



**T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

YOĞUN BAKIM HASTALARINDA METABOLİK MONİTOR İLE ÖLÇÜLEN ENERJİ TÜKETİMİNİN STANDART DENKLEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Onur TAKTAKOĞLU

UZMANLIK TEZİ

ADANA-2015



**T.C.
ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
İÇ HASTALIKLARI ANABİLİM DALI**

YOĞUN BAKIM HASTALARINDA METABOLİK MONİTOR İLE ÖLÇÜLEN ENERJİ TÜKETİMİNİN STANDART DENKLEMLERLE KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Onur TAKTAKOĞLU

UZMANLIK TEZİ

**TEZ DANIŞMANI
Yrd. Doç. Dr. Emre KARAKOÇ**

**Bu tez, Çukurova Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri fonu
tarafından TF2014LTP2 no'lu proje olarak desteklenmiştir.**

ADANA-2015

TEŞEKKÜR

Tez sürecinde yardımlarını esirgemeyen ve tez danışmanım Yrd. Doç. Dr. Emre Karakoç'a,

Motivasyonu asla kırılmayan , karanlık günlerimizde kaybolan ışığımızı bulmamızı öğreten Dekanımız Prof. Dr. Dilek Özcengiz'e,

Öğretilerini asla unutamayacağım, asistanlık sürecinde desteklerini esirgemeyen değerli hocalarıma,

İstatiksel analiz boyunca yardımlarını esirgemeyen, akrabam olmasından gurur duyduğum Sn. Doç Dr. Ersin Nazlıcan'a

Sadece tez boyunca değil, asistanlık hayatım boyunca desteklerini esirgemeyen değerli dostlarıma ve mesai arkadaşlarıma,

Dahiliyenin amacını öğreten Dr. Ali Oğul'a, ilim öğretmek amacı ile boğaz patlatan Dr. Engin Onan'a , Dr. Esra Ateş'e, Dr. İskender Gökçay'a, Dr. Yunus Coşkun'a, Dr. Salih Işık'a ve diğer kıdemlilerime,

Başta Hakan Ural , Alican Demirkol, Soner Özdemir ve Şayan Sanrı Esen olmak üzere tüm Ç.Ü. dahiliye yoğun bakım çalışanlarına ,

Bugünlere gelmemi sağlayan, maddi manevi hiçbir yardımı esirgemeyen annem Nevin Taktakoğlu'na , babam Cumali Taktakoğlu'na ve ağabeyim Cem Taktakoğlu başta olmak üzere fedakâr aileme,

A'nın an'ın ne demek olduğunu gösteren, anılarımızın ölümsüz olduğu hayat arkadaşım, 2005 yılının milat olarak kabul etmemi sağlayan, annelerin en güzeli Deryam'a,

Tez yazım süresince tüm komplo ve sabotaj girişimlerine rağmen tezimi bitirmemdeki en büyük motivasyonum, hayata bakışımı ve amacımı değiştiren kuzucuğum Nevin Aryam'a,

Sonsuz teşekkürler...

İyi ki varsınız.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR	i
İÇİNDEKİLER	ii
TABLO LİSTESİ	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
KISALTMALAR	vii
ÖZET	x
ABSTRACT	xi
1.GİRİŞ ve AMAÇ	1
2.GENEL BİLGİLER	3
2.1 Yoğun Bakım Hastalarında Beslenme	3
2.1.1 Bazal Enerji Tüketimi ve Beslenme ile İlgili Komplikasyonlar	3
2.1.2 Bazal Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler	4
2.2 Enerji Tüketimi	6
2.2.1 Enerji Tüketimi Hakkında Temel Prensipler ve Tanımlar	6
2.2.2 Enerji Tüketimi Ölçümü Avantajları	6
2.3 İndirekt Kalorimetre	7
2.3.1 Tanımlar ve Çalışma Prensipleri	7
2.3.2 İndirekt Kalorimetre Ölçüm İşlemi Esasları	9
2.3.3 Oksijen Tüketiminin Hesaplanması, Sınırlamaları ve İdeal Ölçüm Süresi	9
2.4 Enerji Tüketiminin Hesaplanmasında Kullanılan Formüller	12
2.5 Yoğun Bakım Hastalarında Prognoz Belirleyici Skorlama Sistemleri	14
2.5.1 Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirme (<i>APACHE- Acute Physiology and Chronic Health Evaluation</i>) Skoru	14

2.5.2 Sepsis İlişkili Organ Yetmezlik Değerlendirilmesi – SOFA (<i>Sepsis Related Organ Failure Assessment</i>) Skorlaması	15
2.5.3 Basitleştirilmiş Akut Fizyolojik Skorlama - SAPS (<i>Simplified Acute Physiology Score</i>)	16
3. MATERYAL VE METOT	19
4. BULGULAR	25
5. TARTIŞMA	70
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	81
KAYNAKLAR	83
ÖZGEÇMİŞ	93

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo No:</u>	Sayfa No:
Tablo 1: İET Hakkında Formüller	8
Tablo 2: Enerji Tüketimini etkileyen faktörler	11
Tablo 3: İET Hesaplanması İçin Kullanılan Formüller	14
Tablo 4: Long faktörlerine göre düzeltme çarpanları	14
Tablo 5: Sofa Skorlama Sistemi.	16
Tablo 6: SAPS Skorlama Sistemi	17
Tablo 7: İdeal Kilo Hesaplama Formülleri	22
Tablo 8: BMI (VKİ-vücut kütle indeksi) ve BSA (VYA-vücut yüzey alanı) formüller	22
Tablo 9: Demografik Veriler - 1	25
Tablo 10: Demografik Veriler-2	26
Tablo 11: Laboratuvar Verileri	26
Tablo 12: Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Ölçülen Enerji Tüketimi(ÖET) Değerleri	27
Tablo 13: Ölçülen ve ideal kilolarla hesaplanan standart formüllerin, ölçülen 24 saatlik ortalama enerji tüketimi ile korelasyonu	30
Tablo 14: 24 saatlik Enerji Tüketimi Ortalaması ile Standart Formüllerin Bland Bltman Analizi Sonuçları	31
Tablo 15: Standart denklemlerle ET karşılaştırması sonucu ortaya çıkan beslenme oranları tablosu (yetersiz <%80 , yeterli % 80-110 ve yüksek >110)	67

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil No:	Sayfa No:
Şekil 1: APACHE II skorlama sistemi	15
Şekil 2: E-COVX indirekt kalorimetre ile uyumlu Ge Carescape™ Marka Monitor	20
Şekil 3: E-COVX indirekt kalorimetre modülü	20
Şekil 4: Entübasyon tüpüne eklenen D-Lite Sensor Parçası	21
Şekil 5: D-Lite Sensoru ve Örneklem Hattının Kurulumu	21
Şekil 6: D-lite Sensor ve Örneklem Hattı 'nın Entübe Hastada Doğru Şekilde Kullanılması	21
Şekil 7: 2. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin Bland-Altman Analizi	28
Şekil 8: 6. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin Bland-Altman Analizi	28
Şekil 9: 12. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin Bland-Altman Analizi	29
Şekil 10: 2 , 6 ve 12 saatte yapılan ÖET incelemeleriyle 24. Saatlik ÖET'nin yeterlilik karşılaştırması	29
Şekil 11: HB(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	33
Şekil 12: HB(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	33
Şekil 12: HB(ö)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	34
Şekil 13: HB(ö)x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	34
Şekil 14: HB(i)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	35
Şekil 15: HB(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	35
Şekil 16: Owen(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	36
Şekil 18: Owen(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	36
Şekil 19: Owen(ö)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	37
Şekil 20: Owen(ö)x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	37
Şekil 21: Owen(i)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	38
Şekil 22: Owen(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	38
Şekil 23: Mifflin SJ(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	39
Şekil 24: Mifflin SJ(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	39
Şekil 25: Mifflin SJ(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	40
Şekil 26: Mifflin SJ(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	40
Şekil 27: Mifflin SJ(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	41
Şekil 28: Mifflin SJ(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	41

Şekil 29: Ireton Jones Ob. (ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	42
Şekil 30: Ireton Jones Ob. (i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	42
Şekil 37: Ireton Jones Ob. (ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	43
Şekil 32: Ireton Jones Ob. (ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	43
Şekil 33: Ireton Jones Ob. (i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	44
Şekil 34: Ireton Jones Ob. (i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	44
Şekil 35: Ireton Jones 1992(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	45
Şekil 36: Ireton Jones 1992(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	45
Şekil 37: Ireton Jones 1992(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	46
Şekil 38: Ireton Jones 1992(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	46
Şekil 39: Ireton Jones 1992(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	47
Şekil 40: Ireton Jones 1992(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	47
Şekil 41: Ireton Jones 1997(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	48
Şekil 42: Ireton Jones 1997(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	48
Şekil 43: Ireton Jones 1997(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	49
Şekil 44: Ireton Jones 1997(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	49
Şekil 45: Ireton Jones 1997(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	50
Şekil 46: Ireton Jones 1997(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	50
Şekil 47: Schofield(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	51
Şekil 48: Schofield(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	51
Şekil 49: Schofield(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	52
Şekil 50: Schofield(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	52
Şekil 51: Schofield(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	53
Şekil 52: Schofield(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	53
Şekil 53: Faisy(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	54
Şekil 54: Faisy(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	54
Şekil 55: Faisy(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	55
Şekil 56: Faisy(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	55
Şekil 57: Faisy(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	56

Şekil 58: Faisy(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	56
Şekil 59: Swinamer Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	57
Şekil 60: Swinamer x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	57
Şekil 61: Swinamer x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	58
Şekil 62: Penn State 1998 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	58
Şekil 63: Penn State 1998 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	59
Şekil 64: Penn State 1998 x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	59
Şekil 65: Penn State 2003 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	60
Şekil 66: Penn State 2003 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	60
Şekil 67: Penn State 2003 x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	61
Şekil 68: Penn State 2010 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	61
Şekil 69: Penn State 2010 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	62
Şekil 70: Penn State 2010x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	62
Şekil 71: Brandi Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	63
Şekil 72: Brandi x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	63
Şekil 73: Brandi x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi	64
Şekil 74: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -1	64
Şekil 75: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -2	65
Şekil 76: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -3	65
Şekil 77: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -4	66
Şekil 78: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -5	66

KISALTMALAR

AIDS	: Edinilmiş Bağışıklık Eksikliği Sendromu
APACHE	: Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirme Skoru
BAPEN	: British Association for Parenteral and Enteral Nutrition
BET	: Bazal Enerji Tüketimi
BMI	: Vücut Kitle İndeksi
BNP	: Brain Natriüretik Peptide
BSA	: Vücut Yüzey Alanı
BUN	: Kan Üre Azotu
Ca	: Kalsiyum
CI	: Confidence Interval (Güvenlik Aralığı)
CO	: Kardiyak Debi
Dk	: Dakika
E	: Ekshale
ESPEN	: European Society Of Parenteral Enteral Nutrition
EFSA	: Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi
ET	: Enerji Tüketimi
FiO₂	: Alınan havanın oksijen yüzdesi
FiCO₂	: İnspire edilen CO ₂ fraksiyonu
FeCO₂	: Ekshale edilen(Ekspirasyondaki Karışım) CO ₂ fraksiyonu
FeO₂	: Ekshale edilen(Ekspirasyondaki Karışım) O ₂ fraksiyonu
Gr	: Gram
HB veya HBE	: Harris Benedict Eşitliği
Hgb	: Hemoglobin
Htc	: Hematokrit
İ	: İnspire
IL-1	: İnterlökin-1
IL-4	: İnterlökin-4
IL-6	: İnterlökin-6

IL-10	: İnterlökin-10
İET	: İstirahat Enerji Tüketimi
Iret.J	: Ireton-Jones
İK	: İndirekt Kalorimetri
J	: Joule
K	: Potasyum
Kcal	: Kilokalori
Kg	: Kilogram
Kr	: Kreatinin
Ml	: Mililitre
Mg	: Magnezyum
MifflinSJ	: Mifflin–St Joir 1990
M.Ö.	: Milattan Önce
M.S.	: Milattan Sonra
MSJ	: Mifflin St. Joir Eşitliği
NM	: İdrar Azot Sekresyonu
Na	: Sodyum
Ort	: Ortalama
Örn	: Örnek
ÖET	: Ölçülen Enerji Tüketimi
Q	: Total Akım
P	: Fosfor
PaO2	: Arteriyel Oksijen Basıncı
Plt	: Trombosit Sayısı
RQ	: Solunum Sabiti
SaO₂	: Arteryel Oksijen Satüasyonu
SAPS	: Basitleştirilmiş Akut Fizyolojik Skorlama
SD	: Standart Deviasyon
SOFA	: Sepsis İlişkili Organ Yetmezlik Değerlendirilmesi
SSS	: Santral Sinir Sistemi
SvO₂	: Venöz Oksijen Satüasyonu
T	: Çalışma sırasındaki vücut sıcaklığı (C ⁰)
T_{max}	: Son 24 saatteki en yüksek vücut sıcaklığı(C ⁰)

TICACOS	: Tight Calorie Control Study
TNF-A	: Tümör Nekrozis Faktör – Alfa
TPN	: Total Parenteral Nutrisyon
VCO₂	: Ekstrakte Olan Karbondioksit Miktarı
VO₂	: Ekstrakte Olan Oksijen Miktarı
UN	: İdrar Azotu
Ve	: Ekspire edilen dakika solunumu miktarı (L/dk)
VKi	: Vücut Kütle İndeksi
Vt	: Tidal Volüm (L/nefes),
Yy	: Yüzyıl
(�)	: Ölçülen Kilo ile Yapılan Hesaplamalar
(i)	: İdeal Kilo İle Yapılan Hesaplamalar

ÖZET

Amaç: İstirahat enerji tüketimini belirlemek için birçok formül mevcuttur. Ancak bu formüller , yoğun bakım hastalarında enerji tüketimini doğru olarak belirleyemeyebilir. İndirekt kalorimetrik ölçümler altın standart olmasına rağmen 24 saat boyunca ölçüm yapılması gerektiği için kullanımda zorluklar olabilmektedir.

Bu çalışmada 2, 6 ve 12 saatlik indirek kalorimetrik ölçümler,ve prediktif formüllerin yetriliğini saptamak için 24 saatlik indirek kalorimetrik ölçümle karşılaştırılması amaçlandı.

Materyal ve Metot: Bu çalışmaya Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi dahiliye yoğun bakım ünitesinde takip edilen 131 entübe hasta dahil edildi. İndirekt kalorimetre aracılığıyla ölçülen 2, 6, 12 ve 24. saat enerji tüketimi değerleri kaydedildi.24 saatlik ölçüm ile diğer saatlerdeki ölçümler pearson korelasyonve Bland altman analizi ile karşılaştırıldı. 2.,6. ve 12. Saatte bulunan değerler ölçülen enerji tüketimine yüzde olarak oranlandı. % 80 ile % 110 arasında sonuçlanan kısım “yeterli” olarak değerlendirildi.Ölçülen ve ideal kilolar kullanılarak *Harris-Benedict, Owen, Mifflin– St Joir 1990, Obezite 1992* ve *1997* yıllarına özgü *Ireton-Jones, 1998-2003* ve *2010* yıllarına özgü, *Penn-State, 1990 Swinamer, 1999 Brandi, 2003 Faisy* ve *Schofield* formülleri ile enerji tüketimi hesaplandı.Hem hesaplanan değerler hem de bu değerlerin 1.3 veya 1.6 ile çarpılarak düzeltilmiş halleri ölçülen enerji tüketimi ile karşılaştırıldı.Korelasyon,Bland Altman analizi ve yeterlilik oranları araştırıldı.

Bulgular: 24 saatlik ölçülen enerji tüketimi ortalaması 2078 ± 794 kcal/gün idi. 2. , 6. ve 12. Saatte ölçülen enerji tüketimi değerleri 24 saatlik ölçümlerle korele idi. Bland-Altman analizinde uyum limiti geniş değildi. Prediktif denklemlerle hesaplanan değerlerle korelasyon göstereğine rağmen Bland Altman analizinde geniş uyum limitleri bulundu. Bland Altman analizi ve yeterlilikler değerlendirildiğinde 1.3 ile düzeltilen *Mifflin,Ireton Jones 1997* ile *Swinamer* formülleri ve düzeltme yapılmadan bakılan *Penn State 2003* , *Penn State 2010* , *Brandi* , *Ireton Jones 1992* ve *Schofield* formülleri daha güvenilir bulundu.

Sonuç: Yoğun bakım hastalarında beslenmenin doğru olarak devam ettirilmesi için indirekt kalorimetre kullanılmalıdır. Her hasta için beslenme tedavisi protokolü bireyselleştirilmelidir. İndirekt kalorimetrenin kullanılmadığı durumlarda klinisyenin güvendiği prediktif formüllerden birisi kullanılabilir.İdame tedavide 24 saatlik ölçüme göre hareket edilebilir.

Anahtar Kelimeler: Enerji tüketimi , dahiliye yoğun bakım , indirekt kalorimetre ,prediktif formüller , bland-altman analizi

ABSTRACT

Objectives: Multiple equations exist for predicting resting energy expenditure, but these equations may not estimate accurate energy requirements at critically ill patients. Although indirect calorimetric examination is gold standard, 24 hour measurement might cause some difficulties. We aimed to compare 2, 6 and 12 hours indirect calorimetric examinations and predicted formulas against 24 hours indirect calorimetric examination at medical ICU patients.

Material and Methods: 131 intubated patient who were followed in medical intensive care unit of Cukurova University Medical Faculty were included to this study. Energy expenditure at 2nd, 6th, 12th and 24th hours measured by indirect calorimetry were recorded. The measured values at 24th hours were compared with others by Pearson correlation and Bland-Altman analysis.

Energy expenditure at 2nd, 6th, and 12th hours were compared on a percentage basis with the energy expenditure at 24th hour. The values within %80 and %110 were considered as adequate. Harris Benedict, Owen, Mifflin St. Jeor 1990, Ireton Jones 1992, Ireton Jones 1997, Ireton Jones Obesity, Penn-State 1998, Penn State 2003, Penn State 2010, Swinamer 1990, Brandi 1999, Faisy 2003 and Schofield equations were used both to estimate energy expenditure with actual and ideal body weight. Both these calculations and corrected values with 1.3 or 1.6 were compared with 24th hour energy expenditure. Correlation, Bland Altman analysis and adequacy ratio were investigated.

Findings: Mean energy expenditure at 24th hour was 2078 ± 794 kkal/day. There was correlation between 24th hour energy expenditure and the other hours. Bland Altman plots did not show wide agreement limits. Although all predictive equations were correlated with indirect calorimetry, Bland Altman plot shows wide agreement limits. Mifflin, Ireton Jones 1997 or Swinamer formulas corrected with 1.3 and Penn State 2003, Penn State 2010, Brandi, Ireton Jones 1992 or Schofield formulas without any correction were more reliable.

Results: Indirect calorimetry should be used in critically ill patients to continue accurate nutrition. Nutrition therapy must be individualized in every patient. Most reliable predictive equation decided by clinicians can be used to start nutrition therapy. 24th hour values can be used in maintenance therapy in the following period.

Keywords: Energy expenditure, medical intensive care, indirect calorimetry, predictive formulas, Bland-Altman analysis

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalorik gereksinimlerin tam olarak belirlenmesi, beslenme ile ilgili komplikasyonların azaltılmasında yardımcı olabilir⁽¹⁾. Malnütrisyon yoğun bakım hastalarında, sık rastlanan bir problemdir^(1,2). Yoğun bakım hastalarında yetersiz beslenme uzamış yatış süresi ve artan hasta maliyeti gibi çeşitli problemlerle ilişkilidir^(3,4). Enerji ihtiyacı belirlenirken, mevcut ihtiyacın olduğundan daha az tahmin edilmesi, dokuların fonksiyonlarının, tamirinin ve bağışıklık sisteminin bozulmasına neden olabilir. Ayrıca hospitalizasyon süresini veya post-op takip sürecini de belirgin olarak uzatabilir^(4,5,6). Enerji ihtiyacının olduğundan daha fazla hesaplanarak, hastaların ihtiyacından fazla beslenmesi de çeşitli sorunlara yol açabilir. Aşırı beslemeye bağlı, mekanik ventilatörde kalma süresinin uzaması, hiperglisemi, hepatik disfonksiyon, cerrahi yara iyileşmesinin gecikmesi, sütur ve anastomoz komplikasyonları, hiperosmolar durum, azotemi, weaning güçlüğü ve bağışıklık sistem bozuklukları gibi komplikasyonlar bildirilmiştir⁽⁷⁻¹¹⁾.

Enerji tüketimi direk ve indirekt kalorimetreyle ölçülebildiği gibi, çeşitli formüllerle de hesaplanabilir. Literatürde bu konuda çok sayıda karşılaştırma yapılmıştır. İndirekt kalorimetri yöntemi enerji tüketimini belirlemede altın standart olarak kabul edilmiştir. Geçmiş yıllarda yüksek maliyet, teknik ekipman yetersizliği ve profesyonel çalışan ihtiyacı nedeni ile fazla tercih edilmemiştir. 2000'li yıllarda bir indirekt kalorimetrenin maliyeti 30.000 ile 60.000 dolar arasında değişmekte iken günümüzde daha az maliyetli indirekt kalorimetreler geliştirilmiştir⁽¹²⁾. Her ne kadar altın standart olarak kabul edilse de, ölçümlerin zaman alması, standardizasyon problemi olması ve bazı sigortalar tarafından geri ödeme kapsamında olmaması nedeni ile henüz yaygın olarak kullanımı söz konusu değildir^(17,18,19). Bu gibi sebeplerden dolayı, kliniklerde enerji tüketiminin tahmini için sıklıkla standart (prediktif) formüller kullanılmaktadır. Bu formüller sağlıklı insanlar üzerinde çalışılarak ortaya çıkarılmıştır. Bu yüzden yoğun bakım hastaları gibi enerji ihtiyacının belirgin olarak arttığı düşünülen hasta gruplarında, hesaplamaların yanlış olabileceği düşünülmektedir. Sadece birkaç formül ventilatördeki hastalar üzerinde çalışılmıştır⁽¹³⁻¹⁵⁾. Yapılan çalışmalarda formüllerin birbirlerine üstünlüğü net olarak belirlenemediği için, hangi formülün en kullanışlı olduğu konusunda henüz bir fikir birliği yoktur⁽¹⁾. Çalışmamızda, yoğun

bakımda yatan ve mekanik ventilatörde takip edilen entübe hastalarda indirekt kalorimetri (metabolik monitör) ile ölçülen enerji tüketimini, standart formüllerle hesaplanan enerji tüketimiyle karşılaştırdık. Bir yoğun bakım hastasında enerji tüketimini etkileyen parametrelerin neler olacağını, mevcut enerji tüketimi ölçümü formülleri içinde en güvenilir olanının hangisi olduğunu belirlemeyi hedefledik

2.GENEL BİLGİLER

2.1 Yoğun Bakım Hastalarında Beslenme

2.1.1 Bazal Enerji Tüketimi ve Beslenme ile İlgili Komplikasyonlar

Hastalar, yıllar boyunca “ *nasıl beslenmeliyim?*” sorusuna cevap aramışlardır. Son yıllarda yapılan araştırmalarda, doktorlar arasında da benzer fikir çatışmaları vardır. Yoğun bakım hastalarında beslenme, tedavinin önemli ve tamamlayıcı bir parçasıdır. Tedavide farklı görüşlerin birbirine üstünlüğü henüz kanıtlanamamıştır. Beslenme tedavisinde amaç gerekli enerji ihtiyacını karşılamak, mevcut dengeyi korumak ve vücut protein kütesinin restorasyonunu sağlamaktır ^(20, 21,22) .Bu hedeflerin başarılması için enerji ihtiyacını doğru belirlemek gerekir.

Bazal enerji tüketimi (BET) ,vücudun dinlenme sırasında ihtiyaç duyduğu 24 saatlik enerjidir. Bazal enerji tüketimi , beslenme desteğinin optimizasyonu ve yönetiminde çok önemli bir yer tutmaktadır. Ne yazık ki ideal enerji ihtiyacı teknik koşullar nedeniyle henüz tam olarak belirlenememektedir⁽²³⁾ . Enerji ihtiyacının doğru belirlenmesi, bir yoğun bakım hastasında prognozu değiştirebilir. Hastaların, ihtiyacından daha az (*malnütrisyon*) veya daha fazla (*overfeeding*) beslenmesi kliniği olumsuz yönde etkileyebilir^(22,23) . Kritik bakım boyunca hastaların kalorik ihtiyaçları dalgalanmalar gösterebilir. Bu durumda ihtiyacın doğru saptanıp uygun beslenme başlanması komplikasyon oranlarını azaltabilir⁽²³⁾ .

Travma, enfeksiyon veya cerrahi gibi etkenlerin neden olduğu hasarlar sonucunda oluşan metabolik değişiklikler ilk kez *Cutbetson* tarafından tanımlanmıştır⁽²⁴⁾ . Bu değişiklikler; ilk yaralanmayı takip eden ve metabolik hızda azalma ile karakterize “Ebb” fazı ve onun arkasından gelişen metabolik hızda belirgin artış ve katabolizma ile belirlenen “*flow*” fazıdır. Yaralanma sonrasında, ileri dönemde ise anabolik yanıt baskın hale gelir. Katabolik faz ya da “*flow*” fazında, enerji harcamasında artış ve vücut proteinlerinin hızla kaybı söz konusudur. Bu dönemde katekolaminler ve glukagon gibi stres hormonları artar, insulin düzeyi ise düşer⁽²⁴⁾ . Proteinlerin parçalanması, lipoliz ve glukoneogenez artar. Ağır metabolik stres sırasında vücutta bulunan glikojen depoları birkaç saat içinde tükenir. İskelet kası yapısındaki proteinlerin parçalanması ile oluşan aminoasitler, glukoneogenez ve akut faz proteinlerin yapımı için substrat olarak kullanılır. Bu protein parçalanması sonucu

günde 10-15 gr azot kaybedilir⁽²⁴⁾. Beslenme sırasında meydana gelen komplikasyonlar genellikle; hipokalorik beslenme solüsyonları, doğru beslenme yolunun bulunamaması, beslenmeye intolerans, beslenmeye geç başlama veya yeniden beslenme (*refeeding*) sendromu nedenleriyle olmaktadır⁽¹⁸⁾. Malnütrisyon yağsız vücut kitlesinde azalma, yara iyileşmesinde gecikme, hipoalbuminemi, ödem, bozulmuş miyokardiyal kontraktile, azalmış kompliyans, artmış nozokomiyal enfeksiyon riski, solunum kaslarında güçsüzlük, bozulmuş immunité, organ disfonksiyonları, artmış morbidite ve mortalite ile ilişkilidir^(11,25-31). Ventilátörde takip süresi uzamakta, başarılı *weaning* olasılığı azalmakta ve sepsisemi riskinin artmaktadır^(25,32-35). Yapılan çalışmalarda yetersiz beslenen hastalarda tedavi maliyetlerinin daha fazla olduğu belirtilmiştir^(18,36). Sürekli enerji açığı olan, yetersiz beslenen hastalarda yoğun bakım yatış süresi, ventilátör bağımlılığı oranı ve mortalite daha fazladır^(18, 36-39).

Yetersiz beslenme kadar fazla beslenme(*overfeeding*) de kritik hastalarda olumsuz sonuçlara yol açmaktadır^(18,41). Bu tabloda hipertrigliseridemi (lipogenezin artması ile fazla glukozun yağa dönüşümü), hiperglisemi, azotemi ve elektrolit imbalansı oluşabilir. Karaciğer ve solunum sistemi başta olmak üzere çeşitli organ hasarları görülebilir^(9,32,41-44). Yağların veya karbonhidratların fazla verilmesine bağılı olarak CO₂ üretimi artar. Bu da solunumsal kompensasyon mekanizmalarını devreye sokarak, dakika ventilasyonunu arttırabilir. Entübe hastalarda mevcut solunum sıkıntısını belirginleştirerek, klinik tabloyu ağırlaştırabilir. Ventilátörde ve yoğun bakımda kalma süresi bu nedenle uzayabilir⁽⁴³⁻⁴⁷⁾.

2.1.2 Bazal Enerji Tüketimini Etkileyen Faktörler

Bazal enerji ihtiyacını en çok etkileyen yağsız vücut kitlesidir. Sepsis, travma ve yanık hastaları başta olmak üzere, yoğun bakım hastalarında belirgin metabolik değişiklikler olmaktadır. Bu değişikliklerden esas olarak inflamasyon ve nöroendokrin sistem sorumludur. Cerrahi, travma ve kritik hastalıklar gibi çok çeşitli stres durumlarına karşı organizmada adaptasyon amaçlı birçok metabolik değişim meydana gelir⁽⁵⁴⁾. Doku hasarı; makrofaj ve endotel hücrelerini aktive eden, bunlar da sitokinler, koagülasyon faktörleri, kininler ve diğér endojen maddeleri de içeren, inflamatuvar mediatörlere ait kaskadı aktive eden, akut bir inflamatuvar yanıtı tetikler. İnflamatuvar

strese yeterli adaptasyonu gösterebilmek için hem pro-inflamatuar sitokinler (TNF- α IL-1 ve IL-6) hem de anti-inflamatuar sitokinler (IL-4 ve IL-10) salınır⁽⁴⁸⁻⁵⁴⁾.

Nöroendokrin yanıt sempato-adrenal sistem, hipotalamo-hipofizer aks ve diğer endokrin bezlerin aktivasyonu ile oluşur. Adrenalin, noradrenalin, kortizol, vazopressin, büyüme hormonu ve glukagon gibi stres hormonlarının salınımı artar. Sempato-adrenal sistem ile hipofizer-adrenal aks arasında bir sinerji mevcuttur. Sempatik sistemin aktivasyonu kortikotropik aks ile diğer hormonların paralel olarak stimülasyonuna yol açar. Strese karşı hızlı ve uzayan bir adaptasyon gelişir. Adrenerjik yanıt, büyüme hormonu ve vazopressin yanıtı saniyeler içerisinde başlar ;fakat kortikotropik yanıtın başlaması birkaç saat gecikmelidir. Mental ve psikolojik stres, egzersiz, ağrı, hipovolemi, hipotermi, hipoglisemi, ciddi metabolik ve elektrolit bozuklukları bu yanıtı tetikleyen faktörlerdendir. Nöroendokrin yanıt hasarlanmanın tipi ve stresin şiddeti ile ilişkilidir. Nöroendokrin yanıt enerji metabolizmasında olduğu kadar dolaşımın devamlılığında ve vital organların perfüzyonunun sağlamasında kritik öneme sahiptir. Akut stres varlığında tiroid aksı baskılanır ve “hasta ötiroid sendromu” na yol açar. Bu durum uzayan stres ve kritik hastalık varlığında enerji metabolizmasını düşürür⁽⁵⁵⁾. Stres ile metabolizmanın neredeyse bütün yolları etkilenir. Endojen substratların salınımında ve organlar arası substrat değişiminde artma görülür. İnsülin rezistansı ile plazma glukoz konsantrasyonu, glukoneogenez ve endojen glukoz üretimi artar. Eş zamanlı lipoliz ise yağ asitlerinin salınımını artırır^(55,56).

Sağlıklı kişilerde, istirahat enerji tüketiminin(İET) ana belirleyicisi yağsız vücut kütesidir. Yağsız vücut kütesi özellikle iskelet kası ve iç organlar gibi metabolizma hızı yüksek olan dokulardan oluşur. Organların ve dokuların İET’ ne katkıları oldukça değişkendir. Bu katkı yağ dokusu için günde 5 kcal/kg iken, miyokard için günde 500 kcal/kg kadardır. Vücut ağırlığının sadece %5’ini oluşturan vital organlar İET’nin %60’ını tüketir. Hasarlanma sonrası erken dönem dışında, enerji metabolizması ilk resüsitasyon sonrası stimüle edilir. istirahat enerji tüketimi kritik hastalarda, ağır travma veya sepsis sonrası bazal değerlerin %120-150’sine kadar ulaşabilir^(56,57). Ağır yanıklarda İET daha da yüksektir, bazal değerlerin %140-170’ine ulaşabilir⁽⁵⁸⁾. Hipermetabolizmanın nedenleri arasında stres hormonları, pro-inflamatuar sitokinler ve diğer mediatörler vardır. Sağlıklı kişilerde bile kortizol, glukagon ve adrenalin gibi stres hormonlarının infüzyonu, hasarlanmaya karşı oluşan metabolik yanıtın önemli

yönlerini taklit eden metabolik değişiklikler oluşturur. İstirahat enerji tüketimi , her hastada ve hastalıkta hatta belirli bir hastada zaman içerisinde bile değişebilir. Sağlıklı kişilerde metabolizma hızı; beslenme, soğuğa maruz kalma ve egzersiz ile artar ^(37, 58 ,60) . Artan 1°C ateş için metabolizma %10-15 artar. Hipotermiinin de tam tersi etki yapması beklenir. Fiziksel aktivite ajite hastalar dışında kritik hastalarda genellikle azdır. Koma, beyin hasarının erken safhasında oksijen tüketiminde azalma ile ilişkilidir. ^(59,61,62) . Yaş, cinsiyet, ilaçlar (katekolaminler veya sedatif ilaçlar),operasyon, ateş, sepsis, akut hastalık durumu, şok, ajitasyon, ağrı, travma, yanıklar, karaciğer yetmezliği, solunum yetmezliği, ventilatörde takip edilme, sedatif ilaçlar ve diğer metabolik stres kaynakları de kalorik ihtiyaçları değiştirebilir^(18, 28,55) .

2.2 Enerji Tüketimi

2.2.1 Enerji Tüketimi Hakkında Temel Prensipler ve Tanımlar

Yaşamsal işlevlerin sürdürebilmesi için gerekli en düşük enerji miktarına bazal metabolizma denir^(81,82) . İstirahat metabolizma hızı 24 saat süresince herhangi bir fiziksel aktivitede bulunmadan, dinlenme pozisyonunda vücudumuzun harcayabileceği kalori miktarıdır^(81,83) . Bazal metabolizma hızı terminolojisi, istirahat metabolizma hızı terminolojisine göre daha fazla kullanılmasına rağmen ölçüm yöntemlerinin kolay ve uygulanabilir olması nedeniyle, istirahat metabolizma hızı ölçümü pratikte daha yaygın kullanım alanı bulmuştur. İstirahat metabolizma hızının solunum gazlarından indirekt yöntemle ölçümü için O₂ ve CO₂ gazlarını analiz eden cihazlar geliştirilmiştir. Bunlar portatif indirekt kalorimetre ve sabit laboratuvar cihazları biçiminde sınıflandırılabilir⁽⁸⁰⁾ .

2.2.2 Enerji Tüketimi Ölçümü Avantajları

Yakın zamanda başlayan anlayışa göre , “sıkı kalorik kontrol” (*tight calorie control*)uygulanması ve yoğun bakım hastalarında günlük enerji tüketiminin doğru hesaplanması, olduğundan az veya çok beslenmeyi engelleyerek, hastaların prognozunu etkilemektedir. 243 ardışık hasta üzerinde yapılan prospektif deneysel çalışmada medikal ve cerrahi hastalar çalışmaya dâhil edilmiş, en uygun beslenme seçilerek hastalar takip edilmiştir. Sonuçta sadece kadınlarda olmak üzere, hem yoğun bakımda hem de hastanede yatış süresi boyunca surveyin anlamlı derecede etkilediği bulunmuştur⁽⁸⁴⁾ . Son zamanlarda yapılan bir başka çalışma olan, *TICACOS (Tight*

Calorie Control Study) çalışmasında ise mekanik vantilatörde takip edilen 131 yoğun bakım hastasında indirekt kalorimetrimin kullanılarak sıkı kalorik kontrol sağlanmıştır. Hastalar enteral veya parenteral beslenmiştir. Kontrol grupta ise (25 kcal/kg hedeflenerek) negatif kümülatif enerji dengesi sağlanarak, sonuçlar karşılaştırılmıştır.

Sonuçta komplikasyon oranları ve hastanede yatış oranları kontrol grubunda artmıştır. Sıkı kalorik kontrol yapılan grupta ise hastane mortalitesi anlamlı oranda azalmıştır. İndirekt kalorimetre hastalarda beslenmenin bireyselleştirilmesi için gerekli görülmüştür^(85,86).

2.3 İndirekt Kalorimetre

2.3.1 Tanımlar ve Çalışma Prensipleri

Bir hastada total enerji tüketiminin hesaplanması, enerji ihtiyacının belirlenmesinde en doğru yoldur^(87,88). Direkt kalorimetre total vücut ısısı üzerinden çalışan ve enerji tüketimini en doğru şekilde belirleyen yöntemdir. Her şeye rağmen pahalı, teknik olarak yorucu ve çok özel eleman gerektirmesi, ayrıca uzun süren bir teknik olması yüzünden kullanım alanı çok kısıtlıdır. Bundan dolayı enerji ölçümünde indirekt kalorimetrenin önemi hızla artmaktadır. İndirekt kalorimetre çoğu merkezde sıklıkla kullanılmaktadır⁽⁸⁷⁾. Ekstrakte olan oksijen miktarı (VO_2) ile metabolizma sonucu atmosfere verilen karbondioksit miktarı (VCO_2) hesaplamada rol alır. Yoğun bakım hastalarında, klinik çalışmalarda ve pratikte en sık kullanılan teknik haline gelmiştir. Kullanım şartları günden güne kolaylaşmakta, ayrıca doğruluk yüzdeleri ise gittikçe artmaktadır. Bütün indirekt kalorimetri (İK) monitörleri, inspirasyon ve ekspirasyon sonucunda açığa çıkan gaz volümleri ve konsantrasyonları aracılığıyla hesap yapmaktadır. Portabl yatakbaşı monitörler, hastaların doğru bir şekilde metabolik ihtiyaçlarının belirlenmesini sağlamaktadırlar. %95ten daha fazla oranda doğru VO_2 ölçümü sağlanmaktadır. Kapalı ve açık devre çeşitleri bulunabilir. Kapalı devrede ekspirasyon havası yüz maskesi veya direkt olarak vantilatörün çıkış kısmında toplanabilir. Inspirasyon gazları ise oda havası veya indirekt kalorimetrenin içindeki oksijen olarak toplanabilir. Açık devre indirekt kalorimetrelerde ise inspirasyon gazları oda havasından veya direkt vantilatörden kaynaklanabilir^(84,89). Yani açık-devre sistemleri inspire ve ekspere edilen gaz konsantrasyonları arasındaki farkı ölçerken, kapalı-devre sistemler sabit bir rezervuardaki gaz değişim miktarını ölçer. Yoğun

bakımlarda en sık kullanılan sistem açık devre sistemleridir⁽⁹⁰⁾ . Prensibin temelinde, oksijen kullanılıp karbondioksit atılmasıdır. Denklemler Weir'in çalışmalarını temel alarak kurulmuş olup, ilk defa 1949 yılında yayınlanmıştır ve daha sonra modifiye edilmiştir⁽⁹¹⁾ . İET aşağıda belirtildiği gibi hesaplanmaktadır. Tanımlar ve formüller ise **tablo I** 'de özetlenmiştir.

Tablo 1: İET Hakkında Formüller

FeO₂:	Ekspirasyondaki karışım O ₂ konsantrasyonu
FeCO₂:	Ekspirasyondaki karışım CO ₂ konsantrasyonu
RQ:	Solunum Sabiti
RQ (Haldane Dönüşümü):	$[1 - \text{FiO}_2] / [(\text{FiO}_2 - \text{FeO}_2) / \text{FeCO}_2] - \text{FiO}_2$
Q:	Total Akım
VO₂:	= VCO ₂ / RQ
VCO₂:	= Q x FeCO ₂
NM veya UN:	İdrar azot sekresyonu
İET:	$3.91 \text{ VO}_2 + 1.1 \text{ VCO}_2 - 2.17 (\text{UN g / gün})$
Solunum yetersizliği olmayan hastalarda İET:	$\text{VO}_2 \times 4.838 \times 1.44$

Tablo 1' de de açıkça belirtildiği gibi kullanılan temel formül: $\text{İET} = 3.9 (\text{VO}_2) + 1.1 (\text{VCO}_2) - 2.17 (\text{UN g / gün})$ 'dür. *Weir* eşitliği ölçümlerden değil, fizyolojik faktörlere dayandırılarak matematiksel olarak elde edilmiş bir eşitliktir:

- a-** ET = Karbonhidrat, yağ ve proteinlerin yakılması ile elde edilen enerjinin toplamıdır.
- b-** 1 gr. glukozun metabolizması için 3.7 kcal, yağ için 9.5 kcal protein için 4.1 kcal enerji gerekir.
- c-** Bu yakıtların hepsi için kullanılan O₂ ve üretilen CO₂ bilinmektedir.
- d-** Bu nedenle ET eşitliği bu yakıtların sitokiyometrisini tanımlayan eşitlikler sisteminin çözümlenmesi ile O₂ tüketimi ve CO₂ üretimi üzerinden belirlenir. Pratikte, idrar nitrojeni ölçümü uygun olmadığından ve ET' ne etkisi minimal olduğundan çoğu kez göz ardı edilir^(91,92) .

2.3.2 İndirekt Kalorimetre Ölçüm İşlemi Esasları

İndirekt kalorimetren çalışma prensipleri gazların ölçümüne dayanır. İnsan vücudunun oksijeni kullanıp karbondioksiti atması ile bu gazlar değerlendirilir. İnspire edilen havadaki O₂ fraksiyonu (FiO₂) ventilatör sisteminin inspiratuar bacağı tarafından ölçülür, ventilatörden çıkan ekspirasyon havası ise FeO₂ ve FeCO₂ 'nin karıştığı bir karışım alanında ölçülür. Ekspirasyon havası daha sonra, sabit akım yarattığından emin olunana kadar oda havası ile karıştırılır. Yeni FeCO₂ değeri tekrar hesaplanır ve CO₂ üretimi formüllerle anlatıldığı gibi hesaplanır. RQ Haldane dönüşümü ile hesaplanır ve O₂ değeri daha sonra ortaya çıkartılır. CO₂ ve O₂ değerleri ml/dk olarak saklanırken, RQ ise ondalıklı sayı olarak not edilir⁽⁸⁴⁾.

2.3.3 Oksijen Tüketiminin Hesaplanması, Sınırlamaları ve İdeal Ölçüm Süresi

İndirekt kalorimetrenin temel ölçümleri FIO₂, ekshale edilen O₂ fraksiyonu (FEO₂), inspire edilen CO₂ fraksiyonu (FICO₂) ve ekshale edilen CO₂ fraksiyonu (FECO₂) ile dakika ventilasyonudur. O₂ tüketimi ve CO₂ üretimi inspire (I) ve ekshale (E) edilen gazlar arasındaki fark ile benzer formüller üzerinden hesaplanabilir:

$$O_{2:VO_2} = VI (FIO_2) - VE (FEO_2)$$

$$CO_{2:VO_2} = VI (FEO_2) - Vi (FICO_2)$$

İnspirasyon ve ekspirasyonla ortaya çıkan gaz konsantrasyonları ve volümlerinin ölçümünde, her iki parametrenin ihtiyacının ortadan kaldırılması için sadece ekshale edilen gaz ölçümleriyle sonuç veren teknikler ortaya çıkartılmıştır. Bu şekilde çalışan sistemler sadece ekshale edilen volümleri ölçerek inhale volümleri matematiksel olarak hesaplarlar. VE ve VI arasındaki matematiksel ilişki Haldane transformasyonu ile açıklanır. Burada Nitrojen (N) inert gaz olarak kabul edilir.

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

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

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

$$FIN_2 = 1 - FIO_2,$$

$$FEN_2 = 1 - FECO_2 - FEO_2$$

Baştaki eşitliğe döndüğümüzde:

$$VI = VE \times \frac{(1 - FECO_2 - FEO_2)}{1 - FIO_2}$$

İnspire edilen O₂ arttıkça, payda azalır ve inspire edilen ve ekshale edilen gaz volümleri arasındaki fark artar. Bu nedenle, Haldane eşitliği inspire edilen volümü ölçmeksizin VI'yı hesaplamak için kullanılır. Dolayısıyla Haldane eşitliğinin doğruluğu, FIO₂ ve VE'nin doğru ölçülmesine bağlıdır.

Bunlarda oluşan herhangi bir hata enerji tüketiminin hesaplanmasında belirgin farklarla karşımıza çıkabilir. Bu yüzden analiz sisteminde kaçak olmamalı ve doğru sensörler kullanılmalıdır. Çoğu O₂ sensörünün doğruluğu yüksek FIO₂'lerde azaldığından indirekt kalorimetre çalışmaları genellikle % 60 veya daha az O₂ ile sınırlanmıştır. Bazı sistemler in vitro olarak yüksek O₂ seviyelerinde de güvenli bulunsa da; erişkin yoğun bakım hastalarında yapılan klinik araştırmalarda yüksek FIO₂ değerlerinde hiçbir sensörle doğru sonuç elde edilememiştir^(128,129). Diğer sınırlama kriterlerine bakıldığında ise ekspirasyon havasının tam olarak toplanamadığı, istirahat enerji tüketiminin veya RQ'nun net olarak hesaplanamadığı durumlarda karşımıza çıkar. Ventilatör hattındaki, endotrakeal tüp çevresi veya göğüs tüpü nedeni ile oluşan hava kaçakları olan, FiO₂ %60 dan fazla olan, çok yüksek PEEP ile mekanik ventilatör desteği alan hastalar, solunum sayısı 35 /dk< olan hastalar veya oksijen tüketim mekanizmasını değiştirebileceği için, çok yüksek dozda inotropik ajan ile desteklenen hastalarda ölçümler güvenilir değildir. Diğer sebepler ise malzemedan oluşan problemler, metodolojik problemler (çok uzun süre ölçüm yapılması) veya çok uzun solunum hattına sahip olan hastalar gibi sıralanabilir. Bu yüzden de ölçüm yapılırken sonuçları etkileyecek değişikliklere her zaman dikkat etmek gerekir⁽⁸⁴⁾. Sık trakeal aspirasyon da solunum hattında oluşan kaçaklar gibi kabul edilebilir. Bu konuda *George Briassoulis* ve ark. tarafından 2009 yılında yapılan çalışmada trakeal aspirasyonun herhangi bir etkisinin olmadığı gösterilmiştir⁽⁹³⁾. İstirahat enerji tüketimi hesaplanmasında bir başka sorun da, hastalıkların seyri ve altta yatan patoloji ile ilgili olacaktır, çeşitli hastalıklar İET 'yi hem azaltıp hem de arttırabildiği gibi, gün içinde

olan değişiklikler bile İET’de dalgalanmalara sebep olabilir. İET’yi etkileyen faktörler **Tablo 2’**de özetlenmiştir.

Tablo 2: Enerji Tüketimini etkileyen faktörler

ET’ yi artıran sebepler		ET’yi azaltan sebepler	
Hipertermi	Enfeksiyon	Sedasyon	Anestezi
Renal replasman	Ağrı	Nöromusküler blokaj	Hareket Azlığı
Travma	Yanıklar	Hipotermi	İnotropik Ajanlar
3. Boşluklara Kayıplar	Operasyon	Açlık	Nörolojik Olaylar

İndirekt kalorimetre ile ölçüm yapılması gereken zaman dilimi ve beklenilmesi gerek süre hakkında net bir fikir henüz yoktur. Son yapılan çalışmalara göre uzun süreli ölçüm ile (24 saat) kısa süreli ölçüm arasında (30 dk) anlamlı fark saptanmamıştır^(84,94). Kısa süreli ölçümlerde ideal zaman dilimi öğlen olarak belirtilmiştir. 5 dakikalık metabolik olarak stabil periyotta aynı değerlerin elde edilebileceğini belirten çalışmalar olduğu gibi, yoğun bakım hastalarındaki dinamik değişikliklerden dolayı enerji tüketiminin anlık olarak değişebileceğini belirten çalışmalar da mevcuttur⁽⁹⁵⁾. Yakın zamanda çocuklarda yapılan bir çalışmada, hastaların metabolik olarak stabil olduğu sürede (yani VO₂ ve VCO₂ değerlerinin 5 dakika boyunca %10dan fazla değişmediğı süreçte) 5 dakikalık ölçümlerin 24 saatlik ölçümlerle korele olduğu belirtilmiştir^(18,39).

Bazı çalışmalarda Fick yöntemi kullanılmıştır⁽⁹⁶⁾. İnvaziv olarak sağ kalp kateterizasyonundan sonra spirometrik ölçümle beraber debi ölçümü yapılır. %5’ilk dekstrozun hızlı enjeksiyonları ile kardiyak debi bulunur.Üç defa ölçüm yapılır. Ölçümler birbirinin %!0’undan fazla farklılık göstermiyorsa , üç ölçümün ortalaması alınır. Ortalama değer kardiyak debi(CO) olarak kabul edilir. Oksimetrik özelliğı olan pulmoner arter kateteri ile venöz oksijen satürasyonu spektrofometrik olarak belirlenir. Arteriyal oksijen saturasyunu da pulse oksimetre ile bulunur. Hemogloblin değerleri için , hesaplama yapılması gereken zamanda tam kan sayımı çalışılır.

İET = CO x Hgb (SaO_x - SvO₂)95.18 formülü kullanılarak enerji tüketimi hesaplanır⁽⁹⁶⁾.

2.4 Enerji Tüketiminin Hesaplanmasında Kullanılan Formüller

İndirekt kalorimetre yönteminin kullanımı günümüzdeki kadar sık değil iken, uzmanlar tarafından enerji tüketimini belirlemek için birtakım formüller kullanılmakta idi. Bunlar (**tablo 3**) : *Harris-Benedict, Owen, Mifflin– St Joir 1990, Obezite 1992 ve 1997 yıllarına özgü Ireton-Jones, 1998-2003 ve 2010 yıllarına özgü, Penn-State, 1990 Swinamer, 1999 Brandi, 2003 Faisy ve Schofield* denklemleridir⁽⁹⁶⁻¹⁰³⁾ . *Harris-Benedict, Owen, Mifflin ve Schofield* denklemlerinde erkeklere ve kadınlara özgü iki farklı formül mevcut iken diğerlerinde tek formül vardır. Patolojik durumlarda enerji tüketiminin ortalama % 20-50 oranında arttığı bilinmektedir. Yoğun bakım hastaları için formüller ile düzeltme çarpanları kullanılarak İET hesaplaması tekrar yapılabilir. Bu çarpanlar için Long faktörleri kullanılabilir. Ateşli hastalıklarda her 1° C ısı artışı için enerji tüketiminde % 10-12, karaciğer hastalığı ve pankreatitte % 30 ila 40 arasında artış olabilir⁽¹¹⁾ (**tablo 4**). *Casati* ve ark. yaptıkları çalışmada yoğun bakımda yatan hastalar enerji ihtiyacının non-septik şartlarda 1.20 oranında, komplike cerrahi geçirenlerde 1.28 oranında ve ciddi enfeksiyonu travması olanlarda 1.50 oranında arttığını belirtmiştir⁽¹⁰⁴⁾ . *Cheng* ve ark. ise mekanik ventilatörde takip edilen hastalarda x1.25 oranında enerji ihtiyacının arttığını^(32,105) , *Kan* ve ark. ventilatördeki hastalarda bu ihtiyacın yaklaşık %20 oranında arttığını belirtmiştir^(32,34) . Bazı çalışmalarda , kritik hastalarda 1,1-1,6 oranında düzeltmelerin hesaplamalarda doğruluğu arttırabileceği, bir başka çalışmada ise sonucu etkilemediği bildirilmiştir^(88,99, 106) .

Tablo 3: İET Hesaplanması İçin Kullanılan Formüller

Harris-Benedict: Erkek: $[66,5+(13,8 \times \text{Kilo})+(5 \times \text{Boy})-(6,8 \times \text{Yaş})] \times 1,5$ Kadın: $[655+(9,6 \times \text{Kilo})+(1,8 \times \text{Boy})-4,7 \times \text{Yaş}] \times 1,5$	
Owen: Erkek: $879 + (10,2 \times \text{Kilo})$ Kadın: $795 + (7,2 \times \text{Kilo})$	
Mifflin – St Joir 1990: Erkek: $5+(10 \times \text{Kilo})+(6,25 \times \text{Boy})-(5 \times \text{Yaş})$ Kadın: $161+(10 \times \text{Kilo})+(6,25 \times \text{Boy})-(5 \times \text{Yaş})$	
Iretton-Jones Obezite: Erkek: $606+(9 \times \text{Kilo})-(12 \times \text{yaş})+400(\text{Vent})+1400$ Kadın: $\text{Kilo}-(12 \times \text{yaş})+400(\text{Vent})+1444$	
Iretton-Jones 1992: $1925+5(\text{Kilo})-10(\text{Yaş})+(281)(\text{Vent})+(292)(\text{Travma})-(851)(\text{Yanık})$	
Iretton-Jones 1997: $1784+5(\text{Kilo})-11(\text{Yaş})+244(\text{erkek})+(239)(\text{Travma})-(834)(\text{Yanık})$	
Penn State 1998: $1.1(\text{HBE})+140(\text{T}_{\max})+32(\text{V}_e)-5340$	
Penn State 2003: $0.96(\text{MSJ})+140(\text{T}_{\max})+32(\text{V}_e)-5340$	
Penn State 2010: $0.71(\text{MSJ})+85(\text{T}_{\max})+64(\text{V}_e)-3085$	
Swinamer 1990: $945(\text{BSA})+64(\text{Yaş})-108(\text{T}_{\max})+24,2(\text{SS})+817(\text{V}_t)-4349$	
Brandi 1999: $0.96(\text{HBE})+7(\text{HR})+48(\text{V}_e)-702$	
Faisy 2003: $8(\text{kilo})+14(\text{boy})+42(\text{V}_e)+94(\text{T})$	
Schofield Kadın: Yaş (18- 30) : $(14,818 \times \text{Kilo}) + 486,6$ Yaş (30-60): $(8,126 \times \text{Kilo}) + 845,6$ Yaş (60<): $(9,082 \times \text{Kilo}) + 658,5$	Schofield Erkek: Yaş (18- 30) : $(15,057 \times \text{Kilo}) + 692,2$ Yaş (30-60): $(11,472 \times \text{Kilo}) + 873,1$ Yaş (60<): $(11,711 \times \text{Kilo}) + 587,7$
Kilo: Kg, Boy: Cm, HBE: Harris Benedict Eşitliği, MSJ: Mifflin St. Joir Eşitliği, Vent: Ventilatorde ise ekleyiniz, Travma: Travma Hastası ise ekleyiniz, Yanık: Yanık Hastası ise çıkarınız, $\text{T}_{\max}$: Son 24 saatteki en yüksek vücut sıcaklığı(C^0), T:Çalışma sırasındaki vücut sıcaklığı (C^0), V_e : Ekspire edilen dakika solunumu miktarı (L/dk), V_t : Tidal Volüm (L/nefes),	

Tablo 4: Long faktörlerine göre düzeltme çarpanları

Aktiviteye göre	Termal Faktörlere göre
Yatakta ise x1.1	38°C ise x1.1
Yatakta fakat hareketli ise x1.2	39°C ise x1.2
Hareketli ise x1.3	40°C ise x1.3
Stres Faktörlerine göre	
Postoperatif dönem ise 1,1	Multipl travma ise x 1.5
Kırıklar ise 1,2	Yanıklar % 30-50 ise x1.6
Sepsis ise x1.3	Yanıklar % 50-70 ise x1.7
Peritonit ise x1.4	Yanıklar % 70-90 ise x1.8

2.5 Yoğun Bakım Hastalarında Prognoz Belirleyici Skorlama Sistemleri

2.5.1 Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirme (APACHE- *Acute Physiology and Chronic Health Evaluation*) Skoru

Orijinal APACHE skorlama sistemleri 1981 yılında ciddi hastalığı olan hastalarda klinik seyri belirlemek, yeni tedavilerin ortaya çıkabilmesini sağlamak ve hastaların yoğun bakımdan daha fazla fayda görmesini sağlamak amacı ile geliştirilmiştir. Bireysel olarak her hastaya ayrı tedavi vermek gibi bir amaç için dizayn edilmemiştir. Akut hastalığın fizyolojik sokurunu belirlemek ve mevcut olan hastalıktan önceki kronik hastalığı değerlendirmek için iki ayrı puanlama kısmı vardır. 7 majör fizyolojik sistemin 34 tane olası parametre ile ilk 24-32 saatteki en kötü değerleri fizyolojik skorlama ile değerlendirilir⁽¹⁰⁷⁾. Tedavi öncesi sağlık durumu da A'dan D'ye kadar sınıflandırılabilir. A: sorunsuz sağlıklı manasında iken D: ciddi kronik organ ve sistem bozukluğu manasına gelmektedir. Değerlendirme sonucunda önce akut fizyolojik durumun puanlaması yapılır. Daha sonra kronik durum harflerle belirlenir (örn: 13-A, 33-D). Yani 13-A ve 13-D aynı akut derecede hastalık seviyesini gösterirken, A ve D nedeni ile daha önceki sağlık durumlarının farklı olduğu anlamı vardır. Klinik seyrin bununla beraber değişebileceği öngörülmüştür. 1985'te orijinal model oluşturulmuş olup, 34 parametre yerine 12 fizyolojik parametre çalışılmıştır^(107,108). Mortalite hesaplaması yapılmaya çalışılmıştır. Hesaplamalar her başvuruda tekrar yapılabilir. Hastalar taburcu olduktan sonra hastaneye tekrar yatarsa, yeni bir APACHE II skorlamasına ihtiyaç duyulur. Orijinal APACHE sistemi primer olarak tedavi seçeneklerini tartışmak için kullanılırken, APACHE 2 sistemi ise her hastanın, kliniğinin ciddiyetinin belirlenmesi ve bu ciddiyetin klinik seyri nasıl değiştireceği üzerine çalışma imkânı sağlamıştır. APACHE 2 dünyanın en sık kullanılan skorlama sistemlerinden birisi olup çevrimiçi olarak her yerden rahatlıkla ulaşılabilir⁽¹⁰⁷⁻¹⁰⁹⁾

(Şekil 1)

Tablo 4. APACHE II skoru sistemi										
Fizyolojik değişkenler	Yüksek değerler					Düşük değerler				
	+4	+3	+2	+1	0	+1	+2	+3	+4	Puan
Isı (rektal °C)	≥ 41	39-40.9		38.5-38.9	36-38.4	34-35.9	32-33.9	30-31.9	≤ 29.9	
Ortalama arter basıncı (mmHg)	≥ 160	130-159	110-129		70-109		50-69	40-54	≤ 49	
Kalp hızı (atım/dakika)	≥ 180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	≤ 39	
Solunum hızı (/dakika) (spontan/mekanik)	≥ 50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		≤ 5	
Oksijenasyon										
FiO ₂ ≥ 0.5 ise alveolar arterial gradient DO ₂	≥ 500	350-499	200-349		< 200					
FiO ₂ < 0.5 ise PaO ₂					> 70	61-70		55-60	< 55	
Arteriyel pH (tercih)	≥ 7.7	7.6-7.69		7.5-7.59	7.33-7.49		7.25-7.32	7.15-7.24	< 7.15	
Venöz HCO ₃ (mEq/L)	≥ 52	41-51.9		32-40.9	22-31.9		18-21.9	15-17.9	< 15	
Sodyum (mEq/L)	≥ 180	160-179	155-159	150-154	130-149		120-129	111-119	< 110	
Potasyum (mEq/L)	≥ 7	6-6.9		5.5-5.9	3.5-5.4	3-3.4	2.5-2.9		< 2.5	
Serum kreatinin (mg/dL)	≥ 3.5	2-3.4	1.5-1.9		0.6-1.4		< 0.6			
Akut renal yetmezlik ⇒ x 2										
Hematokrit (%)	≥ 60		50-50.9	46-49.9	30-45.9		20-29.9		< 20	
Lökosit (/mm ³ x 1000)	≥ 40		20-39.9	15-19.9	3-14.9		1-2.9		< 1	
Glasgow koma skoru (GKS)										
Puan= 15- Gerçek GKS										
A. Toplam akut fizyoloji skoru (yukarıdaki 12 puanlamanın toplamı)										
B. Yaş puanı (yıl): < 44= 0 puan, 45-54= 2 puan, 55-64= 3 puan, 65-74= 5 puan, ≥ 75= 6 puan										
C. Kronik sağlık puanları: Geçmişte ciddi organ sistem yetmezliği ya da immünsüpresyon varsa*										
a) Opere edilmemiş ya da acil opere edilmiş hasta= 5 puan, b) Elektif postoperatif hasta= 2 puan										
Toplam APACHE II Skoru= A + B + C										
* Hepatik: Biyopsiyle kanıtlanmış siroz, portal hipertansiyon, buna bağlı gastrointestinal sistem kanamaları, karaciğer yetmezliği, ensefalopati, koma, Kardiyovasküler: İstirahatte anjina ve kardiyak semptomlar, Solunumsal: Aktiviteyi kısıtlayıcı kronik restriktif, obstrüktif hastalık, kronik hipoksi, hiperkapni, sekonder polistemi, ciddi pulmoner hipertansiyon, mekanik ventilasyon, Renal: Kronik hemodiyaliz, periton diyalizi, Immünsüpresyon: Immünsüpresör, kemoterapi, radyoterapi, yüksek doz steroid alımı (lösemi, lenfoma AIDS gibi hastalıklarda).										

Şekil 1: APACHE II skoru sistemi

2.5.2.Sepsis İlişkili Organ Yetmezlik Değerlendirilmesi – SOFA (Sepsis Related Organ Failure Assessment) Skoru

SOFA sistemi 1994 yılında Yoğun Bakım Tıbbı Avrupa Topluluğu (*European Society of Intensive Care Medicine*) tarafından geliştirilmiştir. 1999 yılında gözden geçirilerek modifiye edilmiştir⁽¹¹⁰⁾. SOFA sisteminde altı organın disfonksiyonu ve yetmezliği değerlendirilmektedir. 0'dan(normal) 4'e (en kötü) kadar puanlama yapılır. Total skor 0 ile 24 arasında olabilir. Bunlar: solunum,koagülasyon, kardiyovasküler, renal, hepatik ve santral sinir sistemidir.

Bu skorlamada amaç, sürekli olarak komplikasyonların gelişimini takip etmektir; (Tablo 5)

Tablo 5: Sofa Skorlama Sistemi.

Disfonksiyone Organ / Puan	1	2	3	4
Solunum (PaO2/FiO2)	>300	<300	<200	<100
Koagülasyon (trombosit sayısı)	2003	<100	<50	<20
Karaciğer (bilirubin)	1.2-1,9	2.0-5,9	6.0-11,9	>12.0
Kardiovasküler (hipotansiyon)	Ortalama Arteriyal Basınç <70	Dopamin ≤5	Dopamin ≥5	Dopamin ≥15
SSS (Glasgow koma skalası)	13-14	10-12	6-9	<6
Renal (kreatinin)	1.2-1,9	2.0-3,4	3.5-4,9	>5

İlk 24 saat içinde, en kötü değerlerle skorlama yapıldıktan sonra, 48 saatte bir tekrar değerlendirme yapılması, organ disfonksiyonlarının değerlendirmesi için uygun bir yöntemdir⁽¹¹¹⁾. Bakılan değerler içinde en yüksek skorun mortaliteyi gösterme oranı daha yüksektir⁽¹⁰⁹⁻¹¹¹⁾. 1,449 kişilik prospektif bir analizde 15 ve daha fazla SOFA skoruna sahip hastaların mortalitesi % 90'dan fazla bulunmuştur⁽¹¹⁰⁾. APACHE II gibi çevrimiçi olarak rahatlıkla ulaşılabilir.

2.5.3.Basitleştirilmiş Akut Fizyolojik Skorlama - SAPS (*Simplified Acute Physiology Score*)

SAPS skorlaması, 1984 yılında Fransa'da multidisipliner yaklaşımla yönetilen 8 farklı referans yoğun bakımda ard arda yatan 679 hastanın takip edilmesi ile ortaya çıkmıştır. 13 farklı fizyolojik değişken üzerinde yapılan hesaplama ile prediktif mortalite ve risk hesaplaması amaçlanmıştır⁽¹¹²⁾. **(Tablo 6)**

Tablo 6: SAPS Skorlama Sistemi

Değişken / SAPS Skorlaması	4	3	2	1	0	1	2	3	4
Yaş (yıl)					≤45	46-55	55-65	66-75	>75
Kalp Hızı (atım/dakika)	≥180	140-179	110-139		70-109		55-69	40-54	<40
Sistolik Kan Basıncı	≥190		150-189		80-149		55-79		<55
Ateş (C)	≥41	39-40,9	≥41	38.5-38,9	36-38,4	34-35,9	32-33,9	30-31,9	<30
Solunum Hızı (nefes /dak)	≥50	35-49		25-34	12-24	10-11	6-9		<6
İdrar Çıkışı (L/24 saat)			>5.0	3.5-4.99	0.7-3.49		0.50-0.69	0.20-0.49	<0.20
Serum Üre Miktarı (mMol/L)	≥55	36-54,9	29-35,9	7.5-28,9	3.5-7,4	<3.5			
Hematokrit (%)	≥60		50-59,9	46-49,9	30-45,9		20-29,9		<20
Beyaz Küre Sayısı	≥40		20-39,9	15-19,9	3.0-14,9		1.0-2,9		<1.0
Serum glukoz (mMol/L)	≥44.5	28-44		14-27,7	3.9-13,9		2.8-3,8	1.6-2,7	<1.6
Serum Potasyum (mEq/L)	≥7	6-6,9		5.5-5,9	3.5-5,4	3.0-3,4	2.5-2,9		<2.5
Serum Sodyum (mEq/L)	≥180	161-179	156-160	151-155	130-150		120-129	110-119	<110
Serum HCO ₃ (mEq/L)		≥40		30-39,9	20-29,9	10-10,9		5-9,9	<5.0
Glasgow Koma Skoru					13-15	10-12	7-9	4-6	3

APACHE ile karşılaştırıldığında, daha kolay hesaplanabilmesi ve zaman kazandırması yönünden avantajlı olduğu söylenebilir. APACHE gibi, hastalık gruplarında mortaliteyi belirlemede faydalı olabilir⁽¹¹³⁾. SAPS 2 İlk defa 1993 yılında geliştirilmiş olup, 17 değişken ile hesaplanmaktadır. APACHE ve SOFA gibi ilk 24 saatlik başvuru içerisindeki en kötü değerler temel alınmaktadır. Bunlar:

- ❖ 12 tanesi fizyolojik değişken
- ❖ Yaş
- ❖ Başvuru şekli (beklenen cerrahi, acil cerrahi veya medikal)

- ❖ Altta yatan diskomatöz hastalıklardır. (AIDS, Metastatik Kanser, Hematolojik Malignensi)

12 ülkenin 137 farklı yoğun bakımında 13,125 adet hastada yapılan çalışmalar sonucunda SAPS II geliştirilmiştir; fakat yanık hastaları, kardiyak operasyon geçiren hastalar ve koroner yoğun bakım hastaları çalışma dışı bırakılmıştır⁽¹¹³⁾. Matematiksel olarak mortaliteyi de belirlebilir. Ayrıca orta derecede yoğun bakımı ihtiyacı olan hastalarda ayırımı mükemmel derecede yapmaktadır⁽¹¹³⁻¹¹⁵⁾. APACHE II gibi SAPS II hesaplaması için de gerekli programlara çevrimiçi kolayca ulaşılabilir. En son geliştirilen model ise SAPS III olmuştur. 2005 yılında geliştirilen bu modelde 35 farklı ülkeden 303 yoğun bakımda yatan 16,784 hasta dâhil edilmiştir. 20 farklı değişkene sahip olup 3 adet sub-skorlama değişkeni vardır. Total skor 0 ile 217 arasında değişmektedir. Mortalite belirlemede kullanılmakla beraber bu konuda daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır⁽¹¹⁶⁻¹¹⁸⁾.

3. MATERYAL VE METOT

Bu prospektif çalışma Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi iç hastalıkları anabilim dalı yoğun bakım ünitesinde 2013-2014 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Etik kurul izni alındıktan sonra, 18 yaş üzeri hemodinamik ve solunumsal stabilizasyonu sağlanmış, 24 saatten fazla mekanik ventilatörde takip edilen 131 hasta dâhil edilmiştir. Başvuru veya takip anında $FI_{O_2} \geq 55$, $PEEP \geq 20$, solunum sayısı ≥ 35 olan, pnömonektomi geçiren, ekstübasyon veya eksitus nedeniyle 24 saatlik ölçümü tamamlayamayan, 0.25 mcg/kg/dk'dan daha fazla noradrenalin veya 20 mcg/kg/dk'dan daha fazla dopamin alan, fizyolojik sınırlar dışında RQ değerlerine sahip olan hastalar çalışma dışı bırakılmıştır. 21 hasta eksitus, 18 hasta ekstübasyon, 12 hasta ölçüm sırasında $FI_{O_2} > 0,6$ olarak ayarlanması veya solunum sayısı < 35 /dk olması, 7 hasta RQ oranının fizyolojik sınırlar dışında olması ($< 0,7$ ya da $> 1,3$), 2 hasta toraks tüpü takılması nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Hastalar solunum yetmezliğinin sebebine uygun olarak basınç veya volüm kontrollü olarak solutuldu. İndirekt kalorimetre ölçümleri, hastaların ventilatöre bağlandıktan sonra stabilizasyonunu takiben, kesintisiz olarak 24 saat süre ile GE Carescape™ modüler monitörlere takılan Datex-Ohmeda gaz teknolojisine sahip E-COVX modülü ile gerçekleştirilmiştir. (Şekil: 2 ve 3) Modüllerin adlandırılması ölçülen parametreler doğrultusunda yapılmaktadır: C: EtCO₂, FiCO₂ ve N₂O, O:FiO₂, EtO₂ ve FiO₂/EtO₂ farkı, V:Basınçlar, volümler, akım ve kompliyans, direnç, X: O₂ tüketimi (VO₂) ve CO₂ üretimi.



Şekil 2: E-COVX indirekt kalorimetre ile uyumlu Ge Carescape™ Marka Monitor



Şekil 3: E-COVX indirekt kalorimetre modülü

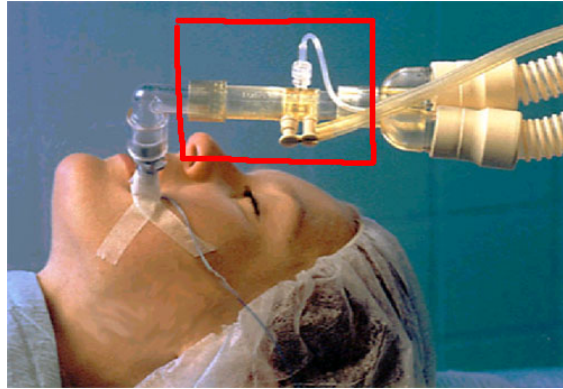
2, 6, 12 ve 24. Saat ölçüm değerleri kaydedildi. Bütün hastaların ölçümleri aynı araştırmacı tarafından üretici firma önerisine göre yapıldı. Ölçüm esnasında örnekleme tüpünde tıkanıklık ve kısa süreli trakeal aspirasyon girişimleri dışında devrelerden hava kaçağı yoktu. E-COVX modülü ile indirekt kalorimetre ölçümü için şekil 8,9 ve 10’da gösterildiği gibi üretici firmanın önerisi doğrultusunda devamlı gaz örneği sağlayan D-lite parçası ve akım sensör ile bunları modüle bağlayan örnekleme hatları kullanıldı. Ölçümlerin doğru olması, artefaktların önlenmesi ve geçiş zamanının standardize edilmesi için D-parçası endotrakeal tüpe en yakın mesafeye yerleştirildi. Gaz örnekleme hattının uzunluğu 2 metre idi. Bu modül ile her solunumsal gaz değişiminin ölçümü yapılır. Doğru yapabilmesi için her soluk almada gerçekleşen akım ve volümler kadar “side stream” gaz konsantrasyonları da algoritmik olarak bütünleştirilir . Akım ve volümler D-parçası ve akım sensörleri tarafından ölçülürken CO₂ kızılötesi ışınla, oksijen ise hızlı bir paramanyetik sensör aracılığı ile ölçülmekteydi.



Şekil 4: Entubasyon tüpüne eklenen D-Lite Sensor Parçası



Şekil 5: D-Lite Sensoru ve Örneklemme Hattının Kurulumu



Şekil 6: D-lite Sensor ve Örneklemme Hattı 'nın Entübe Hastada Doğru Şekilde Kullanılması

Hastalara yoğun bakım genel tedavi prensiplerine uygun olarak günlük vücut bakımları, pozisyon değişiklikleri gibi rutin hemşirelik bakımları yapıldı. Hastaların yaş, boy, vücut ağırlığı, ideal kiloları^(120,121), vücut yüzey alanları ve vücut kitle indeksleri⁽¹²²⁻¹²⁶⁾, BAPEN malnütrisyon ölçeğine göre⁽¹¹⁹⁾ başvuru sırasında malnütrisyon olup olmadığı, beslenme çeşidi, ölçüm yapılan 24 saat içindeki APACHE II skorlaması, SOFA skorlaması, SAPS II skorlaması, başvuru çeşitleri, 2 -6-12 ve 24 saat enerji tüketimi (kcal olarak), RQ, VCO₂, VO₂, vücut ısıları, dakika ventilasyon,

tidal volüm, solunum frekansı kaydedildi. Başvuru sırasındaki laktat, albümin, prokalsitonin, BNP, BUN, Kr, Mg, P, nötrofil ve lenfosit yüzdesi ile beyaz küre, hgb, htc, plt, mpv, rdw ve mcv değerleri kaydedildi.

Bütün hastalara ventilatöre uyum sağlamak için *Riker* sedasyon skoru 2-3 olacak şekilde fentanil-propofol veya fentanil-demizolam ile sedasyon uygulandı. Hastalara klinik değerlendirme sonrasında, en uygun yol seçilerek ESPEN yoğun bakım beslenme kılavuzu esas alınarak hedeflenen kalori miktarına üç günde çıkacak şekilde nütisyonel destek sağlandı⁽⁶⁶⁾. Total parenteral nütisyon bir santral kateter aracılığı ile hazır ticari ürünler ya da hasta ihtiyacına göre karıştırıcı ile hazırlanan solüsyonlarla yapılırken enteral beslenme için nazogastrik veya nazojejunal tüpler aracılığı ile verilen hazır standart ticari ürünler (1ml / 1kcal) kullanıldı. Boy ölçümü, hastalar supin pozisyonda iken yapıldı. Vücut ağırlıkları ağırlık ölçen yataklar kullanılarak darası alındıktan ve kalibrasyon işlemi gerçekleştirildikten sonra ölçülerek kaydedildi. Hastalar BMI'lerine göre zayıf (BMI <19), normal kilolu (BMI= 19 -24,9), kilolu (BMI 25 – 29,9) ve obez (BMI ≥ 30) olarak sınıflandırıldı. İdeal kilo hesaplamasında erkekler için *Devine* formülü, kadınlar için *Robinson* formülü kullanıldı^(120,121). **(Tablo 7)**

Tablo 7: İdeal Kilo Hesaplama Formülleri

J. D. Robinson	52 kg + 1.9 kg (5 fit üzeri her 1 inç için eklenecek olan kilo) (erkek)
Formülü (1983)	49 kg + 1.7 kg (5 fit üzeri her 1 inç için eklenecek olan kilo) (kadın)
B. J. Devine	50.0 + 2.3 kg (5 fit üzeri her 1 inç için eklenecek olan kilo) (erkek)
Formülü (1974)	45.5 + 2.3 kg (5 fit üzeri her 1 inç için eklenecek olan kilo) (kadın)

Vücut yüzey alanı bulunurken, *Mosteller* formülü ile hesaplamalar yapıldı. **(Tablo 8)**

Tablo 8: BMI (VKİ-vücut kütle indeksi) ve BSA (VYA-vücut yüzey alanı) formülleri

BSA (Mosteller)	$\sqrt{\frac{\text{Boy(cm)} \times \text{Ağırlık(kg)}}{3600}}$
BMI	$\text{Ağırlık(kg)} / \text{Boy(m)}^2$

Tüm parametreler elde edildikten sonra ölçülen ve ideal kilolar kullanılarak *Harris-Benedict*, *Owen*, *Mifflin– St Joir* 1990, *Obezite* 1992 ve 1997 yıllarına özgü *Ireton-Jones*, 1998-2003 ve 2010 yıllarına özgü, *Penn-State*, 1990 *Swinamer*, 1999 *Brandi*, 2003 *Faisy* ve *Schofield* formülleri ile enerji tüketimi hesaplandı. 2. , 6. ve 12. Saatte ölçülen enerji tüketimi değerleri 24 saatlik ölçümlerle *Pearson korelasyon* ve *Bland Altman*⁽¹²⁷⁾ analizi kullanılarak karşılaştırıldı.

Formüllerle elde edilen tüm değerler indirekt kalorimetre aracılığıyla ölçülen enerji tüketimi (ÖET) ile uyumuna bakılması amaçlandı. Bunun için *Pearson* korelasyon tekniği ve *Bland-Altman* analizi kullanıldı. Standart formüllerle hesaplanan enerji tüketimi değerlerinin ölçülen enerji tüketimi ile korele olması , bizim çalışmamızda yeterli bir faktör değildir. Korelasyon göstermesi hedef değerlerin aynı olduğu anlamına gelmediği için Bland Altman analizi ile karşılaştırma yapılmıştır. Bu analiz ile her iki değer arasında uyum olup olmadığı veya başka bir deyişle değerlerin birbirlerine yakın olup olmaması karşılaştırılmıştır. Dikey aksiste ÖET ile seçilen standart formülün farkı, yatay aksiste ÖET ile seçilen standart formülün ortalama değeri alınarak, 1.96 ile çarpımları sonucunda %95’lik üst ve alt limit güven aralıkları bulunmuştur^(127,128).

Prediktif denklemlerin kullanıldığı hesaplanan enerji tüketimine göre beslenen hastalarda “malnutisyon” ve “overfeeding” görülebildiği için, yapılan hesaplamaların yeterliliğine bakıldı. Standart formüllerle yapılan hesaplamalar ölçülen enerji tüketimine bölündü ve yüzde olarak hesaplandı . Daha önce literatürde de belirtildiği üzere bulunan oranlar 3 ayrı gruba ayrıldı .Bu oranlardan; oranı < % 80’den az olan grup “yetersiz” , % 80 ile % 110 arasında olan “yeterli” , % 110< ’dan fazla olan grup ise “yüksek” olarak değerlendirildi⁽¹²⁹⁾

Çalışmamızda yer alan bir başka araştırma konusu ise hastalık şiddeti ile enerji tüketimi arasında ilişki olup olmadığını değerlendirmektir. APACHE II, SAPS II, SOFA skorları ile Pearson korelasyonu kullanılarak karşılaştırıldı. Enerji tüketimini değiştiren birçok faktör olabileceği için, her hastada birim yüzeyde olan enerji tüketimi, ölçülen 24 saatlik ortalama enerji tüketimi değeri her hastada BMI ve BSA ‘ya bölünerek hesaplandı. Bu değerler APACHE II, SAPS II ve SOFA skorları ile tekrar karşılaştırma yapıldı

Başvuru sırasındaki laboratuvar değerleri ile enerji tüketimi arasında ilişki olup olmadığı değerlendirildi. Hastaların başvurusunda elde edilen beyaz küre, hematokrit, trombosit, prokalsitonin, albümin, bnp ve laktat değerleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye Pearson korelasyon tekniği kullanılarak bakıldı. Beslenme çeşidi (enteral veya parenteral) , malnütrisyon olup olmaması veya inotrop tedavi almanın ortalama enerji tüketimi ile ilişkisi Student's T testi ile incelendi.

İstatistiksel analizler SPSS (versiyon 18.0.0 -30 Temmuz 2009 - SPSS Inc. Chicago. IL) kullanılarak yapıldı. . ÖET ile tüm eşitliklerle elde edilen hesaplanmış enerji tüketimi HET değerlerinin uyumu Bland-Altman analizi ile değerlendirildi. Pearson korelasyon testi için anlamlılık $p < 0.05$. Bland-Altman analizi için $p < 0,001$ olarak kabul edildi. HET değerlerinden ÖET değerlerine göre $< \% 80$, $\% 80-110$, $> \% 110$ olanların frekansı belirlendi. Tüm istatistik sonuçları ortalama $\pm$ standart deviasyon (SD) şeklinde ifade edildi.

4. BULGULAR

Sonuçta çalışma 71 hasta (%36,3'ü kadın ne=26 , %63,4'ü erkek n=45) ile gerçekleştirildi. Bu hastaların demografik, klinik ve laboratuvar özellikleri **Tablo 9,10 ve 11**'de özetlenmiştir. Çalışmaya dâhil edilen hastaların ölçülen enerji tüketimi (ÖET) değerleri ve prediktif formüllerle hesaplanan değerler **Tablo 12**'de gösterildi. Ortalama enerji tüketimi 2078 ± 794 kcal idi. Ortalama kilo ise $68,28 \pm 16,56$ kg idi. Kilo başına düşen ortalama enerji ihtiyacı $31,6 \pm 13,82$ kcal olarak bulundu. 2., 6., ve 12. saatte yapılan ölçümler ile 24 saatlik ölçümler karşılaştırıldı. Pearson korelasyon incelemesi yapıldığında $p<000,1$ olarak görüldü. R değerleri sırasıyla 0,877- 0,877 ve 0,899 idi. Bland-Altman analizi ise **şekil 7-9**'da gösterildi.

Tablo 9: Demografik Veriler - 1

Özellik	Ortalama± Standart Sapma	Minimum-Maksimum
Yaş (yıl):	60,35± 18,00	19-88
Boy (cm):	167,38±7,68	152-185
Kilo (kg):	68,28±16,56	38-130
BMI (kg/m ²):	24,25±5,09	13,60-45
BSA (m ²):	1,76±0,22	1,38-2,35
APACHE II:	22,32±7,44	6-38
SOFA:	10,45±3,79	3-18
SAPS II:	52,25±16,93	15-99

Tablo 10: Demografik Veriler-2

Özellik (n=71)	Hasta Sayısı	Hasta Yüzdesi
Beslenme Çeşidi		
Enteral:	30	42,3
Parenteral:	41	57,7
Malnütrisyon		
Var:	43	% 60,6
Yok:	28	% 39,4
Vazopressor İhtivacı		
Var:	40	56,3
Yok:	31	43,7
Hospitalizasyon Nedenleri:		
Malignitenin Eşlik Etmediği Sepsis:	26	36,6
Malignitenin Eşlik Ettiği Sepsis:	17	23,9
Malignitenin Eşlik Ettiği Septik Şok:	10	14,1
Akur Böbrek Yetmezliği:	8	11,3
Amiyotrofik Lateral Skleroz+Solunum Yetm:	3	4,2
Kronik Karaciğer Hastalığı:	3	4,2
Hiponatremi:	2	2,8
Trombotik Trombositopenik Purpura:	1	1,4
Peptik Ülser Perforasyonu:	1	1,4

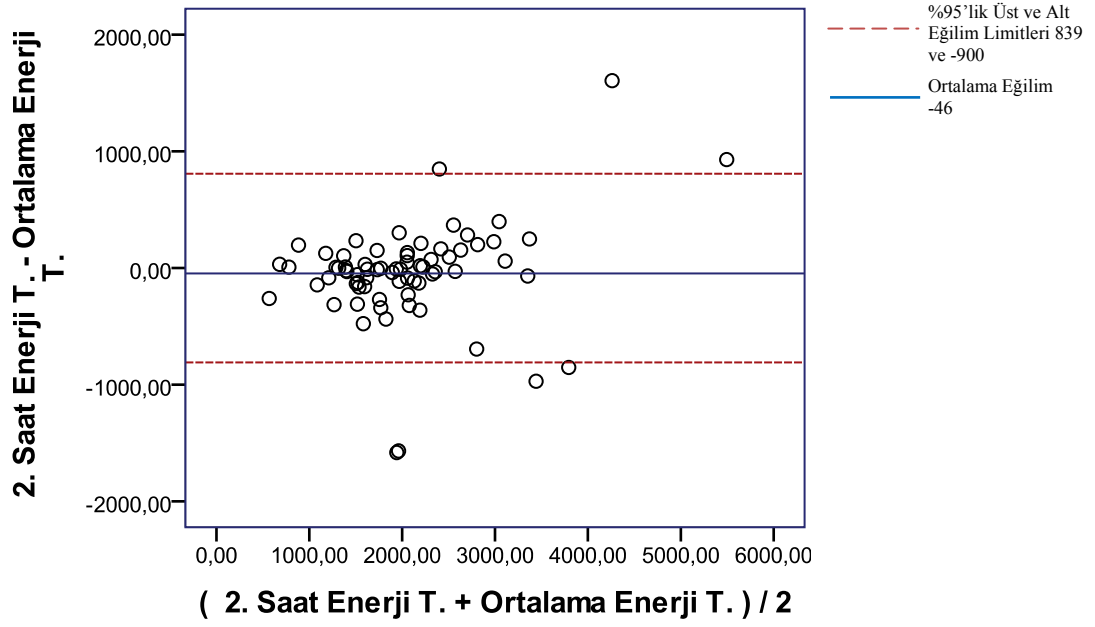
Tablo 11: Laboratuvar Verileri

Özellik	Ortalama± Standart Sapma	Minimum-Maksimum
*Laktat (mmol/l):	2,70±1,56	0,40-8,40
Prokalsitonin (ng/dl):	16,43±27,72	0,01-100
Albümin (gr/dl):	2,24±0,60	1-4,10
BNP (pg/ml):	13.837±13.838	59-35000
BUN(mg/dl):	41,5±35,7	3-239
Kr (mg/dl):	2,0±41,9	0,13-8,65
P:	4,6±1,94	1,40-10,10
Mg:	2,06 ±0,48	1,3-3,69
BK(x1000/uL):	18,1± 30,8	0,1 - 252
Hgb(gr/dl):	9,7 ± 2,15	3,2-14,9
Htc (%):	29,48±6,3	15,5-44,1
Plt (x1000/uL): :	175 ±139	4 - 534
*24 saatlik ölçüm sırasındaki en yüksek değer		

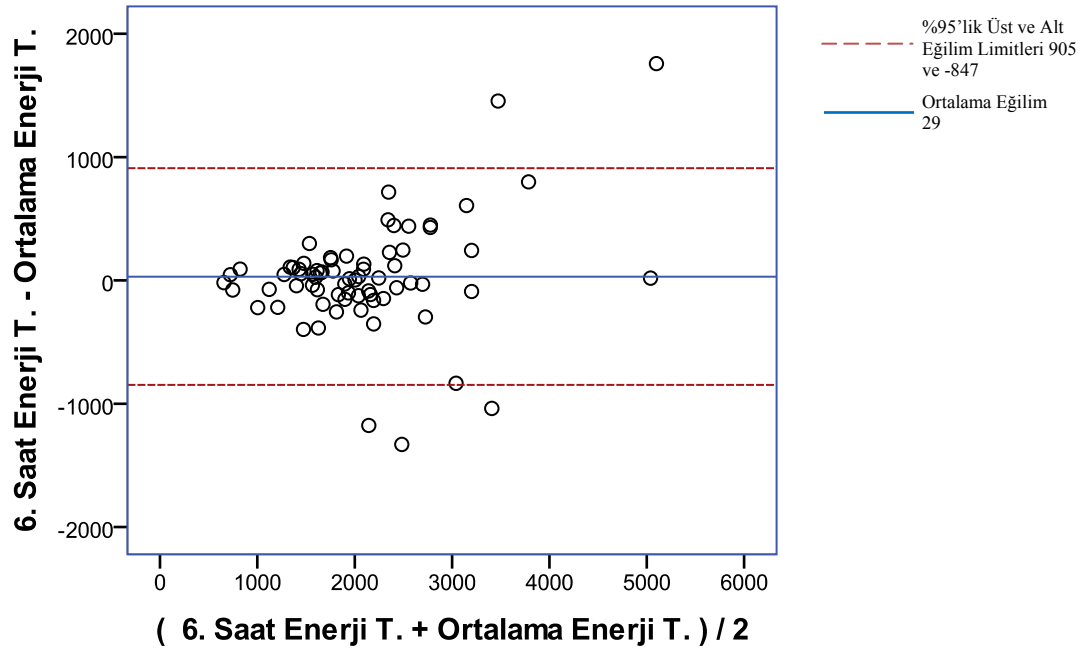
Tablo 12: Çalışmaya Dahil Edilen Hastaların Ölçülen Enerji Tüketimi(ÖET) ve Hesaplanan Enerji Tüketimi Değerleri

Özellik	Ortalama± Standart Sapma	Minimum-Maksimum
Enerji 2hr (kcal/gün)	2031±908	438-5959
Enerji 6hr (kcal/gün)	2108±930	647-5978
Enerji 12hr (kcal/gün)	2062±874	442-5206
Enerji 24hr (kcal/gün):	2078±794	665-5029
Harris-Benedict(ö)	1790± 688	657-3474
Harris-Benedict (i)	1679±617	663-2748
Owen (ö)	1544±184	1182-2205
Owen (i)	1482±112	1291-1690
Mifflin– St Joir 1990(ö)	1489±205	971-2077
Mifflin– St Joir 1990(i)	1370±153	1036-1760
Ireton-Jones Obezite (ö)	1907±575	840-2880
Ireton-Jones Obezite (i)	1873±544	841-2759
Ireton-Jones 1992(ö)	1849±240	1305-2563
Ireton-Jones 1992(i)	1818±235	1312-2477
Ireton-Jones 1997 (ö)	1622±241	1076-2292
Ireton-Jones 1997 (i)	1592±236	1083-2206
Schofield (ö)	1571±245	1049-2364
Schofield(i)	1511±181	1215-1848
Faisy(ö)	2011±364	1479-3862
Faisy(i)	1962±328	1500-3731
Penn-State 1998	2161±833	704-4216
Penn-State 2003	1731±340	1181-3139
Penn-State 2010	1857±404	1386-4371
Brandi	2343±758	842-4793
Swinamer	1237±328	615-2517

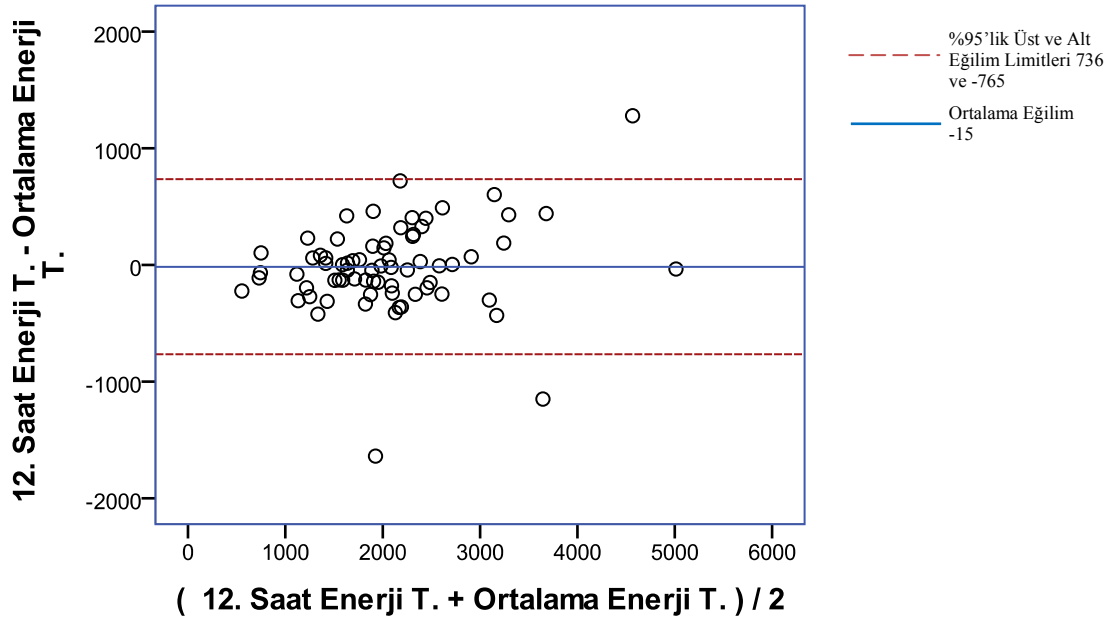
Ö: Ölçülen kilo ile yapılan hesaplama, i:İdeal Kilo ile yapılan hesaplamayı göstermektedir.



Şekil 7: 2. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin Bland-Altman Analizi

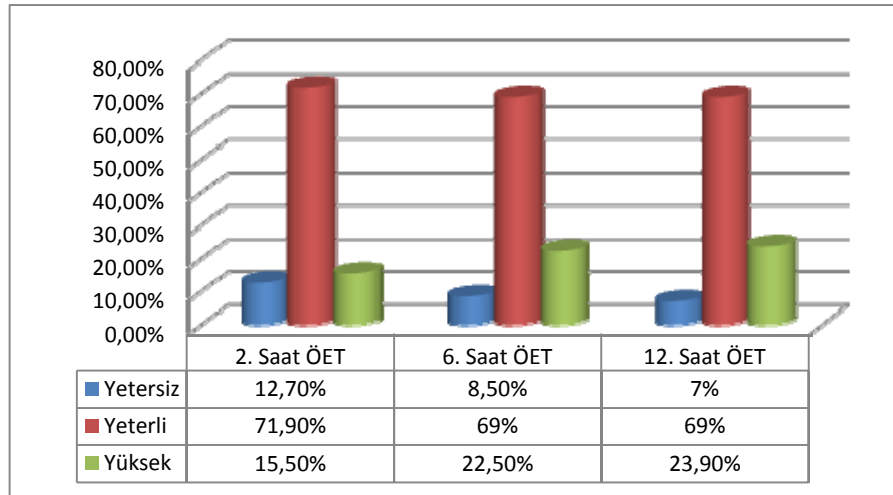


Şekil 8: 6. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin Bland-Altman Analizi



Şekil 9: 12. Saat sonucunda ölçülen enerji tüketimi ile 24 saatlik ortalama enerji tüketiminin blant Altman analizi

2., 6. ve 12. saatteki enerji tüketimi değerlerinin yeterlilik oranları Şekil 10 ‘da gösterilmiştir.



Şekil 10: 2 , 6 ve 12 saatte yapılan ÖET incelemeleriyle, 24. Saatlik ÖET’nin yeterlilik karşılaştırması

Standart formüllerle, indirekt kalorimetre sonucunda bulunan ortalama değerlerin korelasyonu incelendi. İndirekt kalorimetre ile bulunan ortalama değerlerin, ölçülen ve ideal kilolarla hesaplanan *Harris-Benedict*, *Owen*, *Mifflin– St Joir 1990*, *Obezite 1992* ve *1997* yıllarına özgü *Ireton-Jones, 1998-2003* ve *2010* yıllarına özgü, *Penn-State, 1990 Swinamer, 1999 Brandi ,2003 Faisy* ve *Schofield* formülleri ile korelasyonu **tablo 13**'de gösterilmiştir ($p<0,05$). Swinamer formülü ile yapılan karşılaştırmada; güçlü korelasyon, Swinamer formülü dışındakilerde de orta derecede korelasyon bulundu. Ayrıca Standart formüllerle hesaplanan değerler long faktörleri esas alınarak 1.3 ve 1.6 ile çarpıldı. Bu değerlerle ölçülen ortalama enerji tüketiminin korelasyonuna bakıldı. Hesaplanan enerji tüketimi değerlerinin 1.3 veya 1.6 ile çarpılmasının p ve r değerlerini değiştirmedığı görülmüştür.

Tablo 13: Ölçülen ve ideal kilolarla hesaplanan standart formüllerin , ölçülen 24 saatlik ortalama enerji tüketimi ile korelasyonu

Enerji Tüketimi Formülü	P Değeri	R Değeri (korelasyon katsayıları)
Harris-Benedict (ö)	$p<0,001$	0,425
Harris-Benedict (i)	$p=0,001$	0,395
Owen (ö)	$p=0,009$	0,308
Owen (i)	$p=0,009$	0,310
Mifflin(ö)	$p=0,009$	0,308
Mifflin(i)	$p<0,001$	0,415
Ireton-Jones Obezite (ö)	$p<0,001$	0,435
Ireton-Jones Obezite (i)	$p<0,001$	0,415
Ireton-Jones 1992(ö)	$p<0,001$	0,499
Ireton-Jones 1992 (i)	$p<0,001$	0,464
Ireton-Jones 1997 (ö)	$p<0,001$	0,495
Ireton-Jones 1997 (i)	$p<0,001$	0,459
Schofield (ö)	$p=0,003$	0,346
Schofield (i)	$p=0,005$	0,327
Faisy (ö)	$p<0,001$	0,473
Faisy(i)	$p<0,001$	0,473
Swinamer	$P<0,001$	0,510
Brandi	$P=0,002$	0,362
Penn-State 1998	$p<0,001$	0,494
Penn-State 2003	$p<0,001$	0,447
Penn-State 2010	$p<0,001$	0,484

Ö: Ölçülen kilo ile yapılan hesaplama, i: İdeal Kilo ile yapılan hesaplamayı göstermektedir
x1.3 veya x1.6 düzeltme faktörleri ile yapılan hesaplamalarda, p ve r değerlerinde değişiklik olmamıştır

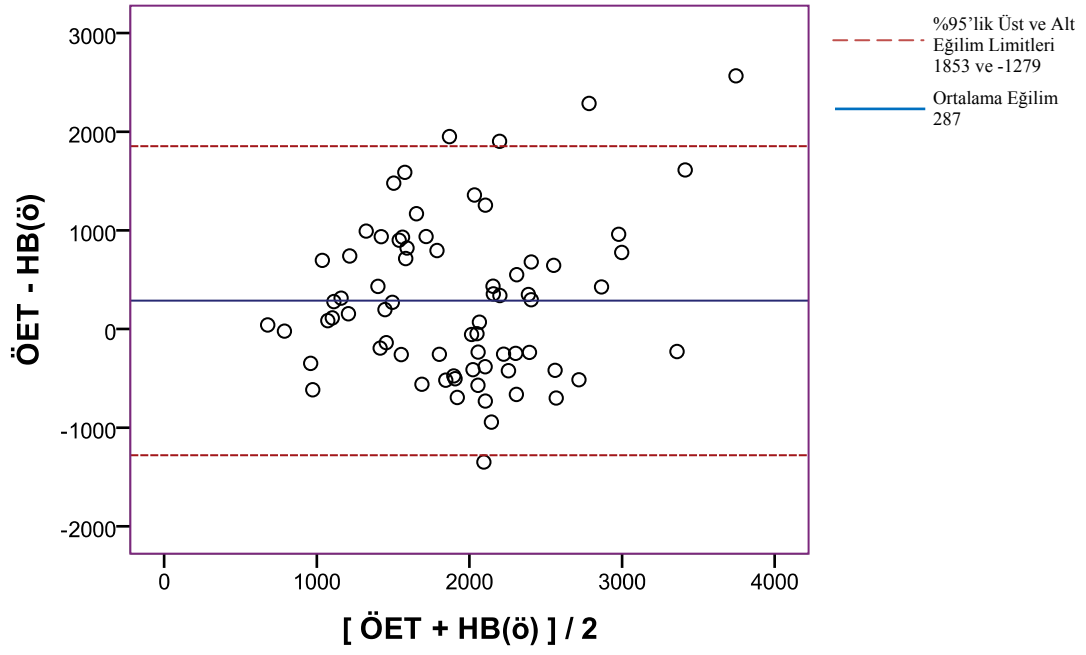
Standart formüller ile ölçülen enerji tüketimi (ÖET) ortalama eğilim ve 95 % 'lik güven aralığı ile Bland Altman analizi kullanılarak karşılaştırıldı. (**tablo 14 ve şekil 11-73**)

Tablo 14: 24 saatlik Enerji Tüketimi Ortalaması ile Standart Formüllerin Bland Altman Analizi Sonuçları

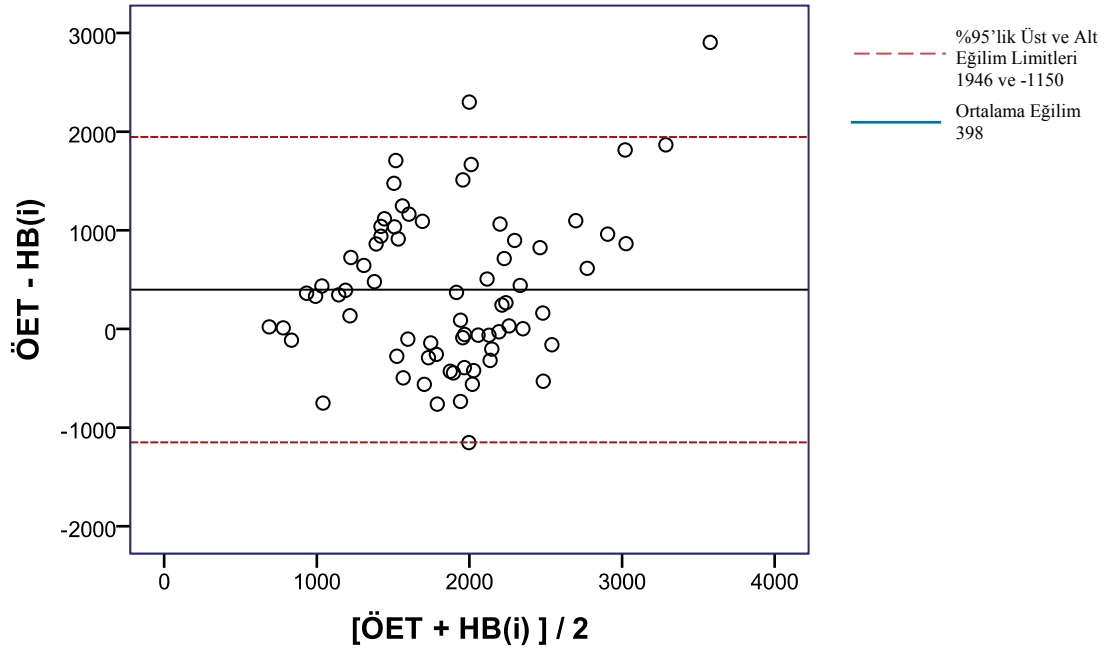
Standart Formül Adı:	Ortalama Eğilim $\pm$ SD (%95 CI)	Üst Uyum Limiti (%95 CI)	Alt Uyum Limiti (%95 CI)
HB(ö)	287 $\pm$ 799	1853	-1279,04
HB(i)	398 $\pm$ 790	1946	-1150
HB(ö) x 1.3	-249 $\pm$ 909	1533	-2030,64
HB(ö) x 1.6	-786 $\pm$ 1048	1268	-2840,08
HB(i) x 1.3	-105 $\pm$ 878	1616	-1825,88
HB(i) x 1.6	-609 $\pm$ 993	1337	-2555,28
Owen (ö)	533 $\pm$ 757	2017	-950
Owen (i)	595 $\pm$ 766	2096	-906
Owen (ö) x 1.3	69 $\pm$ 755	1549	-1410,8
Owen (ö) x 1.6	-393 $\pm$ 757	1091	-1876,72
Owen (i) x 1.3	151 $\pm$ 761	1643	-1340,56
Owen (i) x 1.6	-1876 $\pm$ 788	-332	-3420,48
Mifflin SJ.(ö)	588 $\pm$ 756	2070	-893,76
Mifflin SJ.(i)	707 $\pm$ 743	2163	-749,28
Mifflin SJ.(ö) x 1.3	142 $\pm$ 755	1622	-1337,8
Mifflin SJ.(ö) x 1.6	-304 $\pm$ 760	1186	-1793,6
Mifflin SJ.(i) x 1.3	295 $\pm$ 734	1734	-1143,64
Mifflin SJ.(i) x 1.6	-115 $\pm$ 727	1310	-1539,92
Iret.J.Ob.(ö)	202 $\pm$ 1014	2189	-1785,44
Iret.J.Ob.(i)	237 $\pm$ 1012	2221	-1746,52
Iret.J.Ob.(ö) x1.3	-402 $\pm$ 820	1205	-2009,2
Iret.J.Ob.(ö) x1.6	-974 $\pm$ 918	825	-2773,28
Iret.J.Ob.(i) x1.3	-356 $\pm$ 815	1241	-1953,4
Iret.J.Ob.(i) x1.6	-918 $\pm$ 902	850	-2685,92
Iret.J.92(ö)	260 $\pm$ 946	2114	-1594,16
Iret.J.92(i)	291 $\pm$ 957	2167	-1584,72
Iret.J.92(ö) x1.3	-325 $\pm$ 693	1033	-1683,28
Iret.J.92(ö) x1.6	-880 $\pm$ 688	468	-2228,48
Iret.J.92(i) x1.3	-286 $\pm$ 706	1098	-1669,76
Iret.J.92(i) x1.6	-831 $\pm$ 703	547	-2208,88
HB: Harris-Benedict, MifflinSJ: Mifflin–St Joir 1990, Iret.J: Ireton-Jones* *(Ireton Jones Formüllerinde Obezite,1992 ve 1997 yıllarına özgü formüller sırasıyla Ob,92 ve 97 olarak kısaltılmıştır) ö: Ölçülen Kilo ile yapılan hesaplama , i: İdeal Kilo ile yapılan hesaplama			

Tablo 14: (Devamı)

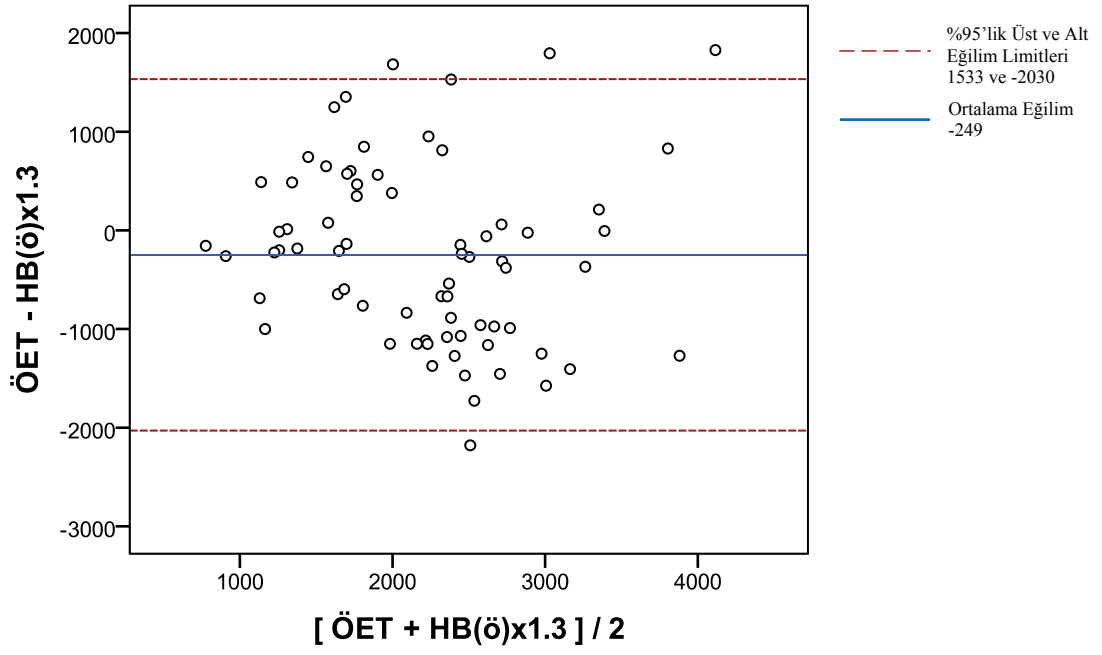
Standart Formül Adı:	Ortalama Eğilim ± SD (%95 CI)	Üst Uyum Limiti (%95 CI)	Alt Uyum Limiti (%95 CI)
Iret.J.97(ö)	487±952	2353	-1378,42
Iret.J.97(i)	517±963	2404	-1370,48
Iret.J.97(ö) x1.3	-31±694	1329	-1391,24
Iret.J.97(ö) x1.6	-518±690	834	-1870,4
Iret.J.97(i) x1.3	8±707	1394	-1377,72
Iret.J.97(i) x1.6	-469±705	913	-1850,8
Schofield(ö)	506±745	1966	-954,2
Schofield(i)	566±754	2044	-911,84
Schofield(ö) x 1.3	34±746	1496	-1428,16
Schofield(ö) x 1.6	-436±754	1042	-1913,84
Schofield(i) x 1.3	113±758	1583	-1357
Schofield(i) x 1.6	-340±750	1130	-1810
Faisy(ö)	66±699	1436	-1304,04
Faisy(i)	115±701	1489	-1258,96
Faisy(ö) x 1.3	-537±706	847	-1920,76
Faisy(ö) x 1.6	-1141±729	288	-2569,84
Faisy(i) x 1.3	-473±701	901	-1846,96
Faisy(i) x 1.6	-1062±715	339	-2463,4
Swinamer	840±687	2187	-506,52
Swinamer x1.3	768±683	2107	-570,68
Swinamer x1.6	97±693	1455	-1261,28
Penn-State 1998	-83±819	1552	-1688,24
Penn-State 1998 x1.3	-731±977	1184	-2645,92
Penn-State 1998 x1.6	-1379±1167	908	-3666,32
Penn-State 2003	346±710	1738	-1045,6
Penn-State 2003 x1.3	-172±715	1229	-1573,4
Penn-State 2003 x1,6	-692±735	749	-2132,6
Penn-State 2010	220±695	1582	-1142,2
Penn-State 2010 x1.3	-336±709	1054	-1725,64
Penn-State 2010 x1.6	-893±743	563	-2349,28
Brandi	-382±1143	1858	-3622,28
Brandi x1.3	-967±886	770	-2703,56
Brandi x1.6	-1670±1047	382	-3722,12
ö: Ölçülen Kilo ile yapılan hesaplama , i: İdeal Kilo ile yapılan hesaplama			



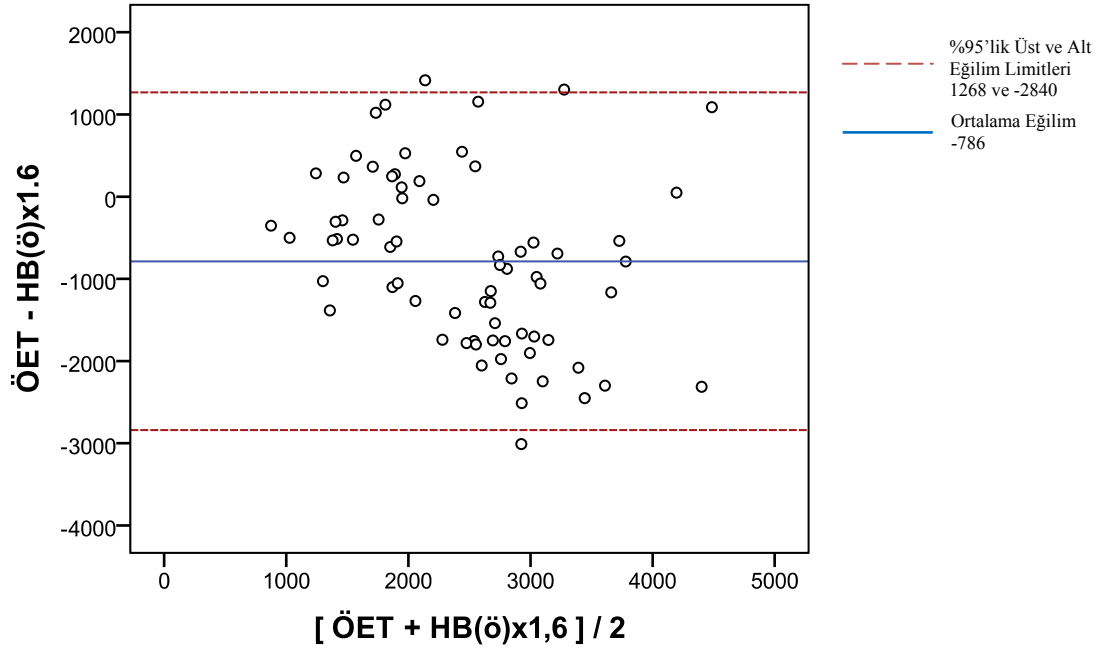
Şekil 11: HB(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



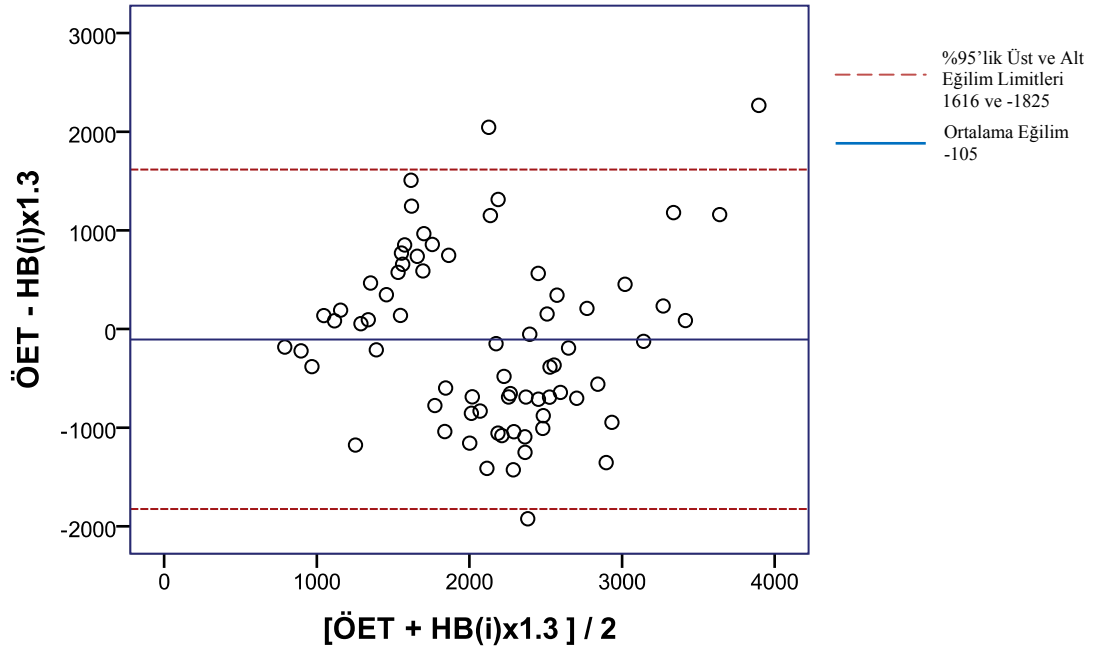
Şekil 12: HB(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



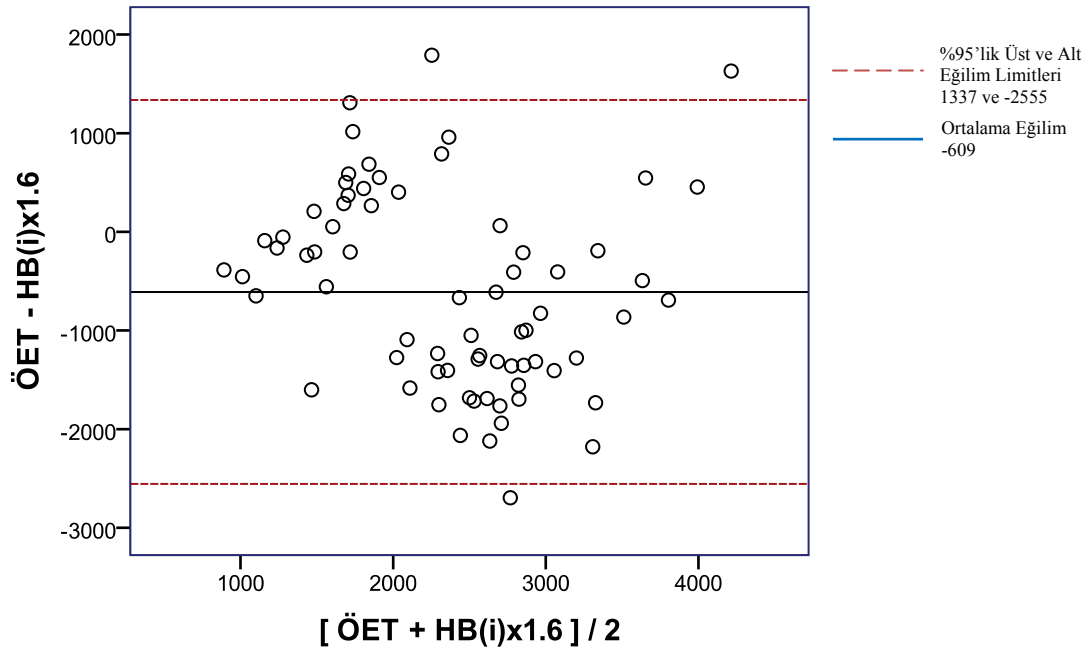
Şekil 13: HB(ö)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



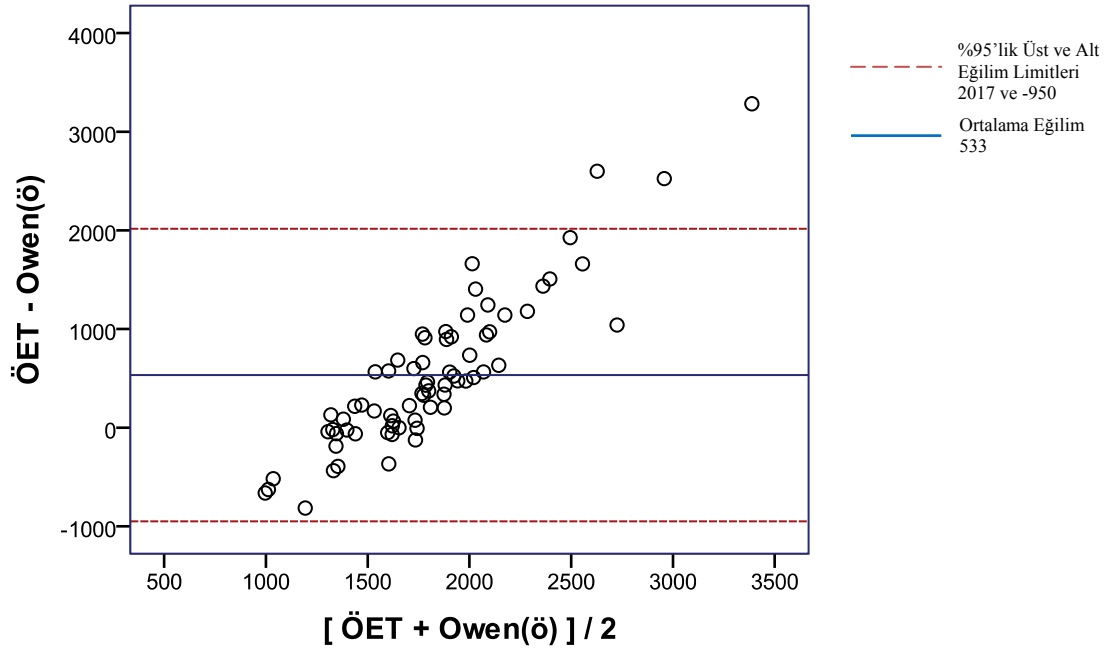
Şekil 14: HB(ö)x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



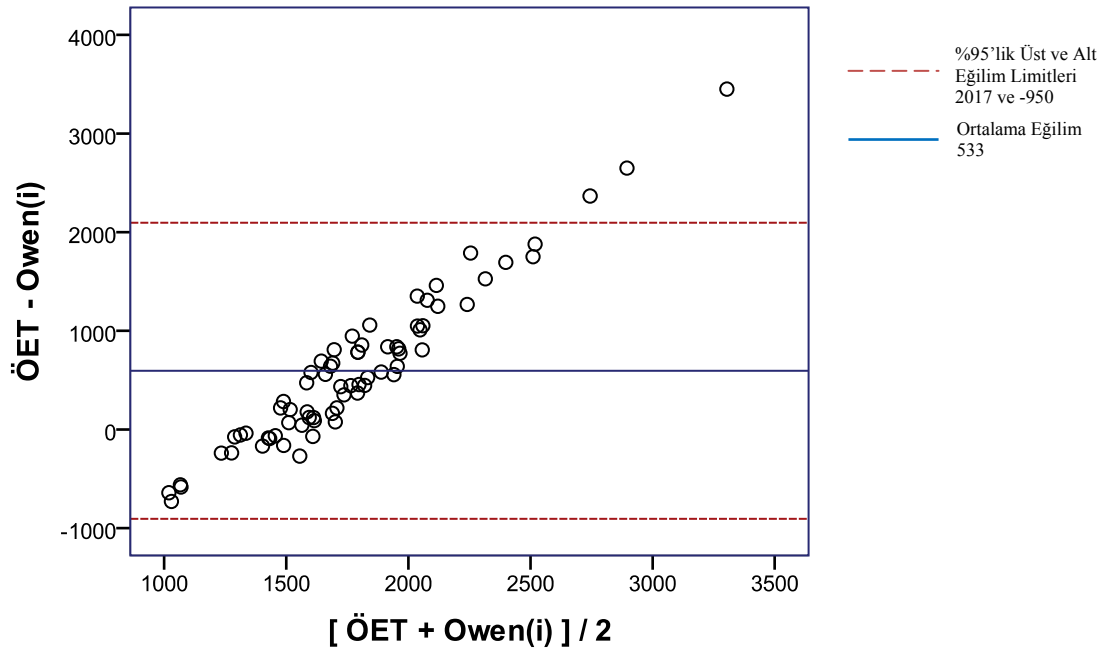
Şekil 15: HB(i)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



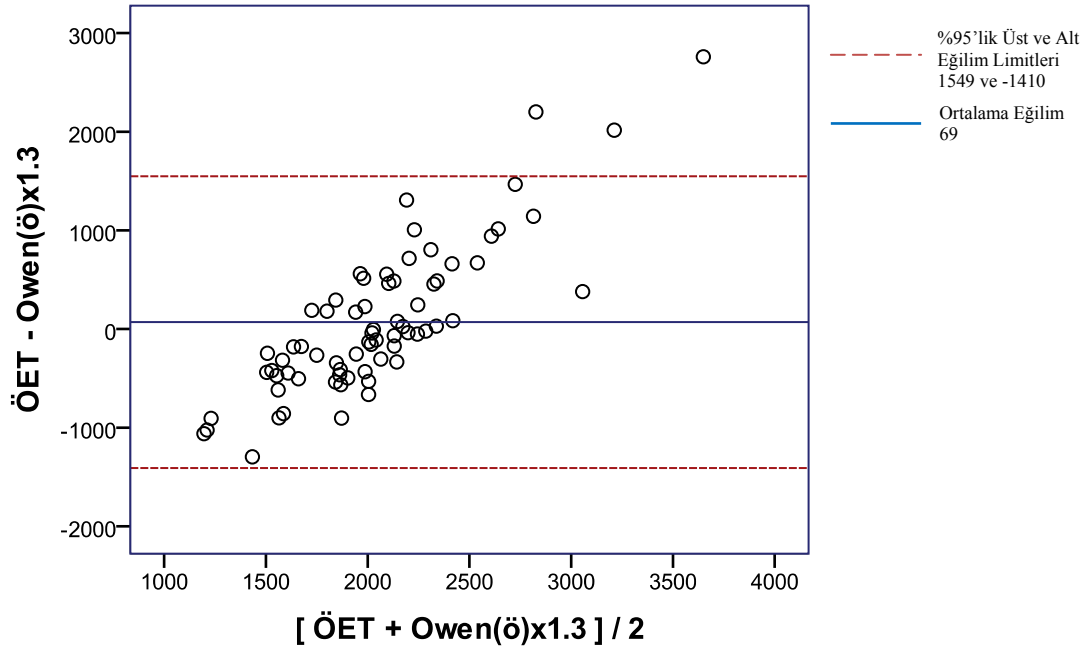
Şekil 16: HB(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



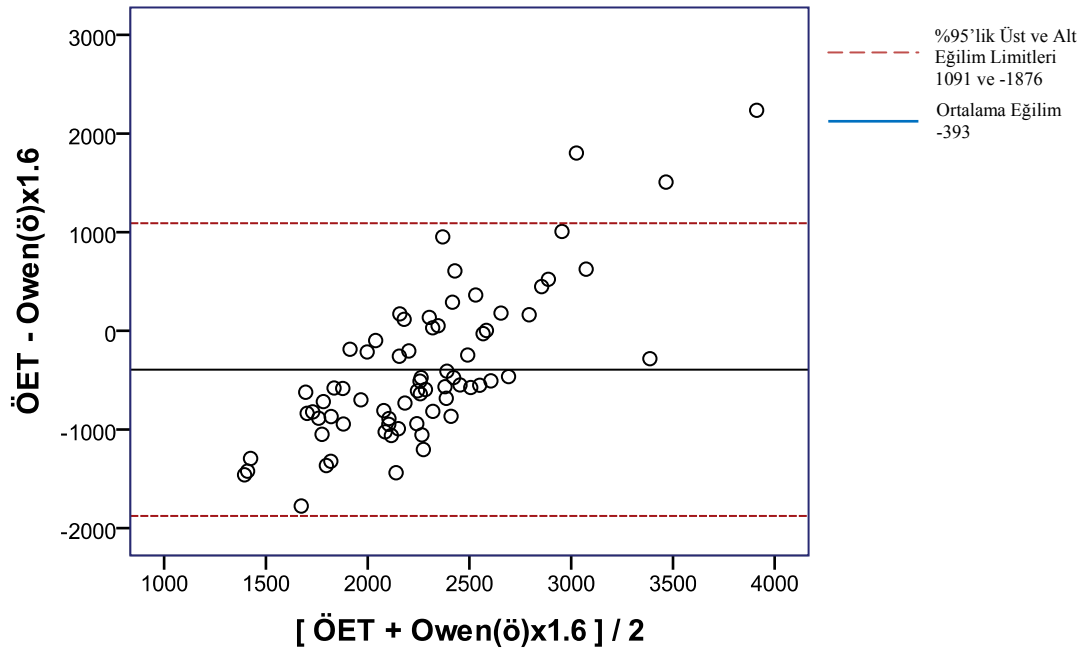
Şekil 17: Owen(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



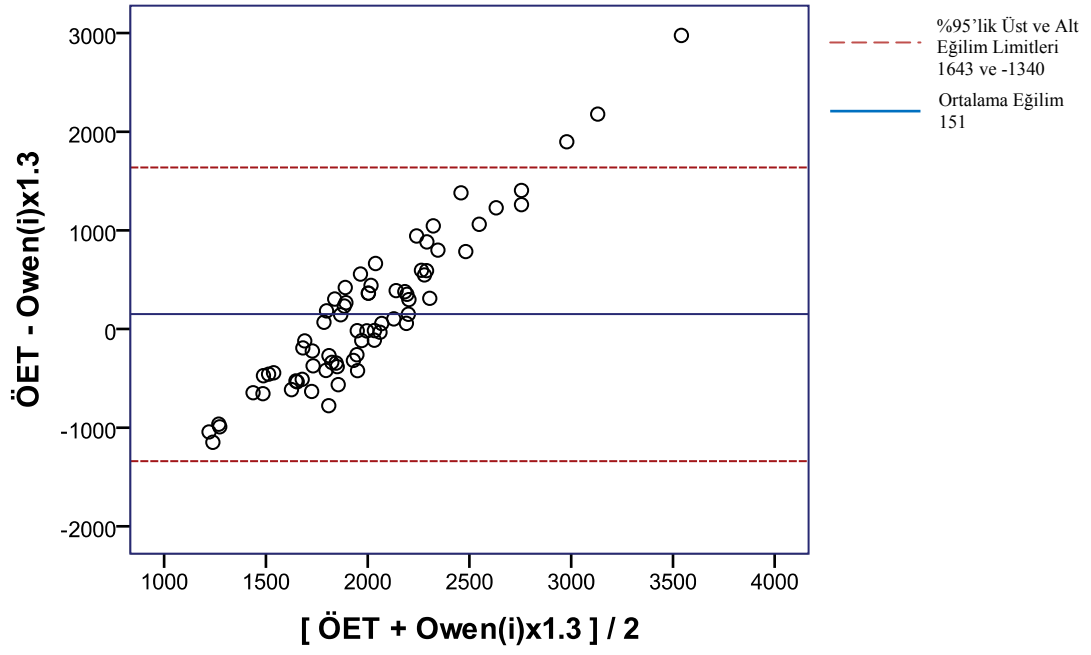
Şekil 18: Owen(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



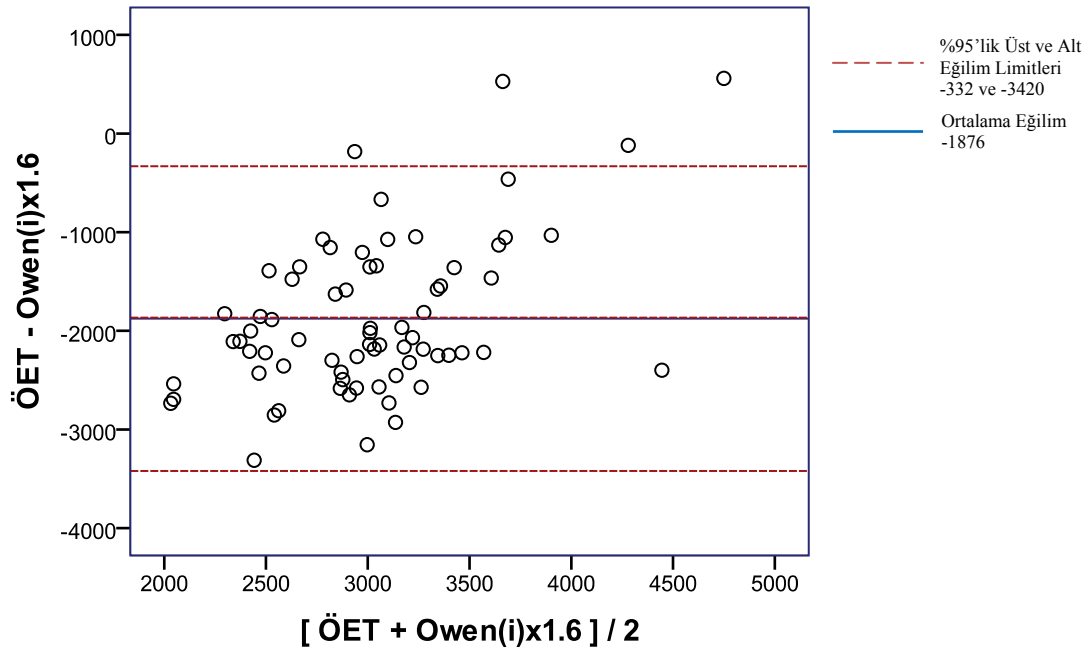
Şekil 19: Owen(ö)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



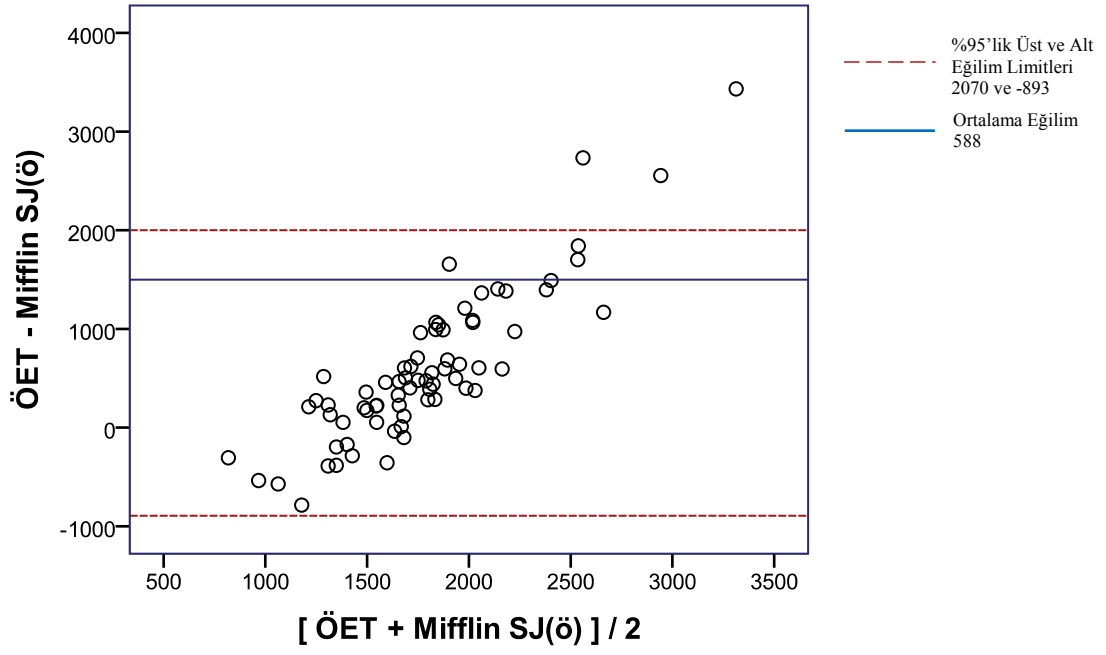
Şekil 20 Owen(ö)x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



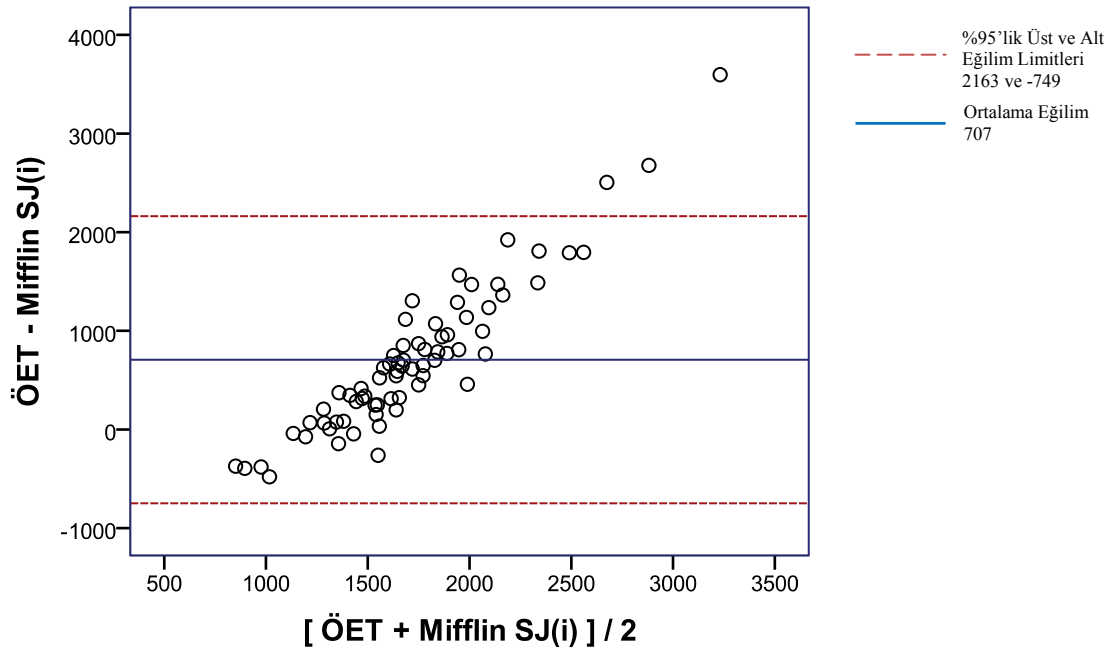
Şekil 21: Owen(i)x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



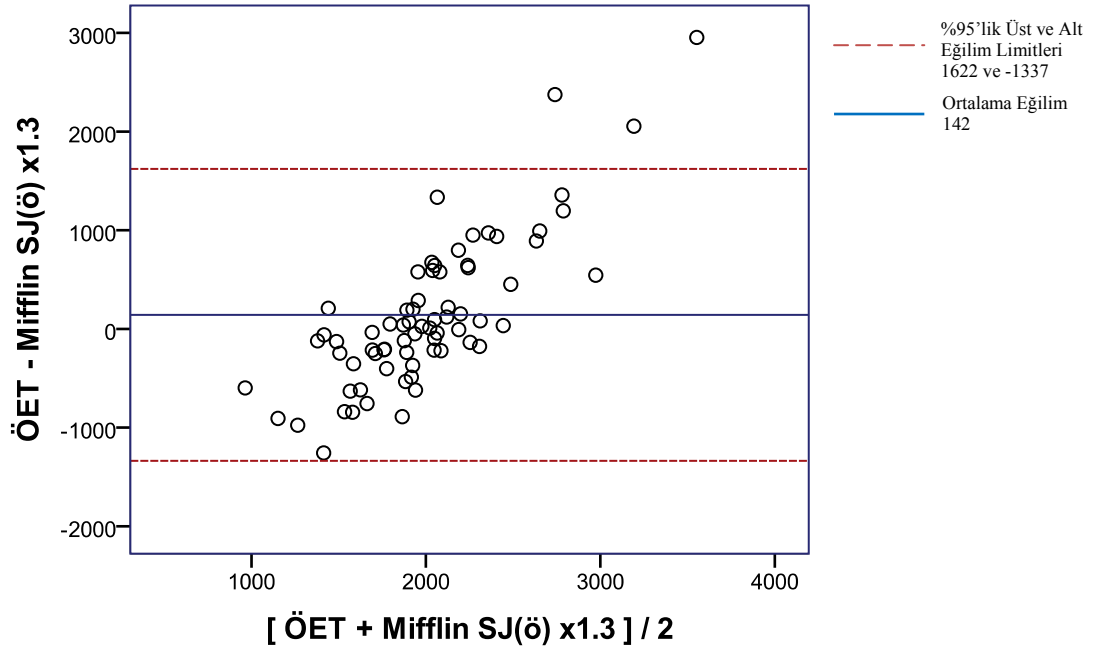
Şekil 22: Owen(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



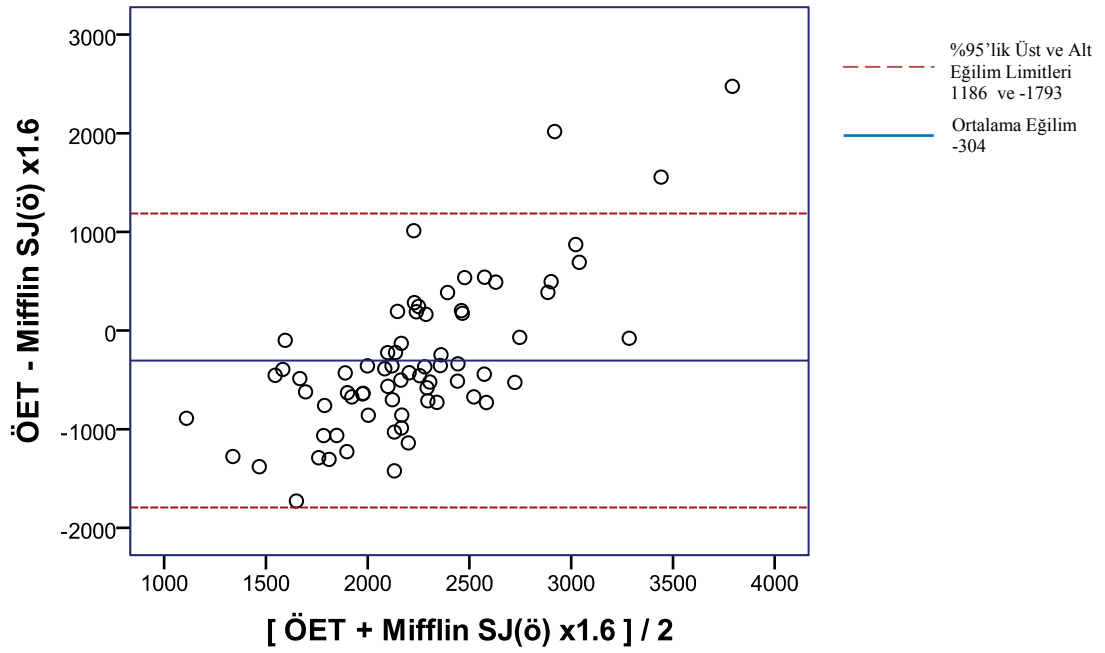
Şekil 23: Mifflin SJ(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



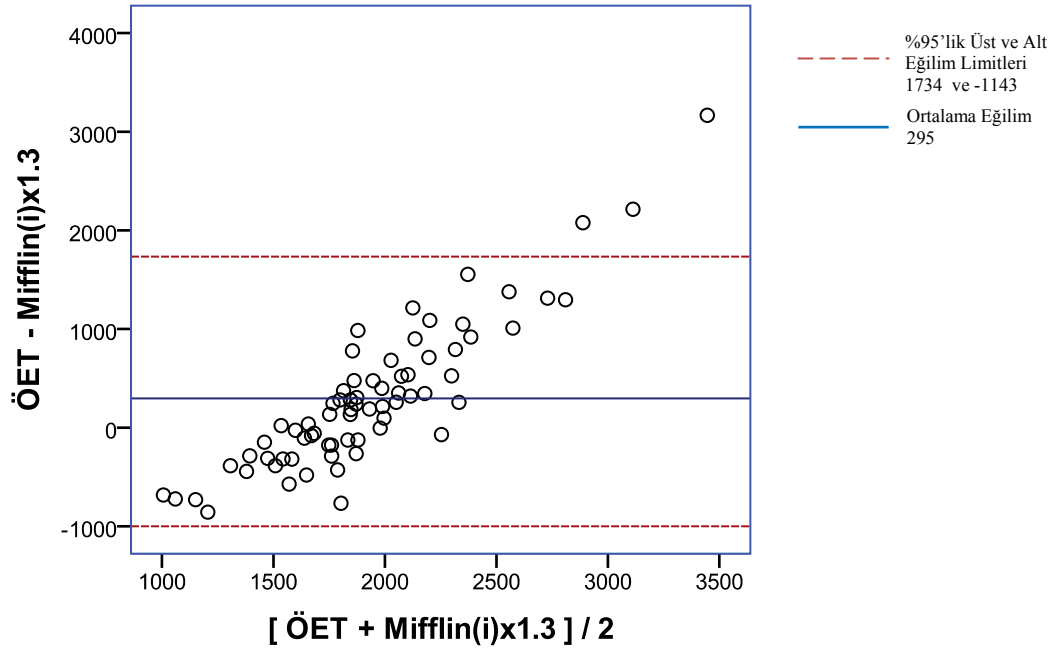
Şekil 24: Mifflin SJ(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



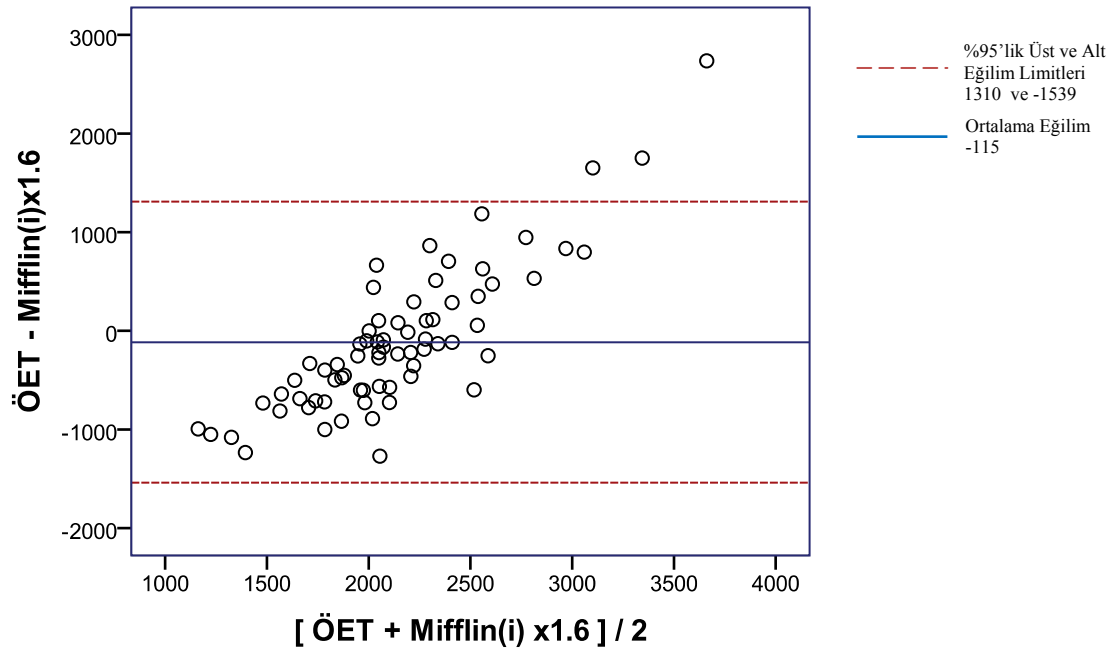
Şekil 25: Mifflin SJ(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



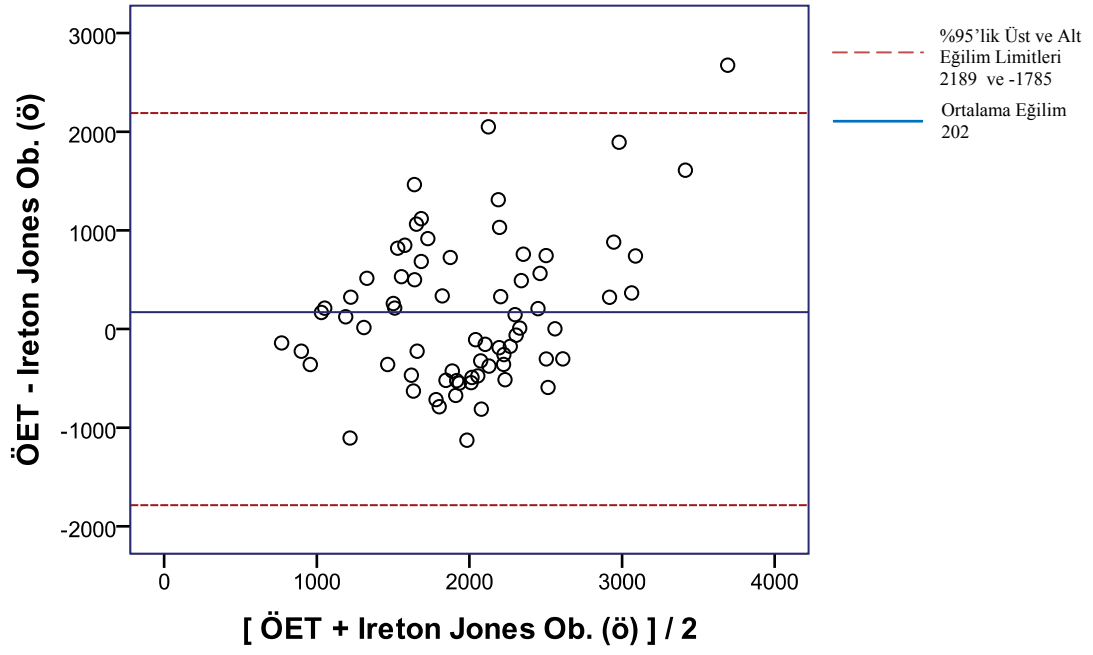
Şekil 26: Mifflin SJ(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



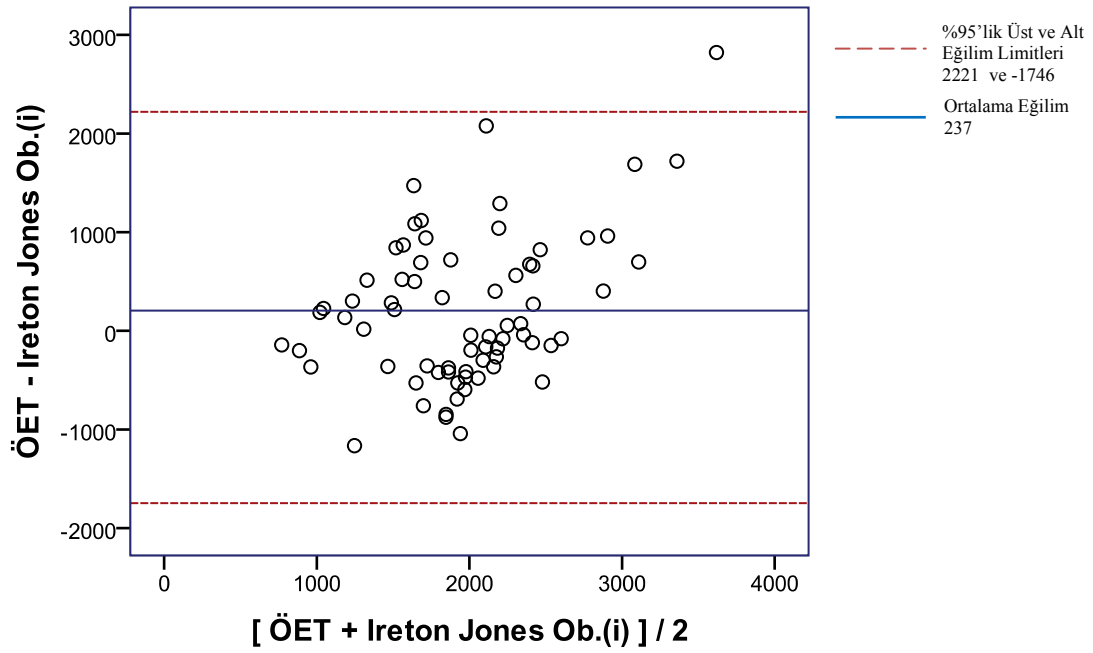
Şekil 27: Mifflin SJ(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



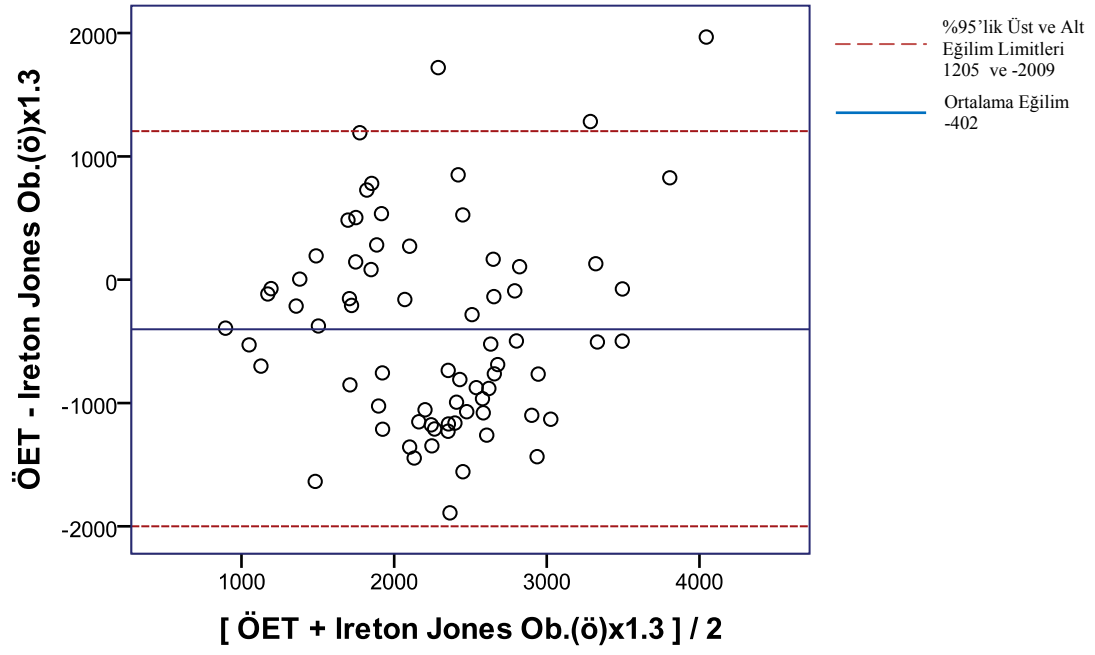
Şekil 28: Mifflin SJ(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



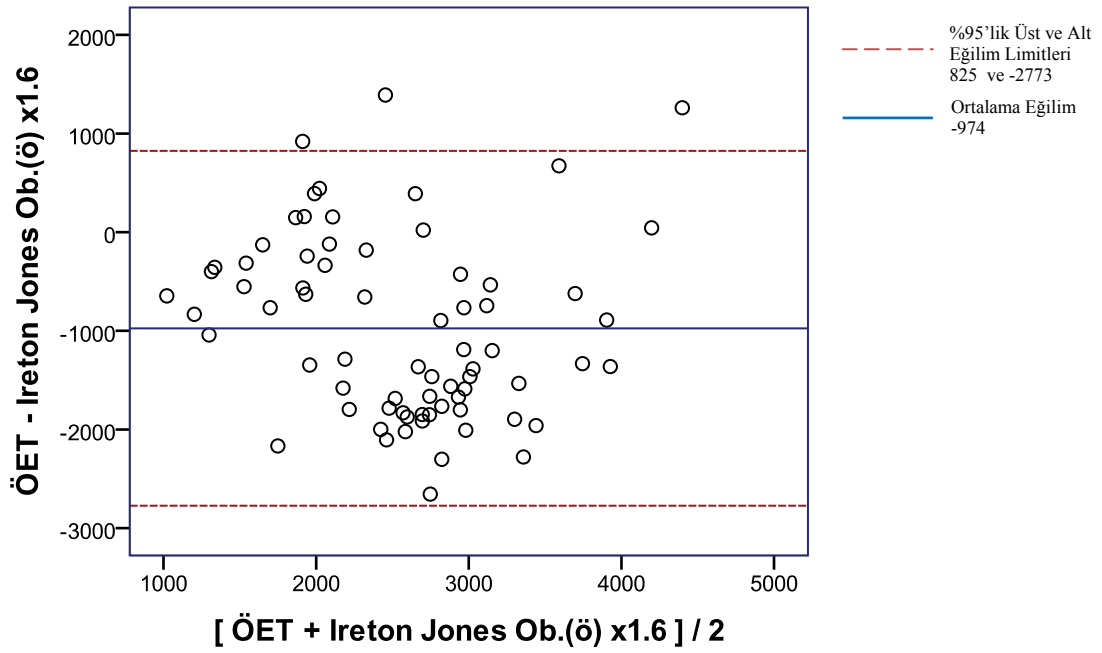
Şekil 29: Ireton Jones Ob. (ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



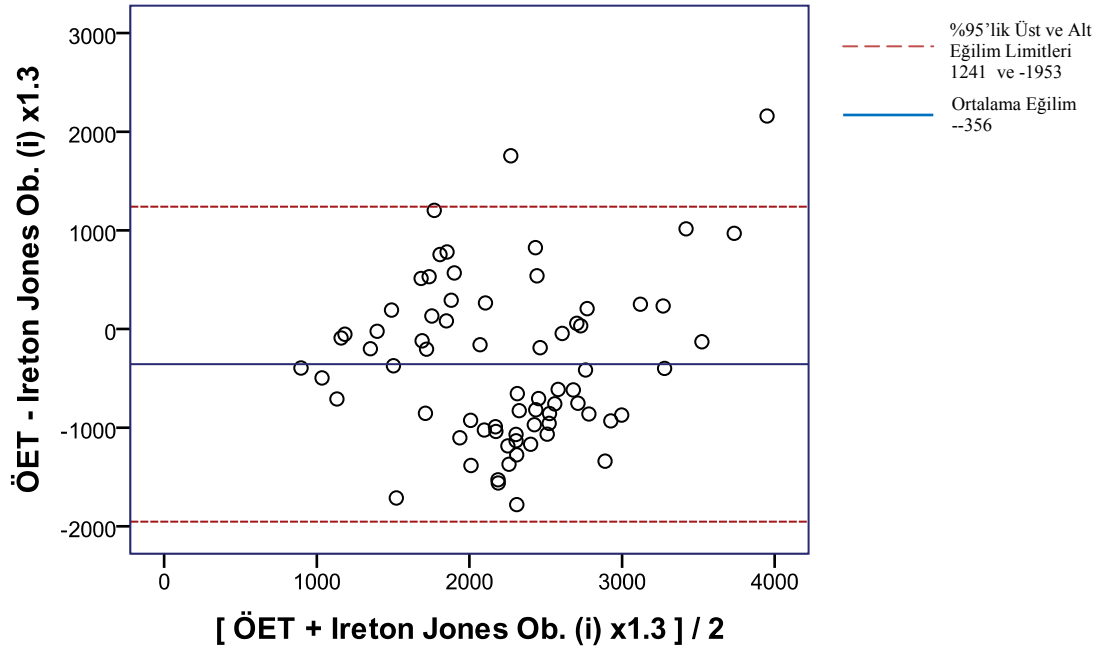
Şekil 30: Ireton Jones Ob. (i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



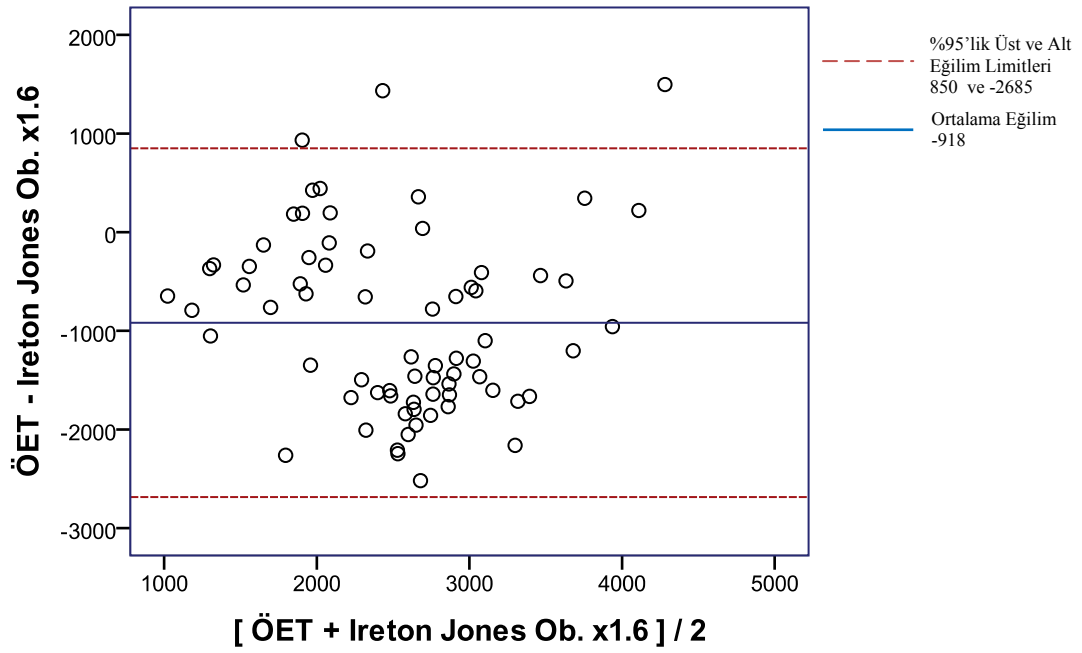
Şekil 31: Ireton Jones Ob. (ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



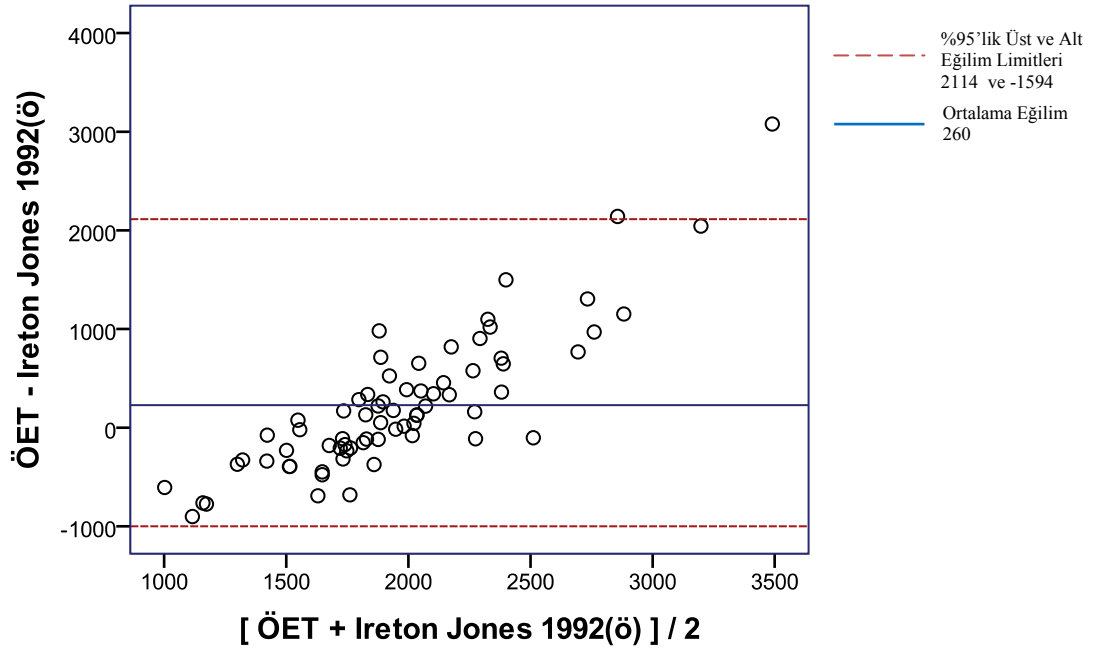
Şekil 32: Ireton Jones Ob. (ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



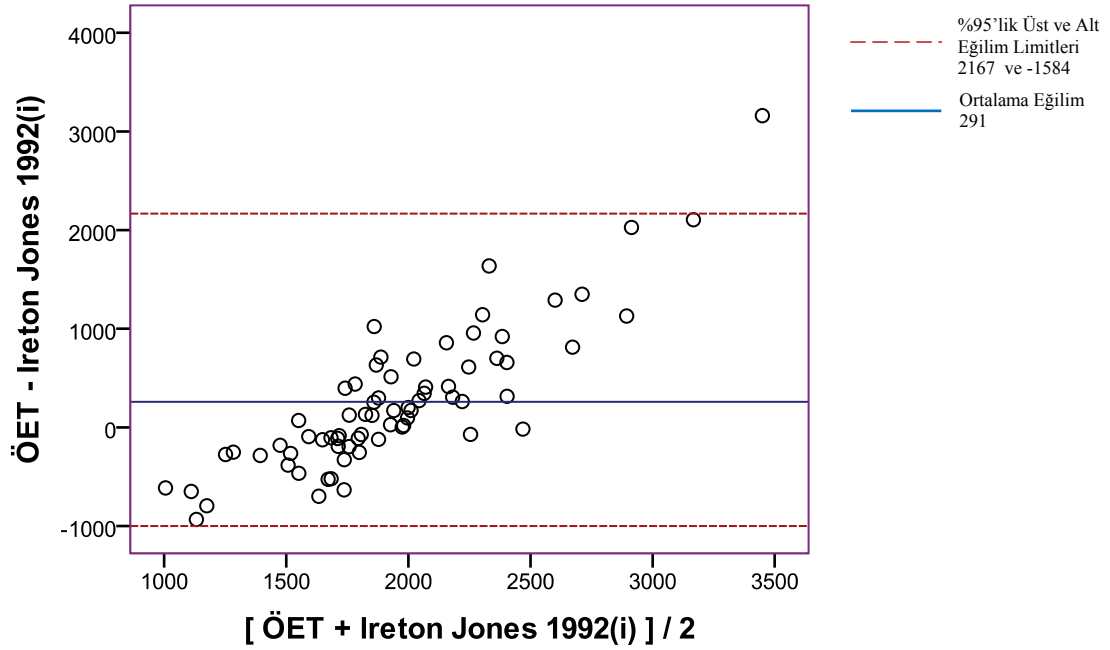
Şekil 33: Ireton Jones Ob. (i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



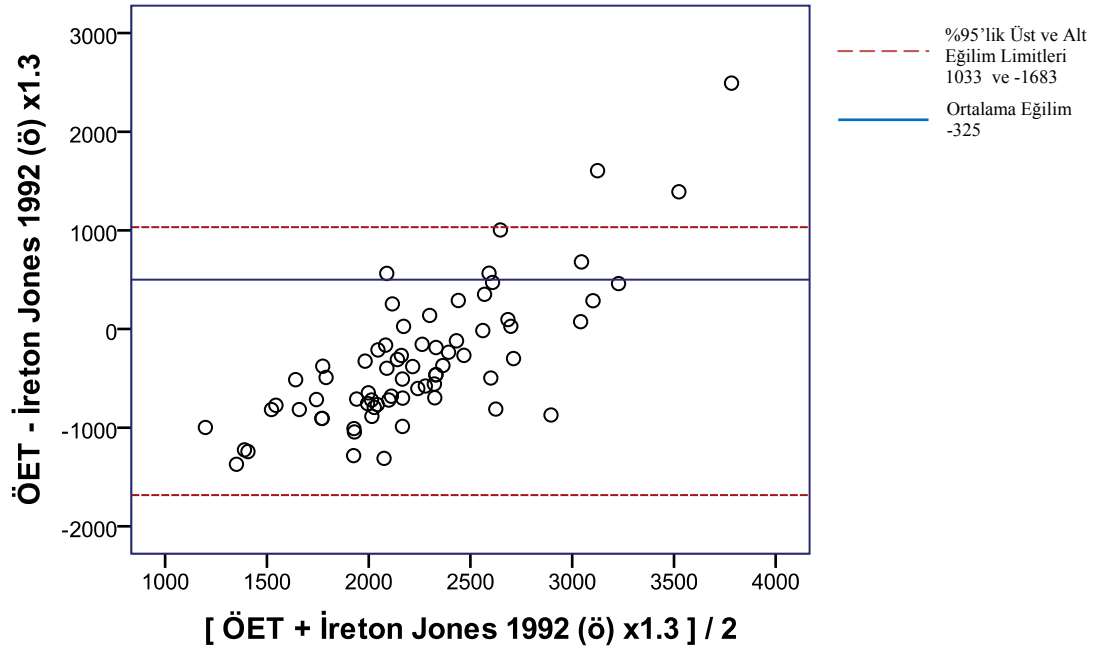
Şekil 34: Ireton Jones Ob. (i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



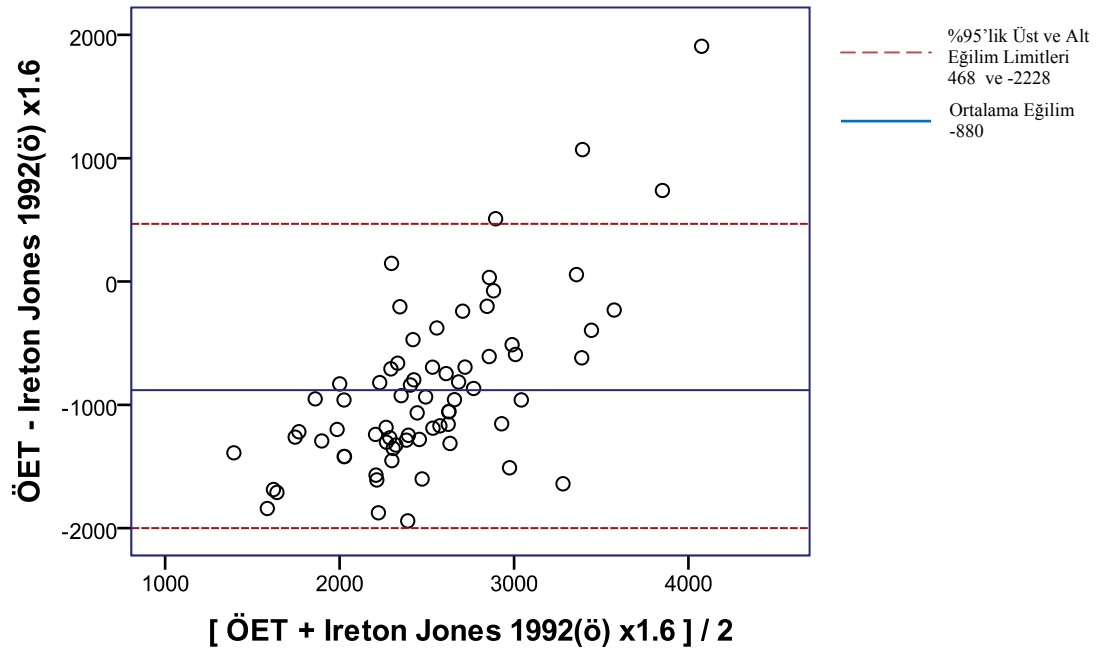
Şekil 35: Ireton Jones 1992(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



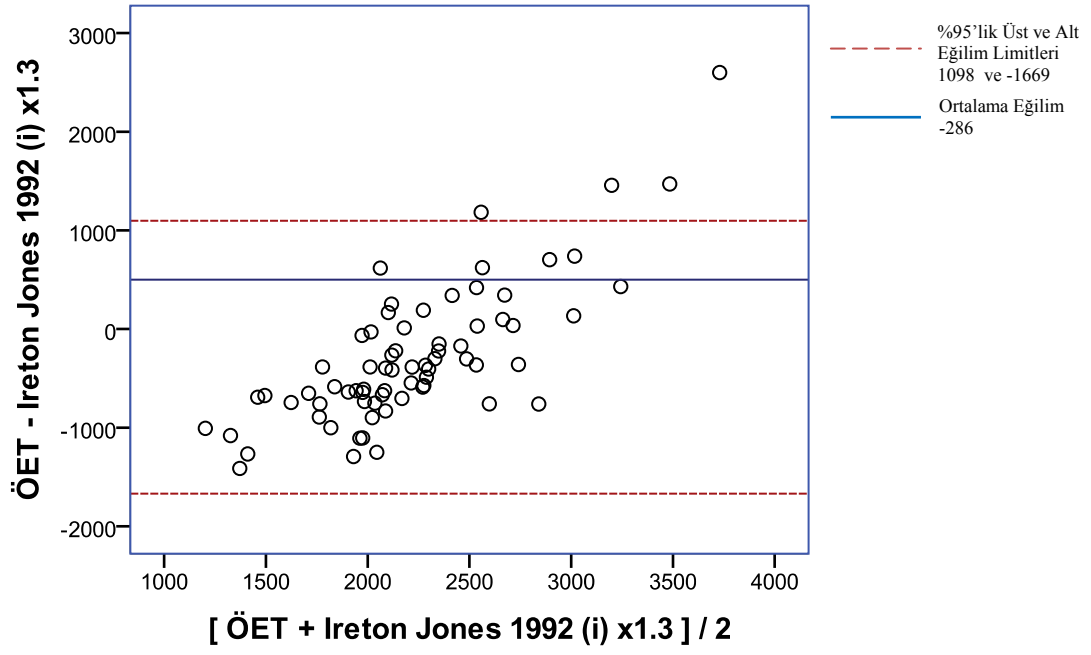
Şekil 36: Ireton Jones 1992(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



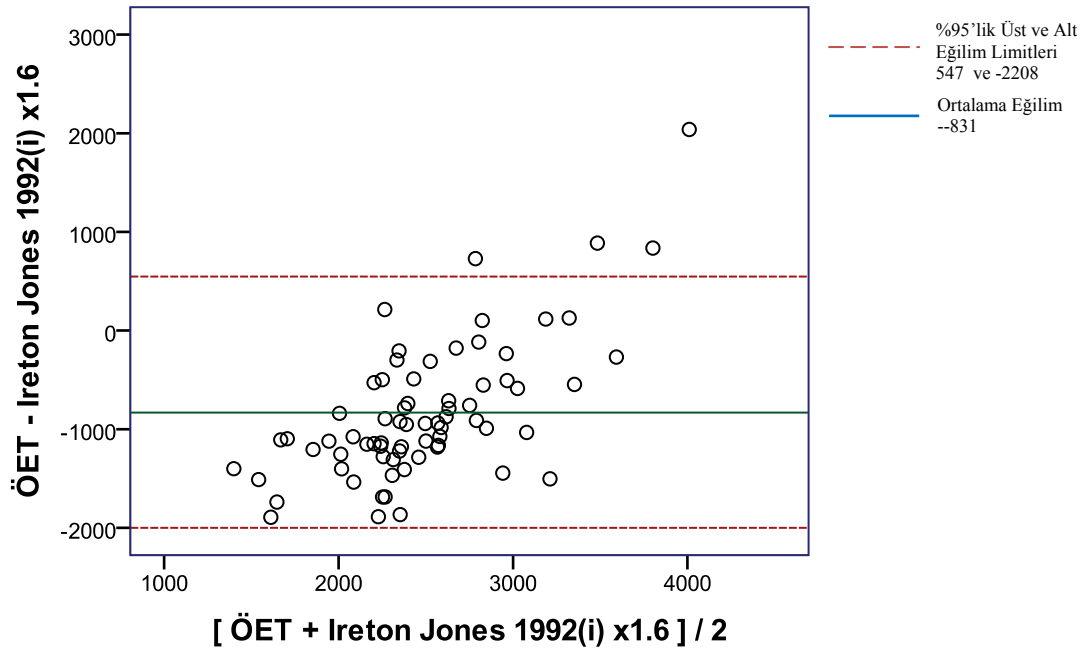
Şekil 37: Ireton Jones 1992(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



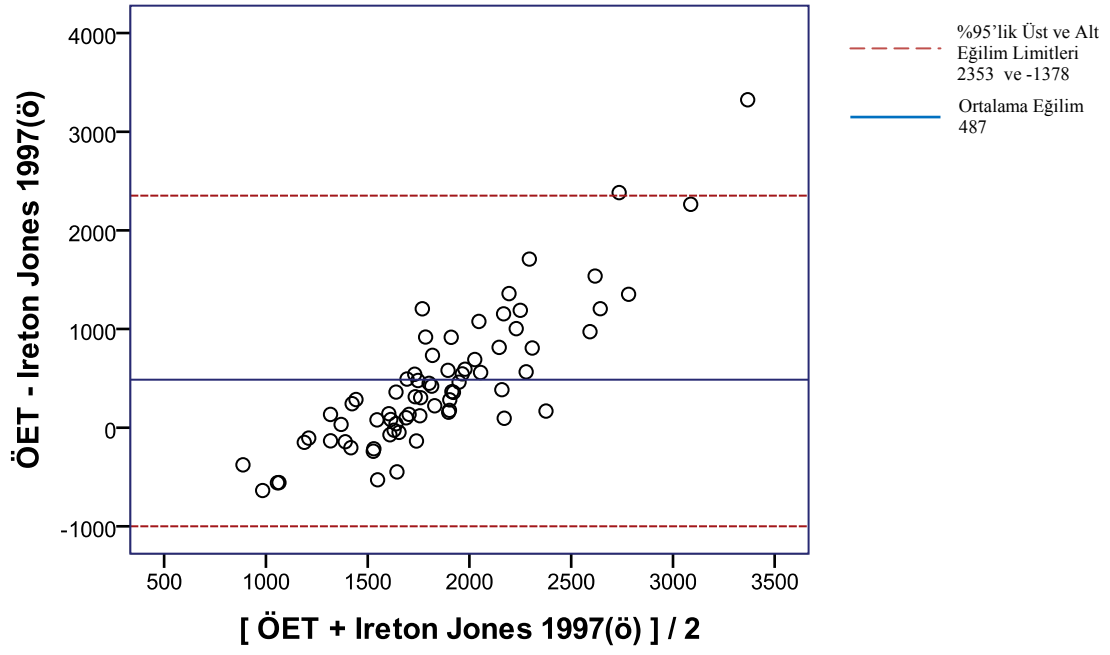
Şekil 38: Ireton Jones 1992(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



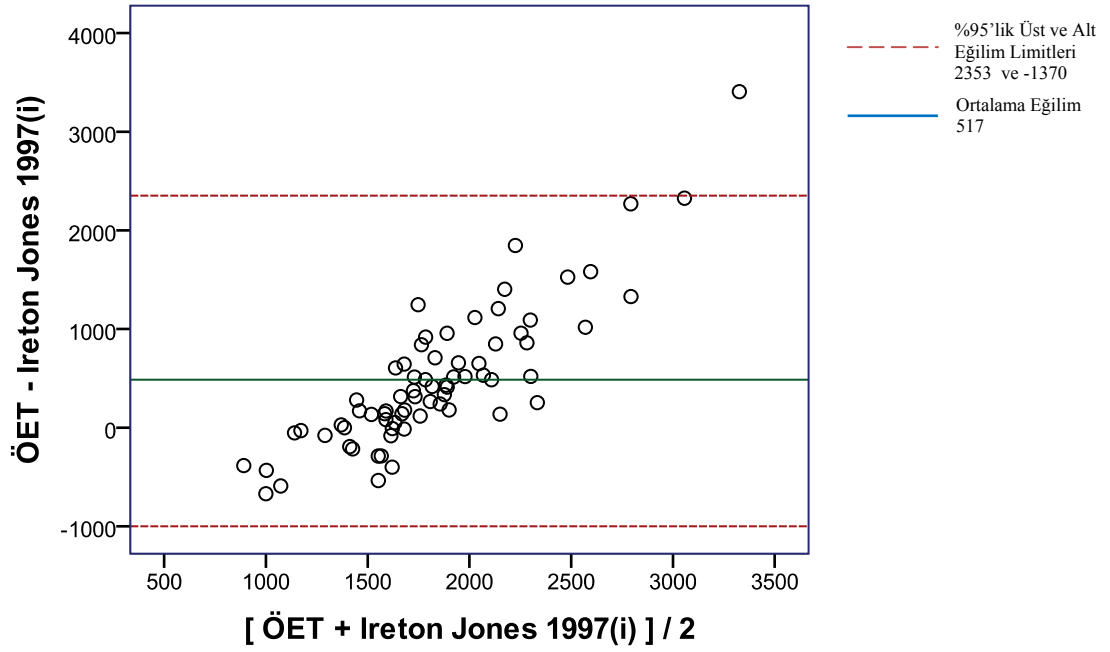
Şekil 39: Ireton Jones 1992(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



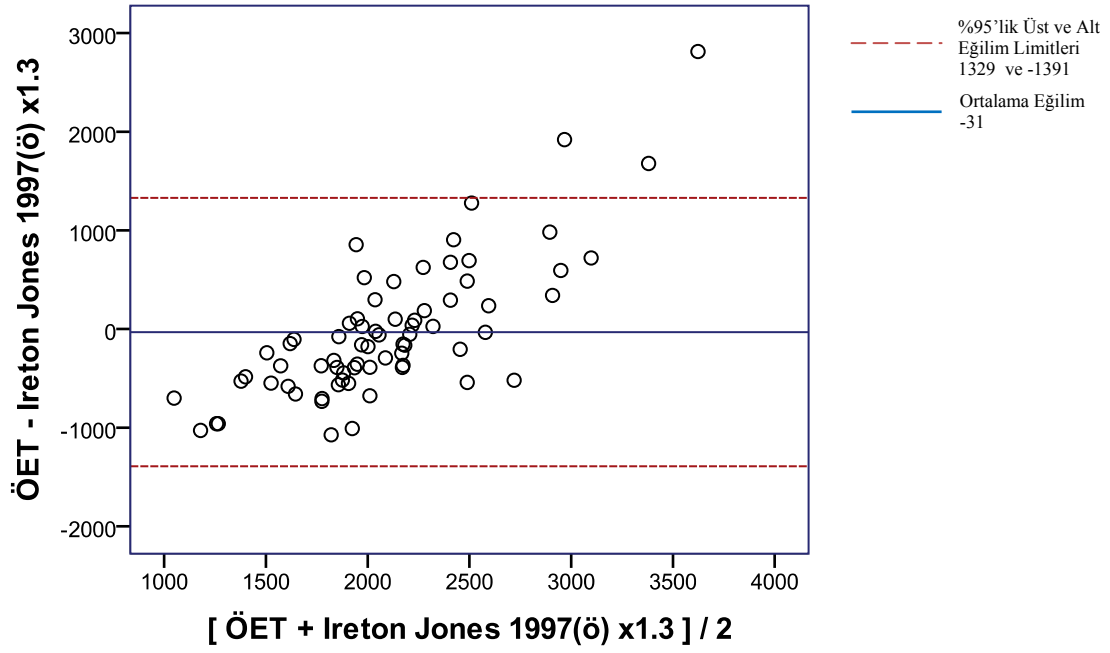
Şekil 40: Ireton Jones 1992(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



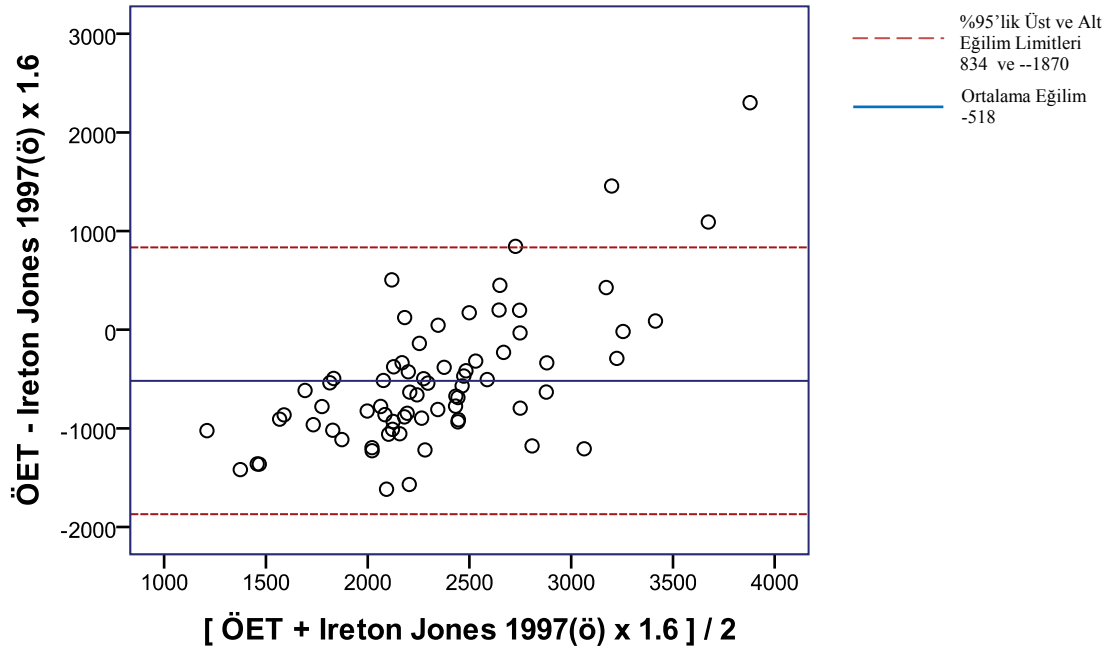
Şekil 41: Ireton Jones 1997(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



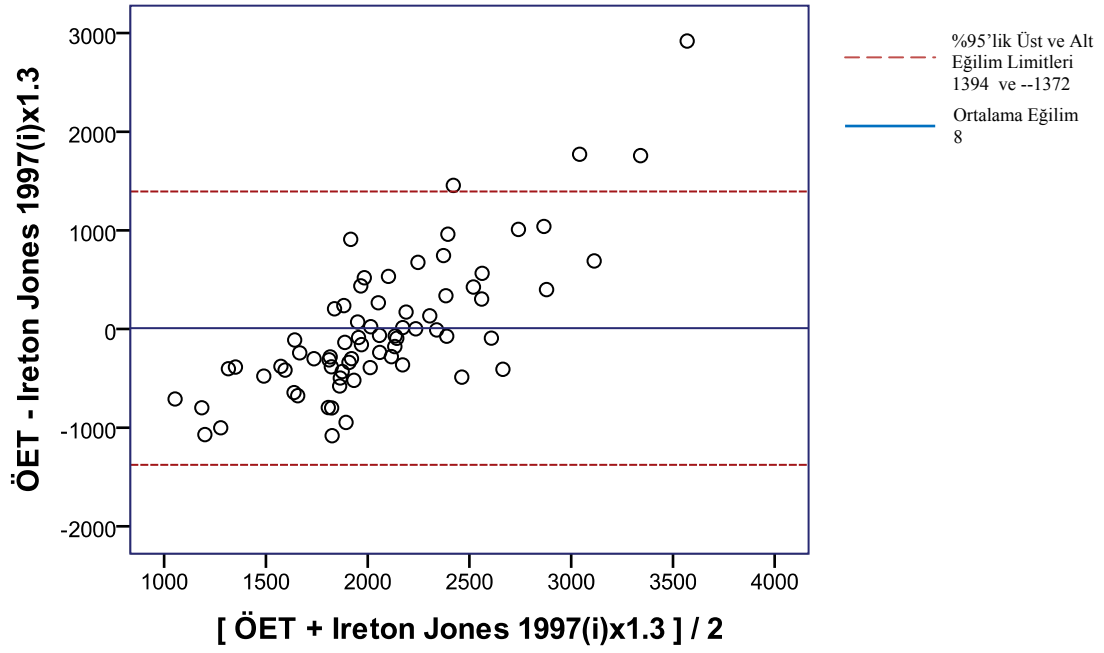
Şekil 42: Ireton Jones 1997(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



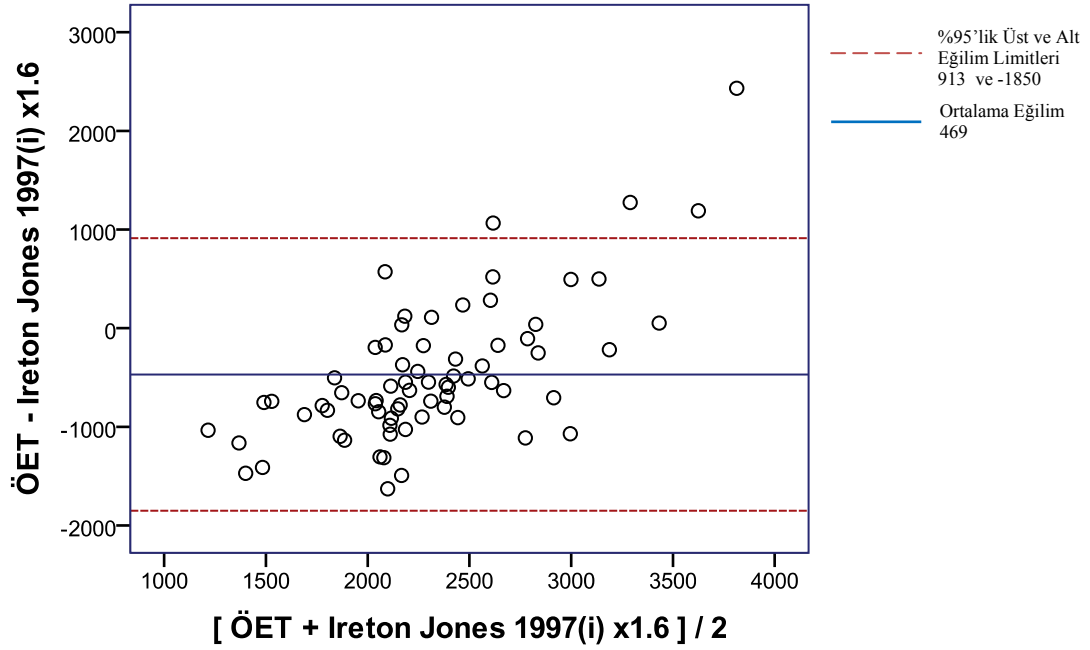
Şekil 43: Ireton Jones 1997(ö) x 1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



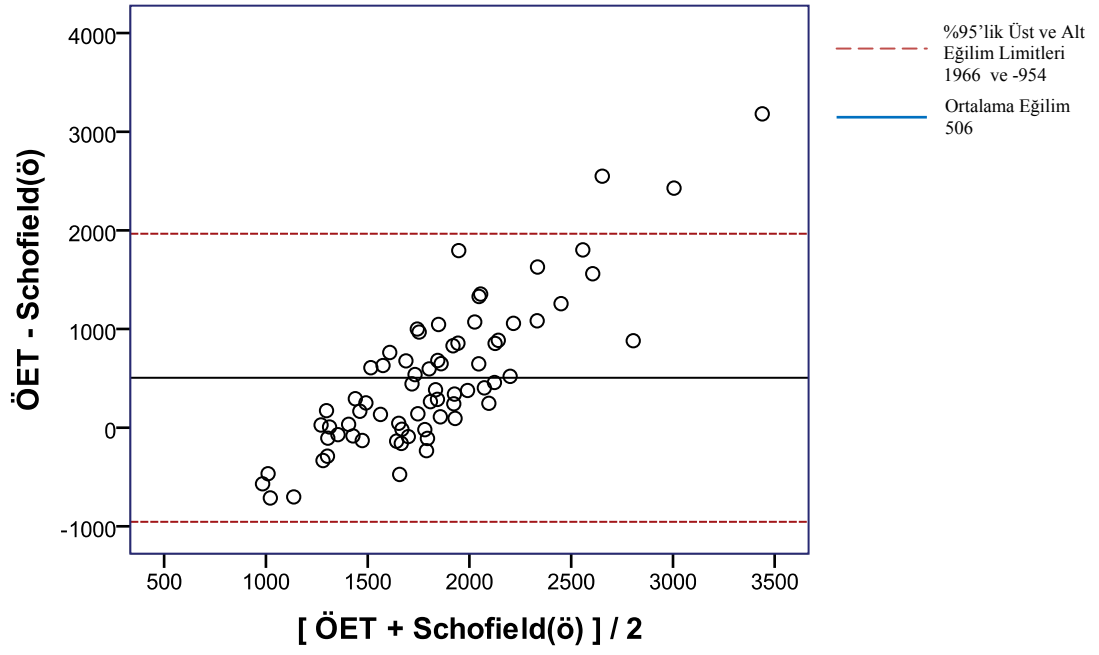
Şekil 44: Ireton Jones 1997(ö) x 1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



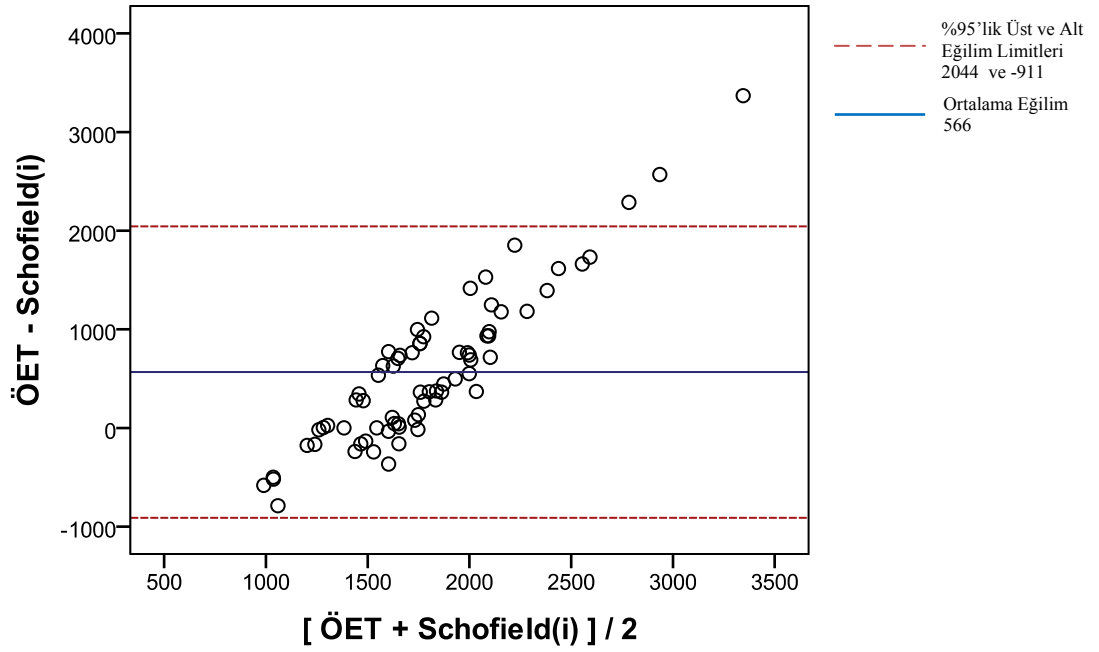
Şekil 45: Ireton Jones 1997(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



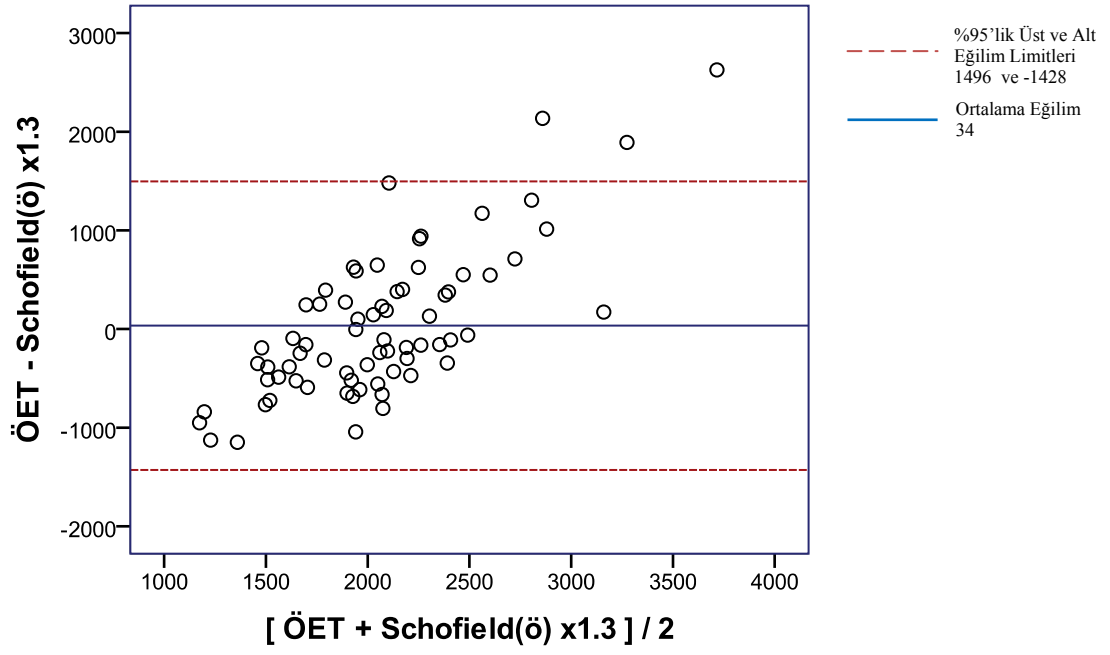
Şekil 46: Ireton Jones 1997(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



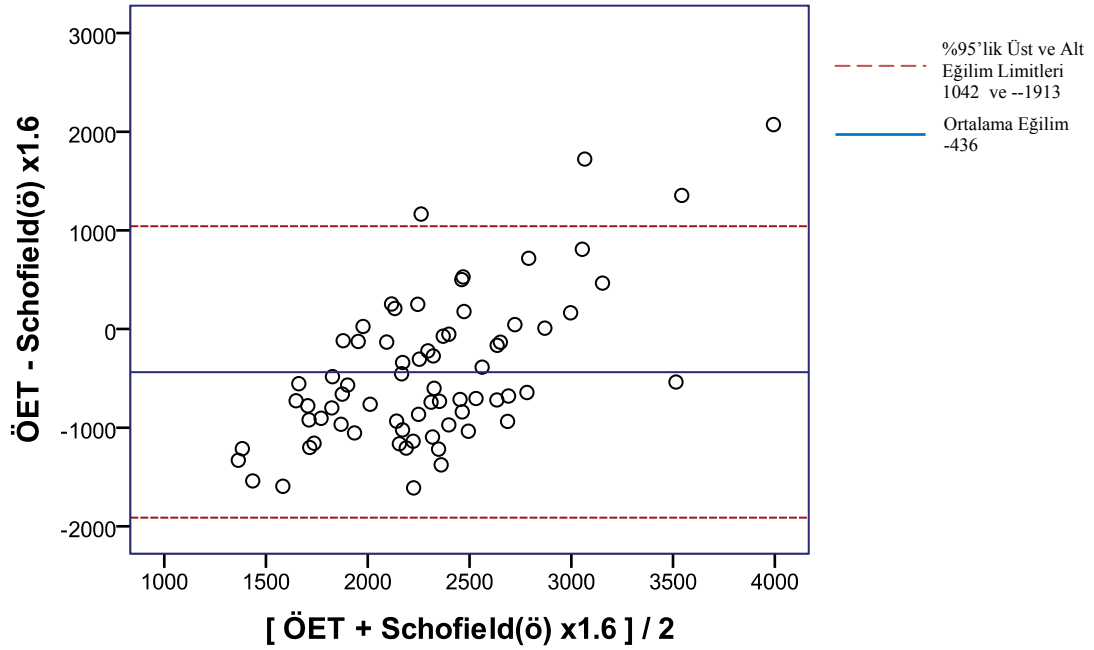
Şekil 47: Schofield(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



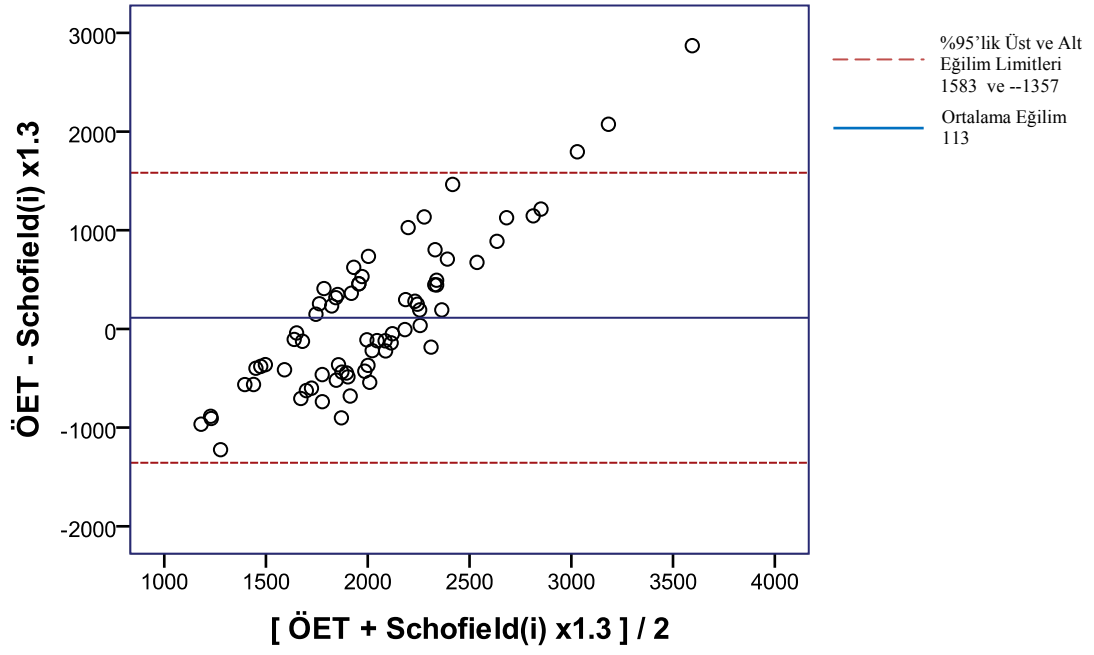
Şekil 48: Schofield(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



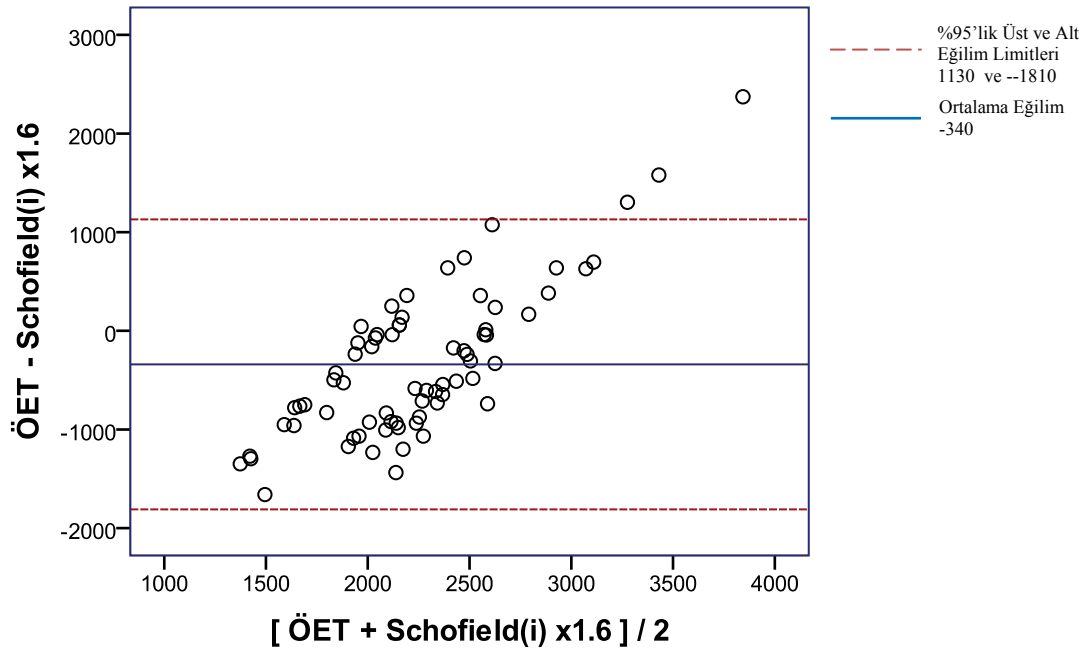
Şekil 49: Schofield(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



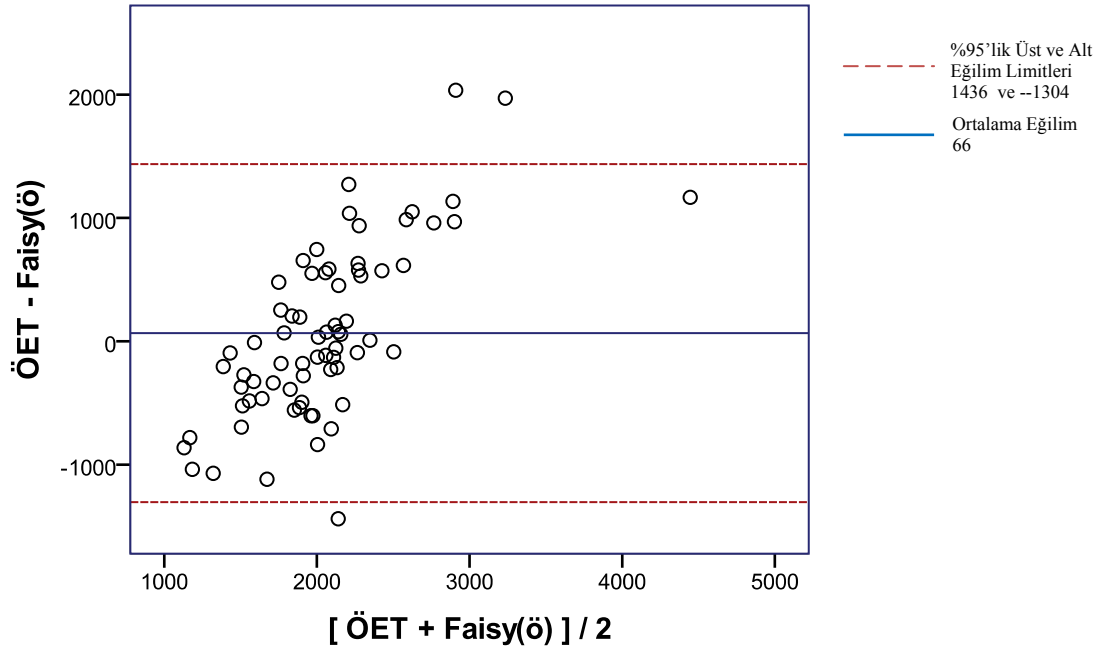
Şekil 50: Schofield(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



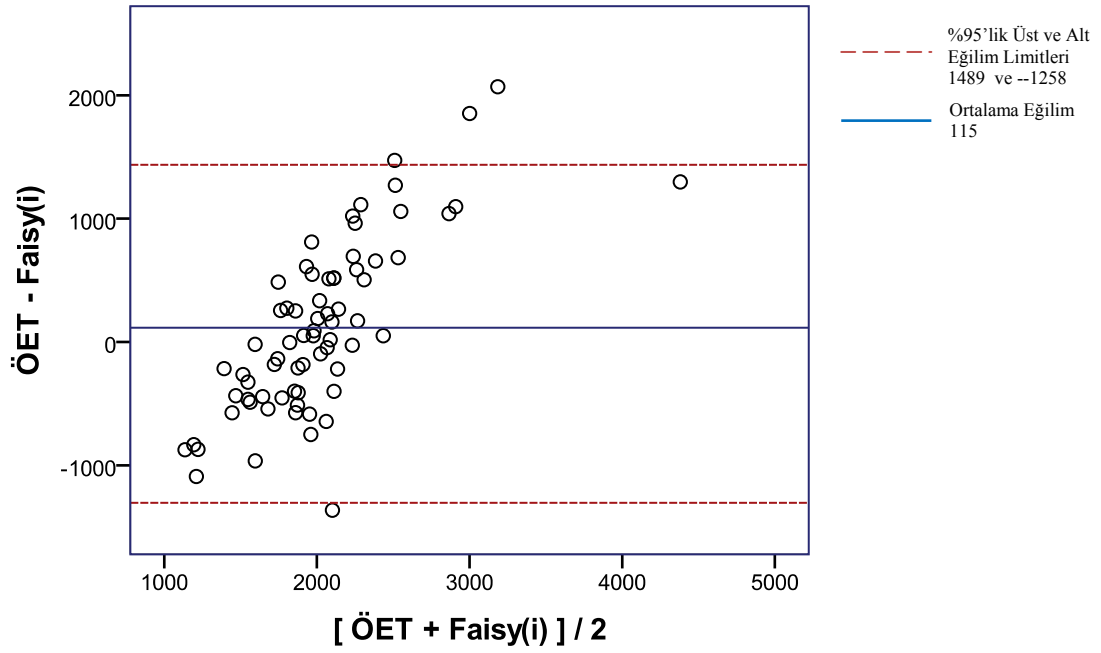
Şekil 51: Schofield(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



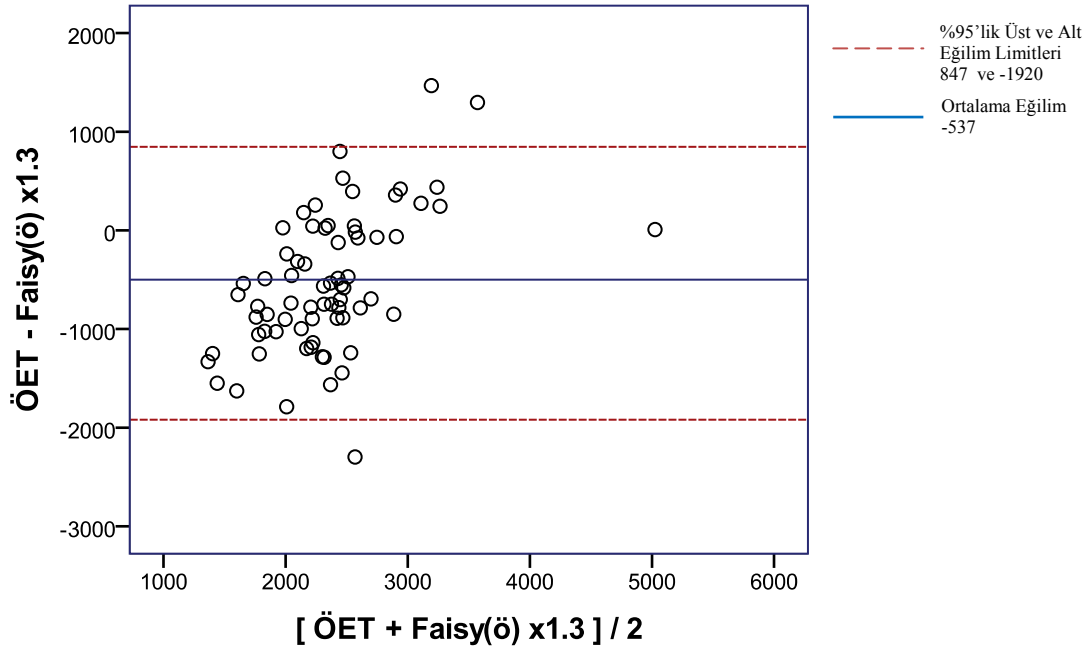
Şekil 52: Schofield(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



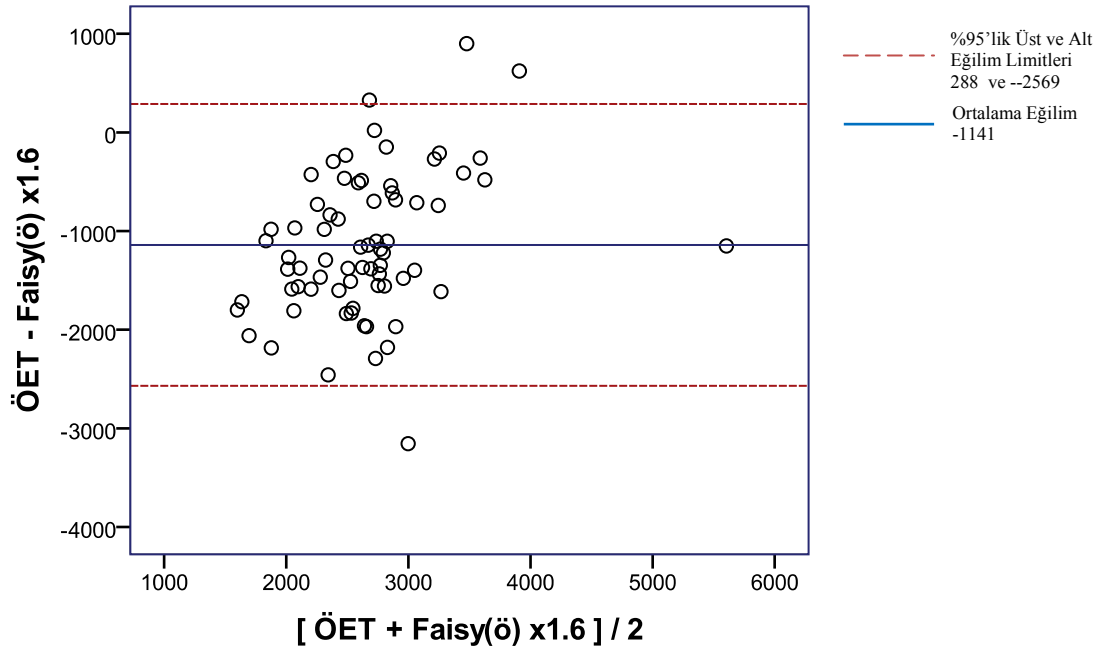
Şekil 53: Faisy(ö) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



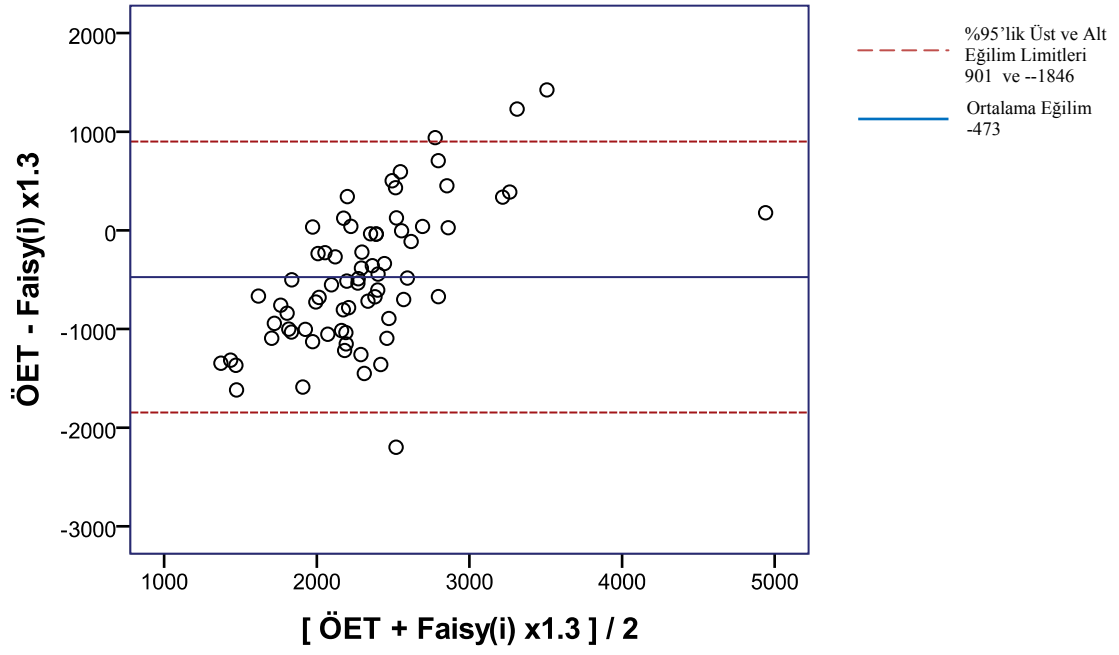
Şekil 54: Faisy(i) Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



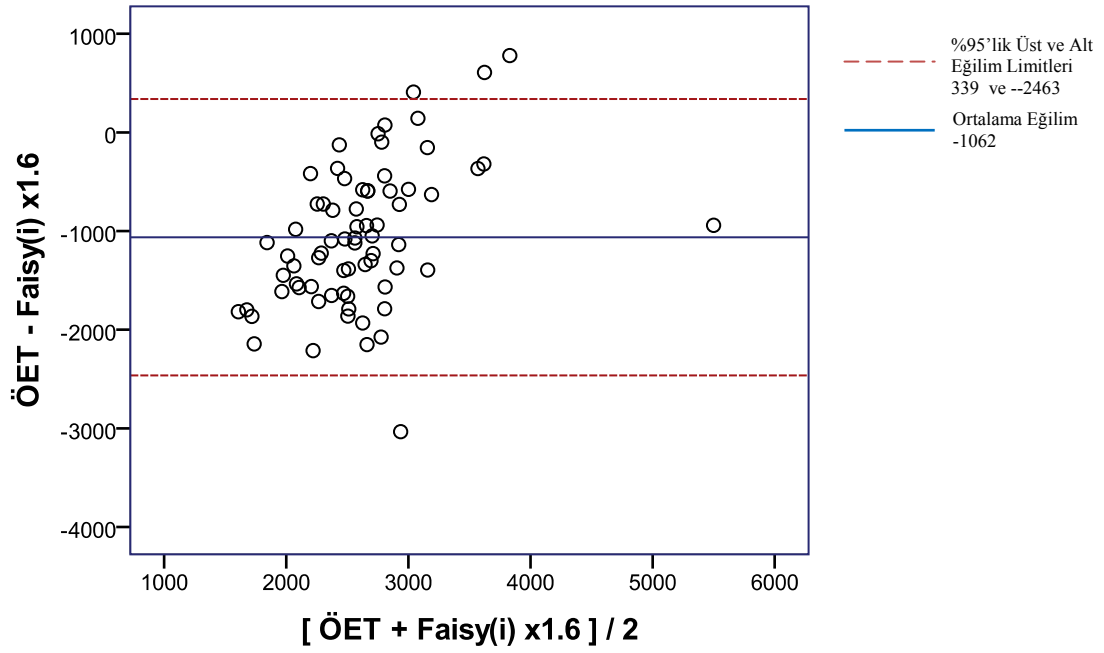
Şekil 55: Faisy(ö) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



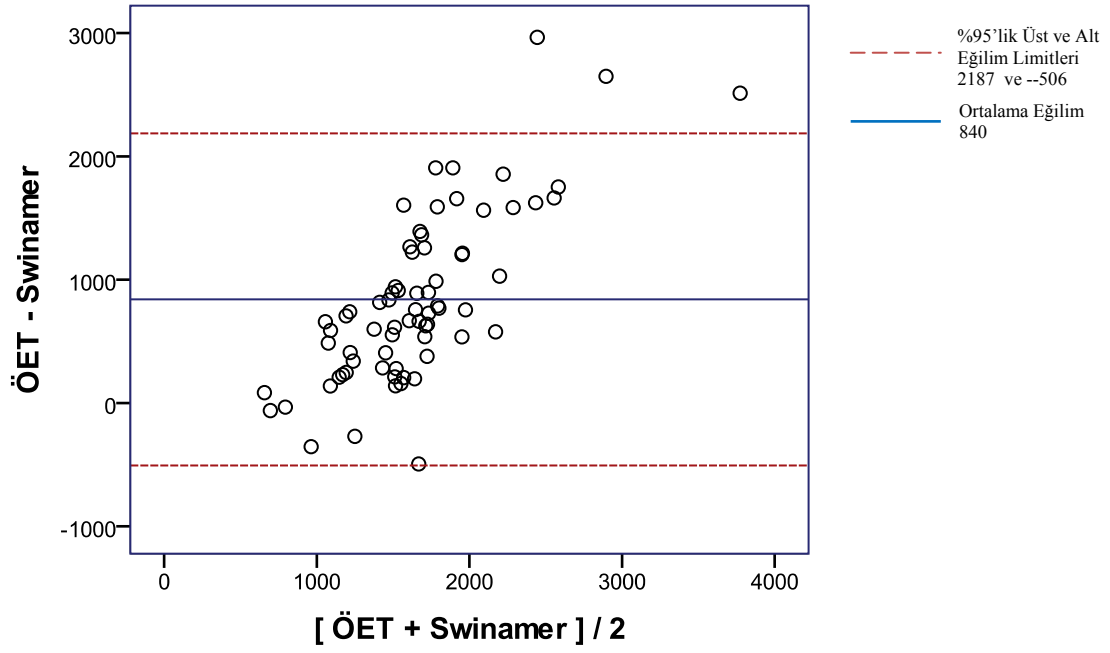
Şekil 56: Faisy(ö) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



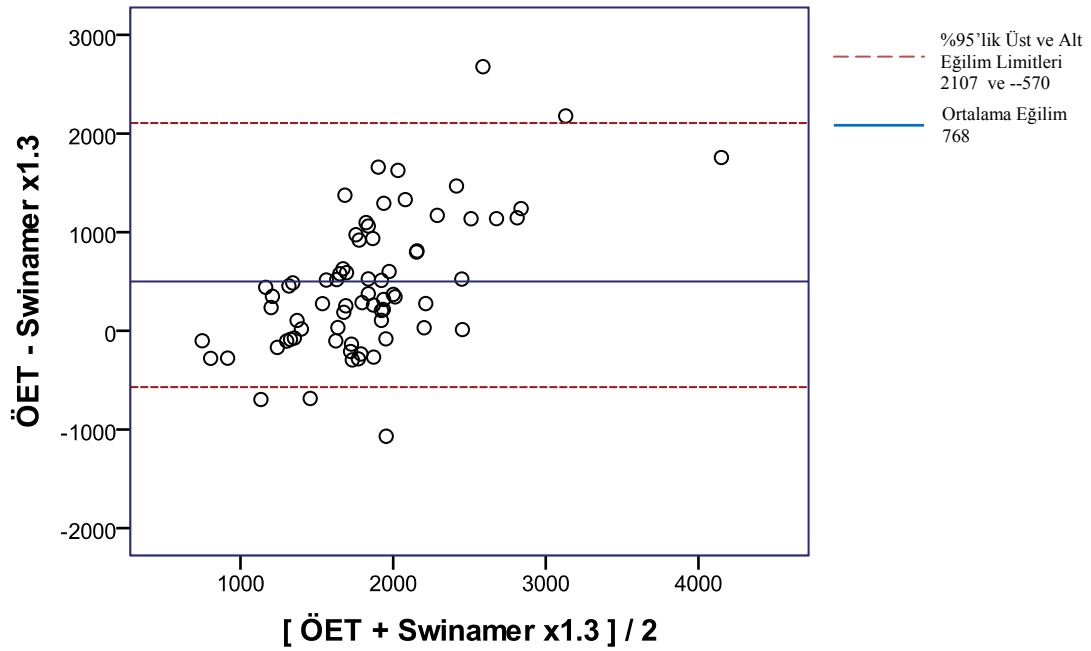
Şekil 57: Faisy(i) x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



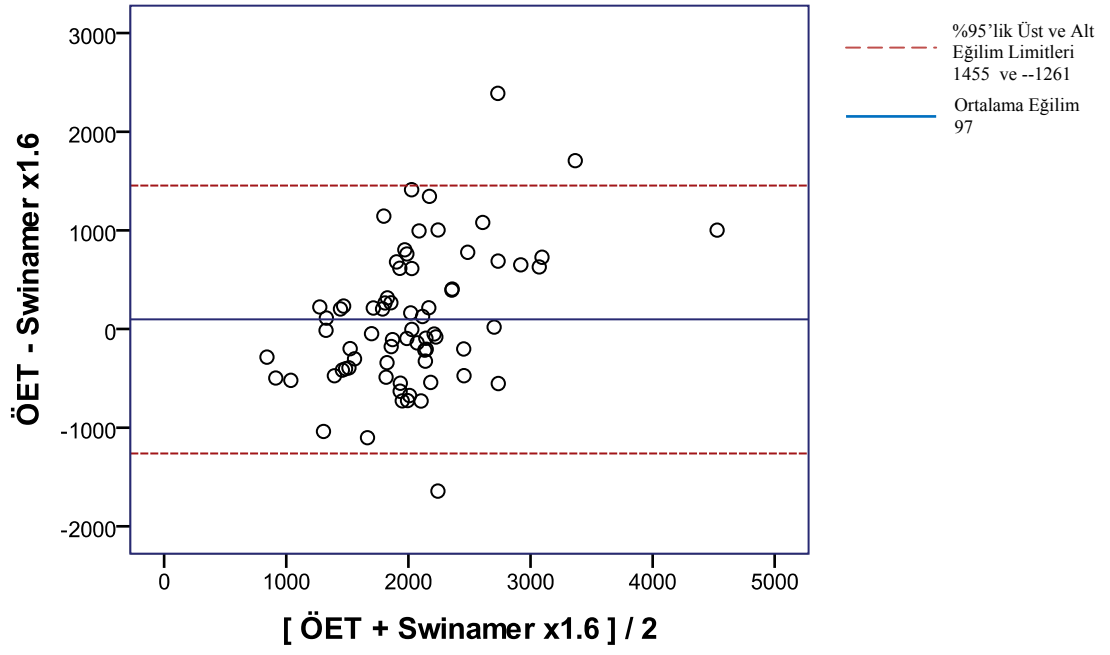
Şekil 58: Faisy(i) x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



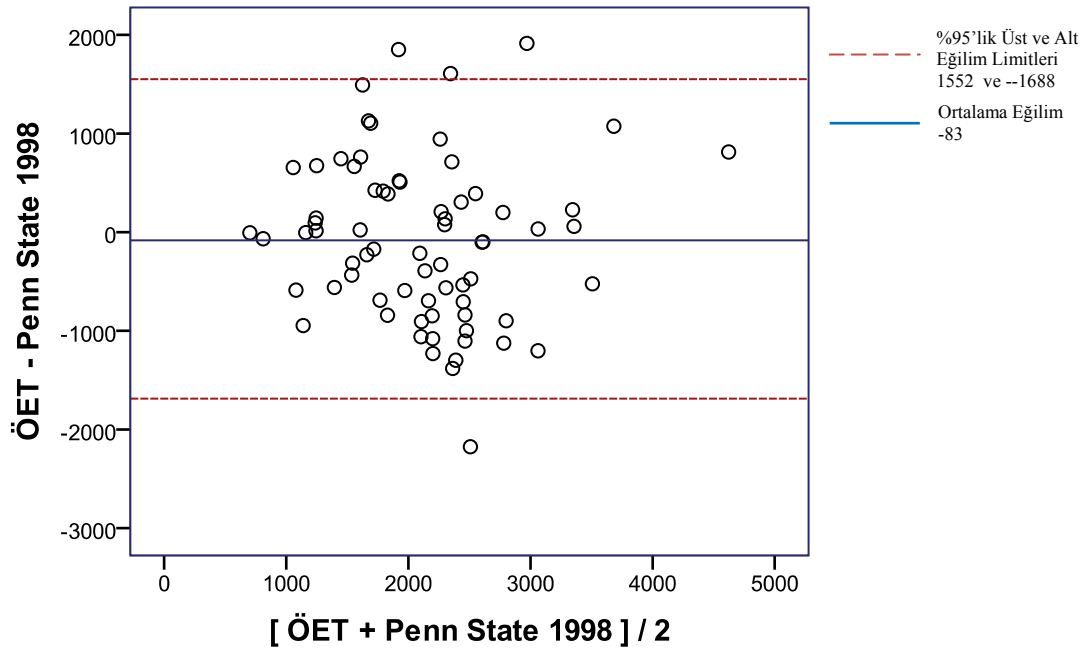
Şekil 59: Swinamer Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



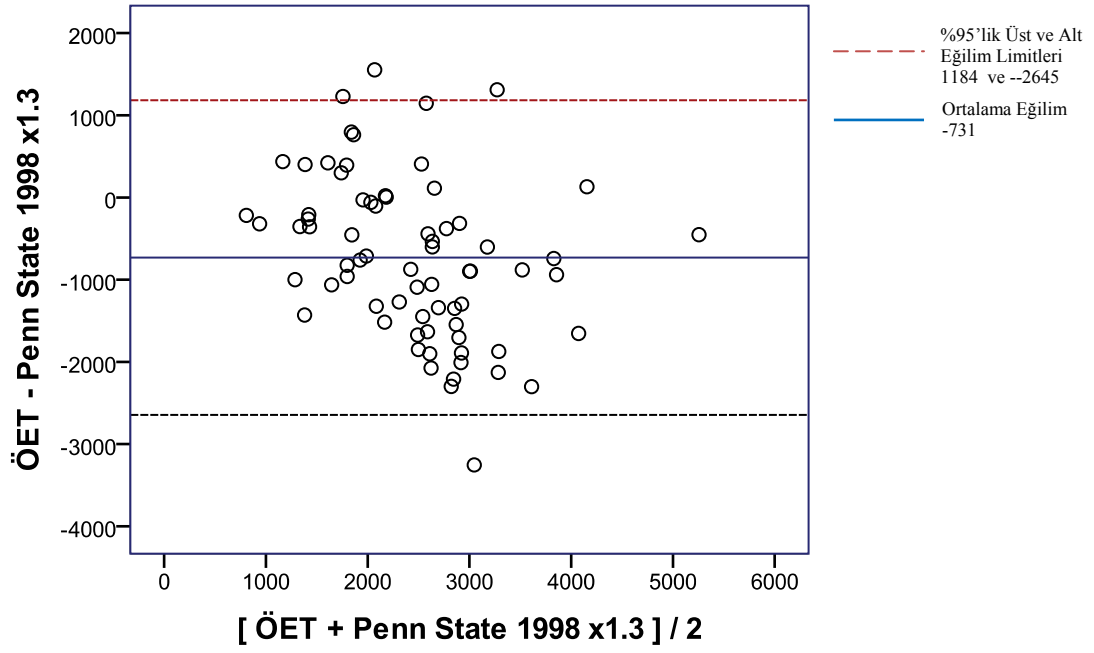
Şekil 60: Swinamer x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



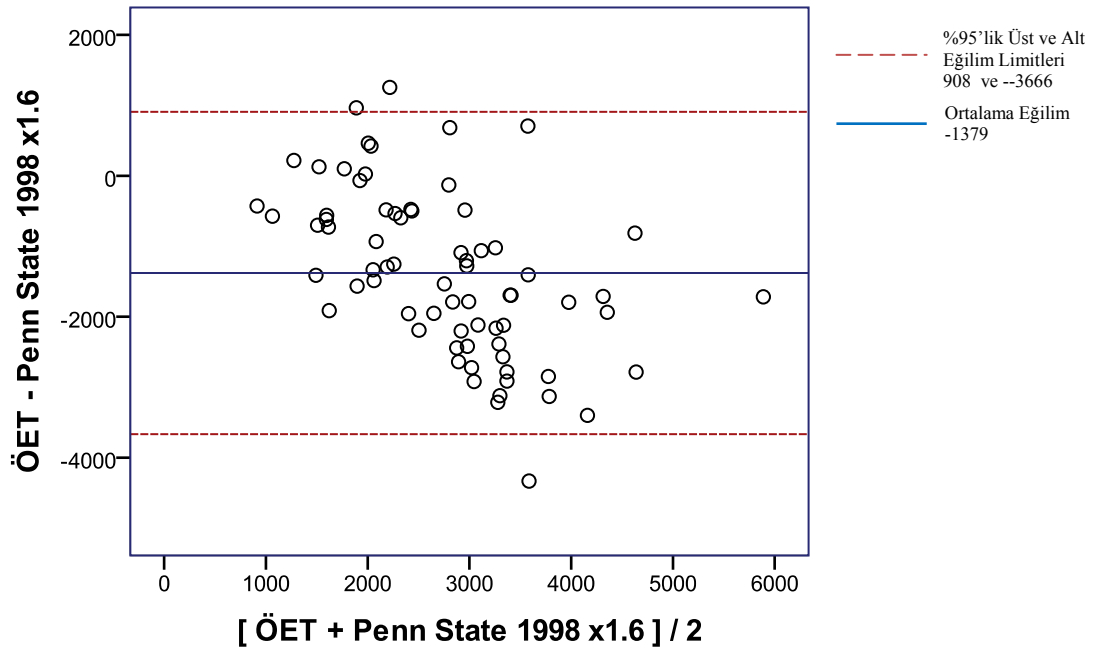
Şekil 61: Swinamer x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



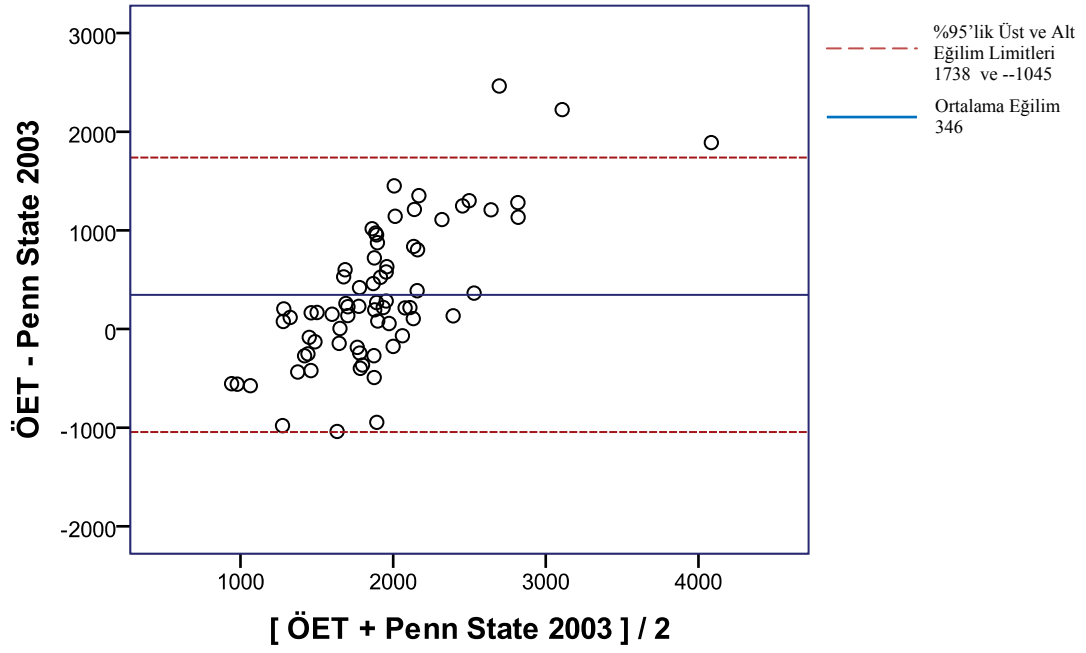
Şekil 62: Penn State 1998 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



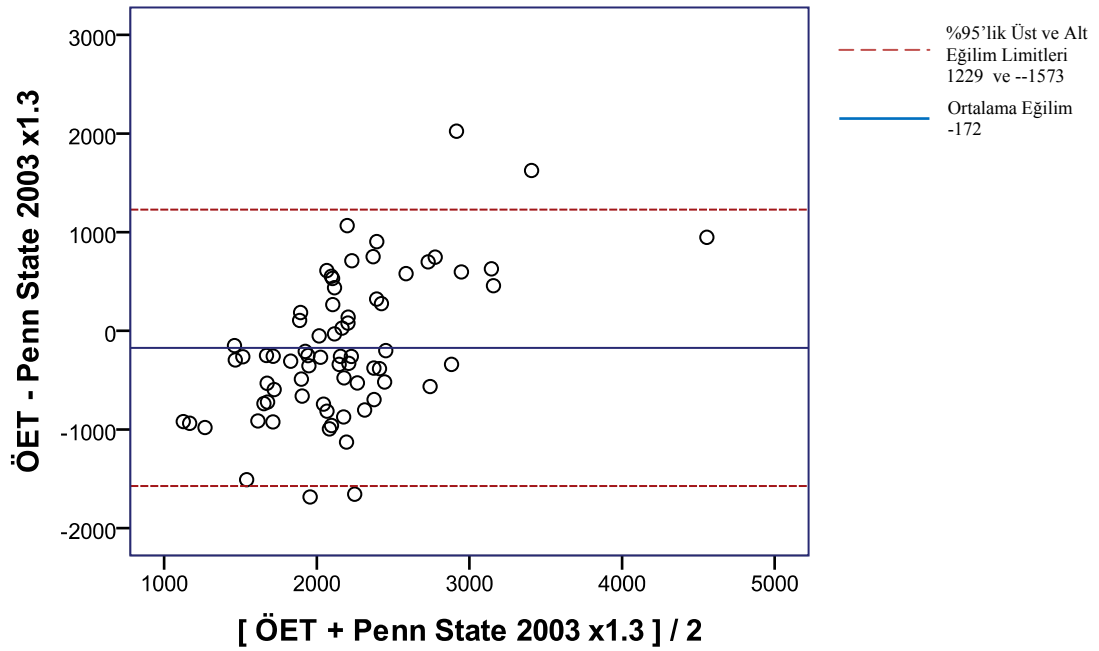
Şekil 63: Penn State 1998 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



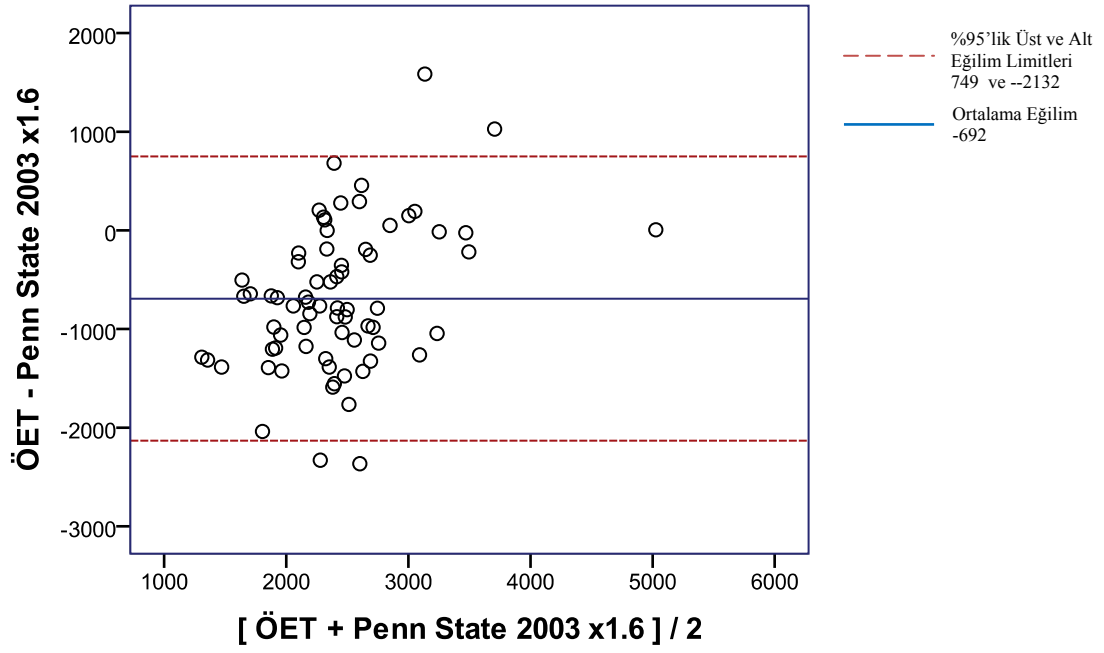
Şekil 64: Penn State 1998 x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



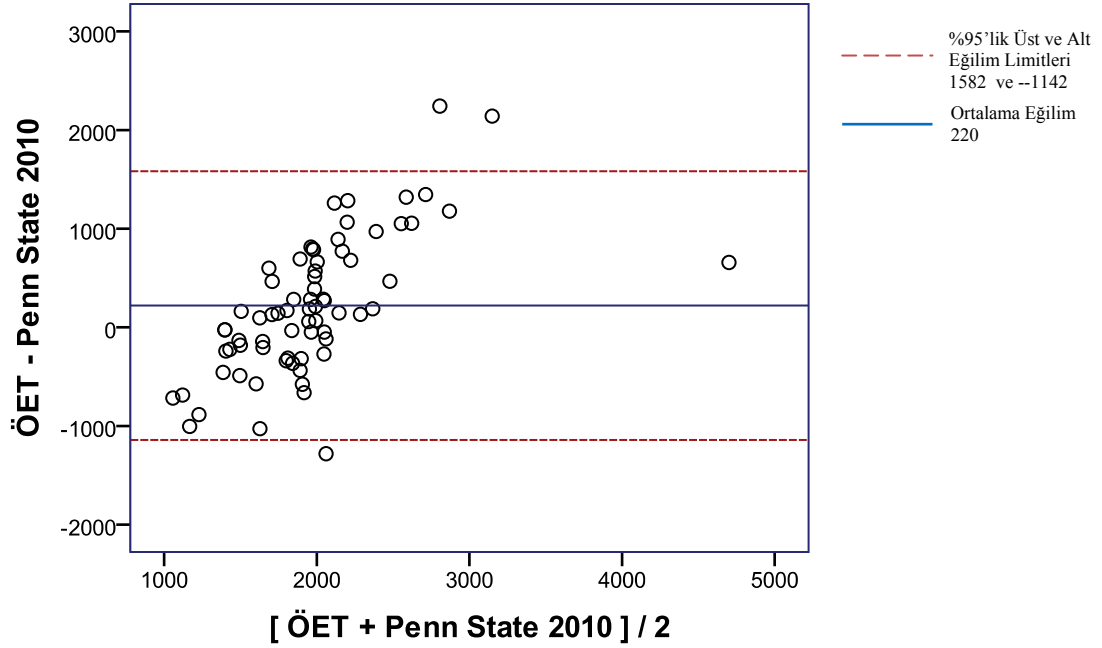
Şekil 65: Penn State 2003 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



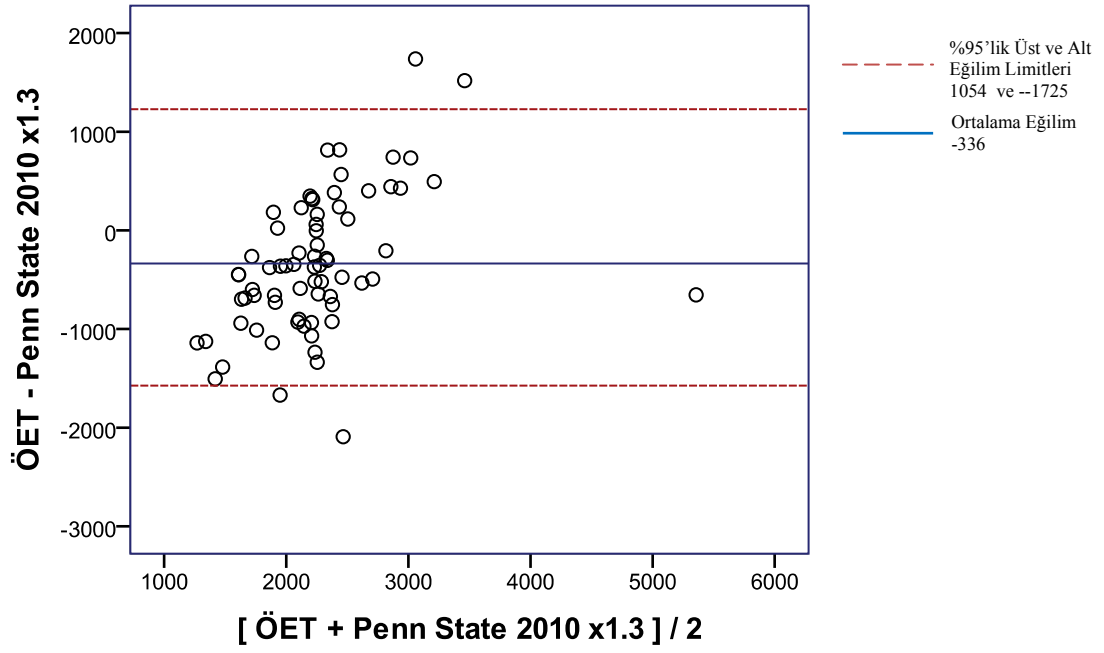
Şekil 66: Penn State 2003 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



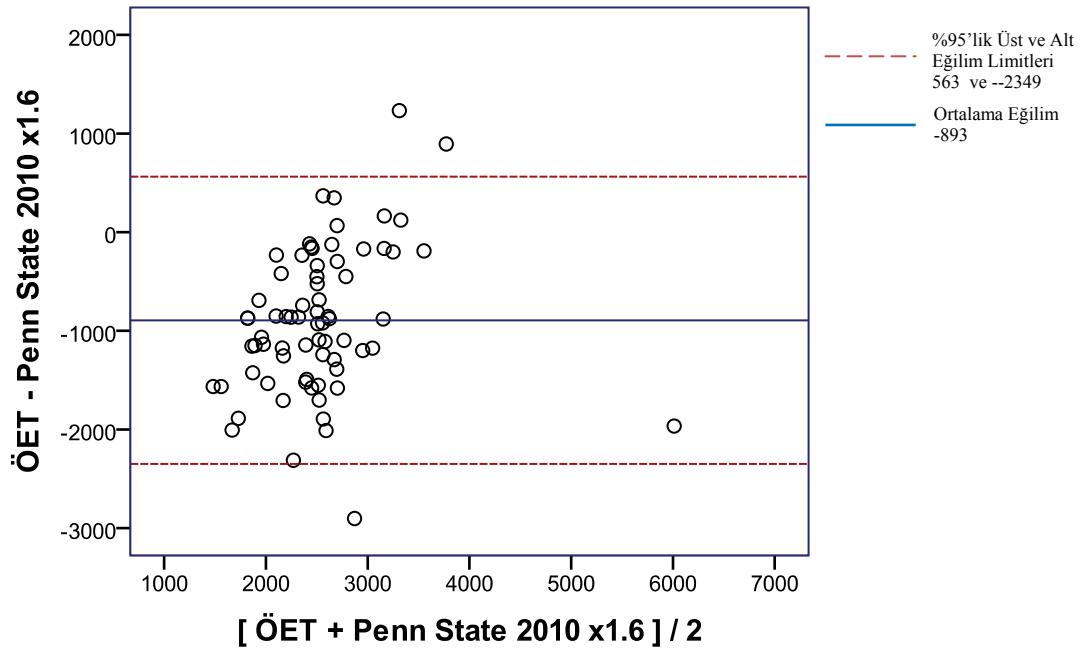
Şekil 67: Penn State 2003 x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



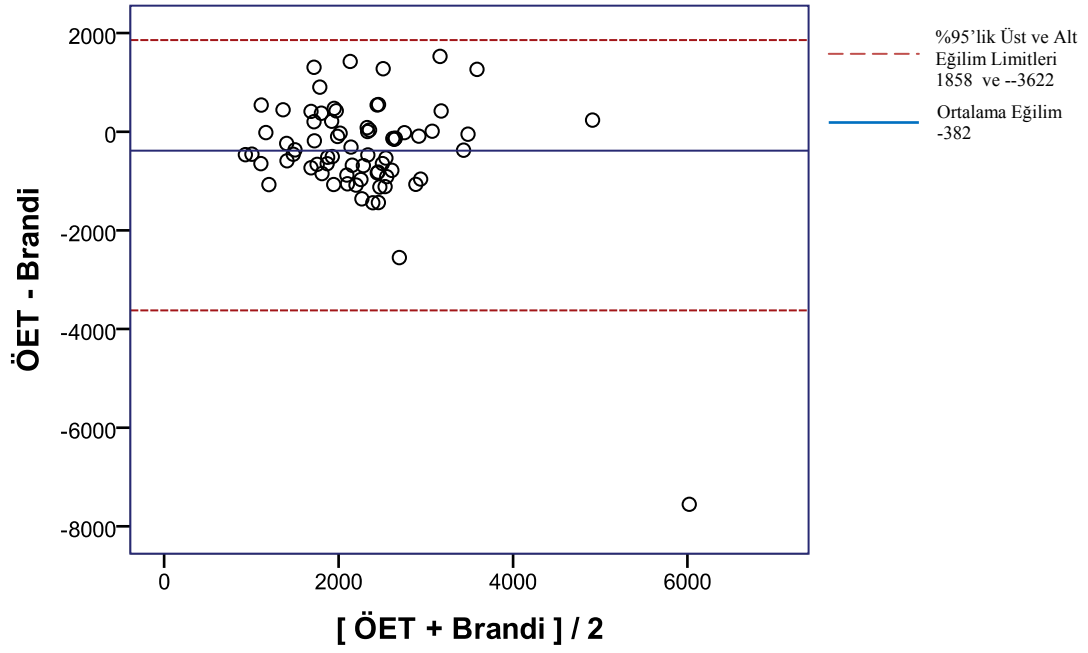
Şekil 68: Penn State 2010 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



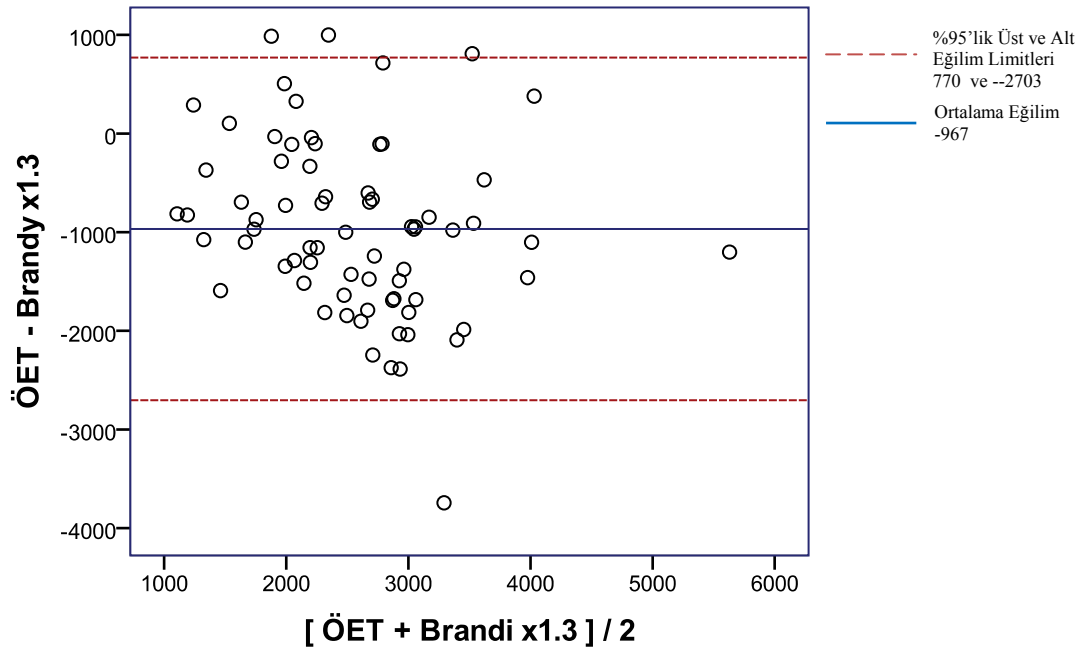
Şekil 69: Penn State 2010 x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



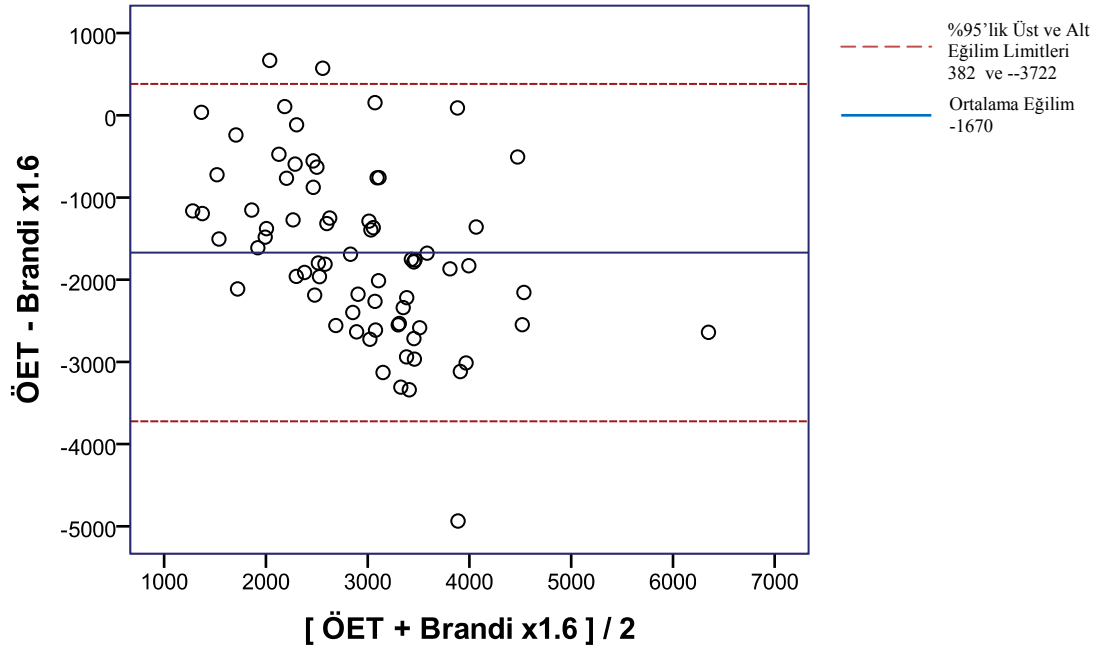
Şekil 70: Penn State 2010x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi



Şekil 71: Brandi Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi

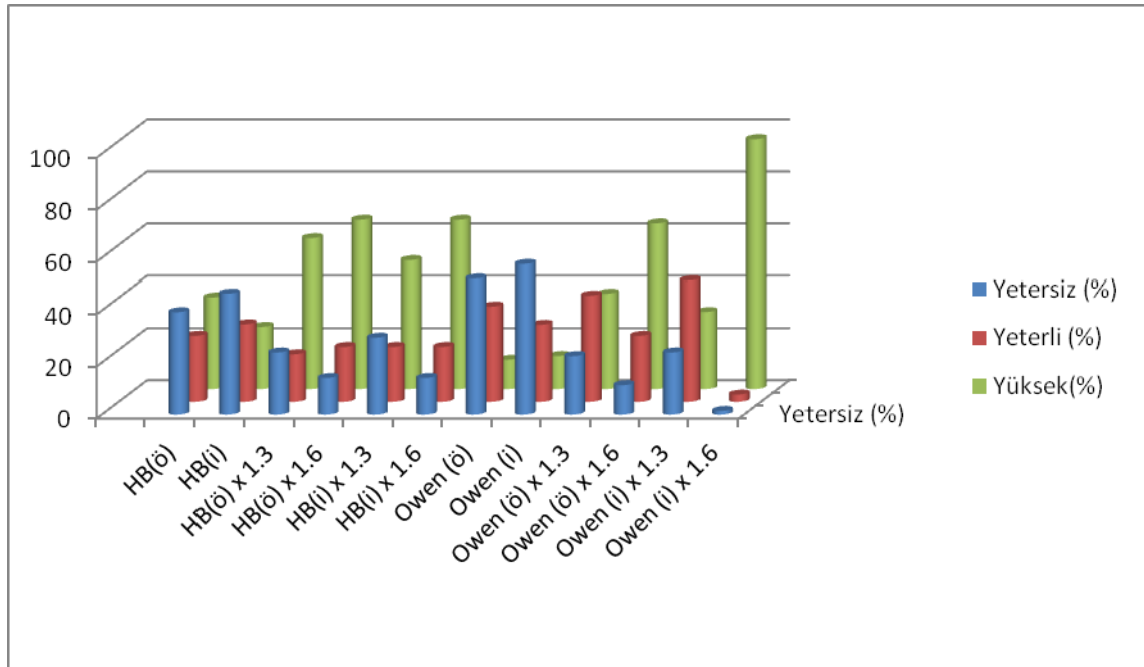


Şekil 72: Brandi x1.3 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi

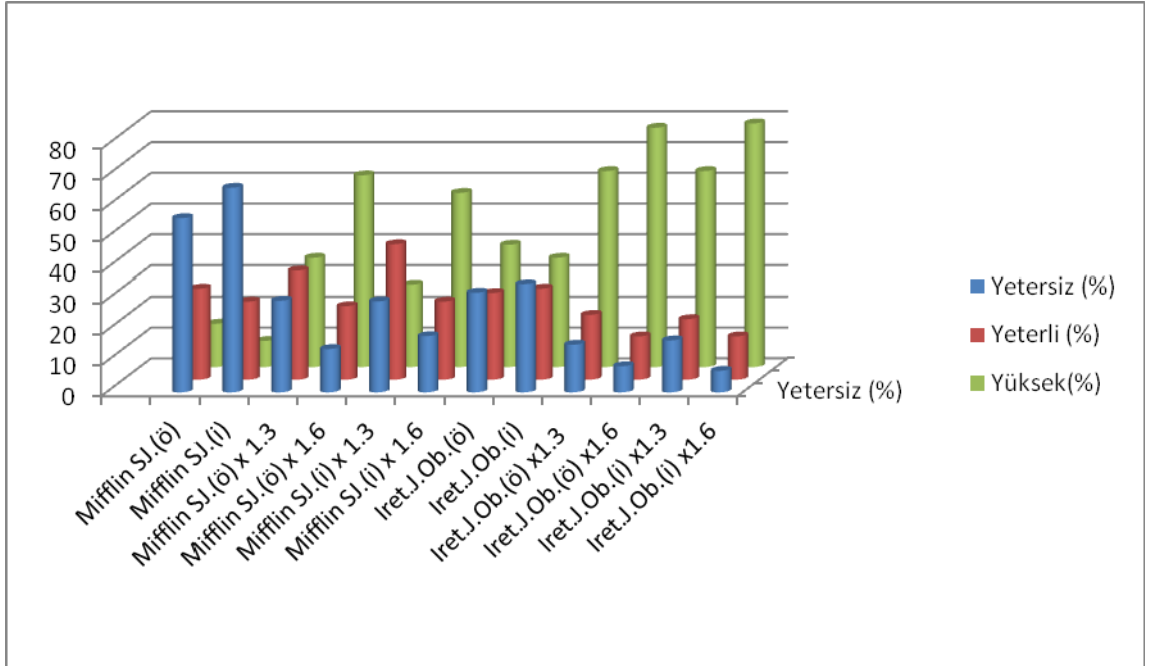


Şekil 73: Brandi x1.6 Eşitliği ile indirekt kalorimetre arasındaki uyumun Bland Altman analizi ile değerlendirilmesi

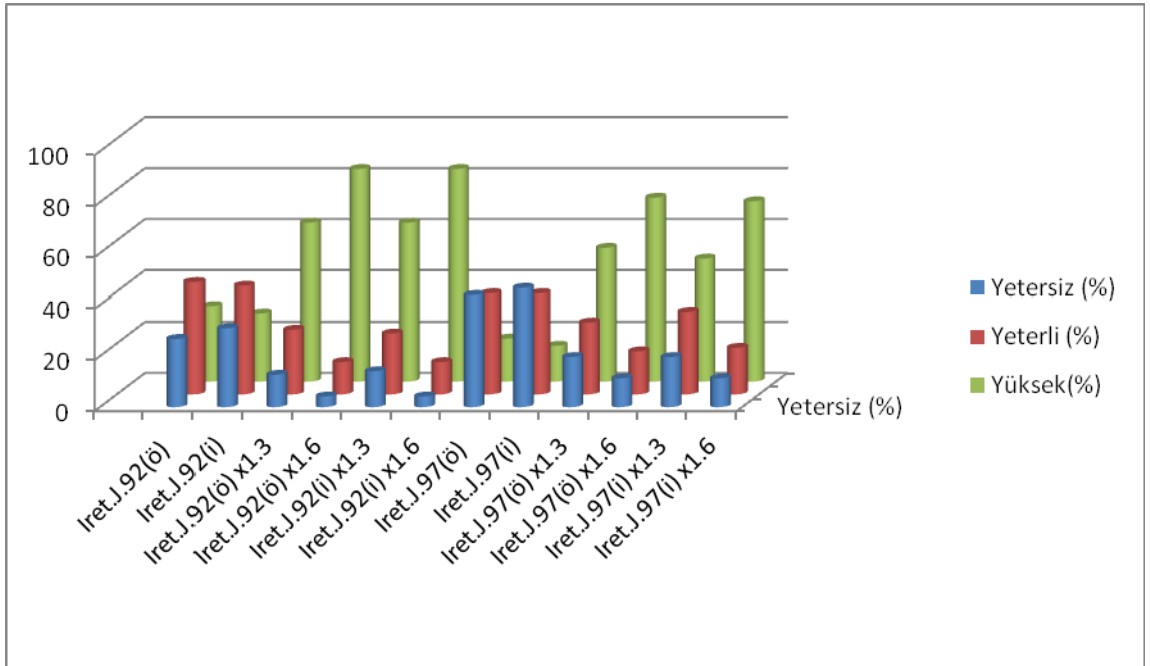
Prediktif denklemlerle bulunan ortalama enerji tüketimi $\ddot{O}ET$ 'nin ortalama değerlerine bölünerek yeterlilik yüzdelerini bulundu. (tablo 15 ve Şekil 74-78)



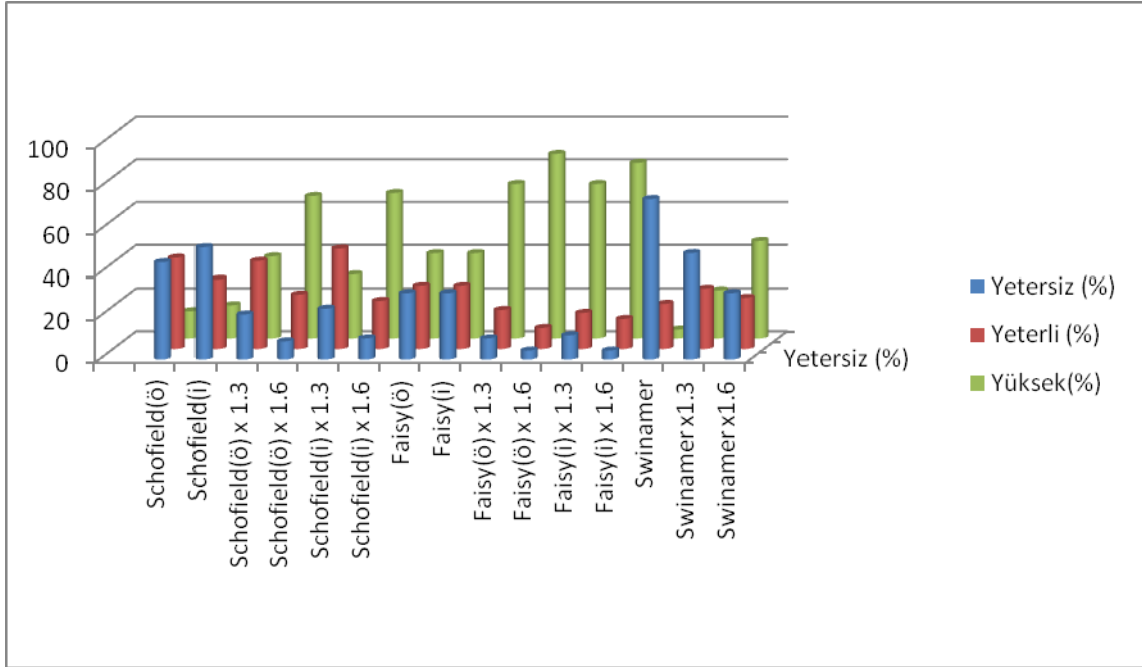
Şekil 74: Prediktif denklemler'in $\ddot{O}ET$ ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -1



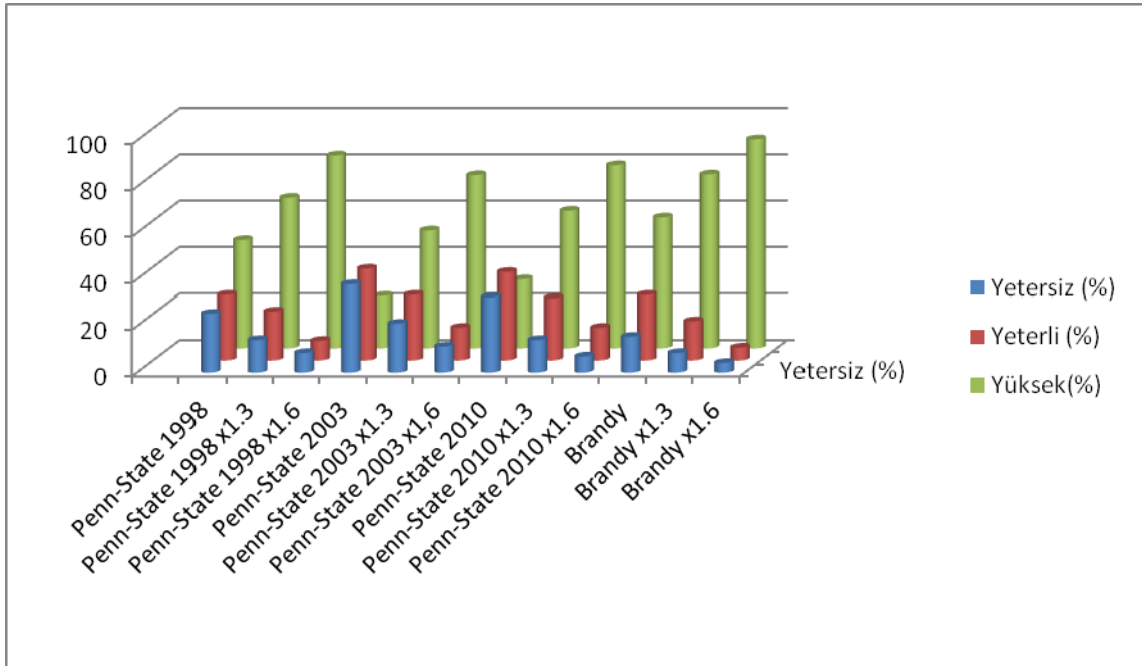
Şekil 75: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -2



Şekil 76: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -3



Şekil 77: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -4



Şekil 78: Prediktif denklemler'in ÖET ile karşılaştırıldığında yeterlilik oranları -5

**Tablo 5: Standart denklemlerle ET karşılaştırması sonucu ortaya çıkan beslenme oranları tablosu
(yetersiz <%80 , yeterli % 80-110 ve yüksek >110)**

Standart Formül Adı:	Yetersiz (%)	Yeterli (%)	Yüksek(%)
HB(ö)	39,4	25,4	35,2
HB(i)	46,5	29,8	23,9
HB(ö) x 1.3	23,9	18,3	57,7
HB(ö) x 1.6	14,1	21,1	64,8
HB(i) x 1.3	29,6	21,1	49,3
HB(i) x 1.6	14,1	21,1	64,8
Owen (ö)	52,1	36,6	11,3
Owen (i)	57,7	29,6	12,7
Owen (ö) x 1.3	22,5	40,8	36,6
Owen (ö) x 1.6	11,3	25,4	63,4
Owen (i) x 1.3	23,9	46,5	29,6
Owen (i) x 1.6	1,4	2,8	95,8
Mifflin SJ.(ö)	56,3	29,6	14,1
Mifflin SJ.(i)	66,2	25,4	8,5
Mifflin SJ.(ö) x 1.3	29,8	35,2	35,2
Mifflin SJ.(ö) x 1.6	14,1	23,9	62,0
Mifflin SJ.(i) x 1.3	29,6	43,7	26,8
Mifflin SJ.(i) x 1.6	18,3	25,4	56,3
Iret.J.Ob.(ö)	32,4	28,2	39,4
Iret.J.Ob.(i)	35,2	29,6	35,2
Iret.J.Ob.(ö) x1.3	15,5	21,1	63,4
Iret.J.Ob.(ö) x1.6	8,5	14,1	77,5
Iret.J.Ob.(i) x1.3	16,9	19,7	63,4
Iret.J.Ob.(i) x1.6	7,0	14,1	78,9
Iret.J.92(ö)	26,8	43,7	29,6
Iret.J.92(i)	31,0	42,3	26,8
Iret.J.92(ö) x1.3	12,7	25,4	62,0
Iret.J.92(ö) x1.6	4,2	12,7	83,1
Iret.J.92(i) x1.3	14,1	23,9	62,0
Iret.J.92(i) x1.6	4,2	12,7	83,1
HB:Harris-Benedict, MifflinSJ:Mifflin–St Joir 1990,Iret.J:Ireton-Jones* *(Ireton Jones Formüllerinde Obezite,1992 ve 1997 yıllarına özgü formüller sırasıyla Ob,92 ve 97 olarak kısaltılmıştır) ö:Ölçülen Kilo ile yapılan hesaplama , i:İdeal Kilo ile yapılan hesaplama			

Tablo 15: Standart denklemlerle ET karşılaştırması sonucu ortaya çıkan beslenme oranları tablosu (yetersiz <%80 , yeterli % 80-110 ve yüksek >110) (devamı)

Standart Formül Adı:	Yetersiz (%)	Yeterli (%)	Yüksek(%)
Iret.J.97(ö)	43,7	39,4	16,9
Iret.J.97(i)	46,5	39,4	14,1
Iret.J.97(ö) x1.3	19,7	28,2	52,1
Iret.J.97(ö) x1.6	11,3	16,9	71,8
Iret.J.97(i) x1.3	19,7	32,4	47,9
Iret.J.97(i) x1.6	11,3	18,3	70,4
Schofield(ö)	45,1	42,3	12,7
Schofield(i)	52,1	32,4	15,5
Schofield(ö) x 1.3	21,1	40,8	38,0
Schofield(ö) x 1.6	8,5	25,4	66,2
Schofield(i) x 1.3	23,8	46,5	29,6
Schofield(i) x 1.6	9,9	22,5	67,6
Faisy(ö)	31,0	29,6	39,4
Faisy(i)	31,0	29,6	39,4
Faisy(ö) x 1.3	9,9	18,3	71,8
Faisy(ö) x 1.6	4,2	9,9	85,9
Faisy(i) x 1.3	11,3	16,9	71,8
Faisy(i) x 1.6	4,2	14,1	81,7
Swinamer	74,6	21,1	4,2
Swinamer x1.3	49,3	28,2	22,5
Swinamer x1.6	31	23,9	45,1
Penn-State 1998	25,4	28,2	46,5
Penn-State 1998 x1.3	14,1	21,1	64,8
Penn-State 1998 x1.6	8,5	8,5	83,1
Penn-State 2003	38,0	39,4	22,5
Penn-State 2003 x1.3	21,1	28,2	50,7
Penn-State 2003 x1,6	11,3	14,1	74,6
Penn-State 2010	32,4	38,0	29,6
Penn-State 2010 x1.3	14,1	26,8	59,2
Penn-State 2010 x1.6	7,0	14,1	78,9
Brandi	15,5	28,2	56,3
Brandi x1.3	8,5	16,9	74,9
Brandi x1.6	4,2	5,6	90,1
ö:Ölçülen Kilo ile yapılan hesaplama , i:İdeal Kilo ile yapılan hesaplama			

Metabolik monitörlerimiz ve indirekt kalorimetre aracılığıyla ölçtüğümüz enerji tüketimini hastaların başvurusunda malnütrisyon olup olmamasına göre karşılaştırdık. Malnütrisyon olan ve olmayan gruplar arasında anlamlı bir enerji tüketimi farkı bulmadık ($p=0,776$, $t=0,286$).

İndirekt kalorimetre metoduyla ölçülen enerji tüketimi APACHE II, SAPS II ve SOFA skorları ile karşılaştırıldı. Skorlamalar ile herhangi bir korelasyon bulunamadı (sırasıyla $p=0,875$, $p=0,162$ ve $p=0,683$). Enerji tüketimini değiştiren birçok faktör olabileceği için, her hastada birim yüzeyde olan enerji tüketimi, ölçülen 24 saatlik ortalama enerji tüketimi değeri her hastada BMI ve BSA'ya bölünerek hesaplandı. Bu değerler APACHE II, SAPS II ve SOFA skorları ile tekrar karşılaştırma yapıldı; fakat anlamlı bir korelasyon yine bulunmadı ($p>0,05$).

Beslenme çeşidi (enteral veya parenteral) ortalama enerji tüketimi ile karşılaştırıldı. Beslenme çeşidi ile ÖET arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,304$, $t=1,035$).

İnotrop tedavi alan hastalar ile almayan hastaların ortalama enerji tüketimi ile T testi kullanılarak karşılaştırıldı. İnotrop tedavi ile ÖET arasında anlamlı farklılık saptanmadı ($p=0,596$, $t=-0,532$).

Hastaların başvurusunda elde edilen, prokalsitonin, albümin, bnp ve laktat değerleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye bakıldı. Herhangi bir korelasyon saptanmadı (sırasıyla $p=-0,52$, $p=0,536$, $p=0,487$, $p=0,622$).

Hastaların başvuru sırasındaki beyaz küre, hematokrit ve trombosit değerleri ile ÖET arasındaki ilişkiye bakıldı. Beyaz küre ile orta derecede korelasyon saptandı ($p=0,08$, $r=0,312$). Hematokrit ve trombosit değerleri ile herhangi bir korelasyon saptanmadı (sırasıyla $p=0,565$, $p=0,396$).

Tiroid fonksiyon testleri (TSH, fT_4 , fT_3) ile ÖET arasında Pearson korelasyon tekniği ile ilişkiye bakıldı. TSH ile orta derecede negatif korelasyon mevcuttu ($p=0,025$, $r=-0,267$). fT_3 , fT_4 tüm hastalardan gönderilmediği için korelasyon çalışılmadı.

5. TARTIŞMA

Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Balcalı Hastanesi dahiliye yoğun bakım ünitesinde mekanik ventilatörle takip edilen hastalarda enerji tüketimi ortalamasını, indirekt kalorimetre yöntemi ile uyumlu metabolik monitörlerimizle kaydettik ve 2078 ± 794 kcal/gün olarak bulduk. 1980’li yıllarda çalışmalara göre bir yoğun bakım hastasının ortalama enerji ihtiyacının 2200 kilokalori civarında olduğu belirtilmiştir^(2,26,28,92-100,106,128-139). 24 saatlik enerji tüketimi ölçümü yapılan çalışmalar literatürde son yıllarda artmış olmakla beraber, mevcut çalışmalarda bildirilen ortalama enerji tüketimleri 1514-2456 kalori/gün arasındadır^(1,32,61,80,85-88, 96-99,103-105, 129,140-148). Kilogram başına düşen enerji ihtiyaçları ise 25-31 kcal/kg olarak bulunmuştur^(18, 28, 30, 40, 149,150). Biz de çalışmamızda kilogram başına düşen ortalama enerji ihtiyacını $31,64 \pm 13,82$ kcal/kg bulduk. Literatürdeki bu farklılığın da hasta gruplarının demografik verilerinden ileri geldiğini düşünmekteyiz. Yukarıda adı geçen çalışmalar incelendiğinde demografik verilerin hepsinde farklı görüldüğü; yani farklı coğrafik bölgelerde yaşayan, yaş, cinsiyet, kilo, boy, vücut kitle indeksi ortalamaları ve klinik durumları değişiklik gösteren çeşitli sayıda hasta gruplarında ortalama enerji tüketiminin de farklı çıkması beklenen bir durumdur. *Renee N. Walker* ve ark. 2009 yılında yayınladıkları derlemelerinde prediktif formüllerin, belirli bir hasta grubuna göre düzenlendiğini belirtmişlerdir. Yoğun bakım hastalarının heterojenliği ve enerji tüketimlerinin anlık değişebilmesi nedeni ile, spesifik hasta gruplarında geliştirilen formüller çoğu zaman yetersiz kalmaktadır^(18,162).

Literatürdeki çalışmaların ortak özellikleri yoğun bakıma kabul edilen heterojen bir hasta grubunda yapılmış olmasıdır. Takip edilen hastalar hem cerrahi hem de dahili sebeplerle yoğun bakıma kabul edilmiştir. Çoğunlukla ise cerrahi sebepler ön plandadır. Ortalama değerlerde çıkan farklılıkların büyük bir sebebinin de hasta grupları ile alakalı olduğunu düşünmekteyiz. Literatürde sadece dahili sebeplerle hastaların yoğun bakıma kabul edildiği *C.-H. Cheng* ve ark. 2002 yılında yaptıkları çalışma dışında araştırdığımız kadarıyla başka çalışma yoktur⁽¹⁰⁵⁾. *Cheng* ve ark. 46 hastada çalışmalarını tamamlamışlardır. Bizim çalışmamızda 71 hasta dahil edildiği için, dahili sebeplerle

kabul edilen hastalarda ÖET ve prediktif denklemlerin karşılaştırıldığı en büyük çalışma olduğunu düşünüyoruz. ÖET değerlerimizin farklı çıkmasının bir başka sebebi de hastalarımıza uygulanan sık fiziksel girişimler olabilir. Takip ettiğimiz hastalarda hemşirelik hizmetlerinin sık uygulanması, sık pozisyon verilmesi ve bakım yapılması, periferik ve santral damaryolu girişimlerinin sık yapılması hastalarımız için fiziksel stres oluşturabilir. Bizim hasta grubumuzda da medikal sebeplerle hospitalizasyon ön planda idi. Bu tarz girişimlerin ve medikal durum değişikliklerinin fazla olması sebebi ile ÖET değerlerimizin yüksek olduğunu düşünmekteyiz. Farklı sonuçların ortaya çıkmasında bir diğer sebep de da enerji tüketimi ölçümlerinin sürekli devam etmesi olabilir⁽¹³⁰⁾. Bazı klinik çalışmalarda sedatif ve stressiz ortamda aralıklı ölçümler yapılırken, dahiliye yoğun bakım ünitesinde takip ettiğimiz hastalarımızda 24 saat boyunca aralıksız enerji tüketimi ölçümüne devam edilmiştir. Kesintisiz ölçüm anlık değişikliklerin yol açabileceği sapmaların etkisini azalttı ve ölçümün daha doğru sonuç vermesini sağlayacaktır.

İndirekt kalorimetre ile enerji ölçümünün en büyük dezavantajının harcanan zaman olarak belirtilmesi nedeni ile çalışmamızda 2., 6., 12. ve 24. saat sonunda ölçülen enerji tüketimi değerlerini karşılaştırdık ve aralarında çok yüksek decede korelasyon bulduk. Bland –Altman analizi ile bunları değerlendirdiğimizde ise geniş aralıklar gösteren üst ve alt uyum limitleri bulduk (**şekil 7-9**). Noktasal dağılım incelendiğinde, genellikle orta hatta toplanması sebebi ile yapılan ölçümlerin subjektif olarak güvenilir olduğuna karar verdik. Çok yüksek derecede korelasyon bulunmasının yanı sıra Bland Altman analizinde de orta hatta yakın noktasal dağılımların olması, ayrıca yeterlilik oranlarına bakıldığında %80'e yakın hastada malnütrisyon veya overfeeding'ten kaçınıldığı saptanmıştır. O halde 2. , 6. veya 12. Saat ölçümlerin de 24. saatlik ölçümlerin yerine kullanılabileceği düşünülebilir (**şekil 10**). Fakat hastaların tümünü kapsamak için, her ne kadar Bland Altman analizi güvenilir gözükse de 24 saatlik ölçümü beklemenin daha doğru sonuç verip, hasta yönetiminde daha yardımcı olacağını düşünmekteyiz. Örneğin 2. Saatin uyum limit -46 ± 436 olarak görülmüştür. Üst uyum limiti 839, alt uyum limiti ise -900 idi. *Bland Altman* analizinde 2. Saat enerjiden ÖET çıkarıldığına göre, hastaların en kötü ihtimalle 839 kcal fazla veya -900 kcal daha az beslenmesiyle karşılaşılabılır. Yoğun bakım hastalarının her an metabolik ihtiyaçlarının değişebileceği gerçeğinin yanı sıra, hem korelasyonda hem de yeterlilik grafiğinde

uyumlu sonuç vermeleri nedeni ile, 2. saat ölçümleri beslenmeye başlarken değerli birer veri olabilir. İndirekt kalorimetrenin zaman harcanan bir teknik olması sebebi ile hastaların beslenmesine geç başlanmasına gerek olmadığı kanaatindeyiz. Klinisyenin kararına göre 2. , 6. veya 12. saat ölçümlerinden sonra veya en güvenilir olan prediktif formüllerden birinin yardımıyla beslenmenin başlanabileceği ardından 24 saatlik ölçüm ile titrasyon sağlanabileceğini düşünüyoruz. Literatürde bütün çalışmalar 24 saatlik ölçüm esasına dayandırılmış olup *S. Petros ve ark.* ise 2001 yılında yaptıkları ve 46 entübe hastanın dahil edildiği çalışmada 5 dakikalık stabil periyod sonrası yapılan ölçümlerle 30 dakika sonra yapılan ölçümler arasında anlamlı bir fark olmadığını göstermişlerdir^(18,84,94,151).

Çalışmamızda prediktif denklemler hesaplanırken hem ölçülen(ö) hem de ideal(i) kilolar kullanılmıştır. Yapılan çalışmalarda ideal veya düzeltilmiş kilo ile hesaplanan prediktif denklemlerde doğruluk yüzdesini arttırabileceği gösterilmiştir^(134,154,155). 2009 yılında yapılan ve *Valeria Girard Fabiano Alves ve ark.* çalışmasında da benzer sonuca varılmıştır⁽¹⁴⁶⁾. 1999 yılında *Ahmad A.* ve ark yaptıkları çalışmada kaşektik hastalarda ideal kilolarla yapılan hesaplamaların daha doğru sonuç verdiğini söylemişlerdir⁽¹⁵⁵⁾. Benzer bir şekilde 2007 yılında *Araújo ve ark.* kısa barsak sendromlu hastalarda yapılan çalışmada da ideal kilo ile hesaplamaların ölçümlerle daha uyumlu çıktığını bildirmişlerdir⁽¹⁵⁴⁾. Bu çalışmalarda ideal kilonun daha doğru olduğu belirtilmesine rağmen çalışmaların detayına bakıldığında bu doğruluk yüzdesinin %60'ı geçmediğini görülmektedir⁽¹³⁴⁾. Ölçülen ve ideal kiloların karşılaştırıldığı hesaplamalarda oluşan uyum farkı ise en fazla %8 olarak bulunmuştur⁽¹⁵⁵⁾. Diğer tüm çalışmalarda ise toplumun geneli ele alınmıştır ve normalden daha az kilolu veya belirgin barsak hastalığı olmayan insanlarda ölçülen kilonun daha değerli olduğu kanaatine varılmıştır^(1,32,61,80,85-88, 96-99,103-105,129,140-148). 1991 yılında *Ireton Jones ve ark.* yaptıkları çalışmada ideal ve ölçülen kilolarla yapılan hesaplamaları karşılaştırmışlardır. Çalışma sonucunda ölçülen kiloların daha güvenilir sonuçlar verdiğini belirtmişlerdir⁽¹³⁴⁾. Bizim çalışmamızda da ideal ve ölçülen kilolarla hesaplanan prediktif formüllerin uyumu karşılaştırıldı. **Şekil 74-78**'de belirttiğimiz gibi, yeterlilik oranları, formüllerde ölçülen veya ideal kilo kullanılmasına göre değişmektedir. HB, HB x1.3, Owen x1.3, MSJ x1.3, MSJ x1.6, Iret.J.97(ö) x1.3, Iret.J.97(ö) x1.6 , Schofield(i) x 1.3, Faisy(i) x 1.6 formüllerinde ideal kilo kullanımı ile yeterlilikler

artmıştır. Diğer formüllerde ise ideal kilo yeterlilikte değişiklik yapmamış veya azalmaya sebep olmuştur. Bu sonuçlardan ideal kilo ile yapılan ölçümlerin daha doğru olacağı düşünülebilir. Fakat ideal kilo ile yapılan karşılaştırmada, ölçülen kiloya göre en fazla MSJ $\times 1.3$ formülünde değişiklik saptanmıştır. Bu değişiklik de %7.5 kadar olmuştur. Korelasyon incelemesinde de p ve r değerlerinde majör değişiklik gözlenmemiştir. O yüzden toplamda yeterlilikleri %50 yi geçmeyen bu denklemlerde ölçülen veya ideal kilo kullanımı fark yaratmayabilir. *Frankelfield ve ark.* 2005 yılında yaptıkları metaanalizde, 47 çalışma incelenmişlerdir. Hastalar vücut kitle indeksine ve yaşa göre ayrılmıştır. Ölçülen ve ideal kilolar karşılaştırılmıştır. Yaşlı hastalarda hiçbir formül %10 bile yeterlilik gösterememiştir. Obez ve obez olmayan gruplarda ise MSJ ile HB formüllerinin ölçülen kilo ile yapılan hesaplamaları yeterli bulunmuştur. Sonuç olarak, hasta gruplarının obez, yaşlı ve diğer kriterlerle, daha çok alt gruplara ayırım yapılması gerektiği, bu şekilde daha net veriler elde edilebileceği belirtilmiştir. İndirekt kalorimetrenin kullanılmadığı durumlarda *Mifflin-St. Joir* formülünün en güvenilir formül olduğu belirtilmiştir⁽⁷⁴⁾. *Valeria Girard Fabiano Alves ve ark.* 2009 yılında yaptıkları çalışmada vücut kitle indeksi 25 ve üzeri olan 44 yoğun bakım hastası dahil edilmiştir. *Harris Benedict* ve *Ireton Jones* formülleri ile ölçülen ve ideal kilolar kullanılarak yapılan hesaplamalarla indirekt kalorimetre aracılığıyla ÖET karşılaştırılmıştır. *Pearson* korelasyonu yüksek ve çok yüksek seviyelerde bulunmuştur. Hatta ölçülen kilo ile hesaplanan *Harris Benedict* formülü ile ortalama enerji tüketimi benzer miktarda görülmüştür. Fakat *Bland Altman* analizinde uyumu zayıf olarak bulunmuştur⁽¹⁴⁵⁾. *Cheng ve ark.* yaptıkları çalışmada, ölçülen kilonun ideal kilodan daha kullanışlı olduğu belirtilmiştir⁽¹⁰⁵⁾. *Cutts ve ark.* ise aksine ideal kilo kullanımı ile daha doğru sonuçlar aldıklarını belirtmişlerdir⁽¹⁵⁶⁾. *Cheng ve ark.* dahili hastalarda çalışma yapmışlardır. *Cutts ve ark.* ise cerrahi hastalardan zengin heterojen bir grup almışlardır. Bu farklılığın hasta gruplarından ve demografik verilerinden ileri gelebilir. Bizim hasta grubumuzda sadece 6 hasta obez, 10 hasta da normalden az kilolu olduğu için, ölçülen ve ideal kilo ile yapılan hesaplamalar arasında fark varsa bile, istatistiksel olarak anlamlı çıkmamış olabilir. Bu grup hastalarla daha fazla çalışmaya ihtiyaç vardır.

Prediktif denklemlerde hastaların klinik durumları göz önünde bulundurularak düzeltme faktörleri ile çarpılması da öngörülmüştür; fakat net olarak hangi hastada ne kadar enerji ihtiyacının arttığı hususunda henüz kesin bir fikir birliği mevcut değildir.

Örneğin sepsisli hastalarda %10 ile %90 oranında ihtiyacın arttığını belirleyen yayınlar mevcuttur. Travma hastalarında veya cerrahi geçiren hastalarda da benzer oranlarda ihtiyacın arttığını söyleyen yayınlar da mevcuttur⁽⁹⁶⁻¹⁰³⁾. Biz de Angela MacDonald ve ark. yaptıkları çalışmada olduğu gibi kullandığımız formüllerle çıkan değerleri 1.3 ve 1.6 ile çarparak tekrar korelasyon çalıştık⁽⁸⁸⁾. Herhangi bir sayıyla çarpılan formüllerin korelasyonu değiştirmedini bulduk. Bu yüzden prediktif formüllerle düzeltme faktörlerini 1.3 ve 1.6 olmak üzere iki ayrı şekilde çarparak Bland Altman analizi yaptık. Ortalama eğilimlerini ve uyum limitlerini inceledik (**şekil 11-73**). Yapılan çalışmalarda prediktif denklemlerin hiçbiri hastaların tamamını kapsayacak şekilde uyumlu bulunmamıştır^(1,32,74,88,92,99,103,129,141,144,146,161,162,164).

Biz de yaptığımız çalışmada, yukarıda bahsedilen çalışmalarda olduğu gibi korelasyon oranlarını orta ve yüksek derecede bulduk. Fakat Bland Altman analizlerinde uyumun zayıf olduğunu saptadık. Örneğin *Harris Benedict* formülünün ortalama eğiliminin 287 ± 799 olduğunu, üst uyum limiti 1853 alt uyumun ise -1279 olduğunu gördük. Uyum aralıkları incelenirken ÖET’den prediktif formül çıkarıldığı için, hastaların 1853 kcal eksik beslenerek malnütrisyona veya 1279 kcal ile overfeeding’e açık olabileceği manasına gelmektedir. Ireton Jones 1997 formülünün 1.3’lük katsayı ile düzeltmesinde ortalama eğilimin 8 ± 707 , üst ve alt uyum limitlerinin sırasıyla 1394’e -1377 olduğunu bulduk. *HB(ö)* ’ye göre daha dar bir spektrum olsa da yine de hastaların 1394 kcal eksik veya 1377 kcal daha fazla beslenme ihtimali olduğunu görülmektedir. Bütün formüllerimizde düzeltmelere rağmen geniş uyum aralıkları olması, grafiksel dökümde de uyumun zayıf olduğunu gösterebilir. Ortalama hattında toplanan dağılımsal incelemenin çoğunlukta olduğu grafiksel döküm mevcut olmayıp, *Ireton Jones 1997(ö)x1.3*, *Swinamerx1.3*, *Penn State 2003*, *Penn State 2010* ve *Brandi* formüllerinin diğer formüllere göre uyumu daha çok sağladığı görülmektedir. Ortalamaların farklarının ayrıntılı olarak incelediğimizde, sadece ortalamalar düşünülecek olursa, 24 saatlik ortalama enerji tüketimine en yakın hesaplanan enerji tüketimi ortalaması, standart formüllerden “ölçülen kilo ile hesaplanan *Faisy* (66 ± 699)”, düzeltilmiş formüllerden ise “ideal kilo hesaplanan *Ireton Jones 1997’nin* (8 ± 707) 1.3 ile çarpılmış şekli” idi. Yeterlilikler incelendiğinde ise *Mifflin SJ (i) x 1.3*, *Ireton Jones 1992(ö)* ve *Schofield(ö)*’nün de % 43.7 ile en yüksek oranda yeterliliğe sahip olduğunu görmekteyiz. Düzeltme katsayılarının ise bazı formüllerde yeterlilik oranlarını belirgin

oranda arttırdığını görmekteyiz. Örneğin *Mifflin SJ* formülü için x1.3 'lük düzeltme katsayısı ile yeterlilik oranlarının neredeyse iki kat değiştiğini söyleyebiliriz.(**şekil 74-78**). Bizim çalışmamızda olduğu gibi 2003 yılında *Angela MacDonald* ve ark. yaptıkları çalışmada, *Harris Benedict, Ireton Jones, Swinamer* , *Frankelfield* ve *Penn State* formülleri indirekt kalorimetre ölçümleri ile karşılaştırılmıştır. Yoğun bakımda travma ve sepsis ile takip edilen 76 hasta çalışmaya dahil olup, ideal ve aktüel kilolar kullanılarak, bulunan değerler 1.3 ve 1.6 ile düzeltilmiştir. Bulunan her değer, indirekt kalorimetre ile karşılaştırılınca orta ve yüksek derecede korelasyon bulunmuştur. *Bland–Altman* analizinde ise geniş güven aralığı ile geniş noktasal dağılım görülmüştür. Malnütrisyon ve *overfeeding* açısından tekrar değerlendirme yapıldığında ise, indirekt kalorimetre ile ölçülen enerji tüketim miktarlarının, prediktif denklemlerle karşılaştırılması sonucunda %10 ile 20 arasında farklılık gösterdiği belirtilmiştir. Bu nedenle altın standart olan indirekt kalorimetre kullanımının gerektiği sonucuna varılmıştır. İndirekt kalorimetrenin kullanılmadığı durumlarda kısa vadede malnütrisyonla korunmak için prediktif formüllerin kullanılabilirliği anlatılmıştır. Çalışma sonucunda aktüel kilo ile hesaplanan *Harris Benedict* formülünün 1.6 ile çarpılması sonucu elde edilen değerle Swinamer formülünün güvenilirliğinin diğer formüllere göre daha fazla olduğu belirtilmiştir⁽⁸⁸⁾. *Colleen M. O'Leary-Kelley* ve ark. 2005 yılında yaptıkları araştırmada prospektif olarak 25 hastanın beslenmesini incelenmiştir. *Harris Benedict* formülüyle düzeltme faktörleri kullanılmıştır. İndirekt kalorimetre aracılığıyla ÖET ile bu değerler karşılaştırılmıştır. Diğer karşılaştırılan çalışmalarda olduğu gibi büyük bir kısmının ya yetersiz ya da fazla beslenmeye maruz kaldığı bulunmuştur⁽¹⁵⁷⁻¹⁶⁰⁾. *Joseph Boullata* ve ark. 2007 yılında yaptıkları retrospektif çalışmada 7 farklı denklemin hiçbirinin indirekt kalorimetre ile uyumlu bulunamamışlardır. En uyumlu denklemin *Harris Benedict'in* 1.1 ile çarpılarak düzeltildiği form olarak görülmüştür. Yeterlilik bakıldığında ise % 61'den daha yüksek oranda bir yeterlilik bulunamamıştır⁽⁹⁹⁾. Her hastada düzeltme faktörü kullanmak yerine ihtiyacı olan hastalarda belli oranlarda düzeltme faktörleri kullanılması daha yararlı olabilir. *Camila C. Japur* ve ark. 2009 yılında yaptıkları çalışmalarında, standart denklemlerden *Harris Benedict* formülü ile indirekt kalorimetre ile ÖET'ni karşılaştırılmışlardır. İndirekt kalorimetrenin sağlanamadığı durumlarda prediktif denklemin %10'luk düzeltme faktörü ile kullanılmasının *overfeeding*'den korunmak için iyi bir yol olduğunu

belirtmişlerdir⁽¹⁴⁴⁾. *Elisabeth De Waele ve ark.* 2013 yılında yaptıkları çalışmada prospektif olarak 46 hastayı indirekt kalorimetre ile değerlendirilmiştir. *Harris Benedict* formülü ile yapılan karşılaştırmada stres faktörü 1.3 olarak alınmıştır. *Bland – Altman* analizinde uyumun zayıf olduğu görülmüştür. *Harris Benedict* formülü ile nispeten daha iyi uyum gösterilse de düzeltme faktörü ile overfeeding ihtimalinin arttığı saptanmıştır. Düzeltme faktörleri önerilmemiştir⁽³²⁾. Bizim çalışmamıza göre de düzeltme faktörlerinin her formülde ve hastada kullanılması yanlış sonuçlar verebilir. Endikasyon dahilinde kullanımı daha faydalı olabilir. Fakat bu endikasyonları koymak ve hangi hastaya ne oranda düzeltme faktörü kullanılması gerekliliği, literatürde de hala tartışma konusudur.

Prediktif denklemler kolaylıkla ulaşabilir ve masrafsız tekniklerdir; fakat bu formüller ortaya çıkarken belli başlı hasta grupları üzerinde çalışılmışlardır. Örneğin *Harris-Benedict* 1919 yılında 136 erkek ve 103 kadından oluşan bir hasta grubundan geliştirilmiştir⁽⁸⁷⁾. O dönemde kilo ve vücut kitle indeksi başta olmak üzere demografik veriler günümüzde belirgin olarak değişmiştir. *Heather A. Haugen ve ark.* 2007 yılında yayınladıkları makalelerinde de amerikan toplumundaki değişikliklere dikkat çekilmiştir. 1919 yılında *Harris-Benedict* formülünün geliştirildiği popülasyonun özellikleri ile 1960-2002 yılları arasında amerikada yaşayan toplumun demografik özellikleri incelenmiştir. 1919 yılında kadınlarda ortalama kilo 56 kg erkekler ise 64 kg iken günümüzde sırasıyla 74-86 kilodur. BMI'in ortalama değeri ise 1919 yılında kadınlarda 21.5 erkeklerde 21.7 iken günümüzde erkeklerde ve kadınlarda 28 civarındadır. Ortalama uzunlukların aynı olduğu iddia edilse de ağırlıklarda ve dolayısıyla vücut kitle indeksinde belirgin değişiklikler mevcuttur⁽⁸⁷⁾. Bu formüller belli bir dönemde yaşayan sağlıklı kişilerde geçerli olduğu için, bunların günümüzde kritik hastalarda kullanılması uygun olmayabilir. *Heather A. Haugen ve ark.* 2007 yılında yayınladıkları derlemede de, “hastaları nasıl besleyelim” sorusuna cevap aramışlardır⁽⁸⁷⁾. Formüllerin ortaya çıktığı dönemin demografik verileri ile şu anki demografik veriler arasındaki uçurum belirtilmiştir. *Haugen'e* göre daha önce pahalı ve eğitim gerektiren indirekt kalorimetrelerin artık maliyet etkin, daha kolay ulaşılabilir ve kullanılabilir olması ile altın standart olan bu teknik gereklidir. Demografik verilerin günümüzde değişikliği ile enerji ihtiyaçlarının değiştiği belirtilmiştir. 2006 yılında *Clare L. Reid ve ark.* yaptıkları çalışmada, travma ve operasyon sonrası mekanik

ventilatör ihtiyacı olan 27 hasta dahil edilmiştir. 48 saat içinde indirekt kalorimetre ile ölçümleri başlanan hastalardan, 5 günden daha fazla mekanik ventilatör ihtiyacı olan hastalarla çalışmaya devam edilmiştir. Diğer çalışmalardan farklı olarak ölçümler 5 gün boyunca yapılmıştır. Bizim çalışmamızda olduğu gibi prediktif formüllerle ÖET'yi birbirine oranladıklarında buldukları değeri yüzde olarak üç gruba ayırmışlardır. %80'den az, %80 ile %110 arası ve %110'dan fazla sonuçlara sahip olan gruplar sırasıyla yetersiz, yeterli ve fazla beslenen olarak tanımlanmıştır. *Bland Altman* analizi sonucunda prediktif denklemlerin yetersizliğinden bahsedilen bu çalışmada, analizlerin günlük olarak tekrarlanması sonucunda her gün farklı bir enerji ihtiyacı değeri bulunmuştur. İndirekt kalorimetrenin ile günlük olarak değişen enerji ihtiyacının prediktif denklemlerle belirlenemeyebileceğini bulmuşlardır⁽¹²⁹⁾. *Elisabeth DeWaele ve ark.* 2012 yılında mekanik ventilatörde takip edilen 50 hastada yaptıkları çalışmada, *Reid ve ark.* gibi enerji tüketiminin günlük değişebileceği bulunmuştur⁽³²⁾. Hastaların günlük takibi ile enerji ihtiyaçları değişirken, anlık değişmelerin bile olabileceği söz konusudur. Bu yüzden her an enerji ihtiyacı değişebilen bir yoğun bakım hastasında prediktif denklemler yetersiz kalabilir.

Geçmiş yıllarda indirekt kalorimetre yerine alternatif yöntemler aranmıştır. *Simon Burztein ve ark.* 1989 yılında yaptıkları çalışmada azot dengesini sağlamak için de 24 saatlik idrarda azot ölçümü yapmışlardır. Fakat altın standartın güvenilirlik nedeniyle indirekt kalorimetre olarak gösterilmiştir⁽¹⁴⁰⁾. Bu çalışma ile *Weissman ve ark.* yaptıkları çalışmalar birçok makaleye referans olarak kullanılarak indirekt kalorimetre kullanımı cesaretlendirilmiştir. *Anibal Basile-Filho ve ark.* 2008 yılında hemodinamik olarak stabil 15 hastada yaptıkları çalışmada indirekt kalorimetre ile ÖET ile *Fick* methodu aracılığıyla ölçülen enerji tüketimini karşılaştırmışlardır. *Fick* methodu ile bakılan enerji tüketiminde *Swan-Ganz* kateteri kullanılmış olup, VO_2 eldesine göre hareket edilmiştir. Sonuç olarak *Swan-Ganz* kateteri kullanılan yoğun bakımlarda enerji tüketimini belirlemek için alternatif bir yol bulunduğunu, mevcut kateter sayesinde doğru VO_2 ölçümlerinin yapılabileceğini ve bu ölçümden enerji tüketiminin rahatlıkla bulunabileceği anlatılmıştır⁽¹⁴¹⁾. *Flancbaum ve ark.* 1999 yılında çalışmada *Fick* methodu kullanarak *Liggett* formülü ile indirekt kalorimetreyi karşılaştırmışlardır. Aralarında düşük korelasyon bulmuşlardır⁽⁹⁶⁾. Çalışmalarına cerrahi sonrası yoğun bakımda takip edilen 36 hastayı dahil etmişlerdir. Hastaların

çoğunluğunda sepsis gelişmesi nedeni ile SVO₂ deki dalgalanmanın fazla olduğunu belirtmişlerdir. Bundan dolayı, doku oksijenizasyonunun da anlık olarak bozulduğu belirtilmiştir. Sonuç olarak *Fick* methodu'nun zayıf kaldığını belirtilmiştir^(96,141). Bizim çalışmamızda kullandığımız indirekt kalorimetre tekniği non-invaziv bir yöntemdir. Sadece Swan-Ganz kateteri başka bir nedenle takılan hastalarda ise enerji tüketimi ölçümü amacı ile kullanılabilir fakat diğer hastalarda bu denli bir invaziv işleme gerekli olduğunu düşünmemekteyiz.

Daha yüksek mortalite oranlarına sahip olan hastaların enerji ihtiyacının artıp artmayacağı hususunda literatürde birçok çalışma vardır^(11,112,164-165). *Flancbaum* ve ark. hastalık şiddeti ile enerji tüketimi arasında bir ilişki olabileceğini iddia ederken , *Weissman* ve ark. ise zayıf korelasyon saptamışlardır^(92,96). *Brandi* ve ark. ise herhangi bir korelasyon görememişlerdir⁽¹⁶⁷⁾. Biz de çalışmamızda da *APACHE II* ,*SOFA* ve *SAPS II* ile ÖET arasında anlamlı korelasyon bulamadık. Hastaların mevcut klinik durumlarının ağırlığının veya mortalite oranlarının artmasının enerji tüketimi arasında ilişki saptamadık.

C.-H. Cheng ve ark. yaptıkları gibi biz de beslenme çeşidinin enerji tüketimine etkisi olup olmadığını araştırdık⁽¹⁵⁰⁾. Literatürde olduğu gibi enteral, parenteral veya kombine beslediğimiz hastalarda enerji tüketimi değerlerini karşılaştırdık. Cheng ve ark. çalışmasında olduğu gibi biz de beslenme çeşidi ile herhangi bir korelasyon bulamadık.

Frankelfield ve ark. inotrop tedavi ve hatta inotrop tedavi dozu ile enerji tüketimi arasında bir korelasyon bulmuşlardır⁽¹⁶⁵⁾. Yaptığımız karşılaştırmada ÖET ile inotrop tedavi arasında herhangi bir korelasyon görülmedi. Bu farklılık hasta gruplarının farklılıklarından dolayı olabilir. Bizim hasta grubumuzda dahili nedenler(n=71) ön planda iken *Frankelfield* ve ark. post-op dönemdeki hastaları(n=33) takip etmişlerdir. Hasta sayısı azlığından dolayı da böyle bir fark oluşabilir. Bu yüzden bu konuda daha fazla çalışma yapılması yararlı olabilir.

Prediktif denklemlerin yukarıda da bahsedildiği üzere masrafsız ve kolay ulaşılabilir teknikler olması sebebi ile indirekt kalorimetre, bazı otoriteler tarafından lüks olarak tanımlanmaktadır. Pediatrik yoğun bakımlarda yapılan çalışmada sonuç olarak daha fazla prospektif çalışmanın yapılması kanaatine varılmış olsa da, hastaların %72'sinin bu ölçümlerden fayda gördüğü belirtilmiştir. İndirekt kalorimetrenin maliyet-etkin bir yöntem olduğu belirtilmiştir⁽⁸⁴⁾. Lüksten çok ihtiyaç sıfatıyla anılması

önerilmiştir. *David Dvir* ve ark. yoğun bakımda takip edilen 50 hastayı dahil ettikleri çalışmalarında, ventilatördeki hastaları taburcu veya exitus olana kadar takip etmişlerdir. İndirekt kalorimetre ile ölçtükleri negatif enerji dengesinin mortalite üzerinde olumsuz etkileri olduğunu bulmuşlardır⁽⁶²⁾. *Rob JM Strack van Schijndel* ve ark. 2009 yılında yaptıkları 248 hastalık prospektif gözlemsel kohort çalışmasında, beslenme amacı ile verilen kalorik ihtiyacın indirekt kalorimetre ile ölçülen hedeflere ulaşabilmesini sağlamanın, kadınlarda mortaliteyi azalttığı fakat erkeklerde bir etkisinin bulunamadığı gösterilmiştir⁽¹⁵³⁾. *Krishnan JA* ve ark yaptıkları prospektif gözlemsel çalışmada ise hedeflenen enerji miktarının %33-66 'sını alan hastaların hastaneden sağ olarak taburcu edilme ihtimalinin %66-100 'nü alanlardan daha fazla olduğu gösterilmiştir⁽¹⁵³⁾.

Hastaların başvurusunda elde edilen, prokalsitonin, albümin, bnp, laktat, beyaz küre, hematokrit ve trombosit değerleri ile enerji tüketimi arasındaki ilişkiye bakıldı. Beyaz küre ile orta derecede korelasyon saptanması dışında diğerleri ile ÖET arasında herhangi bir korelasyon saptanmadı. Literatürde daha önce böyle bir karşılaştırma yapılmadığı için, bu konuda daha fazla araştırma yapılması gerektiğini düşünmekteyiz. Yapılan çalışmalarda sepsisin enerji tüketimini arttırdığı gösterilmiştir^(56,57). ÖET ile beyaz kürenin korelasyon göstermesi, bu hastalarda gelişen sepsisle ilişkili olabilir.

Yoğun bakımda yatan hastalarda hipotiroidi normal bireylere göre daha önemli bir klinik durumdur⁽¹⁶⁸⁾. Tiroid fonksiyonları bazal metabolizma hızını ve enerji tüketimini değiştirebilir⁽¹⁶⁹⁾. Çalışmamızda TSH değerleri ile enerji tüketimi arasında zayıf da olsa negatif korelasyon bulduk. Bu sonuca göre hipotiroidi ile enerji tüketimi azalabilir. O yüzden bu konuda daha detaylı ve daha çok sayıda hasta ile yapılacak olan çalışmalara ihtiyaç duyulduğunu düşünmekteyiz.

Metabolik monitörlerimiz ve indirekt kalorimetre aracılığıyla ölçtüğümüz enerji tüketimini hastaların başvurusunda malnütrisyon olup olmamasına göre karşılaştırdık. Malnütrisyon olan ve olmayan gruplar arasında anlamlı bir enerji tüketimi farkı olmadığını gördük. Bu konuda literatürde herhangi bir çalışma bulunmazken, daha fazla çalışma yapılmasının faydalı olabilir.

Ayrıca çalışmamızda bazı kısıtlamalar da olduğunu düşünmekteyiz. Dahiliye yoğun bakımda yatan hastaların, inotrop ilaçların infuzyon hızlarında olabileceği gibi diğer tedavilerinde de anlık değişiklikler yapılabilmesi nedeni ile 2,6, 12 ve 24. Saatte

yapılan ölçümler karşılaştırılırken, major değişiklik yapılmamasına gayret gösterildi. Her ne kadar major değişiklik gösteren hastalardan, başvuru veya takip anında $FI O_2 \geq 55$, $PEEP \geq 20$,solunum sayısı ≥ 35 olan , pnomonektomi geçiren , ekstubasyon veya eksitus nedeniyle 24 saatlik ölçümü tamamlayamayan , 0.25 mcg/kg/dk 'dan daha fazla noradrenalin veya 20 mcg/kg/dk 'dan daha fazla dopamin alan , fizyolojik sınırlar dışında RQ değerlerine sahip olanlar çalışma dışı bırakılsa da , minör veya sınırda değişiklikler de enerji tüketimini etkileyebilecektir. O yüzden bu karşılaştırmanın, tamamen stabil olan ve tedavi değişikliği ile hemodinamik değişikliklerin olmadığı entübe hastalarda yapılması daha sağlıklı sonuçlar verebilir. Her şeye rağmen invaziv mekanik ventilatorde takip edilen böyle bir yoğun bakım hastasını takip etmek ütöpik bir düşünce olsa da bu koşulların sağlanamayacak olması çalışmanın kısıtlaması olarak görülebilir.

Enerji tüketiminin doğru hesaplanmasının mortalite üzerine olumlu etkileri literatürde sıkça bahsedilmiştir. Bu konuda yapılan çalışmalara göre birkaç günlük suboptimal beslenme bile solunum kaslarında zayıflamaya neden olmaktadır. Yeterli beslenme ise ventilator bağımlılığı ve yoğun bakım yatış süresi ile anlamlı bir şekilde korele görülmüştür^(18,40). Yine aynı çalışmada 20 tane yeterli beslenen ile 15 tane olduğundan az beslenen hasta karşılaştırılmıştır. Yoğun bakım yatış süreleri sırayla 39 ± 20 ile 45 ± 25 gün olarak görülmüştür. Ventilatörde takip süreleri ise yine sırayla 54 ± 28 ile 65 ± 48 gün olarak hesaplanmıştır^(18,40). Doğru beslenmenin morbidite ve mortaliteyi azalttığı bulunmuştur. Ayrıca yoğun bakımda yatış sürelerini de kısaltmıştır^(10,11,18,25-31).

İndirekt kalorimetri artık enerji tüketimini belirlemede sadece “altın standart” değil “ulaşılabilir bir altın standart” haline gelmiştir. İndirekt kalorimetrenin kullanılmadığı yerlerde prediktif denklemlerin kullanılması daha uygun olabilir. *Angela MacDonald* ve ark. önerdiği gibi prediktif denklemlerle enerji ihtiyacının belirlenip malnütrisyonun kaçınılması daha sonra indirekt kalorimetre ile bu ihtiyacın titre edilmesi faydalı olabilir⁽⁸⁸⁾.

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Yoğun bakım hastalarında beslenme dikkatten kaçmaması gereken ve hastaların morbidite ve mortalitesini değiştirebilecek bir faktördür. Beslenme yolunun ve gerekli enerji miktarının doğru hesaplanması önemlidir. Yıllar boyunca kullanılan prediktif denklemler enerji tüketimini hesaplamada ne yazık ki yetersiz kaldığı için, daha ucuz ve ulaşılabilir olan indirekt kalorimetre tekniği kullanılmalıdır. Altın standart olan bu teknik ile maliyet-etkin tedavi olasılığı artarken , hastaların mortalitesi ve morbiditesinin azalabileceği görülmektedir. Yoğun bakım hastaları gibi anlık müdahale gerektiren hasta grubunda , indirekt kalorimetre ile günlük enerji ihtiyacı değişirken, standart denklemlerin hesaplamaları yetersiz kalabilir. Prediktif denklemlerin ortaya çıktığı yıllarda belli başlı hasta gruplarında geliştirilmesi ve o dönemin demografik verileri ile şu anki demografik verilerin örtüşmemesi üstelik farklı coğrafik bölgelerde farklı demografik veriler nedeni ile denklemlerin yetersiz kalması , indirekt kalorimetre kullanımı için diğer nedenler arasında sayılabilir. Yaptığımız çalışma sonucunda 2. 6. veya 12. Saat değerleri de hem korelasyon tekniği ile korele olması hem de *Bland Altman* analizi ile uyum göstermesi sebebi ile 24 saatlik ölçüm yerine kullanılabilir. *APACHE II* ,*SOFA II* veya *SAPS* gibi değerlendirmelerle, hastaların başvuru sırasında malnütrisyonu olup olmamasıyla veya inotrop tedavi alıp almamasıyla ÖET arasında korelasyon bulunamadı. TSH değerleri ile ise orta derecede korelasyon bulundu. Başvuru sırasında bakılan prokalsitonin , albumin ,bnp ,laktat, beyaz küre, hematokrit ve trombosit değerleri ile korelasyon yok iken , beyaz küre ile orta derecede korelasyon bulundu. Prediktif denklemlerle yapılan hesaplamalarda ideal kilo veya ölçülen kilo kullanılmasının anlamlı bir farklılık yaratmadığı düşünülebilir. Düzeltme faktörlerinin ise sadece birkaç formülde yeterlilik oranını ve *Bland Altman* analizini değiştirdiği için sadece gerekli hastalarda gerekli endikasyonlarla kullanılması gerekebilir. Prediktif denklemlerin tercih edilmesi gereken durumlarda hastalarda ise *Mifflin SJ* ve *Swinamer* formülleri kullanılabilir. Owen (ö) x 1.3, *Iretton Jones 1997(ö)x1.3* , *Iretton Jones 1997(i)x1.3*, *Schofield(ö) x 1.3*, *Faisy(ö) ,Penn State 2010 ve Penn-State 1998* formüllerinin diğer formüllere nazaran *Bland Altman* uyumunun daha çok sağladığı , yeterlilikler incelendiğinde ise Owen (i) x 1.3, *Mifflin SJ (i) x 1.3*, *Iretton*

Jones 1992(ö) ve *Schofield(ö)* 'nün de yaklaşık % 45 oranında yeterlilik göstermesi sebebi ile ön planda tercih edilmesi daha kullanışlı olabilir. Fakat genel anlamda tüm prediktif denklemlerin ÖET ile korele olmasına rağmen *Bland Altman* analizinde yeterli uyum gösterememişlerdir. Ayrıca yeterlilik oranlarına bakıldığında %50 oranı bile elde edilememiştir. Bu yüzden ancak indirek kalorimetre bulunmayan yerlerde kullanılması uygun olabilir. Renee N. Walker ve ark. önerdikleri gibi prediktif formüllerin kullanılması gereken durumlarda hospitalize olan hastanın demografik özellikleri iyi belirlenmeli ve o demografik özelliklere benzer özellikler baz alınarak geliştirilen prediktif formülleri kullanılmalıdır^(18,162).

Öneriler:

- 1) Yoğun bakım hastalarında beslenmenin doğru olarak devam ettirilmesi için indirekt kalorimetre kullanılmalıdır.
- 2) Her hasta için beslenme tedavisi protokolü bireyselleştirilmelidir.
- 3) İndirekt kalorimetrenin kullanılmadığı veya 24 saat beklenilmek istenmediği koşullarda ; 2 saatlik ölçüm sonucu ile beslenmeye başlanabilir veya prediktif denklemlerden en güvenilir olanı (*Bland-Altman* analizine göre *Owen (ö)* x 1.3, *Ireton Jones 1997(ö)*x1.3 , *Ireton Jones 1997(i)*x1.3, *Schofield(ö)* x 1.3, *Faisy(ö)* ,*Penn State 2010* ve *Penn-State 1998* , yeterlilikler incelendiğinde ise *Owen (i)* x 1.3, *Mifflin SJ (i)* x 1.3, *Ireton Jones 1992(ö)* ve *Schofield(ö)* formülleri) kullanılabilir. İdame tedavide 24 saatlik ölçüme göre hareket edilebilir.

KAYNAKLAR

1. **Arash Pirat MD, Anne M Tucker PharmD BCNSP, Kim A Taylor MSc RD LD CNSD, Rashida Jinnah MSc RD LD CNSD, Clarence G Finch RRT, Todd D Canada PharmD BCNSP, and Joseph L Nates MD MBA** Comparison of Measured Versus Predicted Energy Requirements in Critically Ill Cancer Patients *Respir Care* **2009**;54(4):487–494. © 2009 Daedalus Enterprises]
2. **Cerra FB, Benitez MR, Blackburn GL, Irwin RS, Jeejeebhoy K, Katz DP, et al.** Applied nutrition in ICU patients. A consensus statement of the American College of Chest Physicians. *Chest* **1997**;111(3):769-778.
3. **Heyland DK.** Nutritional support in the critically ill patients. A critical review of the evidence *Crit Care Clin* **1998**;14(3):423-440.
4. **Heyland DK, Dhaliwal R, Day A, Jain M, Drover J.** Validation of the Canadian clinical practice guidelines for nutrition support in mechanically ventilated, critically ill adult patients: results of a prospective observational study. *Crit Care Med* **2004**;32(11):2260-2266.
5. **Wong PW, Enriquez A, Barrera R.** Nutritional support in critically ill patients with cancer. *Crit Care Clin* **2001**;17(3):743-767.
6. **Klein S, Kinney J, Jeejeebhoy K, Alpers D, Hellerstein M, Murray M, Twomey P.** Nutrition support in clinical practice: review of published data and recommendations for future research directions. National Institutes of Health, American Society for Parenteral and Enteral Nutrition, and American Society for Clinical Nutrition. *J PEN J Parenter Enteral Nutr* **1997**;21(3):133-156.
7. **Mainous MR, Deitch EA.** Nutrition and infection. *Surg Clin North Am* **1994**;74(3):659-676.
8. **Schebendach J.** The use of indirect calorimetry in the clinical management of adolescents with nutritional disorders. *Adolesc Med* **2003**;14(1):77-85.
9. **Klein CJ, Stanek GS, Wiles CE III.** Overfeeding macronutrients to critically ill adults: metabolic complications. *J Am Diet Assoc* **1998**;98(7):795-806.
10. **Mechanick JI, Brett EM.** Nutrition and the chronically critically ill patient. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care* **2005**;8(1):33-39.
11. **Şahinoğlu H.** Yoğun Bakım Sorunları ve Tedavileri. *Türkiye Klinikleri* **2003**; 2.baskı: 251-9.
12. **Fung EB.** Estimating energy expenditure in critically ill adults and children. *AACN Clin Issues* **2000**;11(4):480-497.
13. **Faisy C, Guerot E, Diehl JL, Labrousse J, Fagon JY.** Assessment of resting energy expenditure in mechanically ventilated patients. *Am J Clin Nutr* **2003**;78:241-9.
14. **Frankenfield D, Smith JS, Cooney RN.** Validation of 2 approaches to predicting resting metabolic rate in critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* **2004**;28:259-64.
15. **Frankenfield DC, Rowe WA, Smith JS, Cooney RN.** Validation of several established equations for resting metabolic rate in obese and nonobese patients. *J Am Diet Assoc* **2003**;103:1152-9.
16. **Aora NS, Rochester DF.** Respiratory muscle strength and maximal voluntary ventilation in undernourished patients. *Am Rev Respir Dis* **1982**; 126: 5.

17. **Kahan BD.** Nutrition and host defense mechanisms. *Surg Clin North Am* **1981**; 61: 557-8.
18. **Renee N Walker MSc RD LD CNSD and Roschelle A Heuberger PhD RD.** Predictive Equations for Energy Needs for the Critically Ill *RESPIRATORY CARE* • APRIL **2009** VOL 54 NO 4
19. **Bhaskar Banerjee .** Nutritional management of digestive disorders **2010**. Taylor and Francis Group , LLC
20. **Sauerwein HP, Strack van Schijndel RJ:** Perspective: How to evaluate studies on peri-operative nutrition? Considerations about the definition of optimal nutrition for patients and its key role in the comparison of the results of studies on nutritional intervention. *Clin Nutr* **2007**, 26:154-158.
21. **Metha JP, Chihada Alhariri B, Patel MK.** Current trends in critical care nutrition. *Curr Gastroenterol Rep* **2011**;13:351-7.
22. **Caesar MP, Mesotten D, Hermans G, et al.** Early versus late parenteral nutrition in critically ill adults. *N Engl J Med* **2011**;365:506-17.
23. **Agus M, Jaksic T.** Nutritional support of the critically ill child. *Curr Opin Pediatr* **2002**;14:470–81.
24. **Yalım Dikmen.** Yoğun Bakım Koşullarında Beslenme. Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi No: 41 • Kasım **2004**; s. 103-111
25. **Rubinson L, Diette GB, Song X, Brower RG, Krishan JA.** Low caloric intake is associated with nosocomial bloodstream infections in patients in the medical intensive care unit. *Crit Care Med* **2004**; 32(2):350-356.
26. **Heyland DK, Schroter-Nowee D, Drover JW, Minto J, Keefe L, Dhaliwal R, et al.** Nutrition support in the critical care setting: current practice in Canadian ICUs – opportunities for improvement? *JPEN J Parenter Enteral Nutr* **2003**;27(1):74-83.
27. **Zijlstra N, Dam SM, Hulshof PJM, Ram C, Hiemstra G, Roos NM.** 24-hour indirect calorimetry in mechanically ventilated critically ill patients. *Nutr Clin Pract* **2007**;22(2):250-255.
28. **Campbell CG, Zander E, Thorland W.** Predicted vs measured energy expenditure in critically ill, underweight patients. *Nutr Clin Pract* **2005**;20(2):276-280.
29. **Benotti PN, Bistran B,** Metabolic and nutritional aspects of weaning from mechanical ventilation. *Crit Care Med* **1989**;17(2):181-185.
30. **Fraser IM.** Effects of refeeding on respiration and skeletal muscle function. *Clin Chest Med* **1986**;7(1):131-139.
31. **Apelgreen KN, Rombeau JL, Twomey P, et al.** Comparison of nutritional indices and outcome in critically ill patients. *Crit Care Med* **1982** ; 10: 305-7.
32. **Elisabeth DeWaele, Herbert Spapen, P. M. Honoré, Sabrina Mattens, Thomas Rose and Luc Huyghens.** Bedside Calculation of Energy Expenditure Does Not Guarantee Adequate Caloric Prescription in Long-Term Mechanically Ventilated Critically Ill Patients: A Quality Control Study. *The ScientificWorld Journal* Volume **2012**, Article ID 909564, 6 pages doi:10.1100/2012/909564
33. **J. Askanazi, C. Weissman, S. H. Rosenbaum, A. I. Hyman, J. Milic-Emili, and J. M. Kinney,** “Nutrition and the respiratory system,” *Critical Care Medicine*, vol. 10, no. 3, pp. 163–172, **1982**.
34. **M. N. Kan, H. H. Chang, W. F. Sheu, C. H. Cheng, B. J. Lee, and Y. C. Huang,** “Estimation of energy requirements for mechanically ventilated, critically ill patients using nutritional status,” *Critical Care*, vol. 7, pp. R108–R115, **2003**.

35. **H. Silberman**, Parenteral and Enteral Nutrition, East Norwalk Connecticut, Appleton & Lange, **1989**.
36. **Bassili H, Deitel M**. Effects of nutritional support on weaning patients off mechanical ventilators. JPEN J Parenteral Nutr **1981**;5(2):161-163.
37. **Villet S, Chiolerio RL, Bollmann MD, Revelly J, Cayeux M, Delarue J, et al**. Negative impact of hypocaloric feeding and energy balance on clinical outcome in ICU patients. Clin Nutr **2005**;24(4):502-509.
38. **Askanazi J, Starker PM, Olsson C, Hensle TW, Lockhart SH, Kinney JM, et al**. Effect of immediate postoperative nutritional support on length of hospitalization. Ann Surg **1986**;203(3):236-239.
39. **Bartlett RH, Dechert RE, Mault JR, Ferguson SK, Kaiser AM, Erlandson EE**. Measurement of metabolism in multiple organ failure. Surgery **1982**;92(4):771-779.
40. **Mechanick JI, Brett EM**. Nutrition support of the chronically ill patient. Crit Care Clin **2002**;18(3):597-618.
41. **Deng Q, She H, Cheng JH, French SW, Koop DR, Xiong S, et al**. Steatohepatitis induced by intragastric overfeeding in mice. Hepatology **2005**;42(4):905-914
42. **S. A. McClave, C. C. Lowen, M. J. Kleber et al.**, "Are patients fed appropriately according to their caloric requirements?" Journal of Parenteral and Enteral Nutrition, vol. 22, no. 6, pp. 375–381, **1998**.
43. **Askanazi J, Rosenbaum SH, Hyman AI, Silverberg PA, Kinney JM**. Respiratory changes induced by the large glucose loads of total parenteral nutrition. JAMA **1980**;243(14):1444-1447.deng
44. **Barton RG**. Nutrition support in critical illness. Nurt Clin Pract **1994**; 9: 127-139.
45. **Covelli HD, Black JW, Olsen MS, Beekman JF**. Respiratory failure predicted by high carbohydrate loads. Ann Intern Med **1981**; 95: 579-81.
46. **Dark DS, Pingleton SK, Kerby GR**. Hypercapnia during weaning: a comparison of nutritional support. Chest **1985**; 88: 141-3.
47. **Gieske T, Gurushanthaiah G, Glauser FL**. Effects of carbohydrates on carbondioxide excretion in patients with airway disease. Chest **1977**;71:55-9.
48. **Wooley JA**. Indirect calorimetry: applications in practice. Respir Care Clin N Am **2006**;12(4):619-633.
49. **Marik PE, Bedigian MK**. Refeeding hypophosphatemia in critically ill patients in an intensive care unit. A prospective study. Arch Surg **1996**;131(10):1043-1047.
50. **Kraft MD, Btaiche IF, Sacks GS**. Review of the refeeding syndrome. Nutr Clin Pract **2005**;20(6):625-633.
51. **Solomon SM, Kirby DF**. The refeeding syndrome: a review. JPEN J Parenter Enteral Nutr **1990**;14(1):90-97.
52. **Marinella K**. The refeeding syndrome and hypophosphatemia. Nutr Rev **2003**;61(9):320-323.
53. **Palesty JA, Dudrick SJ**. The Goldilocks paradigm of starvation and refeeding. Nutr Clin Pract **2006**;21(2):147-154.

54. **Van den Berghe G.** The neuroendocrine response to stress is a dynamic process. *Best Practice & Research Clinical Endocrinology & Metabolism* **2001**;15:405-19.
55. **Jean-Charles Preiser , René Chioléro , Pierre Singer (Çeviri: Mehmet Uyar)** Strese Karşı Metabolik Yanıt ve Enerji Gereksinimi. *Yoğun Bakım Dergisi* **2006**;6(Ek 1):39-42
56. **Cunningham J.** Factors contributing to increased energy expenditure in thermal injury: A review of studies employing indirect calorimetry. *JPEN* **1990**;14:649-6.
57. **Bessey P, Watters J, Aoki T, Wilmore D.** Combined hormonal infusion simulates the metabolic response to injury. *Ann Surg* **1984**; 200:264-80.
58. **Hensel M, Kox W.** Increased intrapulmonary oxygen consumption in mechanically ventilated patients with pneumonia. *Am J Respir Crit Care Med* **1999**;160:137-43
59. **Schwarz M, Seely R.** Neuroendocrine responses to starvation and weight loss. *N Engl J Med* **1997**; 36:1802-11.
60. **Chrousos G.** The hypothalamic -pituitary-adrenal axis and immune-mediated inflammation. *N Engl J Med* **1995**;332:1351-62.
61. **Pierre Singer, M.D.a, Ira Pogrebetsky, M.D.a, Joelle Attal-Singer, M.D.b, and Jonathan Cohen, M.D.** Comparison of metabolic monitors in critically ill, ventilated patients. *Nutrition* **22 (2006)** 1077–1086
62. **David Dvir, Jonathan Cohena, Pierre Singer,** Computerized energy balance and complications in critically ill patients: An observational study. *Clinical Nutrition* **(2006)** 25, 37–44
63. **Christman JW, McCain RW.** A sensible approach to the nutritional support of mechanically ventilated critically ill patients. *Intensive Care Med* **1993**; 19: 129-36.
64. **Rochester DF, Esau SA.** Malnutrition and respiratory system. *Chest* **1984**; 85: 411-4.
65. **Ferrannini E.** The theoretical bases of indirect calorimetry: a review. *Metabolism*. **1988**; 37: 287-301.
66. **Pierre Singer, Mette M. Berger, Greet Van den Berghe, Gianni Biolo, Philip Calder, Alastair Forbes, Richard Griffiths, Georg Kreyman, Xavier Lerverve, Claude Pichard:** ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Intensive care, *Clinical Nutrition* **28 (2009)** 387–400
67. **Evren Şentürk.** Yoğun Bakımda Total Parenteral Beslenme. *Klinik Gelişim*. **2011**; 24: 50-52
68. **David Seres, MD.** Nutrition support in critically ill patients: Enteral nutrition <http://www.uptodate.com/contents/nutrition-support-in-critically-ill-patients-enteral-nutrition>. *Wolters Kluwer Health* **Nov 2014**
69. **Mok E, Beghin L, Gachon P, Daubrosse C, Fontan JE, Cuisset JM, et al.** Estimating body composition in children with Duchenne muscular dystrophy: Comparison of bioelectrical impedance analysis and skinfold-thickness measurement. *Am J Clin Nutr* **2006**;83:65-9.
70. **Phillips NM.** Nasogastric tubes: an historical context. *MEDSURG* **2006**;15(2):84–88.
71. **Kabaçam G, Özden A.** Enteral tüple beslenme. *Güncel Gastroenteroloji* **2009**; 13(4):201–210.
72. **Karabulut N, Uzun Ö.** Nazogastrik tüp uygulaması ve hemşirelik bakımı. *Anadolu Hemşirelik ve Sağlık Bilimleri Dergisi* **1998**;1(1):86–96.

73. **Erdil F, Elbař NÖ.** Cerrahi Hastalıkları Hemřirelięi, 72 TDFO Bilgisayar Yayıncılık San. Tic. Ltd. şti., Ankara, 451–452;1997.
74. **Frankenfield D, Roth-Yousey L, Compher C.** Comparison of predictive equations for resting metabolic rate in healthy nonobese and obese adults: a systematic review. *J Am Diet Assoc.* **2005**; 105: 775-89.
75. **McManus C, Newhouse H, Seitz S,et al.** Human gradient-layer calorimeter: development of an accurate and practical instrument for clinical studies. *JPEN* **1984**; 8: 317-9.
76. **Van den Berghe G, Wouters P, Weekers F, et al.** Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *N Engl J Med* **2001**; 345:1359-67.
77. **Baker A & Rosenberg IH.** Hepatic complications of total parenteral nutrition. *Am J Med* **1987**; 82: 489 97.
78. **Angelico M. & Guardia P. Della.** Review article: hepatobiliary complications associated with total parenteral nutrition. *Alimentary, Pharmacology & Therapeutics* **2000** (Suppl)14; S54-S57.
79. **Sandhu IS, Jarvis C, Everson GT.** Total parenteral nutrition and cholestasis. *Clinics in Liver Disease* **1999**; 3: 489-508.
80. **Kaęan Üçok, Hakan Mollaoęlu, Lütfi Akgün, Abdurrahman Genç.** İki farklı yöntemle ölçülen istirahat metabolizma hızlarının karşılaştırılması *Genel Tıp Derg* **2008**;18(3):117-120
81. **Guyton AC, Hall JE.** Textbook of Medical Physiology. 11th ed. Philadelphia: WB Saunders; **2006**.
82. **Ganong WF.** Review of Medical Physiology. 22th ed. USA:McGraw-Hill; **2005**.
83. **Vander AJ, Sherman JH, Luciano DS.** Vander, Sherman, Luciano's Human Physiology: The Mechanisms of Body Function. McGraw Hill Inc. **2004**.
84. **Racheli Sion-Sarid M.D., Jonathan Cohen M.D. , Zion Hourı M.D. , Pierre Singer M.D.** Indirect calorimetry: A guide for optimizing nutritional support in the critically ill child *Nutrition* **29 (2013)** 1094–1099
85. **Singer P, Anbar R, Cohen J, Shapiro H, Shalita-Chesner M, Lev S, et al.** The tight calorie control study (TICACOS): a prospective, randomized, controlled pilot study of nutritional support in critically ill patients. *Int Care Med* **2011**;37:601–9.
86. **Wernerman J.** Individualized ICU nutrition for a better outcome. *Int Care Med* **2011**;37:564–5.
87. **Heather A. Haugen, Lingtak-Neander Chan, Fanny Li.** Indirect Calorimetry: A Practical Guide for Clinicians *Nutr Clin Pract* **2007** 22: 377
88. **MacDonald A, Hildebrandt L.** Comparison of formulaic equations to determine energy expenditure in the critically ill patient. *Nutrition.* **2003**;19:233–239.
89. **Lev S, Cohen J, Singer P.** Indirect calorimetry measurements in the ventilated critically ill patient: facts and controversiesdthe heat is on. *Crit Care Clin* **2010**;26:e1–9.
90. **Takala J, Keinanen O, Vaisanen P, et al.** Measurement of gase Exchange in intensive care: laboratory and clinical validation of a new device. *Crit Care Med* **1989**; 17:1041-7.
91. **De Weir JB.** New methods for calculating metabolic rate with special reference to protein metabolism. *J Physiol* **1949**;109:1–9.

92. **Weissman C, Sardar A, Kemper M.** An in vitro evaluation of an instrument designed to measure oxygen consumption and carbon dioxide production during mechanical ventilation. *Crit Care Med* **1994**; 22: 1995-2000.
93. **Briassoulis G¹, Briassoulis P, Michaeloudi E, Fitrolaki DM, Spanaki AM, Briassouli E.** The Effects of Endotracheal Suctioning on the Accuracy of Oxygen Consumption and Carbon Dioxide Production Measurements and Pulmonary Mechanics Calculated by a Compact Metabolic Monitor *Anesth Analg*. **2009** Sep;109(3):873-9. doi: 10.1213/ane.0b013e3181b018ee.
94. **Smyrniotis NA, Curley FJ, Shaker KG.** Accuracy of 30-minute indirect calorimetry studies in predicting 24-hour energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. *JPEN J Parenter Enteral Nutr* **1997**;21:168–74.
95. **Franch-Acras G, Plank LD, Monk DN, Gupta R, Maher K, Gillanders L, et al.** A new method for the estimation of the components of energy expenditure in patients with major trauma. *Am J Physiol Endocrinol Metab* **1994**;267:E1002–9.
96. **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.
97. **Schofield WN .** "Predicting basal metabolic rate, new standards and review of previous work." *Hum Nutr Clin Nutr*. **1985** 39 Suppl 1: 5–41. [PMID 4044297](#).
98. World Health Organisation, Fao, and Unu. Energy and protein requirements. Geneva: WHO, Technical Report Series 724, **1985**. *J Am Diet Assoc*. **2009**;109:330-346.
99. **Boullata J, Williams J, Cottrell F, Hudson L, Compber C.** Accurate determination of energy needs in hospitalized patients. *J Am Diet Assoc* **2007**;107:393-401.
100. **Harris JA, Benedict JA,** editors. Biometric studies of basal metabolism in man. Washington, DC: Carnegie Institute; **1919**.
101. **Mifflin MD, St Jeor ST, Hill LA, Scott BJ, Daugherty SA, Koh YO.** A new predictive equation for resting energy expenditure in healthy individuals. *Am J Clin Nutr* **1990**;51:241-7.
102. **Ireton-Jones C.** Improved equations for predicting energy expenditure in patients: the Ireton-Jones equations. *Nutr Clin Pract* **2002**;17:29-31. **Erin K. Kross, Matthew Sena, Karyn Schmidt, Renee D. Stapleton.** A comparison of predictive equations of energy expenditure and measured energy expenditure in critically ill patients. *Journal of Critical Care* (**2012**) 27, 321.e5–321.e12)
103. **Casati A, S. Colombo, C. Leggieri, S. Muttini, T. Capocasa, and G. Gallioli,** “Measured versus calculated energy expenditure in pressure support ventilated ICU patients,” *Minerva Anestesiologica*, vol. 62, no. 5, pp. 165–170, **1996**.
104. **C. H. Cheng, C. H. Chen, Y. Wong, B. J. Lee, M. N. Kan, and Y. C. Huang,** “Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients,” *Clinical Nutrition*, vol. 21, no. 2, pp. 165–172, **2002**.
105. **Barak N, Wall-Alonso E, Sitrin MD.** Evaluation of stress factors and body weight adjustments currently used to estimate energy expenditure in hospitalized patients. *J Parenter Enteral Nutr* **2002**; 26: 231-238.
106. **Knaus WA, Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Lawrence DE** APACHE-acute physiology and chronic health evaluation: a physiologically based classification system. *Crit Care Med* **1981** 9: 591-597.

107. **Zimmerman JE, Wagner DP, Draper EA, Wright L, Alzola C, et al.** Evaluation of acute physiology and chronic health evaluation III predictions of hospital mortality in an independent database. *Crit Care Med* **1998** 26: 1317-1326.
108. **Vincent JL, Moreno R** Clinical review: scoring systems in the critically ill. *Crit Care* **2010** 14: 207.
109. **Vincent JL, Moreno R, Takala J, Willatts S, De Mendonça A, et al.** The SOFA (Sepsis-related Organ Failure Assessment) score to describe organ dysfunction/failure. On behalf of the Working Group on Sepsis-Related Problems of the European Society of Intensive Care Medicine. *Intensive Care Med* **1996** 22: 707-710.
110. **Moreno R, Vincent JL, Matos R, Mendonça A, Cantraine F, et al.** The use of maximum SOFA score to quantify organ dysfunction/failure in intensive care. Results of a prospective, multicentre study. Working Group on Sepsis related Problems of the ESICM. *Intensive Care Med* **1999** 25: 686-696.
111. **Le Gall JR, Lemeshow S, Saulnier F** A new Simplified Acute Physiology Score (SAPS II) based on a European/North American multicenter study. *JAMA* **1993** 270: 2957-2963.
112. **Metnitz PG, Valentin A, Vesely H, Alberti C, Lang T, et al.** Prognostic performance and customization of the SAPS II: results of a multicenter Austrian study. *Simplified Acute Physiology Score. Intensive Care Med* **1999** 25: 192-197.
113. **Castella X, Artigas A, Bion J, Kari A** A comparison of severity of illness scoring systems for intensive care unit patients: results of a multicenter, multinational study. The European/North American Severity Study Group. *Crit Care Med* **1995** 23: 1327-1335.
114. **Auriant I, Vinatier I, Thaler F, Tourneur M, Loirat P** Simplified acute physiology score II for measuring severity of illness in intermediate care units. *Crit Care Med* **1998** 26: 1368-1371.
115. **Moreno RP, Metnitz PG, Almeida E, Jordan B, Bauer P, et al.** SAPS 3--From evaluation of the patient to evaluation of the intensive care unit. Part 2: Development of a prognostic model for hospital mortality at ICU admission. *Intensive Care Med* **2005** 31: 1345-1355.
116. **Poole D, Rossi C, Anghileri A, Giardino M, Latronico N, et al.** External validation of the Simplified Acute Physiology Score (SAPS) 3 in a cohort of 28,357 patients from 147 Italian intensive care units. *Intensive Care Med* **2009** 35: 1916-1924.
117. **Nassar AP Jr, Mocelin AO, Nunes AL, Giannini FP, Brauer L, et al.** Caution when using prognostic models: a prospective comparison of 3 recent prognostic models. *J Crit Care* **2012** 27: 423.
118. **BAPEN Guideline.** First published May 2003 by MAG the Malnutrition Advisory Group, a Standing Committee of BAPEN. Reviewed and reprinted with minor changes March 2008, September 2010 and August **2011**. 'MUST' is supported by the British Dietetic Association, the Royal College of Nursing and the Registered Nursing Home Association. Çevrimiçi ulaşım: http://www.bapen.org.uk/pdfs/must/must_full.pdf
119. **Pai mp, palouek FP** , The origin of 'Ideal' body weight equations . *Ann Pharmacol* **2000**;34:1066-69. www.qxmd.com/pubmed/10981254
120. **Robinson JD, Lupkiewickz SM, Palenik L, Lopez LM, Ariet M** , Determination of ideal body weight for drug dosage calculations. *Am J Hosp Pharm* **1983** 40:1016-9. www.qxmd.com/pubmed/6869387
121. **NHBLI Clinical Guidelines on the Identification , Evaluation and Treatment of Overweight and Obesity in Adults.** **2001** www.qxmd.com/fulltext/obes.ty

122. **Prentice AM and Jebb SA.** Beyond Body Mass Index. *Obesity Reviews*.**2001** August; 2 (3) : 141-7 . www.qxmd.com/pubmed/12120099
123. **Gallagher D , et al.** How useful is BMI for comparison of body fatness across age , sex and ethnic groups ? *American Journal of Epidemiology* **1996** ; 143 :228-239. www.qxmd.com/pubmed/3657876
124. **Mosteller RD:**Simplified Calculation of Body Surface Area. *N Eng J Med* **1987** Oct. 22;317(17):1098. www.qxmd.com/pubmed/3657876
125. **Lam TK, Leung DR:** More on simplified calculation of body surface area. *N Eng J Med* **1988** Apr 28;318 (17):1130. www.qxmd.com/pubmed/3352717
126. **Bland JM, Altman DG.** Comparing methods of measurement: why plotting difference against standard method is misleading. *Lancet*. **1995** Oct 21;346(8982):1085-7.
127. **Bland JM, Altman DG.** Measuring agreement in method comparison studies. *Stat Methods Med Res* **1999**; 8: 135-160.
128. **Reid C.L.** Poor agreement between continuous measurements of energy expenditure and routinely used prediction equations in intensive care unit patients. *Clin Nutr*. **2007**; 26:649-57.
129. **Swinamer DL, Phang PT, Jones RL, Grace M, King EG.** Twentyfour hour energy expenditure in critically ill patients. *Crit Care Med* **1987**;15(7):637-43.
130. **Weissman C, Kemper M, Hyman AI.** Variation in the resting metabolic rate of mechanically ventilated critically ill patients. *Anesth Analg* **1989**;68(4):457-61.
131. **Vermeij CG, Feenstra BW, van Lanschot JJ, Bruining HA.** Day-today variability of energy expenditure in critically ill surgical patients. *Crit Care Med* **1989**;17(7):623-6.
132. **Johnson W, Kinninger KK, Jacobson K, Burns DM.** Validation of two metabolic monitors for use in mechanically ventilated patients. In: *American Association for Respiratory Care (AARC)*, **1991**.
133. **Ireton-Jones CS, Turner Jr WW, Liepa GU, Baxter CR.** Equations for the estimation of energy expenditures in patients with burns with special reference to ventilatory status. *J Burn Care Rehabil* **1991**;13(3):330-3.
134. **Watt T, Clayton J, Keegan MA, Campbell IT.** Measuring height of critically ill patients in bed. *Proc Nutr Soc* **1995**;54:116A.
135. **Hamwi GJ,** editor. *Therapy: changing dietary concepts*. New York: American Diabetes Association; **1964**.
136. **Binnekade JM, Tepaske R, Bruynzeel P, Mathus-Vliegen EM, deHann RJ.** Daily enteral feeding practice on the ICU: attainmentof goals and interfering factors. *Crit Care* **2005**;9(3):R218-25.
137. **Morgan LM, Dickerson RN, Alexander KH, Brown RO, Minard G.** Factors causing interrupted delivery of enteral nutrition in trauma intensive care unit patients. *Nutr Clin Pract* **2004**;19(5):511-7.
138. **Van Lanschot JJ, Feenstra BW, Vermeij CG, Bruining HA.** Calculation versus measurement of total energy expenditure. *Crit Care Med* **1986**;14(11):981-5.
139. **Simon Bursztein, Pierre Saphar, Pierre Singer, and David H Elwyn** A mathematical analysis of indirect calorimetry measurements in acutely ill , *Am iC/in Nuir* **1989**;50:227-30. Printed in USA. ©

140. **Anibal Basile-Filho^I, Maria Auxiliadora Martins^{II}, Flavio Marson^{III}, Paulo Roberto Barbosa Evora** An easy way to estimate energy expenditure from hemodynamic data in septic patients. 112 - Acta Cirúrgica Brasileira - Vol 23 (Supplement 1) **2008**
141. **Karen E. Spears, PhD, Rd; Hyunsook Kim, PhD; Kay M. Behall, PhD; Joan M. Conway, PhD, Rd.** Hand-Held Indirect Calorimeter Offers Advantages Compared With Prediction Equations, In A Group Of Overweight Women, To Determine Resting Energy Expenditures And Estimated Total Energy Expenditures During Research Screening J Am Diet Assoc. **2009**;109:836-845.
142. **Alves VGF, Rocha EEM, Gonzalez MC, Fonseca RBV, Silva MHN, Chiesa CA** Assessment of resting energy expenditure of obese patients: comparison of indirect calorimetry with formulae. Clin Nutr. **2009** 28:299-204.
143. **Camila C. Japur, Fernanda R.O. Penaforte, Paula G. Chiarello, Jacqueline P. Monteiro, Marta N.C.M. Vieira, Anibal Basile-Filho** Harris-Benedict equation for critically ill patients: Are there differences with indirect calorimetry? Journal of Critical Care **(2009)** 24, 628.e1–628.e5
144. **Valeria Girard Fabiano Alves , Eduardo Eiras Moreira da Rocha , Maria Cristina Gonzalez ,Rosana Barcellos Vieira da Fonseca, Monica Hissa do Nascimento Silva, Carlos Alberto Chiesa** Assesment of resting energy expenditure of obese patients: Comparison of indirect calorimetry with formulae . Clinical Nutrition 28 (**2009**) 299–304
145. **Esra Yüksel, İlkin Cankaya, Kubilay Demirağ, Ali Reşat Moral.** The Effect of Neuromuscular Blockade on Oxygen Consumption and Energy Expenditure in Mechanically Ventilated Acute Respiratory Insufficiency Patients. (Türk Yoğun Bakım Derneği Dergisi **2012**; 10: 8-12)
146. **Martin Sundström, Inga Tjäder, Olav Rooyackers, Jan Wernerman.** Indirect calorimetry in mechanically ventilated patients. A systematic comparison of three instruments Clinical Nutrition 32 (**2013**) 118e121
147. **Séverine Graf , Véronique Laurie Karsegard , Valérie Viatte , Claudia Paula Heidegger Yvan Fleury , Claude Pichard , Laurence Genton** Evaluation of three indirect calorimetry devices in mechanically ventilated patients: Which device compares best with the Deltatrac II? A prospective observational study, Clinical Nutrition (**2014**) 1-6 , <http://dx.doi.org/10.1016/j.clnu.2014.01.008>
148. **McCarthy MS.** Use of indirect calorimetry to optimize nutrition support and assess physiologic dead space in the mechanically ventilated ICU patient: a case study approach. AACN Clin Issues **2000**;11(4):619-630.
149. **Cheng CH, Chen CH, Wong Y, Lee BJ, Kan MN, Huang YC.** Measured versus estimated energy expenditure in mechanically ventilated critically ill patients. Clin Nutr **2002**;21(2):165-172.
150. **S Petros , L. Engelman .** Validity of an Abbreviated indirect calorimetry protocol for measurement of resting energy expenditure in mechanically ventilated and spontaneously breathing critically ill patients. Intensive Care Medicine (**2001**) 27:1164-1168
151. **Rob JM Strack van Schijndel, Peter JM Weijs, Rixt H Koopmans, Hans P Sauerwein, Albertus Beishuizen and Armand RJ Girbes.** Optimal nutrition during the period of mechanical ventilation decreases mortality in critically ill, long-term acute female patients: a prospective observational cohort study. Critical Care **2009**, 13:R132 (doi:10.1186/cc7993)
152. **Krishnan JA, Parce PB, Martinez A, et al.** Caloric intake in medical ICU patients: Consistency of Care with guidelines and relationship to clinical outcomes. Chest **2003**; 124: 297-305.
153. **Araújo EC , Suen VM, Marchini JS, Vannucchi H.** Ideal weight better predicts resting energy expenditure than does actual weight in patients with short bowel syndrome. Nutrition. **2007** NovDec;23(1112): 77881. Epub 2007 Sep 17.

154. **Ahmad A , Duerksen DR, Munroe S, Bistrian BR.** An evaluation of resting energy expenditure in hospitalized, severely underweight patients. *Nutrition*. **1999** May;15(5):3848.
155. **Cutts M E, Dowdy R P, Ellersieck M R, Edes T E.** Predicting energy needs in ventilator-dependent critically ill patients: effect of adjusting weight for edema or adiposity. *Am J Clin Nutr* **1997**; 66: 1250-1256
156. **Colleen M. O'Leary-Kelley, Kathleen A. Puntillo, Juliana Barr, Nancy Stotts and Marilyn K. Douglas** Nutritional Adequacy in Patients Receiving Mechanical Ventilation Who Are Fed Enterally *Am J Crit Care* **2005**;14:222-231
157. **Makk LJ, McClave SA, Creech PW, et al.** Clinical application of the metabolic cart to the delivery of total parenteral nutrition. *Crit Care Med*. **1990**;18:1320-1327.
158. **Mann S, Westenskow DR, Houtchens BA.** Measured and predicted caloric expenditure in the acutely ill. *Crit Care Med*. **1985**;13:173-177.
159. **Weissman C, Kemper M.** Metabolic measurements in the critically ill. *CritCare Clin*. **1995**;11:169-197.
160. **David Frankenfield, Ms, Rd; Mary Hise, Phd, Rd; Ansley Malone, Ms, Rd; Mary Russell, Ms, Rd; Erica Gradwell, Ms, Rd; Charlene Compher, Phd, Rd, Fada; For The Evidence Analysis Working Group.** Prediction of Resting Metabolic Rate in Critically Ill Adult Patients: Results of a Systematic Review of the Evidence. *J Am Diet Assoc*. **2007**;107:1552-1561. doi: 10.1016/j.jada.2007.06.010
161. **Dempsey DT, Guenter P, Mullen JL, Fairman R, Crosby LO, Spielman G, et al.** Energy expenditure in acute trauma to the head with and without barbiturate therapy. *Surg Gynecol Obstet* **1985**;160(2): 128-134.
162. **Kristopher R. Maday.** **Energy Estimation in the Critically Ill:A Literature Review** *Universal Journal of Clinical Medicine* 1(3): 39-43, **2013** DOI:10.13189/ujcm.2013.010302
163. **Knaus WA, Draper EA, Wagner DP, et al.** APACHE II: A severity of disease classification system. *Crit Care Med* **1985**; 13: 818-829.
164. **Frankenfield DC, Omert LA, Badellino MM, et al.** Correlation between measured energy expenditure and clinically obtained variables in trauma and sepsis patients. *JPEN J Parent Enteral Nutr* **1994**; 18: 398-403.
165. **Rodriguez DJ, Sandoval W, Clevenger FW.** Is measured energy expenditure correlated to injury severity score in major trauma patients? *J Surg Res* **1995**; 59: 455-459.
166. **Brandi LS, Santini L, Bertolini R, et al.** Energy expenditure and severity of injury and illness indices in multiple trauma patients. *Crit Care Med* **1999**; 27: 2684-2689.
167. **Feilong Wang , Wenzhi Pan, Hairong Wang , Shuyun Wang , Shuming Pan and Junbo Ge.** Relationship between thyroid function and ICU mortality: a prospective observation study. *Critical Care* **2012**, 16:R11 doi:10.1186/cc11151
168. **Kim B .** Thyroid hormone as a determinant of energy expenditure and the basal metabolic rate. *Thyroid*. **2008** Feb;18(2):1414.doi: 10.1089/thy.2007.0266.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Onur TAKTAKOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 31.07.1986 lefkoşa/KIBRIS
Medeni Durumu : Evli
Telefon : 05356562184
E-posta : taktakoglu@gmail.com
Mezun Olduğu Tıp Fakültesi : İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
İngilizce Tıp Programı
Görev Yerleri : ÇÜTF İç Hastalıkları AD
Yabancı Dil : İngilizce