 474-81.
24. Zdolsek HJ, Lindahl OA, Sjöberg F. Non-invasive assessment of fluid volume status in the interstitium after haemodialysis. *Physiol Meas* 2000; 21(2): 211-20.
25. Bosy-Westphal A, Danielzik S, Dorhofer RP. et al. Phase angle from bioelectrical impedance analysis: population reference values by age, sex, and body mass index. *J Parenter Enteral Nutr* 2006; 30(4): 309-16.
26. Barrea L, Muscogiuri G, Macchia PE. et al. Mediterranean diet and phase angle in a sample of adult population: results of a pilot study. *Nutrients* 2017; 9(2): 151-165.
27. Barbosa-Silva MCG, Barros AJ, Wang J. et al. Bioelectrical impedance analysis: population reference values for phase angle by age and sex. *American J Clin Nutr* 2005; 82(1): 49-52.
28. Zhang G, Huo X, Wu C. Et al. A bioelectrical impedance phase angle measuring system for assessment of nutritional status. *Bio-Med Mater Eng* 2014; 24(6): 3657-64.
29. Varan HD, Bolayir B, Kara O. et al. Phase angle assessment by bioelectrical impedance analysis and its predictive value for malnutrition risk in hospitalized geriatric patients. *Aging Clin Exp Res* 2016; 28(6): 1121-6.
30. Vassilev G, Hasenberg T, Krammer J. et al. The phase angle of the bioelectrical impedance analysis as predictor of post-bariatric weight loss outcome. *Obes Surg* 2017; 27(3): 665-9.
31. Torres AG, Oliveira KJ, Oliveira-Junior AV. Et al. Biological determinants of phase angle among Brazilian elite athletes. *Proc Nutr Soc* 2008; 67: E332.
32. Mala L, Maly T, Zahalka F. et al. Body composition of elite female players in five different sports games. *J Hum Kinet* 2015; 45(1): 207-15.
33. Pollastri L, Lanfranconi F, Tredici G. et al. Body water status and short-term maximal power output during a multistage road bicycle race (Giro d'Italia 2014). *Int J Sports Med* 2016; 37(04): 329-33.
34. Souza MF, Tomeleri CM, Ribeiro AS. et al. Effect of resistance training on phase angle in older women: A randomized controlled trial. *Scand J Med Sci Sports* 2017; 27(11): 1308-16.

35. Polegato BF, Herrera MA, Pereira BLB. et al. Phase angle is associated with the length of ICU stay in patients with non-ST elevation acute coronary syndrome. *Nutrire* 2017; 42(2): 1-6.
36. Basile C, Della-Morte D, Cacciatore F. et al. Phase angle as bioelectrical marker to identify elderly patients at risk of sarcopenia. *Exp Gerontol* 2014; 58: 43-6.
37. VanderJagt DJ, Huang YS, Chuang LT. et al. Phase angle and n-3 polyunsaturated fatty acids in sickle cell disease. *Arch Dis Child*, 2002; 87(3): 252-4.

**Sorumlu Yazar**

**Eren CANBOLAT**

Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Turizm Fakültesi,  
Gastronomi ve Mutfak Sanatları Bölümü,  
SAMSUN, TÜRKİYE

**E mail:** canbolat.eren@gmail.com