



T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

MEKANİK VENTİLASYON UYGULANAN YOĞUN BAKIM HASTALARINDA  
ENERJİ İHTİYACININ SAPTANMASINDA İNDİREKT KALORİMETRİ VE  
FORMÜLLERİN KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Rezzan ŞENEL İNAN

UZMANLIK TEZİ

BURSA-2013



**T.C.  
ULUDAĞ ÜNİVERSİTESİ  
TIP FAKÜLTESİ  
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**MEKANİK VENTİLASYON UYGULANAN YOĞUN BAKIM  
HASTALARINDA ENERJİ İHTİYACININ SAPTANMASINDA İNDİREKT  
KALORİMETRİ VE FORMÜLLERİN KARŞILAŞTIRILMASI**

**Dr. Rezzan ŞENEL İNAN**

**UZMANLIK TEZİ**

**Danışman: Prof. Dr. Ferda Şöhret KAHVECİ**

**BURSA-2013**

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
Özet	i
İngilizce Özet	iv
Giriş	1
Materyal ve Metod	16
Bulgular	20
Tartışma ve Sonuç	24
Kaynaklar	29
Teşekkür	34
Özgeçmiş	35

## ÖZET

Çalışmamızda mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri ile ölçülen ve yaygın olarak kullanılan Harris-Benedict ve Schofield formülleriyle belirlenen enerji ihtiyaçlarını karşılaştırmak ve yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri rehberliğinde kalori verilmesinin sağ kalım üzerine etkisini araştırmayı amaçladık. Çalışmamız Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Reanimasyon Ünitesinde Mayıs 2011-Nisan 2013 yılları arasında gerçekleştirildi. Çalışmaya 18 yaş üzeri, mekanik ventilatör ihtiyacı olan, dahili veya cerrahi 150 yoğun bakım hastası dahil edildi. Hemodiyaliz aldığı ya da toraks tüpü olduğu için 16 hasta, 7 günden önce eksitus ya da taburcu olduğu için de 16 hasta çalışma dışı bırakıldı. Yoğun bakım ünitesine kabul edilip endotrakeal entübasyon uygulanan ve en az 24 saat mekanik ventilasyon gereksinimi olan hastalarda hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra indirekt kalorimetri ölçümleri, Harris-Benedict ve Schofield formülleriyle hastaların enerji ihtiyaçları günlük olarak hesaplandı ve enteral ve/veya parenteral beslenme desteğine başlandı. Hedeflenen enerji miktarı  $< \% 60$  ile beslenme “hipokalorik”,  $\%60-100$  ile beslenme “normokalorik” ve  $>100$  ile beslenme “hiperkalorik beslenme” olarak tanımlandı. Çalışmamızda hiperkalorik beslenen hasta saptanmadı. İlk 3 günde diğer günlere göre hipokalorik beslenen hasta sayısı (n:74) daha fazla saptandı ( $p < 0,05$ ). Hipokalorik ve normokalorik beslenen hastalar arasında 14 ve 28 günlük mortalite açısından anlamlı farklılık yoktu ( $p > 0,05$ ). Ayrıca çalışmamızda 1,2 g/kg/gün protein alan hastalar ile 1,2 g/kg/gün'den daha az protein alan hastalar arasında 14 ve 28 günlük mortalitede anlamlı farklılık saptanmadı ( $p:0,45$  p:1,15). İndirekt kalorimetri metoduyla ölçülen enerji tüketimi ve hastaların ilk günlük APACHE II ve SOFA skorları karşılaştırıldığında, her iki skora ile aralarında bir korelasyon saptanmadı ( $p > 0,05$ ).

Sonuç olarak bu çalışmada, mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri ile ölçölen ve Harris-Benedict ve Schofield formöleriyle belirlenen enerji ihtiyaçları arasında korelasyon olduğu, yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri rehberliğinde kalori verilmesinin mortaliteyi azaltmadığı, APACHE II ve SOFA skorları ile belirlenen hastalık şiddeti ile ölçölen enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunmadığı gösterilmiştir.

**Anahtar kelimeler:** İndirekt kalorimetri, yoğun bakım, mortalite, mekanik ventilasyon, beslenme, Harris-Benedict formölü, Schofield formölü.

## SUMMARY

### **Comparison of Indirect Calorimetry and the Formula to Determine the Energy Needs in Mechanically Ventilated Intensive Care Unit Patients**

We aimed to compare the energy needs measured by indirect calorimetry and determined with Harris-Benedict and Schofield formulas in mechanically ventilated intensive care patients and to investigate the effect on survival of giving calories with an indirect calorimetry in intensive care patients. Our study was conducted in Uludag University Faculty of Medicine, Department of Anesthesiology and Reanimation between May 2011-April 2013. Following the decision local Ethics Committee, 150 surgical or medical intensive care patients above 18, needing mechanical ventilation for 24 hours or more were included to the study. Sixteen patients were excluded because of having hemodialysis or a thoracic tube, 16 other patients were excluded because they were exitus or discharged 7 days before the study. Patients' energy need were calculated daily with indirect calorimetry measurements, Harris-Benedict and Schofield formulas and enteral and/or parenteral nutrition support was started after the hemodynamic stability was achieved in patients who were admitted to intensive care unit, had endotracheal intubation and need mechanical ventilation for at least 24 hours. Targeted amount of energy was identified as hypocaloric when <60%, normocaloric between 60%-100% and hypercaloric when >100%. There were no patient in our study who received hypercaloric diet. In the first 3 days number of patients who had hypocaloric diet was higher (n:74) compared to other days ( $p < 0,05$ ). There was no statistically significant difference between patients who had hypocaloric and normocaloric diets in terms of 14 and 28 days mortality ( $p > 0,05$ ). Moreover in our study there was no significant difference between patients taking 1.2 g/kg/day and patients taking less than 1.2 g/kg/day in terms of 14 and 28 days mortality ( $p:0,45$   $p:1,15$ ). When the energy

needs measured by indirect calorimetry were compared to the patient's first day APACHE II and SOFA scores, no correlation was detected between two scoring system ( $p>0,05$ ).

As a result, it was shown that there was correlation between the energy needs measured by indirect calorimetry and determined with Harris-Benedict and Schofield formulas in mechanically ventilated intensive care patients, that giving calories through calorimetry doesn't reduce mortality in intensive care patients, that there was no correlation between the energy needs measured by the severity of the diseases determined with APACHE II and SOFA scores.

**Key words:** Indirect calorimetry, intensive care, mortality, mechanically ventilation, nutrition, Harris-Benedict formula, Schofield formula.

## GİRİŞ

Yoğun bakımlarda monitorizasyon tekniklerinin gelişmesi, organ ve sistemlerin çeşitli yöntemler ile desteklenmesindeki gelişmeler, kritik hastaların iyileşmesine büyük katkı sağlamıştır. Bu hastalarda, mortalite ve morbidite üzerinde etkisi olduğu bilinen ve özellikle üzerinde durulması gereken bir konu da hastaların beslenme durumudur. Mekanik ventilasyon (MV) uygulanan yoğun bakım (YB) hastalarında beslenme eksikliği sıklıkla karşılaşılan bir sorundur ve beslenme eksikliği organ yetmezliklerinin ana nedenlerinden biridir (1). Beslenme desteği alan hastalarda enerji tüketiminin doğru tahmini metabolik ihtiyaçları hesaplamak ve az ya da fazla beslenmenin komplikasyonlarını önlemek için gereklidir. Bu hastalarda hem aşırı hem de eksik beslenmenin istenmeyen etkileri görülebilir (2). Yoğun bakım hastalarında aşırı beslenme, hiperglisemiye bağlı nozokomiyal enfeksiyon, hipertrigliseridemiye bağlı retiküloendotelyal sistem aracılıklı immun sistem baskılanması, hepatik steatozis, solunum yetmezliği ve ölüm oranında artış gibi önemli sorunlara neden olabilir (3). Yetersiz beslenme ise, immun yanıtta bozulma ve buna bağlı olarak enfeksiyon riskinin artmasına, yara iyileşmesinde gecikmeye, cerrahi insizyon, sütür ve anastomozlarda komplikasyonlara, ventilatörden ayrılma güçlüğüne, iskelet ve solunum kaslarında güçsüzlüğe, mortalite artışı ve hastanede kalış süresinin uzamasına neden olur (3, 4). Bu nedenlerle enerji ihtiyacının doğru bir şekilde saptanması, YB hastalarında beslenme desteğinin önemli bir parçasını oluşturmaktadır.

İndirekt kalorimetri, MV uygulanan YB hastalarında enerji ihtiyacının saptanmasında altın standart olarak kabul edilmektedir. Ancak indirekt kalorimetri kullanımını sınırlayan faktörler vardır. Bunların başında; tekniğin pahalı ve uygulamasının zor olması gelmektedir. Bu yüzden enerji gereksiniminin saptanması sıklıkla formüller kullanılarak veya günlük kalori tahminine göre yapılır (5). Birçok merkezde bu amaçla kullanılan en yaygın formüller; Harris-Benedict ve Schofield formülleridir. Bu formüller sağlıklı



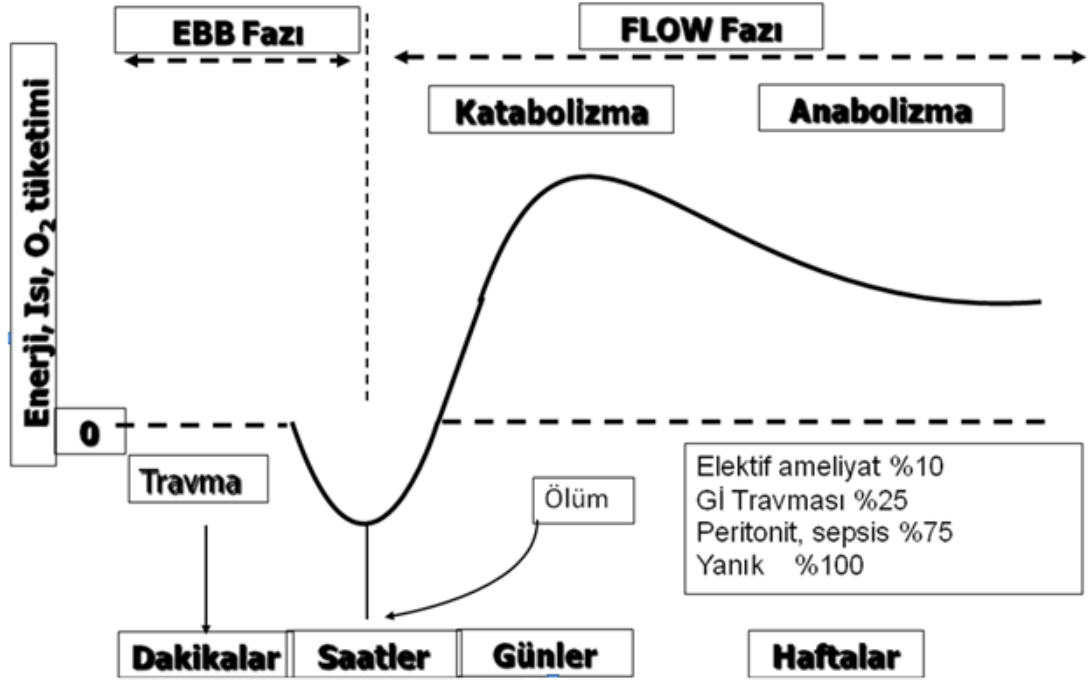
gönüllülerin cinsiyetine, yaşına, boyuna ve kilosuna dayanan çoklu regresyon analizinden geliştirilmiştir (6, 7).

Vücut fonksiyonlarının devam ettirilmesi, yeterli ve dengeli beslenme desteğinin sağlanması ile mümkündür. Beslenme durumu, hastanın immun fonksiyonları ve stres yanıt oluşturabilmesi üzerinde anahtar rol oynamaktadır. Beslenme durumunun bozulması, tedavi edici girişimlerin maliyeti, komplikasyon oranında artış, hastanede kalış süresi ve mortaliteye kadar birçok sonucu etkilemektedir (8). Alınan besin öğelerinin okside olmaları sonucunda yaşamın sürdürülebilmesi için gerekli enerji sağlanır. Sağlıklı bireylerde toplam enerji tüketimi (TET), istirahat enerji tüketimi (İET: TET'nin yaklaşık %60'ı) ve aktiviteye bağlı enerji tüketiminin toplamından (AET: TET'in yaklaşık %30'u) oluşur. Ek olarak, diyetle ilgili enerji tüketimi (DET), TET'in %10'udur (9).

Kritik hastalıkta sepsis, travma ve yanıkta en fazla olmak üzere yoğun bir fizyolojik yanıt mevcuttur. Özellikle nöroendokrin sistem kritik hastalıklar gibi çok çeşitli stres durumlarına karşı organizmanın adaptasyonunda kilit rol oynar (10). Metabolik stres; kafa travması, uzun kemik kırığı gibi majör bir travma, vücudun %25'inden fazlasında üçüncü derecede yanık, akciğer enfeksiyonu, sepsis gibi aktif sistemik inflamasyonu içeren birçok nedenle ortaya çıkabilir. Metabolik stres altındaki hastalarda, vital organlarda akut yetmezlik, kronik disfonksiyon veya her ikisi birden oluşabilir. Özellikle kardiyopulmoner, renal ve hepatik sistemlerin hastalıkları klinik durumu kötüleştirir ve beslenme desteğinin hastaya göre düzenlenmesini gerekli hale getirir.

Cuthbertson ve Tistone (11), travmaya stres yanıtı iki faza ayırmışlardır: Birinci faz olan "Ebb" fazı, yaralanma sonrası ortaya çıkan ve genellikle 12-48 saat süren hipovolemik şok tablosu ile karakterizedir. Oksijen tüketimi ve metabolik hız azalır. Kalp debisi ve kan basıncı düşer, doku perfüzyonu bozulur. İkinci faz, hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra metabolik hızda belirgin artış ve katabolizma ile seyreden "Flow" fazı ya da katabolik fazdır. Bu dönemde yüksek oksijen tüketimi, artmış potasyum ve azot kaybı görülmektedir. Çoğunlukla 7-10 günde sonlansa da bazı durumlarda haftalar

hatta aylarca devam edebilir. Bu hipermetabolizma 10'ncu günde pik yapar. "Flow" fazında enerji harcamasında artış ve vücut proteinlerinin hızla kaybı söz konusudur. Çok iyi beslenmiş hastalarda bile protein-enerji malnütrisyonu gelişebilir (Şekil-1) (11).



Şekil-1: Travmaya stres yanıtının fazları.

Enerji gereksiniminin doğru belirlenmesi, beslenme desteği alan hastalarda metabolik ihtiyaçların karşılanması ve aşırı ya da yetersiz beslenme komplikasyonlarının önlenmesi için önemlidir. Genellikle karbonhidrat (KH) ve yağların fazla verilmesine bağlı olarak gelişen aşırı beslenme karbondioksit üretimini artırır. Yine aşırı beslenme; hiperglisemi, hiperlipidemi ve hepatik disfonksiyona ve elektrolit dengesizliğine neden olabilir.

Yetersiz beslenme immün yanıtta bozulma ve buna bağlı olarak enfeksiyon riskinin artmasına, yara iyileşmesinde gecikmeye, cerrahi insizyon, sütür ve anastomozlarda komplikasyonlara, solunum yollarında hücre rejenerasyonunda azalmaya, solunum kas güçsüzlüğüne, solunum fonksiyonlarında bozulma ve mekanik ventilatörden ayrılmanın

güçleşmesine, hipoalbuminemi ve buna bağlı olarak plazma onkotik basıncında azalma ile ödeme, gastrointestinal sistem bozukluklarına, kalp debisi, miyokard kontraktilitesi ve kompliyansın azalmasına, metabolik asidoza, iyileşme ve hastanede kalış süresinin uzamasına ve mortalitede artışa neden olur (4, 12). Bu nedenlerle YB hastalarında beslenme desteğine mümkün olan en kısa zamanda başlanmalıdır.

Beslenme desteğinde amaç, hastanın enerji ve besin gereksinimlerinin sağlanmasıdır. Bu gereksinimleri karşılayan besin öğeleri;

- 1) karbonhidratlar
- 2) proteinler
- 3) yağlar
- 4) elektrolit ve mikrobisiner ile sudur.

## **1. Besin Öğeleri**

### **1.A. Karbonhidratlar**

Karbonhidratlar temel enerji kaynaklarıdır. Genel olarak enerjinin % 40-70'i KH'dan sağlanır. Beslenme tedavisinde KH olarak genellikle glukoz kullanılır. Glukoz metabolizmasındaki en önemli hormon insülin dir. Sağlıklı kişilerde kan glukoz düzeyi belirli sınırlar arasında tutulmaktadır. Kan glukozunun kaynakları; besinlerle alım, glikojenoliz, glukoneogenez ve gliseroldür. Kan glukozu, oksidasyon ile parçalanarak ya da glikojenez ve lipojenez yolu ile depolanarak dolaşımdan uzaklaştırılır. Stres altındaki hastalarda, metabolik aktivitenin artması ile birlikte katabolizma da hızlanmaktadır. Sürenin uzamasıyla beraber organizmada adaptif değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu durumda insülin karşıtı hormonların (glukagon, kortikosteroid ve katekolaminler) salınmasıyla ve insülin reseptör direnci gelişmesiyle kan şekeri yükselir. Bu nedenle metabolik stres altındaki hastalarda en sık görülen bulgulardan biri hiperglisemidir (13).

## **1.B. Proteinler**

Proteinler, doku sentezi için gereklidir ve primer olarak saçlar, deri, tırnaklar, tendonlar, kemikler, ligamentler, major organlar ve en önemlisi kaslarda bulunurlar (14). Hidroliz ile 20 çeşit aminoasite parçalanırlar.

Histidin, lösin, lizin, metiyonin, fenilalanin, tironin, tirozin, valin ve triptofan vücutta sentez edilemeyen ve dışarıdan alınmaları gereken aminoasitler olup, esansiyel aminoasitler olarak adlandırılmaktadırlar. Proteinler yıkılırken içerdikleri azot, üre şeklinde atılmaktadır. Atılan azot miktarının ölçümü direkt olarak yıkılan protein miktarını göstermektedir. Proteinlerin hidrolizi sonucu oluşan azotlu bileşiklerin büyük kısmı idrarla, az bir bölümü ise cilt ve gastrointestinal yol ile atılmaktadır. Vücutta protein yapım ve yıkımı süregelen bir işlemdir. Sağlıklı kişilerde günlük yıkılan ve sentez edilen protein miktarı birbirine eşit olup, günlük protein gereksinimi 0,8 g/kg'dır. Travma ve sepsis gibi katabolik durumlarda gereksinim 1,5 g/kg/gün'e kadar çıkabilmektedir (15).

Kritik hastalarda akut faz proteinlerinin yapımı artsa bile protein yıkımındaki artış daha belirgindir. Sepsis, multipl travma ve majör yanıklar gibi ciddi katabolizma yaratan durumlarda negatif azot dengesini önlemek mümkün olamasa da, bu hastalarda beslenme desteği mutlaka sağlanmalıdır. Amaç, yeterli enerji sağlanmasının yanında negatif azot dengesini düzeltmeye yönelik olmalıdır (16).

## **1.C.Lipidler**

Beslenme tedavisinde yağlar, enerji gereksiniminin bir kısmını karşılamak amacıyla kullanılmaktadır. Enerji gereksiniminin %30-50 oranında lipidlerden sağlanması benimsenmiştir. Kanda bulunan ana lipidler; kolesterol, trigliserid, fosfolipid ve serbest yağ asitleridir. Trigliseridler, enerji depolanmasında görev alan temel unsurlardandır. Kolesterol, membranların yapısında bulunur ve seks hormonları için öncül maddedir. Yağ asitleri içerdikleri çift bağa göre doymuş ya da doymamış yağ asitleri olarak sınıflandırılmaktadır (13).

### **1.D. Elektrolit, Eser Element ve Vitamin Gereksinimleri**

Elektrolit bozukluklarının görülmemesi için her hasta günlük olarak değerlendirilmeli ve sık laboratuvar takipleri yapılarak eksikler saptanmalı ve gereken replasmanlar yapılmalıdır. Eser elementlerin ve vitaminlerin özellikle uzun süreli total parenteral nutrisyon (TPN) desteği alan hastalarda eksiklikleri görülmektedir (17). Enteral beslenme solüsyonları ise içerik açısından TPN'ye oranla daha dengelidirler ve yeterli düzeyde beslenen hastalarda ek bir uygulama gerektirmezler.

## **2. Yoğun Bakımda Beslenme**

Beslenme desteğinde temel amaç enerji dengesinin sağlanması olmalıdır. Doğal beslenmenin ortadan kalktığı akut olaylarda, değişen tüketime eşdeğer miktarda kalorinin ve proteinin hastaya verilmesine özen gösterilmelidir (2).

### **2.A. Aşırı Beslenme**

Gerekli miktarın üzerinde enerji ve besin ögesi uygulanması aşırı beslenme olarak tarif edilebilir. Bununla ilişkili komplikasyonlar klinisyenin beslenme ürünlerini uygulaması sırasında iyatrojenik olarak meydana gelmektedir.

Yoğun bakım hastalarını makro besinlerle aşırı beslemek, özellikle akciğer, karaciğer ve böbrekler olmak üzere organ işlevlerini olumsuz etkileyebilir. Aşırı KH infüzyonu akciğerlerin iş yükünü ve bunun sonucunda mekanik ventilasyon ihtiyacını artırabilir (18). Ayrıca hiperglisemiye ve karaciğerde yağlanmaya yol açabilir. Proteinlerle aşırı beslenme azotemi ve hipertonic dehidratasyona, böbreklerin üre atılımı ya da asit baz dengesi oluşturma becerilerini kaybetmeleriyle sonuçlanan asidoza sebep olabilir. Aşırı yağ infüzyonları ise hipertrigliseridemi ve aşırı yağ yüklenmesine yol açabilir. Beslenme desteği en iyi şekilde, hastanın beslenmeye olan yanıtının aralıklı olarak izlenmesi ve değerlendirilmesi sayesinde gerçekleştirilir. Besin ve enerji desteği hastanın ihtiyaçlarına göre düzenlenmelidir. Çok iri, çok

zayıf veya çok yaşlı hastalar aşırı beslenmeye karşı özellikle risk altındadırlar. Aşırı beslenmenin metabolik komplikasyonları (19);

- Aşırı yağ yüklenmesi sendromu
- Azotemi
- Hiperkapni
- Hiperglisemi
- Hipertrigliseridemi
- Metabolik asidoz
- Yeniden beslenme (refeeding) sendromu
- Hepatik steatoz
- Hipertonik dehidratasyon
- Hiperglisemik-Hiperosmolar Nonketotik Sendrom

## **2.B. Yetersiz Beslenme ve Malnütrisyon**

Beslenme yetersizliği, özellikle MV uygulanan kritik hastalarda yaygın bir sorundur. Beslenme yetersizliği organ yetmezliğine katkıda bulunan nedenlerden biri olmanın yanı sıra, yara iyileşmesini geciktirir, immun sistem disfonksiyonuna neden olarak enfeksiyonlara eğilim yaratır, solunum epitelinin rejenarasyonunu yavaşlatır, solunum kaslarının kuvvetini ve dayanıklılığını geri kazanmayı güçleştirerek MV süresinin uzamasına neden olur (20). Kronik hastalarda malnütrisyon çok yaygındır. Malnütrisyon nedenleri; iştahın azalması, besinlerin sindirim veya emiliminde bozukluk, artmış kayıplar, yetersiz besin alımı, artmış anabolizma ve artmış katabolizmadır. Ağrı, anksiyete, depresyon, çevre değişikliği, sakatlık nedeni ile besine ulaşamama, alışılmadık ilaç ve yemek saatleri gibi faktörler besin alımını kötü etkilemektedir. Bu nedenlerle hastanelerde yatmakta olan hastaların %25-75'i bazal ihtiyaçlarının çok altında enerji, protein ve mikro besin ögesi almaktadırlar. Korfalı ve ark (21)'lerinin yaptıkları Türkiye'deki hastaların hastaneye kabul esnasındaki beslenme durumu ve hastanedeki yatış süresince beslenme desteği uygulanma durumunu değerlendirdikleri çok merkezli çalışmada, hastaneye kabulde hastaların %15'inin malnütrisyon riski altında olduğu ve YB hastalarının malnütrisyon risk oranının da %52 olduğu saptanmıştır. Bu durum hastanede kalış süresinde

uzamanın yanında hastane maliyetlerinde, mortalite ve morbiditede artışa yol açmaktadır. Beslenme yetersizliği olan hastalarda anksiyete sık görülür ve bu hastaların depresyon skorları yüksektir. Bu durum beslenme desteği ile yavaş yavaş düzelmektedir. Bu hastalarda tiamin ve kobalamin gibi spesifik vitamin eksiklikleri yanı sıra kalsiyum, fosfat ve magnezyum miktarında değişiklikler beyin fonksiyonlarında bozulmaya yol açabilir (22).

### 3. Enerji Tüketiminin Belirlenmesinde Kullanılan Yöntemler

#### 3.A. İndirekt Kalorimetri

İndirekt kalorimetri, oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimini ekspire edilen ve inspire edilen gaz akımları, volümleri ve konsantrasyonlarını ölçerek hesaplayan bir yöntemdir. Oksijen tüketimi ve karbondioksit üretimi hesaplamaları, termodilüsyon yöntemiyle ve hemodinamik parametrelerin belirlenmesi (örn. Fick denklemi) ya da indirekt kalorimetrinin temelini oluşturan pulmoner gaz değişimi ile ölçülebilir. Enerji ihtiyacı ve respiratuar katsayı (RQ) ölçülen değerlerden hesaplanır. İndirekt kalorimetri yöntemi noninvaziv ve güvenilir bir yöntemdir ve YB hastalarında enerji tüketiminin belirlenmesinde altın standart olarak kabul edilmektedir (23, 24). İndirekt kalorimetrinin yoğun bakımdaki primer rolü, enerji tüketimi ve besin ihtiyacının belirlenmesidir. Ayrıca şokta oksijen tüketimini ölçmek için de kullanılabilir (25).

İndirekt kalorimetri sistemlerinin birçoğunda enerji tüketimi (ET) modifiye Weir eşitliği kullanılarak hesaplanır (26).

$$ET = 3.9 (VO_2) - 1.1 (VCO_2) - 217 \text{ (UN g/gün)}$$

$VO_2$ : Oksijen tüketimi  $VCO_2$ : Karbondioksit üretimi UN: Üriner nitrojen

Weir eşitliği ölçümlerden değil, fizyolojik faktörlere dayandırılarak matematiksel olarak elde edilmiş bir eşitliktir:

$ET = KH$ , yağ ve proteinlerin yakılması ile elde edilen enerjinin toplamıdır.

Bir gr. glukozun metabolizması sonucu 3,7 kcal, yağ için 9,5 kcal, protein için 4,1 kcal enerji açığa çıkar. Bu yakıtların hepsi için kullanılan  $O_2$

ve üretilen CO<sub>2</sub> bilinmektedir. İdrar nitrojeninin ölçümü pratikte uygun olmadığından ve ET'ye etkisi minimal olduğundan çoğu kez gözardı edilir.

### 3.A.a. Oksijen Tüketiminin Hesaplanması

İndirekt kalorimetrinin temelinde inspire edilen O<sub>2</sub> fraksiyonu (FiO<sub>2</sub>), ekshale edilen O<sub>2</sub> fraksiyonu (FEO<sub>2</sub>), inspire edilen CO<sub>2</sub> fraksiyonu (FiCO<sub>2</sub>) ve ekshale edilen CO<sub>2</sub> fraksiyonu (FECO<sub>2</sub>) ile dakika ventilasyonu ölçümleri yatar. O<sub>2</sub> tüketimi ve CO<sub>2</sub> üretimi inspire (I) ve ekshale (E) edilen hacimlerin farkını gösteren formüller üzerinden hesaplanabilir:

$$\text{Oksijen tüketimi} = VI (FiO_2) - VE (FEO_2)$$

$$\text{Karbondiyoksit üretimi} = VE (FECO_2) - VI (FiCO_2)$$

VE: Ekshale Edilen Hacim VI:İnhale Edilen Hacim

İnspire ve ekshale edilen gaz konsantrasyonu ve hacimlerinin ölçümüne ihtiyacı ortadan kaldırmak için sadece ekshale edilen gaz ölçümlerini yapan teknikler geliştirilmiştir. Bu sistemler sadece VE'leri ölçerek VI'leri matematiksel olarak hesaplarlar. VE ve VI arasındaki matematiksel ilişki Haldane transformasyonu ile açıklanır. Burada N (nitrojen) inert gaz olarak kabul edilmiş ve ekshale ve inhale edilen N konsantrasyonunun eşit olacağı varsayılmıştır.

$$VI \times FIN_2 = VE \times FEN_2$$

$$VI = VE \times FEN_2 / FIN_2$$

$$FIO_2 + FIN_2 = 1 \text{ ve } FEO_2 + FECO_2 + FEN_2 = 1 \text{ olduğundan}$$

$$FIN_2 = 1 - FIO_2$$

$$FEN_2 = 1 - FECO_2 - FEO_2$$

FIN<sub>2</sub>:İnhale edilen nitrojen fraksiyonu FEN<sub>2</sub>:Ekshale edilen nitrojen fraksiyonu

Baştaki eşitliğe döndüğümüzde;

$$VI = VE \times \frac{(1 - FECO_2 - FEO_2)}{1 - FiO_2}$$



İnspire edilen  $O_2$  arttıkça, payda azalır ve inspire edilen ve ekshale edilen gaz hacimleri arasındaki fark artar. Haldane eşitliği inspire edilen hacmi ölçmeksizin  $VI$ 'yı hesaplamak için kullanılır. Bu nedenle Haldane eşitliğinin doğruluğu,  $FiO_2$  ve  $VE$ 'nin doğru ölçülmesine bağlıdır (27).

Ölçümün doğruluğunu etkileyen faktörler:

1. Sensör kalibrasyonunun doğru olup olmadığı
2. Sistemde kaçak olması (devre kaçağı, plevral fistül, toraks tüpü, pnömonektomi, lobektomi)
3. Yüksek  $FiO_2$

### **3.A.b. Besin Ögesi Kullanımının Hesaplanması**

Karbondioksit üretimi ve  $O_2$  tüketimi hesaplandıktan sonra bunların arasındaki ilişki ve protein metabolizmasının ölçümü, yağ ve KH'dan elde edilen kaloringin yüzdesini matematiksel olarak hesaplamak için kullanılabilir. Bu hesaplamada kullanılan eşitlikler:

$$KH (g) = 4.113 VCO_2 - 2.907 VO_2 - 2.544 UN (g/gün)$$

$$Yağ (g) = 1.689 (VCO_2 - VO_2) - 1.943 UN (g/gün)$$

$$Protein (g) = 6.25 (UN + 4) (g/gün)$$

### **3.A.c. Ekipman ve Teknik**

İndirekt kalorimetri cihazları  $VO_2$  ölçme tekniklerine göre sınıflandırılırlar. Açık devre indirekt kalorimetri sistemleri  $VO_2$  yi inspire ve ekspire edilen gaz konsantrasyonları arasındaki farkı ve  $VE$ 'yi ölçerek belirler. Kapalı devre sistemler,  $VO_2$ 'yi bir oksijen rezervuarı içerisindeki  $O_2$ 'nin, zaman içerisindeki hacimsel değişimini ölçerek hesaplarlar. Bu iki sistem teknik olarak birbirinden oldukça farklıdır. Açık devre indirekt kalorimetri sistemlerinin temel komponentleri bir  $O_2$  analizörü, bir  $CO_2$  analizörü ve bir akımmetredir. Bu sistemlerde 3 temel yöntem kullanılır (28-30).

### **Karıştırıcı Bölme Yöntemi**

En iyi yöntemdir ve altın standart olarak kabul edilir. Spontan soluyan ya da MV uygulanan hastalarda kullanılabilir. Karıştırıcı otomatik bir Douglas kutusudur ve ekspire edilen gazları belirli aralıklarla karıştırarak örnekler alır. Ekspire edilen gaz bir ağız parçasından veya ventilatörün ekspiryum portundan bu kutuya gelir. Burada akım, gazların karışımına izin vermek için durur. Karışımdan alınan örnekten gaz konsantrasyonu belirlenir ve örnek kutuya döner. İnspire edilen gaz konsantrasyonları ağız parçası veya ventilatörün inspiyum kısmından alınır. İnspire edilen volümler matematiksel olarak hesaplanır. Bilgisayar ile ekspiryum ve inspiyum konsantrasyonu karşılaştırılır ve volümle çarpılarak üretim veya tüketim hesaplanır. Sonuçlar belli bir zaman içinde karışmış gazların değerlerini yansıtır.

### **Soluktan–Soluğa Yöntemi**

Karıştırıcı bir bölme yoktur ve her soluk analiz edilir. Her inspiyum ve ekspiryum ile elde edilen gaz örnekleri her soluğun akımı ile eşlenerek ölçümler yapılır. Belirli aralıklarla yapılan bu ölçümlerin ortalamaları alınır. Bunların ölçüm değerleri  $VO_2$ ,  $VCO_2$  için ml/dk, ET için kcal/gün'dür.

### **Dilüsyon Yöntemi**

Hem entübe olan hem de entübe olmayan hastalarda kullanılabilen tek tekniktir. Belirli bir  $O_2$  ve  $CO_2$  konsantrasyonu için belirlenmiş bir akım bir yüz maskesinden geçer. Ekshale edilen gaz konsantrasyonu gaz akımı içinde seyreltilir. Buradan alınan dilüe gaz örnekleri analiz edilir ve ölçülen volümün akım hızı ile çarpılır. Oksijen tüketimi ve  $CO_2$  üretimi sistemin giriş ve çıkışındaki gaz konsantrasyonlarının kıyaslanması ile hesaplanır.

### **3.B. Formüller**

İndirekt kalorimetri cihazlarının pahalı olması, ölçümlerin zaman alması, endotrakeal tüp veya bağlantı yerinde kaçak olabilmesi, ince olan örnekleme hatlarının hasta sekresyonlarıyla kolayca tıkanabilmesi, deneyimli personele ihtiyaç duyulması gibi nedenlerle kullanımı kısıtlıdır. Bu yüzden hastaların enerji tüketimlerini belirlemek amacıyla bazı formüllerden faydalanılır. Harris ve Benedict (31), 1919'da 136 sağlıklı erkek ve 103

sağlıklı kadının 12 saatlik açlıktan sonra bazal metabolizma hızlarını ölçmüşler ve verilerini regresyon analizi kullanarak değerlendirmişlerdir. Sonuçta her iki cinsiyet için vücut ağırlığı, yaş ve boyu içeren bağımlı değişkenlere dayalı en yaygın olarak kullanılan formülleri oluşturmuşlardır.

Harris-Benedict Formülü erkekler ve kadınlar için sırasıyla;

BET (erkeklerde)=  $66.473 + (13.7516 \times \text{vücut ağırlığı-kg}) + (5.0033 \times \text{boy- cm}) - (6.755 \times \text{yaş})$

BET (kadınlarda)=  $665.0955 + (9.5634 \times \text{vücut ağırlığı-kg}) + (1.8496 \times \text{boy-cm}) - (4.6756 \times \text{yaş})$

BET: Bazal Enerji Tüketimi

Schofield formülü, Harris-Benedict formülü de dahil olmak üzere enerji tüketimini hesaplamak için formüllerin geliştirildiği, toplam 4700 hasta içeren (3500 erkek, 1200 kadın) 100 çalışmanın meta-analizi sonucunda elde edilmiştir. Harris-Benedict formülündeki gibi cinsiyet, yaş ve vücut ağırlığı (VA) dikkate alınırken boy faktörü hesaba katılmamıştır (32).

**Tablo-1:** Schofield formülü.

YAŞ	ERKEK	KADIN
18-29	15,1 (VA) + 692	14,8 (VA) + 487
30-59	11,5 (VA) + 873	8,3 (VA) + 846
60-74	11,9 (VA) + 700	9,2 (VA) + 687
+75	8,4 (VA) + 820	9,8 (VA) + 624

VA: Vücut ağırlığı (kg).

Enerji tüketiminin hesaplanmasında yaşanan en büyük sorun, hastalığın patolojisi ve kliniğine göre ne oranda düzeltme yapılacağıdır. Değişik hastalık durumlarında enerji gereksiniminde ne kadar artış olacağı konusunda fikir birliği yoktur. Birçok faktör enerji tüketimini etkiler (24). Hastalık durumlarında genel olarak enerji tüketimi %20-50 oranında artmaktadır. Yoğun bakım hastaları için Harris-Benedict formülüne düzeltme çarpanları eklenmektedir. Genel olarak kritik hastalar için enerji tüketimi,

bazal enerji tüketimine aktivite, hastalık stresi ve termal faktörlerin eklenmesiyle hesaplanır ve bunlar 'Long' faktörleri olarak bilinir.

**Tablo-2:** Enerji tüketiminin hesaplanmasında kullanılan 'Long' faktörleri.

<b><u>AF (Aktivite Faktörü)</u></b>		<b><u>SF (Stres Faktörü)</u></b>	
Yatakta	1.1	Komplikasyonsuz hasta	1.0
Yatakta fakat hareketli	1.2	Postoperatif dönem	1.1
Hareketli	1.3	Kırıklar	1.2
<b><u>TF (Termal Faktör)</u></b>		Sepsis	1.3
38°C	1.1	Peritonit	1.4
39°C	1.2	Multipl travma	1.5
40°C	1.3	Yanık % 30-50	1.6
41°C	1.4	Yanık % 50-70	1.7
		Yanık % 70-90	1.8

### **3.C. Vücut Ağırlığına Göre Hesaplama**

ACCP (American College of Chest Physicians)'nin 1997'de yayımlanan uzlaşı bildirisine göre, YB hastalarına fazla kalori verilmesi önlenmeli ve anabolik fonksiyonların sürdürülmesi için normal ağırlıktaki hastalara aktüel vücut ağırlığına göre 25 kcal/kg/gün enerji verilmelidir. Obez ( $VKI > 25 \text{ kg/m}^2$ ) hastalarda hesaplama yapılırken ideal vücut ağırlığının kullanılması, kaşektik ( $VKI < 16 \text{ kg/m}^2$ ) hastalarda refeeding sendromunu önlemek amacıyla ilk 7-10 gün aktüel vücut ağırlığı daha sonra ise ideal vücut ağırlığına göre hesaplama yapılması önerilmektedir (6).

### **4. APACHE II (Akut Fizyolojik ve Kronik Hastalık Değerlendirme Skoru II)**

APACHE II, 13 hastaneden 5815 YB hastasında tanısal değeri gösterilen bir hastalık şiddeti sınıflama sistemidir. Hastanın genel durumu, yaşı ve 12 rutin fizyolojik ölçümünün hastaneye kabulünü izleyen ilk 24 saat içindeki en kötü değerlerinin puanlanması ile elde edilir. Teorik olarak

mümkün olan en yüksek APACHE II skoru 71 olmaktadır. Toplam skor mortalite ile paralellik gösterir (33).

### **5. SOFA (Sequential Organ Failure Assessment Score)**

Avrupa Yoğun Bakım Derneği tarafından sepsise bağlı organ yetmezliğinin derecesini tanımlamak için 1996 yılında geliştirilmiştir. Ancak sepsise bağlı olmayan organ disfonksiyonlu hastalarda geçerliliği belirlendiğinden, "ardışık organ yetmezliği değerlendirmesi" olarak yeniden adlandırılmıştır. Altı organ sistemi (solunum, kardiyovasküler, santral sinir sistemi, renal, koagülasyon ve karaciğer), toplam skor 6-24 arasında olacak şekilde 1 ile 4 puan arasında değerlendirilir. Skor önceki 24 saat içindeki en kötü değere göre verilir. Ölçülmeyen değer varsa en yakın ölçüm değerine göre puanlanır. SOFA skoru  $\geq 3$  olması o sistem için organ yetmezliği olarak tanımlanır (34).

### **6. NRS (Nutrisyonel Risk Skoru)**

Beslenme durumunun aralıklarla değerlendirilmesi malnütrisyonun varlığını, riskini ve derecesini belirlemeyi ve yapılan beslenmenin etkinliğini ölçmeyi amaçlar. Bu amaçla kullanılan çeşitli yöntemler vardır. Günümüzde en yaygın kullanılan tarama yöntemi NRS 2002'dir. Bu taramada hastalar beslenme yetersizliği ve hastalık şiddeti bakımından değerlendirilir ve skorlanırlar (Tablo-2).

0: Malnütrisyon yok

1: Hafif malnütrisyon

2: Orta şiddette malnutrisyon

3: Ağır malnutrisyon olarak değerlendirilir.

Yaş>70 ise skora 1 puan eklenir. Toplam skoru  $\geq 3$  olan hastaların beslenme riski altında olduğu kabul edilir ve beslenme desteğine başlanır (35).

**Tablo-3:** Nutrisyonel Risk Skoru.

	Beslenme Durumu Bozukluğu	Hastalık Şiddeti (stres metabolizması)
0	Normal Beslenme Durumu	Normal Besin Gereksinimi
1	VA kaybı > %5 (3 ayda) veya önceki hafta normalin %50-75'i	Kalça fraktürü Kronik hastalık (özellikle akut komplikasyonlu), siroz KOA, kronik hemodiyaliz, diyabet, onkoloji
2	VA kaybı > %5 (2 ayda) veya VKİ: 18.5 – 20.5 + genel durum bozukluğu veya önceki hafta normalin %25-50'si	Major batin cerrahisi İnme Ağır pnömoni Hematolojik malignite
3	VA kaybı > %5 (1 ayda) ( $\approx$ 3 ayda %15) veya VKİ < 18.5 + genel durum bozukluğu veya önceki hafta normalin %0-25 i	Kafa travması Kemik iliği transplantasyonu Yoğun bakım hastaları (APACHE II>10)

**VA:** Vücut ağırlığı. **VKİ:** Vücut kitle indeksi. **KOA:**Kronik obstrüktif akciğer hastalığı.

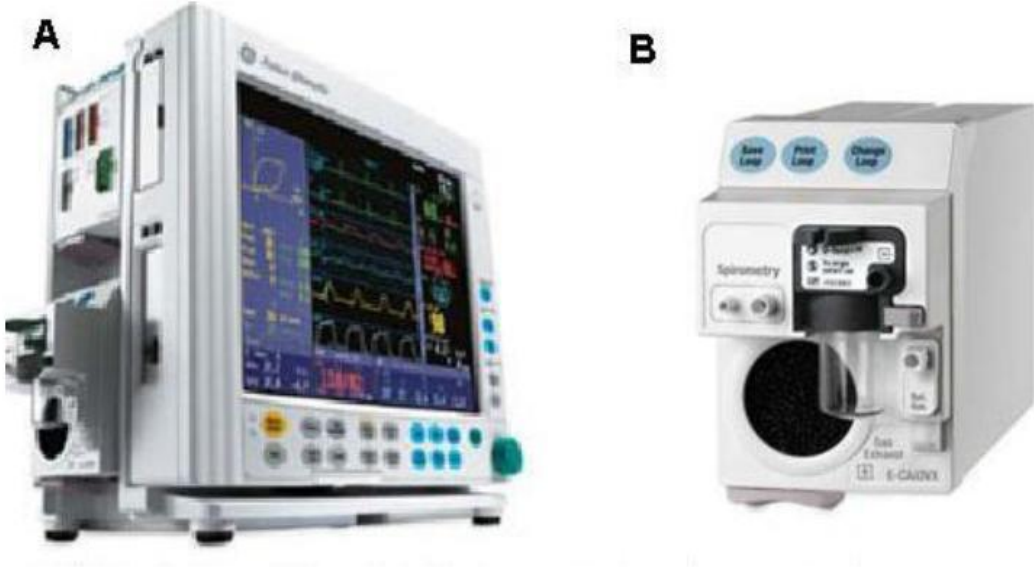
**APACHE:** Akut fizyolojik ve kronik hastalık değerlendirme skoru

Bu çalışmanın amacı; mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri ile ölçülen ve yaygın olarak kullanılan Harris-Benedict ve Schofield formülleriyle belirlenen enerji ihtiyaçlarını karşılaştırmak ve yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri rehberliğinde kalori verilmesinin sağ kalım üzerine etkisini araştırmaktır.

## MATERYAL VE METOD

Bu prospektif çalışma, Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, Reanimasyon Ünitesinde Mayıs 2011-Nisan 2013 yılları arasında gerçekleştirildi. Lokal Etik Kurul'un 22.04.2011 tarihli ve 2011-9/23 karar no.lu izni alındıktan sonra çalışmaya 18 yaş üzeri, 24 saat ve daha fazla MV ihtiyacı olan, cerrahi veya dahili 150 YB hastası dahil edildi. Hasta yakınlarından bilgilendirilmiş gönüllü onay formu alındı.  $FiO_2 > 0.6$  ve  $PEEP \geq 20 \text{cmH}_2\text{O}$  olacak şekilde ventilatör desteği gerektiren, 7 günden önce eksitus ile sonuçlanan hastalar, toraks tüpü olan, lobektomi veya pnömonektomi geçirmiş hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya alındıktan sonra indirekt kalorimetri ölçümü esnasında,  $FiO_2 > 0.6$  veya  $PEEP \geq 20 \text{cmH}_2\text{O}$ 'ya gereksinimi olan, ekstübasyon veya eksitus nedeniyle 24 saatlik ölçüm süresinin tamamlanamadığı ve RQ oranının fizyolojik sınırlar dışında ölçüldüğü hastalar çalışmadan çıkarıldı.

Yoğun bakım ünitemize kabul edildikten sonra hastalar, solunum yetmezliğinin sebebine uygun olarak asiste-kontrollü bir modda basınç veya volüm kontrollü olarak solutuldu. İndirekt kalorimetri ölçümleri yoğun bakıma kabulden sonraki ilk 24-48 saat içinde, hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra kesintisiz 24 saat süre ile Datex Ohmeda S/5 hemodinamik monitörüne takılan M-CAiOVX modülü (Datex-Ohmeda, Finland) ile gerçekleştirildi (Resim-1). Bu modül ile indirekt kalorimetre ölçümü için devamlı gaz örneği sağlayan D-parçası ve akım sensörü ile bunları modüle bağlayan hatlar kullanıldı (Resim-2, 3). Yirmi dört saat süreyle ölçülen değerlerin ortalamaları kaydedildi. Ölçüm esnasında örnekleme tüpünde tıkanıklık ve kısa süreli trakeal aspirasyon girişimleri dışında devrelerden hava kaçağı olmaması sağlandı.



**Resim-1:** A. Datex-Ohmeda monitöre entegre edilmiş M-CAiOVX modülü.  
B. M-CAiOVX modülü.



**Resim-2:** Akış sensörü ve örnekleme hattı.





**Resim -3:** Akış sensörünün solunum devresine bağlanması.

Hastaların yaş, cinsiyet, boy, VA, vücut sıcaklıkları, tanıları, uygulanan MV modu ve yoğun bakıma kabulde APACHE II ve SOFA skorları, enfeksiyon durumu, beslenme yöntemi ve kullanılan ürün, vazopressör tedavi alıp almadığı kaydedildi.

Hastalara ESPEN (European Society of Parenteral Enteral Nutrition) YB beslenme kılavuzu (36) esas alınarak, hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra hedeflenen kalori miktarına üç günde ulaşılacak şekilde beslenme desteği sağlandı. Hastalara öncelikle enteral beslenme planlandı. Enteral beslenme ile yüksek gastrik rezidüel volüm, kusma ve enteral tolerasyonun olmaması gibi nedenlerle hedef kalori ve protein değerlerine ulaşamadığında tedaviye parenteral ürün eklendi. Parenteral beslenme bir santral kateter yoluyla hastanın ihtiyacına göre hazırlanan solüsyonlarla yapılırken, enteral beslenme için nazogastrik veya nazojejunal tüpler aracılığı ile verilen hazır endüstriyel ürünler kullanıldı. Hastalar beslenme durumuna göre üçe ayrıldı (37):

- I. Hipokalorik: İndirekt kalorimetri ile ölçülen enerjinin (hedeflenen enerji) %60'ından daha az beslenenler

- II. Normokalorik: Hedeflenen enerjinin %60-100'ü arasında beslenenler
- III. Hiperkalorik: Hedeflenen enerjinin %100'ünden daha fazlasıyla beslenenler

Çalışmaya dahil edilecek formüller için literatür taraması yapıldı ve sıklıkla tercih edilen Harris-Benedict ve Schofield formüllerinin kullanılmasına karar verildi. Yirmi dört saat süreyle indirekt kalorimetri ölçümleri ve tahmini formüllerle hesaplanan veriler hasta izlem formuna kaydedildi. Hastaların boyları ve ağırlıkları ailelerinden alınan bilgiler doğrultusunda kaydedildi.

Hastalar VKİ'lerine göre zayıf ( $VKİ < 19,9 \text{ kg/m}^2$ ), normal kilolu ( $VKİ: 20-24,9 \text{ kg/m}^2$ ), fazla kilolu ( $VKİ: 25-29,9 \text{ kg/m}^2$ ) ve obez ( $VKİ \geq 30 \text{ kg/m}^2$ ) olarak sınıflandırıldılar. Tahmini formüllerde kullanılmak üzere zayıf ve obez hastaların, ideal vücut ağırlıkları (IVA) hesaplandı. "Long" düzeltme faktörlerinin hesaplanması için kullanılacak veriler hasta izlem formuna işlendi.

Hastalık şiddeti ile enerji tüketimi arasında ilişki olup olmadığının saptanması amacıyla; APACHE II ve SOFA skorlarının hesaplanmasında kullanılacak veriler, hasta kabulünü izleyen ilk 24 saat içinde hasta izlem formuna kaydedildi.

### **İstatistiksel Analiz**

Verilerin istatistiksel analizi SPSS 20.0 istatistik paket programında yapıldı. Değişkenler arasındaki ilişkiler Pearson korelasyon ve Spearman korelasyon katsayıları ile incelendi. Kategorik verilerin incelenmesinde Pearson Ki-kare testi ve Fisher'in Kesin Ki-kare testi kullanıldı. Anlamlılık düzeyi  $p < 0.05$  olarak belirlendi.

## BULGULAR

Çalışmamıza 150 hasta dahil edildi. On altı hasta hemodiyaliz aldığı ya da toraks tüpü olduğu için, 16 hasta da 7 günden önce eksitus ya da taburcu olduğu için çalışma dışı bırakıldı. Sonuçta çalışma 118 hasta ile gerçekleştirildi. Bu hastaların demografik özellikleri Tablo-4'de özetlenmiştir.

**Tablo-4:** Hastaların demografik verileri [n,(%)].

	Ortalama $\pm$ SS, n (%)
Yaş (yıl)	60,5 $\pm$ 18,2
Cinsiyet (K/E)	42/76 (35,6/64,4)
VKİ (kg/m <sup>2</sup> )	24,9 $\pm$ 5,2
APACHE II	21 $\pm$ 7,00
SOFA	8,0 $\pm$ 2,9
NRS	4,0 $\pm$ 0,74
Yatış tanısı	
Nörolojik hastalık	19 (16,1)
Multipl travma	23 (19,5)
Sepsis	29 (24,6)
Pnömoni	47 (39,8)
YB kalış süresi(gün)	20,5 $\pm$ 26,6
Hastanede kalış süresi(gün)	30,0 $\pm$ 33,6

**VKİ:**Vücut kitle indeksi. **NRS:**Nutrisyonel risk skoru. **APACHE II:** Akut fizyolojik ve kronik hastalık değerlendirme skoru.

**SOFA:** Ardışık organ yetersizliği değerlendirme skoru.

**YB:**Yoğun bakım.

Bu hastaların;

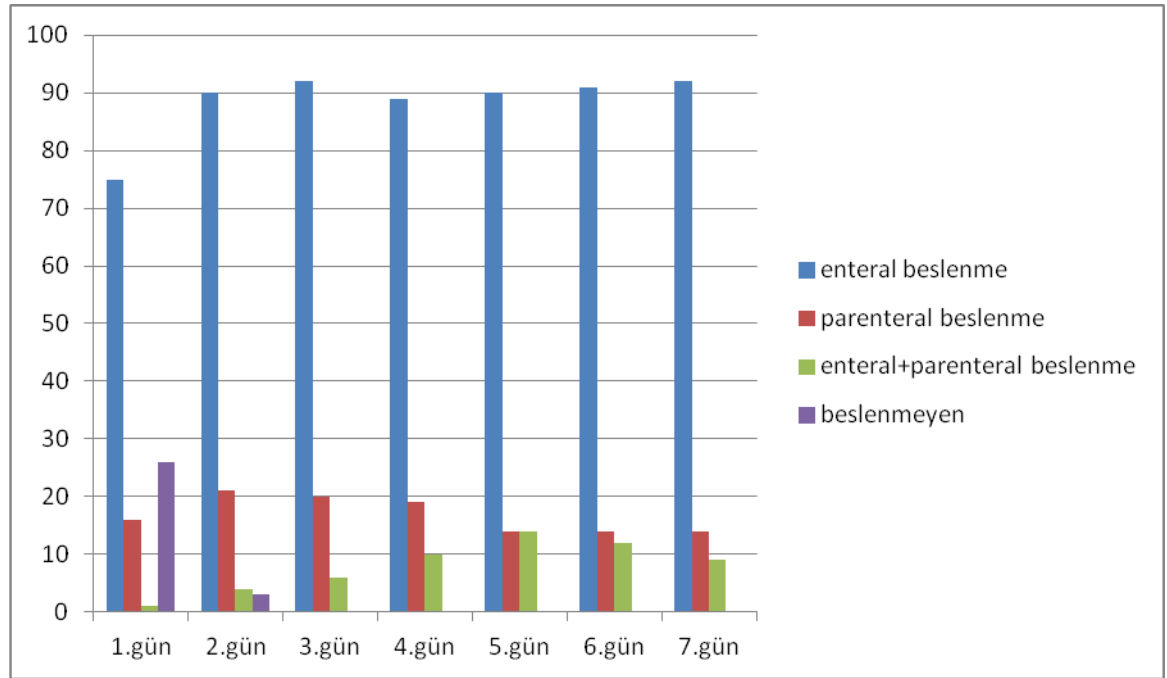
- % 5,9 (n=7)'unda VKİ: 19,9 kg/m<sup>2</sup>'nin altında,
- % 47,5 (n=56)'unda VKİ: 20-24,9 kg/m<sup>2</sup> arasında,
- % 35,6 (n=42)'sında VKİ: 25-29,9 kg/m<sup>2</sup>'nin arasında,
- % 11 (n=13)'inde VKİ :30 kg/m<sup>2</sup>'nin üstünde saptandı.

VKİ: 20 kg/m<sup>2</sup>'nin altında ve 30 kg/m<sup>2</sup>'nin üstünde olan toplam 20 hasta için ideal vücut ağırlıkları hesaplandı.

Hastalara YB'ye kabulden sonra hemodinamik stabiliteyi takiben enteral ve/veya parenteral beslenme desteği başlandı. Çalışmaya alınan hastaların tümüne ilk 48 saatten sonra beslenme başlandığı saptandı. Hastaların beslenme yöntemi Tablo-5 ve Şekil-2'te görülmektedir.

**Tablo-5:** Hastaların 7 günlük beslenme yöntemi.

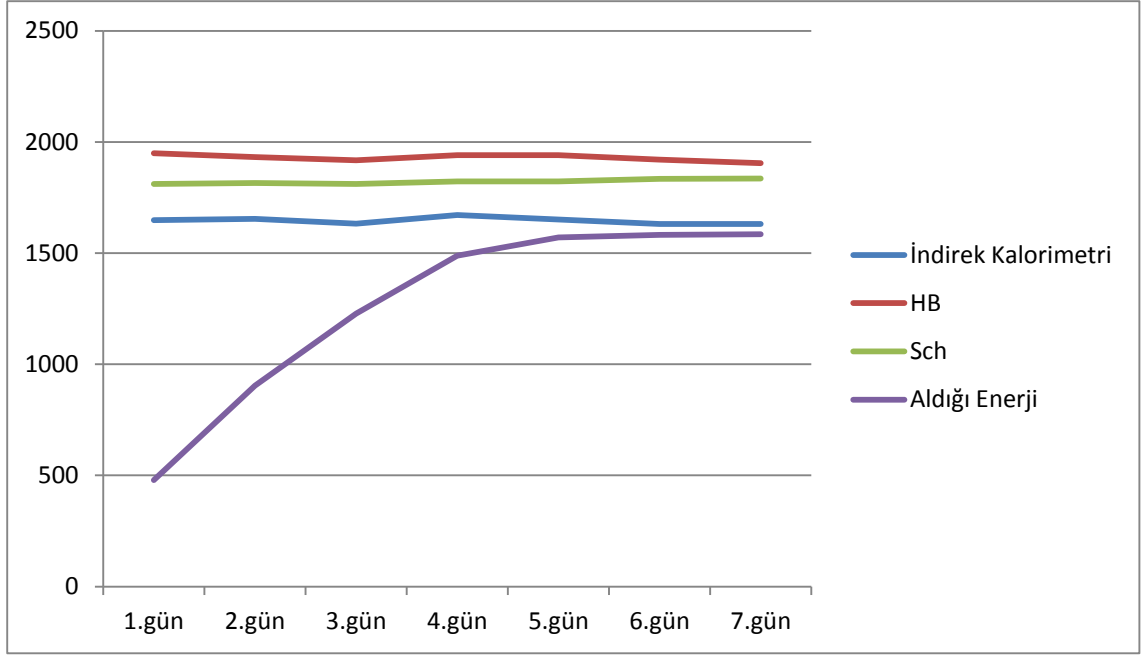
	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün
<b>Parenteral Beslenme, n (%)</b>	16 (13,6)	21 (17,8)	20 (16,9)	19 (16,1)	14 (11,9)	14 (11,9)	14 (11,9)
<b>Enteral Beslenme, n (%)</b>	75 (63,6)	90 (76,3)	92 (78,0)	89 (75,4)	90 (76,3)	91 (77,1)	92 (78,0)
<b>Enteral+Parenteral beslenme, n (%)</b>	1 (0,8)	3 (2,5)	6 (5,1)	10 (8,5)	15 (11,2)	12 (10,2)	9 (7,6)
<b>Beslenmeyen,n (%)</b>	26 (22)	4 (3,4)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)



**Şekil-2:** Hastaların beslenme yöntemi (n).

Yoğun bakımda MV uygulanan hastalarda indirekt kalorimetri ile ölçülen enerji, formüllerle hesaplanan enerji miktarından daha az olmakla birlikte aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ) (Şekil-3). Harris-Benedict ve Schofield formüllerinde yapılan hesaplamalar ile indirekt kalorimetri ölçümleri arasında korelasyon saptandı ( $p<0,05$ ).

Korelasyon katsayıları: Harris-Benedict formülü (HB) için = 0.902 Schofield formülü (Sch) için = 0.908 olarak hesaplandı.



**Şekil-3:** Hastaların aldığı enerji, indirekt kalorimetriyle ölçülen enerji ihtiyacı ve formüllerle hesaplanan enerji ihtiyacı (kcal/gün).

**HB:** Harris-Benedict formülü, **Sch:**Schofield formülü.

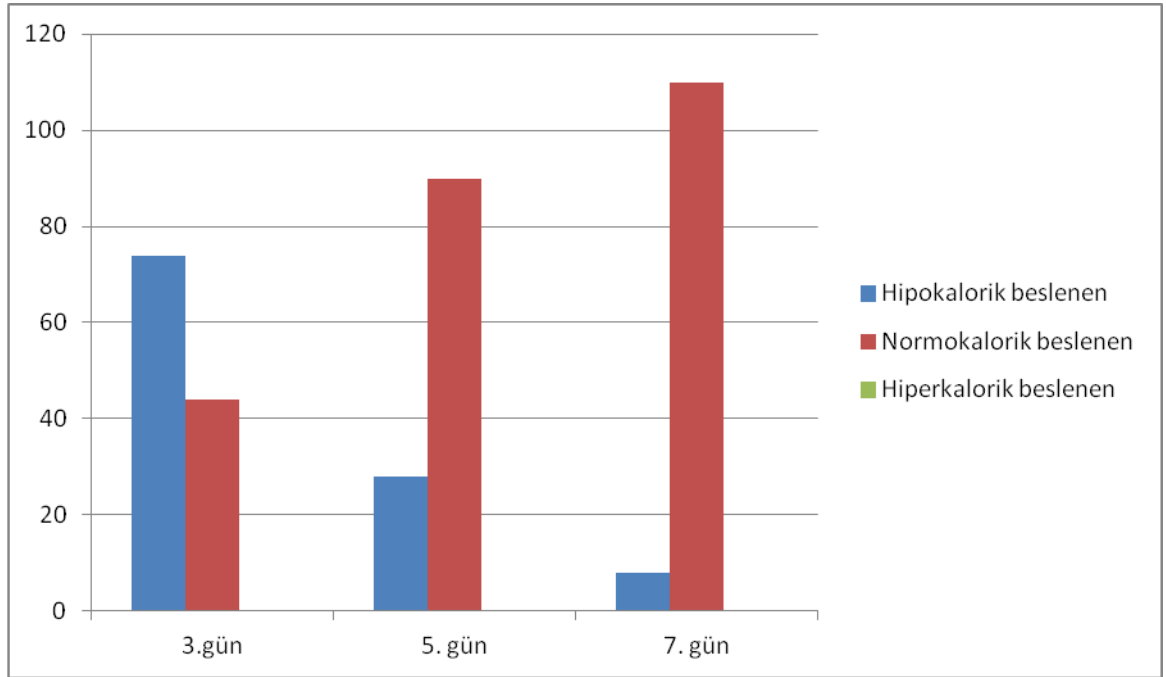
Tablo-6'de Hastaların günlük aldığı enerji ve protein miktarları ile ölçülen ve hesaplanan enerji miktarları görülmektedir.

**Tablo-6:** Hastaların 7 günlük aldığı enerji ve protein miktarları ile ölçülen ve hesaplanan enerji miktarları (Ortalama  $\pm$  SS, n).

	1.Gün	2.Gün	3.Gün	4.Gün	5.Gün	6.Gün	7.Gün
<b>Alınan enerji (kcal/gün)</b>	479,0 $\pm$ 372	904,9 $\pm$ 375	1228 $\pm$ 290	1488 $\pm$ 279	1570 $\pm$ 282	1582 $\pm$ 265	1585 $\pm$ 283
<b>İK (kcal/gün)</b>	1649 $\pm$ 343	1654 $\pm$ 324	1633 $\pm$ 291	1671 $\pm$ 321	1651 $\pm$ 301	1631 $\pm$ 295	1631 $\pm$ 280
<b>HB (kcal/gün)</b>	1915 $\pm$ 518	1898 $\pm$ 520	1883 $\pm$ 525	1905 $\pm$ 495	1890 $\pm$ 520	1885 $\pm$ 520	1868 $\pm$ 418
<b>Sch (kcal/gün)</b>	1778 $\pm$ 310	1783 $\pm$ 325	1778 $\pm$ 305	1790 $\pm$ 315	1801 $\pm$ 318	1800 $\pm$ 315	1799 $\pm$ 294
<b>Alınan protein (g/kg/gün)</b>	0,3 $\pm$ 0,24	0,57 $\pm$ 0,3	0,92 $\pm$ 0,31	1,17 $\pm$ 0,28	1,23 $\pm$ 0,29	1,26 $\pm$ 0,26	1,28 $\pm$ 0,27

**İK:**İndirekt kalorimetri. **HB:**Harris- Benedict formülü. **Sch:**Schofield formülü.

Çalışmamızda hiperkalorik beslenme uygulanan hasta olmadı. İlk 3 günde diğer günlere göre hipokalorik beslenen hasta sayısı (n:74) daha fazla saptandı ( $p<0,05$ ). Yedinci gün hastaların %93,2'si normokalorik beslenmekte idi (Şekil-4). Hipokalorik ve normokalorik beslenen hastalar arasında 14 ve 28 günlük mortalitede istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmadı ( $p>0,05$ ).



**Şekil -4:** İlk 3, 5 ve 7 günde hipokalorik, normokalorik ve hiperkalorik beslenen hastalar (n).

Ayrıca çalışmamızda 1,2 g/kg/gün protein alan hastalar ile 1,2 g/kg/gün'den daha az protein alan hastalar arasında 14 ve 28 günlük mortalitede anlamlı farklılık saptanmadı ( $p:0,45$   $p:1,15$ ).

Hasta kabulünden sonra ilk 24-48 saatte ölçülen enerji ihtiyacı ile APACHE II ve SOFA skorları karşılaştırıldığında, her iki skora ile ölçülen enerji ihtiyaçları arasında korelasyon saptanmadı (sırasıyla  $p>0,05$ ,  $p>0,05$ ).

## TARTIŞMA VE SONUÇ

Sağlıklı bireylerin aksine YB'de tedavi edilen kritik hastaların enerji ihtiyaçlarının doğru bir şekilde saptanmasında halen birçok belirsizlik mevcuttur. Hastaların primer tanılarının çeşitliliği göz önüne alındığında, ölçüm yapmadan tek bir formülle enerji ihtiyacının saptanması oldukça zordur. Kritik hastalarda beslenme tüm tedavinin zorunlu bir parçasıdır. Hem hipokalorik hem de hiperkalorik beslenmenin yoğun bakım sonuçları üzerinde olumsuz etkileri bulunmaktadır (20). Bu olumsuz etkilerin önlenmesi için beslenme desteği uygulanan hastalarda enerji ihtiyacının doğru bir şekilde hesaplanması önemlidir. Bu amaçla kullanılan yöntemler arasında altın standart indirekt kalorimetridir.

Yoğun bakımda enerji tüketimi ile ilgili yayınlanan çalışmalarda indirekt kalorimetri ile ölçülen ortalama enerji tüketimi çeşitlilik göstermektedir (38). Dayioğlu ve ark.'larının (39) çalışmalarında ilk 24-48 saatte ölçülen ortalama enerji ihtiyacı  $2697.9 \pm 606$  kcal/gün bulunmuşken, biz MV gereksinimi olan YB hastalarında yaptığımız çalışmamızda, indirekt kalorimetri yöntemi ile ölçülen ortalama enerji ihtiyacının  $1656 \pm 355$  kcal/gün olduğunu tespit ettik. Bu farklılığın nedeninin araştırmacıların hasta grubunda multipl travma, sepsis, ARDS ve geçirilmiş majör cerrahi nedeniyle takip edilen hasta oranının yüksek olması ve ölçümlerin hastalığın akut döneminde yapılmış olması, bizim çalışmamızda ise hastalara 30 gün boyunca ölçüm yapılması ve bu ölçümlerin ortalamasının hesaplanması olduğu kanısındayız. De Waele ve ark.'ları (40), YB ünitesindeki yetişkin hastalarda indirekt kalorimetri ve formülleri karşılaştırdıkları çalışmalarında bizim çalışmamıza benzer şekilde ölçülen ortalama enerji ihtiyacının  $1649 \pm 544$  kcal/gün olduğunu tespit etmişlerdir.

İndirekt kalorimetri aralıklı ya da sürekli olarak uygulanabilir (41). Enerji tüketiminin hesaplanmasında indirekt kalorimetrinin kullanılmasının yanı sıra 24 saat boyunca sürekli ölçüldüğü çalışma sayısı da oldukça azdır (41-43). Yapılan çalışmaların birçoğu 30 dakikalık ölçümlere dayanmaktadır.

Bu açıdan 24 saatlik ölçüm süresini kaydettiğimiz araştırmamızın verilerinin önemli olduğunu düşünmekteyiz.

Vücut ağırlıkları ideal vücut ağırlığından farklı olan obez veya kaşektik hastalarda, yağ dokusunun hipokatabolik özellik göstermesi ve viseral organların enerji tüketimlerinin yağ ve kas dokusundan fazla olması nedeniyle, normal ağırlığı olan hastalar için hazırlanmış formüllerle beslenme ihtiyacı hesaplandığında fazla ya da eksik beslenmenin komplikasyonları ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle klinisyenler, ideal (İVA) ya da ayarlanmış vücut ağırlığına göre beslenme protokolleri ile ilgili çalışmalara yönelmiştir (2, 42). Biz de çalışmamızda obez ve kaşektik hastalarda formüllerde İVA'ya göre hesaplama yaptık.

Kan ve ark.'larının (44) MV uygulanan YB hastalarında enerji ihtiyacının saptanması amacıyla yaptıkları çalışmalarında, hastaların %38'nin hiperkalorik, %30'nun hipokalorik ve %40'nin yeterli beslenmiş olduğunu saptamışlardır. Bizim çalışmamızda ise, hiperkalorik beslenen hasta saptanmadı. İlk 3 gün hastaların %62,7'si hipokalorik ve %37,3'ü normokalorik, 5. gün %23,7'si hipokalorik ve %76,3'ü normokalorik ve 7. gün %6,8'inin hipokalorik ve %93,2'sinin normokalorik beslendiği görüldü. İlk 3 gün içinde hipokalorik beslenen hastaların daha fazla olmasına yol açan faktörler arasında, hastaların hemodinamik açıdan stabil olmaması nedeniyle beslenme desteğine başlanamaması ve yoğun bakıma yatış nedenine yönelik tedavilere bağlı enteral intolerasyonun olduğu düşünüldü. De Waele ve ark.'larının (20) çalışmalarında ise, hastaların %27,4'ü hipokalorik beslenmiş ve bizim çalışmamızda olduğu gibi ilk günlerde hipokalorik beslenen hastaların daha fazla olduğu görülmüştür. Reid'in (45) yoğun bakımda yetersiz ya da fazla beslenme sıklığını görmek amacıyla yaptığı çalışmasında, hastaların %25'inde hiçbir zaman yeterli beslenmenin sağlanamadığı ve yeterli beslenen hastalarda beslenme hedeflerine ulaşma süresinin ortalama 4,5 gün olduğu saptanmıştır. Araştırmacılar, yeterli beslenmeye ulaşılamama nedenleri arasında cerrahi girişimler, yüksek gastrik rezidüel volüm ve kusmanın olduğunu bildirmişlerdir. Bizim çalışmamızda da cerrahi girişimler nedeniyle hastanın aç bırakılması ve



kusma gibi nedenlerle hastaların %6,8'inde 7. gün dahi yeterli beslenmeye ulaşamadı.

Kritik hastalara yetersiz enerji sağlanması akut respiratuar distres sendromu, enfeksiyon, organ yetmezliği, bası yarası ve mortalite artışıyla korelasyon göstermektedir (46-49). Singer ve ark'larının (50) 24 saatlik sürekli indirekt kalorimetri ölçümü yaptıkları çalışmalarında, indirekt kalorimetri ölçümlerine göre beslenen hastalarda hastane mortalitesinde belirgin azalma, yoğun bakımda kalış süresinde ve mekanik ventilasyon süresinde uzama saptanmıştır. Bizim çalışmamızda ise, hipokalorik ve normokalorik beslenen hastalar arasında 14 ve 28 günlük mortalite, YB'de kalış süresi ve MV süreleri açısından farklılık saptanmadı. Bunun nedeninin bizim hasta grubumuzda enerji hedefine daha uzun sürede ulaşmamız olduğu kanısındayız. Ayrıca Van Schijndel ve ark.'larının (51) enerji hedefi için indirekt kalorimetri kullandıkları ve protein hedefine (1,2 g/kg) ulaşılan hastalarda mortalitede azalma olduğu saptanmıştır. Weijs ve ark.'ları (52), YB'de mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda optimal protein ve enerji sunumunun mortaliteye etkisini araştırmak amacıyla yaptıkları çalışmalarında da, her hastaya özel ayarlanmış hem protein hem de enerji hedefine birlikte ulaşılan hastalarda 28 günlük mortalitenin %50 azaldığını göstermişler. Bizim çalışmamızda ise, hem protein hem de enerji hedefine ulaşılan hastalar arasında mortalite farkı saptanmadı.

İndirekt kalorimetri enerji ihtiyacının doğru bir şekilde saptanmasında en iyi yöntem olmasına rağmen özel bir cihaz gerektirmesi, eğitilmiş personel gerektirmesi ve pahalı olması gibi nedenlerle yaygın bir şekilde kullanılamamaktadır. Bu nedenle enerji ihtiyacının saptanması amacıyla çeşitli formüller geliştirilmiştir (42). Enerji hedefine ulaşmada bu formüllerin veya indirekt kalorimetrenin kullanımı ile ilgili araştırmalar devam etmektedir.

Yaygın kullanımı olan Harris-Benedict ve Schofield eşitlikleri sağlıklı insanların bazal metabolizma hızlarından elde edildiklerinden klinikte düzeltme faktörleri eklenerek kullanılırlar. Yoğun bakım hastalarında sıklıkla %10-60 oranında düzeltmeler yapılmaktadır (53-55). Ancak, bu düzeltmelerin ne oranda olacağı konusunda açıklayıcı bir kılavuz yoktur. Örneğin Elia

normogramı, mekanik ventilatöre bağı sepsis hastalarında % 20-50 oranında artışı öngörmektedir ki; bu aralıktaki seçim klinisyenin kararına bırakılmıştır ve subjektiftir (22). Long ve ark. (56), sepsisli hastada enerji tüketiminin 1.8, Frankenfield ve ark. (57) ise 1.9 oranında arttığını bildirmişlerdir. Düzeltme için önerilen oranlar 0.8-1.85 arasında değişmektedir (58, 59). Alexandr ve ark. (60), YB hastalarının enerji tüketimini belirlemede Harris-Benedict x1.2 formülünün yeterli olduğunu bildirmişlerdir. Ancak bu çalışmada ölçümler kısa süreli ve hastalar hareketsiz ve nötral vücut sıcaklığında iken yapılmıştır. Kasuya ve ark. (61), subaraknoid kanamaların ciddiyetine göre enerji tüketiminin %36-71 oranında arttığını bildirmişlerdir. Long ve ark. (56), hastalık stresi, aktivite ve vücut sıcaklığına göre enerji tüketimi artışları hesaplayarak 'Long' faktörleri olarak bilinen düzeltme çarpanlarını belirlemişlerdir. Cheng ve ark. (62)'nin mekanik ventilatör desteğindeki 46 YB hastasında yaptıkları çalışmada, enerji gereksiniminin hesaplanması için, Harris-Benedict, Kleiber, Liu, Dreton Jones ve Fusco formüllerini kullanmışlar ve elde edilen değerleri indirekt kalorimetriden elde ettikleri gerçek enerji ihtiyacı ile karşılaştırmışlardır. Harris-Benedict eşitliği ile elde edilen sonuçların enteral beslenen grupta %17.8, parenteral beslenen grupta %20.6, kombine beslenen grupta %23.7 oranında eksik olduğu görülmüştür. Ancak bu çalışmada Harris-Benedict ile hesaplanan bazal enerji tüketiminin göz önüne alındığı, aktivite ve stres faktörlerinin ilave edilmediği görülmektedir. Bizim çalışmamızda ise, Harris-Benedict ve Schofield formüllerine 'Long' faktörlerine göre düzeltme uygulayarak indirekt kalorimetri metoduyla karşılaştırma yapıldı ve formüller ile hesaplanan enerji ihtiyacı ile indirekt kalorimetri yöntemiyle saptanan enerji ihtiyacı arasında korelasyon saptandı. Ayrıca Subramaniam ve ark.'ları (63) septik hastalarda enerji ihtiyacının saptanmasında Harris-Benedict ve Schofield formülleri ile indirekt kalorimetriyi karşılaştırdıkları çalışmalarında, APACHE II skoru<25 ve ciddi septik hastalarda korelasyonun daha iyi olduğunu bulmuşlardır.

Çalışmamızda, hastalık şiddeti ile enerji tüketimi arasında bir ilişki olup olmadığı da araştırıldı. Hastalık şiddeti APACHE II ve SOFA skorları ile tespit edildi. Skorlamalar ve indirekt kalorimetri ölçümleri hastanın yoğun

bakıma kabulünden sonraki stres cevabın en yüksek olduğu ilk 24-48 saatte yapıldı. APACHE II ve SOFA skorları ile indirekt kalorimetri yöntemiyle ölçülen enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunamadı. Brandi ve ark.(64), skorlamalar ile bazal enerji tüketimi ve indirekt kalorimetri ile ölçülen enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında pozitif bir korelasyon gösterememişler ve multipl travmada hasar ve hastalık şiddetinin enerji metabolizması ile ilişkili olmadığını; metabolik cevabın bir “ya hep ya hiç” fenomeni olduğunu belirtmişlerdir.

Sonuç olarak çalışmamız; mekanik ventilasyon uygulanan yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri ile ölçülen ve yaygın olarak kullanılan Harris-Benedict ve Schofield formülleriyle belirlenen enerji ihtiyaçları arasında korelasyon olduğunu, yoğun bakım hastalarında indirekt kalorimetri rehberliğinde kalori verilmesinin mortaliteyi azaltmadığını, APACHE II ve SOFA skorları ile belirlenen hastalık şiddeti ile ölçülen enerji tüketimi arasında herhangi bir ilişki bulunmadığını göstermiştir.

## KAYNAKLAR

1. Huang YC, Yen CL, Cheng CH, Jih KS, Kan MN. Nutritional status of mechanically ventilated critically ill patients: Comparison of different type of nutritional support. *Clin Nutr* 2000; 19:101-7.
2. Zauner C, Schuster BI, Schneeweiss B. Similar metabolic response to standardized total parenteral nutrition of septic and nonseptic critically ill patients. *Am J Clin Nutr* 2001; 74: 265-70.
3. Jensen GL, Binkley J (eds), Hazards of overfeeding. In: Shikora SA, Martindale RG, Schwaitzberg SD (eds). *Nutritional considerations in the intensive care unit*. Kendall/Hunt Publishing Company; 2002. 111-3.
4. Rochester DF, Esau SA. Malnutrition and respiratory system. *Chest* 1984; 85: 411-4.
5. MacDonald A, Hildebrandt L. Comparison of formulaic equations to determine energy expenditure in the critically ill patient. *Nutr* 2003;19:233-9.
6. Walker RN, Heuberger RA. Predictive equations for energy needs for the critically ill. *Resp Care* 2009;54:509-21.
7. Harris JA, Benedict FG. A biometric study of human basal metabolism. *Proc Natl Acad Sci USA* 1918;4:370-3.
8. McClave SA, Lowen CC, Kleber MJ, Nicholson JF, Jimmerson SC, McConnell JW, et al. Are patients fed appropriately according to their caloric requirements? *J Parenteral Enteral Nutr* 1998; 22:375-8.
9. Kondrop J (Çeviri:Döşemeci L), Beslenme temel kavramlar. In: Sobotka L, Allison SP, Fürst P, Meier R, Pertkiewicz, Soeters P (eds) (Çeviri editörü: Korfalı G). *Klinik Nutrisyon Temel Kavramlar*. 3. Baskı. Logos Yayınevi; 2004. 1-10.
10. Van den Berghe G. The neuroendocrine response to stress is a dynamic process. *Best practice & research. Clinical Endocrinology & Metabolism* 2001;15: 405-19.
11. Cuthbertson DP, MD. Post-shock metabolic response. *Arris and Gale lecture 1942. Nutr Hosp* 2001;16:175-82.
12. Briassoulis G, Zavras N, Hatzis T. Malnutrition, nutritional indices, and early enteral feeding in critically ill children. *Nutr* 2001;17: 548-57.
13. Moral AR (editör). *Klinik nutrisyon*. Logos Yayıncılık 1993. 14-8.
14. Carpentier YA, Sobotka L (Çeviri:Uyar M), Enteral ve parenteral nutrisyonda kullanılan substratlar. In: Sobotka L, Allison SP, Forbes A, Ljungqvist O, Meier RF, Pertkiewicz M (eds) (Çeviri editörü: Gündoğdu H). *Klinik nutrisyonun temelleri*. 4. Baskı. Bayt Yayınevi; 2013. 247-69.
15. Sobotka L, Soeters PB, Jolliet P, Pichard C, Singer P (Çeviri: Çivi M), Kritik hastalar ve sepsisli hastalarda nutrisyon desteği. In: Sobotka L, Allison SP, Forbes A, Ljungqvist O, Meier RF, Pertkiewicz M (eds) (Çeviri editörü: Gündoğdu H). *Klinik nutrisyonun temelleri*. 4. Baskı. Bayt Yayınevi; 2013.448-9.

16. Driscoll DF, Bistran BR (eds). Parenteral nutrition. In: Shikora SA, Martindale RG, Swaitzberg SD (eds) Nutritional considerations in the intensive care unit. Kendall/Hunt Publishing Company. 2002. 40-1.
17. Fuhrman MP, Herrmann VM (eds). Micronutrients in critical illness. In: Shikora SA, Martindale RG, Swaitzberg SD (eds). Nutritional Considerations in the intensive care unit. Kendall/Hunt Publishing Company. 2002. 51-7.
18. Dark DS, Pingleton SK, Kerby GR. Hypercapnia during weaning: A complication of nutritional support. Chest 1985;88:141-3.
19. Aranda-Michel J, Morgan SL. Overfeeding in a patient with kwashiorkor syndrome. Nutr 1996;12:623-5.
20. De Waele E, Spapen H, Honore PM, Mattens S, Rose T, Huyghens L. Bedside calculation of energy expenditure does not guarantee adequate caloric prescription in long-term mechanically ventilated critically ill patients: A quality control study. The Scientific World Journal 2012.
21. Korfalı G, Gündoğdu H, Aydınтуğ S, ve ark. Nutritional risk of hospitalized patients in Turkey. Clin Nutr 2009;28:533-7.
22. Sobotka L, Rarendregt K, Soeters PR, Allison SP (Çeviri: Sungurtekin H). Malnutrisyonun fizyolojik fonksiyonlara etkisi. In: Sobotka L, Allison SP, Fürst P, Meier R, Pertkiewicz M, Soeters P (eds) (Çeviri editörü: Korfalı G). Klinik nutrisyon temel kavramlar. 3. Baskı. Logos Yayıncılık; 2004.18-21.
23. Reid CL. Nutritional requirements of surgical and critically-ill patients: Do we really know what they need? Proc Nutr Soc 2004; 63: 467-72.
24. Flancbaum L, Choban PS, Sambucco S, Verducci J, Burge JC. Comparison of indirect calorimetry, the Fick method, and prediction equations in estimating the energy requirements of critically ill patients. Am J Clin Nutr 1999; 69: 461-6.
25. Auxiliadora MM, Coletto FA, Campos AD, Basile-Filho A. Indirect calorimetry can be used to measure cardiac output in septic patients. Acta Cir Bras 2008;23:118-25.
26. Weir JB. New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. Nutr 1990;6:213-21.
27. Waltteri S, Klaus TO, Tommi N, Arno V, Riku A. Predictive equations over-estimate the resting energy expenditure in amyotrophic lateral sclerosis patients who are dependent on invasive ventilation support. Nutr Metab 2010;7: 70-5.
28. Lev S, Cohen J, Singer P. Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: Facts and controversies-the heat is on. Crit Care Clin 2010;26:1-9.
29. James BY, Mullen L. Indirect calorimetry in critical care. Nutr Soci 1991; 50: 239-44.
30. Ferrannini E. The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. Metabolism 1988; 37: 287-301.
31. Rigalleau V, Lasseur C, Pecheur S, et al. Resting energy expenditure in uremic, diabetic, and uremic diabetic subjects. J Diabetes Complications 2004;18:237– 41.

32. Schofield WN. Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work. *Hum Nutr Clin Nutr* 1985;39:5-41.
33. Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, Zimmerman JE. APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* 1985;13:818-29.
34. Vincent JL, Moreno R, Takala J. The SOFA: Sepsis-related organ failure assessment score to describe organ dysfunction/failure. *Intensive Care Med* 1996;22:707-10.
35. Kondrup J, Rasmussen HH, Hamberg O, Stanga Z . ESPEN working group nutritional risk screening (NRS 2002):A new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003; 22: 321–36.
36. Kreyman KG, Berger MM, Deutz NEP, et al. (Çeviri: Dikmen Y). Yoğun bakım. In; Valentini L, Schütz T, Allison S, Howard P, Pichard C, Lochs H (eds) (Çeviri editörü: Korfalı G, Bahar M). ESPEN Enteral nutrisyon rehberi. 2010. 29-40.
37. Arabi YM, Haddad SH, Aldawood AS, et al. Permissive underfeeding versus target enteral feeding in adult critically ill patients (PermiT Trial): a study protocol of a multicenter randomized controlled trial. *Trials* 2012;12:191-8.
38. Weekes EC. Controversies in the determination of energy requirements. *Proc Nutr Soc* 2007; 66: 367-77.
39. Dayioğlu M. Mekanik Ventilasyon Uygulanan Yoğun Bakım Hastalarında Enerji Tüketiminin Belirlenmesinde İndirekt Kalorimetri Metodu ile Ampirik Formüllerin Karşılaştırılması (Uzmanlık Tezi). Konya: Selçuk Üniversitesi; 2008.
40. De Waele E, Spapen H, Honore PM, et al. Introducing a new generation indirect calorimeter for estimating energy requirements in adult intensive care unit patients: Feasibility, practical considerations, and comparison with a mathematical equation. *J Crit Care* 2013; 21-8.
41. Wooley JA. Indirect calorimetry: applications in practice. *Respiratory care clinics of North America. Respir Care Clin N Am* 2006;12: 619-33.
42. Reid CL. Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr* 2007;26:649-57.
43. Swinamer DL, Phang PT, Jones RL, Grace M, King EG. Twenty-four hour energy expenditure in critically ill patients. *Crit Care Med* 1987;15: 637-43.
44. Kan MN, Chang HH, Sheu WF, Cheng CH, Lee BJ, Huang YC. Estimation of energy requirements for mechanically ventilated, critically ill patients using nutritional status. *Crit Care* 2003;7:108-15.
45. Reid C. Frequency of under- and overfeeding in mechanically ventilated ICU patients: causes and possible consequences. *J Hum Nutr Diet* 2006;19:13-22.
46. Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, Ferguson SK, Kaiser AM, Erlandson EE. Measurement of metabolism in multiple organ failure. *Surgery* 1982;92: 771-9.
47. Villet S, Chiolerio RL, Bollmann MD, et al. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. *Clin Nutr* 2005;24:502-9.

48. Dvir D, Cohen J, Singer P. Computerized energy balance and complications in critically ill patients: an observational study. *Clin Nutr* 2006; 25: 37-44.
49. Faisy C, Lerolle N, Dachraoui F, et al. Impact of energy deficit calculated by a predictive method on outcome in medical patients requiring prolonged acute mechanical ventilation. *Br J Nutr* 2009;101:1079-87.
50. Singer P, Anbar R, Cohen J, et al. The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients. *Intensive Care Med* 2011;37:601-9.
51. Van Schijndel SRJM, Weijs PJM, Koopmans RH, Sauerwein HP, Beishuizen A, Girbes ARJ. Optimal nutrition during the period of mechanical ventilation decreases mortality in critically ill, long-term acute female patients: a prospective observational cohort study. *Crit Care* 2009;13:132-42.
52. Weijs PJ, Stapel SN, De Groot SD, et al. Optimal protein and energy nutrition decreases mortality in mechanically ventilated, critically ill patients: a prospective observational cohort study. *JPEN* 2012;36:60-8.
53. Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compher C. Accurate determination of energy needs in hospitalized patients. *J Am Diet Assoc* 2007; 107: 393-401.
54. Macdonald A, Hildebrandt L. Comparison of formulaic equations to determine energy expenditure in the critically ill patient. *Nutr* 2003;19:233-9.
55. Barak N, Wall-Alonso E, Sitrin MD. Evaluation of stress factors and body weight adjustments currently used to estimate energy expenditure in hospitalized patients. *JPEN* 2002; 26: 231-8.
56. Long CL, Schaffel N, Geiger JW, Schiller WR, Blakemore WS. Metabolic response to injury and illness: Estimation of energy and protein needs from indirect calorimetry and nitrogen balance. *JPEN* 1979; 3: 452-6.
57. Frankenfield DC, Wiles CE, Bagley S, Siegel JH. Relationships between resting and total energy expenditure in injured and septic patients. *Crit Care Med* 1994; 22:1766-804
58. Boulanger BR, Nayman R, McLean RF, Phillips E, Rizoli SB . What are the clinical determinants of early energy expenditure in critically ill injured adults? *J Trauma* 1994; 37:969-74.
59. Rodriguez DJ, Sandoval W, Clevenger FW. Is measured energy expenditure correlated to injury severity score in major trauma patients? *J Surg Res* 1995;59: 455-9.
60. Alexander E, Susla GM, Burstein AH, Brown DT, Ognibene FP. Restrospective evaluation of commonly used equations to predict energy expenditure in mechanically ventilated, critically ill patients. *Pharmacother* 2004; 24: 1659-67.
61. Bruder N, Raynal M, Pellissier D, Courtinat C, Francois G. Influence of body temperature, with or without sedation, on energy expenditure in severe head-injured patients. *Crit Care Med* 1998;26; 568-72.

62. Cheng CH, Chen CH, Wong Y, Lee BJ, Kan MN, Huangh YC. Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *Clin Nutr* 2002;21:165-172.
63. Subramaniam A, McPhee M, Nagappan R. Predicting energy expenditure in sepsis: Harris-Benedict and Schofield equations versus the Weir derivation, *Crit Care Resusc* 2012;14:202-10.
64. Brandi LS, Santini L, Bertolini R. Energy expenditure and severity of injury and illness indices in multipl trauma patients. *Crit Care Med* 1999; 27: 2684-9.



## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimi aldđđm Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'ndaki eğitim s¼recinde sevgi ve saygıyla yaklaőan ve her konuda bilgi ve deneyimlerini bizlerle paylaőan Anabilim Dalı Baőkanı'mız sayın Prof. Dr. G¼lsen KORFALI'ya, tez çalıőmamın her aőamasında desteğini esirgemeyen danıőmanlarım sevgili Prof.Dr. Ferda Şöhret KAHVECİ'ye, Doç.Dr. Nermin KELEBEK GİRGIN'e, Doç.Dr Remzi İŐŐİMEN'e ve diğer tüm hocalarıma teőekk¼r ederim.

Asistanlığım s¼resince tanıőıp birlikte alıőtıđđm arkadaşlarıma sabır ve anlayıőlarından dolayı teőekk¼r ederim.

Her zaman her koőulda bana destek olan, asistanlığın getirdiği zorlu s¼reci benimle paylaőan sevgili eőim ve aileme teőekk¼r ederim.

## ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Bursa'da doğdum. İlkokulu Dağkadı Köyü İlk Öğretim Okulu'nda, orta ve lise eğitimini Karacabey Anadolu Lisesi'nde tamamladım. 2007 yılında Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi'nden mezun oldum. 2007-2008 yılları arasında pratisyen hekim olarak çalıştım. 2008 yılında Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı'nda araştırma görevlisi olarak göreve başladım, halen bu göreve devam etmekteyim.