

**TARIMSAL ÜRETİMDE ENERJİ BİLANÇOLARI - I****Doç. Dr. Mustafa ACAROĞLU****Selçuk Üniversitesi Teknik Bilimler M.Y.O. 42031 Kampüs Konya****1. GİRİŞ**

Tarımsal üretimin ülkeden ülkeye, bir ülke içinde bölgeden bölgeye olmak üzere, o bölgenin ekolojisine, ürün desenine, sosyal yaşam standardına ve bölgenin tarımsal ürün pazarına göre kendine özgü özellikleri farklılık gösterebilmektedir. Tarımsal üretimde en önemli kriterin verim artışı yanında maliyetlerin azaltılması düşünülürse, tarımda en pahalı girdilerden birisi bu amaca yönelik tarımsal mekanizasyondur faaliyetleridir. Bir tarımsal işletmenin mekanizasyon faaliyetleri genelde enerji bilançoları ile yorumlanabilmektedir.

**Enerji bilançosu** ise bir sistemin veya bir tarımsal işletmenin girdi ve çıktıları arasındaki ilişkilerin enerji birimleri yönüyle sayısal olarak karşılaştırılmasıdır. Bir sistemin veya işletmenin organizasyonu elementlerinin yapısı, birbirleri ile olan ilişkileri, bunların hedef ve amacına göre düzenlenmektedir. Sistem açık veya kapalı olabilir. Kapalı sistemde tüm elementler birbiri ile bağlantılıdır. Açık sistemde ise uç elementler ile çevre arasında bir ilişki mevcuttur. Enerji analizlerde önemli bir nokta da sistem sınırlarının tam ve doğru olarak tanımlanmasıdır. Bir sistem nesnel (objektif), zaman ve hacim yönüyle sınırlandırılabilir. Nesnel sınırlamada materyal, enerji veya bilgi dikkate alınmaktadır. Zaman yönüyle sınırlamada zaman aralıkları belirlenmekte ve bulunan girdi ve çıktı değerleri (Örneğin bir veya birkaç vejetasyon devresi) kaydedilmektedir. Hacim (yer) yönüyle sınırlamada sistemin veya alt sistemlerin boyutu dikkate alınmaktadır. (Örneğin Avrupa kıtası, Türkiye, İç anadolu bölgesi, Konya'nın Meram ilçesi gibi). Tarımsal işletmelerde günümüze kadar yapılan enerji bilançolarında ekonomik değerlendirmelerin yapıldığı söylenebilir. Günümüzde ise enerji bilançolarında çevreyle ilişkisi ve çevreye olan etkisi de değerlendirilmektedir (Tablo 1).

**Tablo 1. Enerji analizlerinde ekolojik ve ekonomik yaklaşım modelleri**

<b>EKOENERJETİK YAKLAŞIM</b>	<b>EKONOMİK YAKLAŞIM</b>
<b>TANIMLAMALAR, SINIRLAR</b>	
Enerji etkisinin (akışının) değerlendirilmesiyle birlikte sistemin model gösterimi	Çiftliklerde, işletmelerde üretim ve hazırlama ekonomisinde enerji tüketiminin belirlenmesi
<b>SİSTEM SINIRLARI</b>	
Sistemin doğal ve fosil enerji kaynakları ile işletilmesiyle insan arasındaki bağımlılık ve ilişkisi	Enerji kaynaklarının tüketilmesi ve harcanması
<b>ENERJİ KAYNAKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ</b>	
Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji kaynakları	Yenilenemeyen enerji kaynakları
<b>ENERJİ KALİTESİ</b>	
Güneş enerjisi eşdeğerinin kullanılması	Üretimdeki tüm girdilerin enerji kayıpları ve kullanılan enerjilerin toplamı
<b>ÇALIŞMADA (İŞTE) ENERJİ DEĞERİ</b>	
İnsan iş gücü niteliksel olarak yüksek bir enerji faktörü	İnsan iş gücü minimum olmakta ve endüstriyel sistemlerde enerji değeri ihmal edilmektedir.

**Ekoenerjetik Yaklaşım:** Ekolojinin esas görevinin, insanların sağlıklı yaşaması için gerekli doğal koşulların sürekliliğinin nasıl sağlanacağını belirlemek olduğu ekosistemciler tarafından vurgulanmaktadır (Remmert, 1984). Ekoenerjetik yaklaşım ODUM (1984) tarafından doğru tanımlanmıştır. Karşılaştırma büyüklüğü olarak yalnız güneş enerjisi dikkate alınmaktadır. Diğer tüm enerji girdileri örneğin rüzgar, yağmur, toprak oluşum prosesi veya fosil

enerji kaynaklarının transformasyonu ekosistemin bir formudur ve depolanan güneş enerjisini göstermektedir. Bu yaklaşımda 2 önemli parametre vardır.

Bunlar Enerji dönüşüm oranı (EDO) ve Depolanan güneş enerjisi (DGE)'dir.

**Enerji Dönüşüm Oranı (EDO)** bir diğer enerji formunun üretilmesinde gerekli olan primer enerji formundaki biçimidir. EDO enerji kaynaklarından üretilen birim Joule başına Güneş Enerjisi Eşdeğeri Joule değerini (GEE.J/J) vermektedir.

**Depolanan Güneş Enerjisi (DGE)** EDO'nun sonucu ve fiziksel enerji içeriğidir.

**Ekonomik Yaklaşım:** Ekonomik enerji analizleri yaklaşımında ise genellikle fosil enerji girdileri dikkate alınmaktadır.

Günümüzde biyokütle enerjisi çok belirgin avantajlar gösteren bir enerji kaynağı olduğu için yaygın olarak tercih edilmektedir. Yeni tarımsal prosesler nerede geliştirilmelidir? Hangi bölge, işyeri ve lokasyon olarak daha çekici bir potansiyel göstermektedir? Bu, minimum fiyatta tarımsal hammaddenin geniş miktarlarda üretiminin yapılabilir olacağı bölgelerin başlangıçtaki tanımıdır. Tarımsal hammaddelerin maliyet fiyatının hesaplanması, üretim ölçeği ile tarımsal hammaddelerin maliyet fiyatı arasındaki ilişkinin belirlenmesi yönüyle önemlidir.

Yeni bir üretim prosesinin geçerliliğinin ortaya konulmasında birbirini takip eden aşamalar gereklidir. Her aşama bir önceki aşama tarafından açıklanır. Yani bir proses zinciri diğer proses zincirini doğurur).

Burada akla gelen soru hangi ürünün üretileceği, bunu yaparken hangi yöntemin kullanılacağı ve ne şekilde bir ölçeğin takip edileceğidir. Bunun nasıl başarılacağı ve bu yeni etkinliğin nerede yapılacağı bundan sonra gelen sorulardır. Herhangi yeni bir üretim prosesinde hangi tarımsal ana materyallerin kullanılacağı ve bunların nasıl temin edileceği prosesin temelini oluşturur.

İstenen kriterleri karşılayacak düzeydeki tarımsal ürünün yetiştirileceği bölgenin (tarla veya arazinin) iyi bir şekilde belirlenmesi tarım sektörü açısından önemli bir konudur. Bölge seçimi ve tarlanın seçimi konusunda 4 kriter karşımıza çıkmaktadır.

1. Pazar düzenlemesi (paylaşımı).
2. Ulaşım uygunluğu ( destek zincirinin uygunluğu).
3. Masraf/ kar oranı.
4. Stratejik potansiyeli.

Bu faktörlerin her birinin önemi piyasa ve/veya satış üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Tarımsal sektörde biyoenerji açısından düşünülmesi gereken en önemli kriter Çıktı/Girdi (O/I) oranıdır. Biyoenerjiyi pazarlayabilmek için minimum masraf zorunludur. Aksi takdirde piyasada alıcı bulamaz. Biyoenerji ile ilgili masraflar ülkeden ülkeye hatta bir ülkede bölgeden bölgeye göre bile değişebilmektedir. Yerin belirlenmesinde ise 4 aşama vardır.

**Birinci aşamada** ürün seçilmelidir. **İkinci aşamada** uygun masraf ve uygun pazar bulma beklentisiyle ürünü ekeceğimiz bölgenin/bölgelerin ana hatlarıyla bir listesinin yapılmasıdır. Bu bize üretim yapılacak alanların kabaca bir listesinin çıkarılmasına yardımcı olmaktadır.

Üçüncü aşamada ise ana hatlarıyla seçilen bölge veya bölgelerin kapsamlı olarak masraf analizlerinin yapılmasıdır. Masraf analizi yapılırken 3 önemli kriteri göz önüne almak bize daha somut sonuçlara götürmektedir. Bunlar;

1. Tarımsal hammaddenin masrafı
2. Taşıma ve depolama masrafı
3. Proses masrafları

Bu masraflar arasında ters bir ilişki vardır. Örneğin verim arttıkça her birim başına taşıma ve depolama masrafı artmakta fakat proses masrafı düşmektedir.

En son dördüncü aşamada ise bölgeler için O/I oranı karşılaştırılmakta ve toplamda en düşük masrafa sahip bölge ve/veya bölgeler seçilmektedir.

Burada iki konu karşımıza çıkmaktadır. Birincisi bölgelerin seçiminde hangi bilgilerin kriter olacağı, ikincisi ve en önemlisi ise masrafların hesaplanmasında kullanılacak yöntemin belirlenmesidir.

## **2. BİYOKÜTLE ÜRETİMİNDE BÖLGE SEÇİMİNDEKİ KRİTERLER**

Tarımsal hammaddenin gereksinimi olan özellikler bilinmelidir ( Örneğin su, gübre, taşıma, depolama gereksinimi var mı?).

Başlangıçta cazip olabilecek bölgeler arasında bir seçim yapılmalıdır. Sonra bu bölgelerle ilgili fizibilite çalışmalarına geçmek gerekir. Burada ilk sorulan soru bu materyal minimum masrafla nerede yetiştirilebilir? Burada bölgenin ekonomik özelliklerini ve bunlara etki eden faktörleri incelemek gerekir. Bir bölgenin tarım sektörü ve endüstrisinde etkili olan ekonomik faktörleri şu şekilde sıralayabiliriz;

1. Çevresel faktörler
  - toprak
  - iklim
  - su kaynakları
  - yükselti, rakım
  - coğrafi lokasyon
  - kirlilik
  - hammadde kaynakları ve pazardan uzaklığı
  - gelişme potansiyelini etkileyen fiziksel faktörler
  - tarım dışı gelirler

- tarımsal yapı
- bina ve arazi yapısı
- tarla mülkiyeti ve kiracılık yapısı
- kırsal altyapı sistemi

## 2. Sosyal faktörler

- kırsal alt yapı
- çiftçinin yaşı, çiftçinin bilgisi ve eğitime karşı olan istekliliği ve sosyal yetenekleri
- insan işgücünün uygunluğu
- miras hakkı
- bölgenin çiftçiliğe yatkınlığı
- kırsal nüfusun yönelimleri
- sosyal yetenekler

## 3. Ekonomik faktörler

- diğer üretim sistemleri ve diğer tarla uygulamaları ile rekabet
- alternatif iş olanakları
- bölgede yapılan işin maliyeti
- tarımsal üretime geçmedeki istek tarımsal teknolojilerin geliştirilmesi
- piyasa, pazar fiyatı
- sermaye veya kredi uygunluğu

## 4. Politik faktörler

- ticaret politikaları
- tarımsal destekleme politikaları
- ulusal özel destekleme politikaları (özellikle belirlenen bölgeler için) ve uluslararası destekleme politikaları
- tarımdaki sınırlamalar, (özellikle seçilen bölge için)
- bölgenin uygulama planı

- tarımsal vergiler
- çevre politikaları

### 3. TARIMSAL ÜRÜNLERİN MASRAF FAKTÖRLERİ

Tarımsal üretimde taşıma ve depolamaya ek olarak önemli bir faktör de fabrika maliyetidir. Fabrika veya imalat maliyeti gerekli olan tarımsal ürün prosesinde harcanan miktardır. Uzun dönemli çalışmalar gerektiren toplam maliyetin belirlenmesi için günümüzde değişik yöntemler vardır. Maliyeti etkileyen kriterleri ise şu şekilde sıralayabiliriz;

1. direkt masraflar
  - tohumluk/ fide-fidan masrafı
  - gübreleme masrafı
  - bitki koruma (tarımsal savaş) masrafları
  - direkt etkileyen diğer masraflar (sigorta, vergi, sertifikasyon vb.)
  - üçüncü şahıslar tarafında yapılacak işin masrafı
2. çalışma, iş masrafları
3. makine masrafları
4. tarla için harcanacak masraflar (su, arazinin kullanımı için kira vb)
5. genel giderler

### 4. BİTKİSEL ÜRETİMDE ENERJİ GİRDİLERİ

I. Dünya savaşı yıllarında toplam enerji gereksinmesinin % 90'ı insan ve hayvan iş gücünden karşılanmakta idi. Özellikle mineral gübre uygulamalarının gelişmesi ve kullanımının artması ile bu oran değişmiştir. Bu yüzyılda 30'ar yıllık dönemlerde enerji kullanımının % 80'ini mineral gübreler alırken, % 15'i insan ve hayvan iş gücünden karşılanmaktadır (WEBER, 1979). Günümüzde ise bir çok uygulamada artık insan ve hayvan iş gücü ihmal edilmektedir (WILLER ve PONATH, 1987). Enerji girdileri farklı yöntemlerde nicelik olarak ayrı ayrı ifade edilmektedir. Tarımda enerji kullanımının sistematik analizinde **direkt enerji girdileri** ve **indirekt enerji girdileri** değerlendirilmektedir.

#### 1. DİREKT ENERJİ GİRDİLERİ

Direkt enerji girdileri olarak imalat aşamasında direkt olarak tüketilen yararlı enerji (Son dönüşümden sonra tüketicinin yararlanabileceği enerji) tanımlanmaktadır. Diğer enerjiler indirekt enerji kapsamında ele alınmaktadır. Örneğin kullanılan diesel yakıt direkt enerji ve kullanıldığı makine (sistem) indirekt enerji olarak tanımlanmaktadır.

Direkt enerjinin değerlendirilmesinde 2 yaklaşım söz konusudur.

**1. Nihai enerji veya Kullanıma verilen Enerji (Son dönüşümden önce tüketiciye verilen enerji):**

Yararlı enerjinin üretimi için enerji kaynakları sahip oldukları ısıl (kalorifik) değerleri ile değerlendirilmektedir. Tablo 2 ve Tablo 3'de bazı enerji kaynaklarının ısıl değerleri verilmiştir. Primer (birincil) enerjinin sekonder enerjiye dönüştürülmesinde ortaya çıkan enerji kayıpları dikkate alınmamaktadır (WERSCHNITZKY et al. 1987, BMELF 1983).

**Tablo 2. Bazı Tarımsal Artıklar ve Linyitlerin Yakıt Karakteristikleri**

Yakıt tipi	% Analiz						Yaklaşık Analiz			Hu (MJ/kg)
	C	H	O	N	S	Kül	VM	FC	Kül	
<b>Tarımsal Artıklar</b>										
Buğday samanı	46.70	6.30	41.20	0.40	0.10	5.30	79.63	16.75	3.62	18.40
Arpa samanı	46.30	6.40	43.40	0.30	0.10	3.50	73.84	18.84	7.32	17.10
Çavdar samanı	47.80	6.00	41.20	0.40	0.10	4.50	83.02	15.01	1.97	17.70
Yulaf samanı	46.30	6.02	43.47	0.13	0.11	3.97	78.88	17.04	4.08	17.70
Çeltik samanı	41.78	4.63	36.57	0.70	0.08	16.24	69.33	17.25	13.42	15.30
Mısır samanı	45.60	5.40	43.36	0.30	0.04	5.30			5.30	16.80
Mısır koçanı	46.58	5.87	45.46	0.47	0.01	1.61	80.10	18.54	1.36	17.60
Mısır sapı	43.65	5.56	43.31	0.61	0.01	6.86	75.17	19.25	5.58	16.50
Pamuk sapı	47.05	5.35	40.77	0.65	0.21	5.97	73.29	21.20	5.51	17.20
Miscanthus sinensis	47.20	6.50	41.70	0.70	0.13	2.70	81.00		2.70	17.50
<b>Türkiye Linyitleri</b>										
Elbistan	47.36	3.57	13.28	1.78	5.82	28.19	39.34	32.47	28.19	11.30
Kangal	41.61	2.78	9.77	1.71	5.63	38.50	38.70	22.80	38.50	11.50
Seyitömer	54.07	3.53	14.34	1.74	1.45	24.87	36.55	38.58	24.87	15.20
Soma	28.51	2.50	12.03	0.65	0.80	55.51	17.66	26.83	55.51	5.50
Tunçbilek	63.74	4.58	9.25	2.47	1.37	18.59	25.72	55.69	18.59	14.50
Yatağan	48.79	3.12	18.41	1.22	5.11	23.35	33.15	41.50	25.35	13.70

**Tablo 3. Değişik yakıtlar için enerji değerleri**

	H <sub>u</sub> (MJ/kg)	Yoğunluk (gr/ml 15 °C)	Kinematik viskozite (mm <sup>2</sup> /sn 21 °C)	Parlama noktası	Setan Sayısı	Su içeriği mg/kg	Sülfür içeriği
<b>Diesel</b>	42.70 – 42.8	0.840 –0.845	3.08	68.0	>45	--	0.36
<b>Benzin</b>	43.6 ( 31.82 MJ/lt)	0.73-0.755					
<b>Petrol</b>	40.00						
<b>Fuel oil</b>	38.00	0.800					

<b>Propan</b>	94.00						
<b>Doğal gaz</b>	50.20						
<b>Asetilen</b>	57.00						
<b>RME</b>	37.20	0.880	6.80	135.0	54-55	350	0.04
<b>Kolza</b>	36.00	0.914	78.70	324.0	37-38	1000	0.03
<b>TESSOL</b>	36.80	0.898	32.20	35.0	39.1	--	--
<b>FAME</b>	--	0.88	4.45	178.0	>49.0	920	0.01
<b>Ayçiçek</b>	39.40	0.926	60.00	232.0	40.0	876	0.03
<b>Soya yağı</b>	37.10	0.926	57.20	315.0	36.0	300	--

### **Primer Enerji (Enerjinin herhangi bir değişme veya dönüşüm uygulanmamış biçimi):**

Burada hazırlama prosesinde tüketilen enerji kaynakları alınmakta ve enerji eşdeğeri hesaplanmaktadır. Nihai enerji kaynaklarının hazırlanması için enerji gereksinimi tüm proses ( dönüştürme ve taşıma enerjisi de dahil olmak üzere) dikkate alınarak hesaplanmaktadır. Bunun için her prosesin etki dereceleri kullanılmaktadır. Buradaki yaklaşımda direkt enerjinin değerlendirilmesi bir proseste hammadde olarak kullanılan enerji kaynağını da kapsamaktadır (REINHARDT, 1993).

Reinhardt dieselin ısı değerine ek olarak % 10.5 fazlasını almıştır. Bununla birlikte diesel için tüm enerji gereksinimi 39.45 MJ/lt ( 46.41 MJ/kg) olarak verilmektedir. Canavate ve Hernanz (1999) ise dieselin enerji içeriğini 38.7 MJ/lt ve buna ek olarak 9.1 MJ/lt ( % 23.5 fazlası) toplam 47.8 MJ/lt enerji masrafı olarak vermişlerdir. Elektrik hesaplama kriterinde ise 1 kWh için enerji gereksinimi santralin etki derecesi de dikkate alınarak ısı değer hesaplanmaktadır. Reinhardt (1993) ortalama olarak primer enerji etki derecesini % 33.5 vermektedir. 1 kWh elektriğin primer enerji gereksinimi

$$1 \text{ kWh} = \frac{3.6 \text{ MJ}}{0.335} = 10.75 \text{ MJ / kWh} \text{ olmaktadır.}$$

Canavate ve Hernanz (1999) ise elektriğin 1 kWh'i için 8.4 MJ/kWh üretim değerini ekleyerek toplamda 12.0 MJ/kWh hesaplamışlardır. Türkiye şartları incelendiğinde ise santrallerin primer enerji etki dereceleri santral tipine bağlı olarak % 31 ile % 34 arasında değişmektedir. Buna göre **1 kWh elektrik enerjisi için Türkiye şartlarında 10.59 – 11.62 MJ/kWh** bir enerji gereklidir.

Tarımda direkt enerji kullanımında genelde aşağıdaki enerji kaynaklarından yararlanılmaktadır.

#### 1. Mineral ürünler

a) akaryakıt

b) Fuel- oil

2. Elektrik

3. Biyokütle (örneğin saman, odun)

4. İnsan ve hayvan iş gücüdür. (Canavate ve Hernanz, 1999 iş gücünü indirekt enerji girdilerinde

göstermişlerdir).

## 2. İNDİREKT ENERJİ GİRDİLERİ

Direkt enerji kullanımının yanında tarımda indirekt enerji girdileri olarak tarım makinaları, gübre, bitki koruma ilaçları, tohumluk, sulama, taşıma, bina, depolama, kurutma, temizleme işlemleri ve tesisleri gibi donatılar sayılabilir. İndirekt enerjinin anlaşılmasında bir çok konu net değildir. Şimdiye kadar yapılan çalışmaların bir bütünlük arz etmeyişi, bulunan çoğu veri ve değerlerin zamana bağlı olarak eskimesi nedeniyle, bu konu ile ilgili görüş birliğine varılan standart bir yöntem/yöntemler yoktur. Aynı durum iş gücünde olduğu gibi direkt enerji kullanımı içinde geçerlidir. (Canavate ve Hernanz, 1999) iş gücünü indirekt enerji girdilerinde göstermelerine rağmen, iş gücünün direkt enerji girdilerinde olması daha doğru olacaktır.

### 2.1. Tarım Makinaları

Tarım Makinalarının imalatı ve onarımı toplam enerji bilançosu içinde önemli bir yere sahiptir. Makine imalatı kendi arasında iki kısımda incelenebilir. Birincisi yarı mamul kademesi (hammadenin imali, yarı mamul ve sevkiyat), ikincisi hazırlama (yapım, işleme) yani hammadenin kesilmesi, form verilmesi, montaj ve son üründür. Bunun ilk önce hammadenin üretimi için enerji kullanımının hesaplanması gerekir. Çeliğin sıcak işlenmesinde toplam enerji tüketimi 33 MJ/kg'dır. Çelik üretiminde yarı mamulün üretiminde gereksinim duyulan enerji dikkate alındığında (~3 MJ/kg) 36 MJ/kg olmaktadır (VON OHEIMB, 1987). Heyland ve Solansky ise bu değeri 68.7 MJ/kg olarak vermektedirler. Bu sapmayı VON OHEIMB (1987) enerji tasarrufu tedbirleri ve çelik teknolojisinde gelişmelere bağlı olarak açıklamaktadır. VON OHEIMB (1987) bitirme kademesinde 33 MJ/kg'ın % 30 ilave ederek ( $33 \text{ MJ/kg} \times 0.30 = 10.8 \text{ MJ/kg}$ , bakım ve onarım için) toplam olarak **46.8 MJ/kg makina** olarak bulmuştur. **Türkiye için ise bu değer 35.216 MJ/kg** bulunmaktadır (Acaroğlu, 1998).

### 2.2. Mineral Gübre

Mineral gübreler için harcanan enerjinin tarım işletmelerinin enerji bilançosundaki rolü büyüktür. ISERMANN (1983) yıllık dünya tarımında kullanılan enerjinin % 40'nın mineral gübre üretimi ve mineral gübreyi tarlaya vermede harcadığını belirtmektedir.

#### 2.2.1. (N) Gübreler

Mineral gübreler içinde enerji kullanımının büyük bir çoğunluğu N mineral gübrelerinin üretiminde olmaktadır. N gübrelerin üretimi ve tarlaya verilmesinde harcanan enerji, toplam enerji tüketiminin % 29'u olarak tahmin edilmektedir (ISERMANN, 1983). N gübrelerin üretiminde Haber-Bosh yöntemi ile **amonyak** elde edilmektedir (MUDAHAR ve HIGNETT, 1987a). Bunun yanında sentez gaz üretimiyle yürütme yeni ve önemli bir gelişimdir. Günümüzde geçerli 2 proses söz konusudur;

1. Metanın (CH<sub>4</sub>) buharlaştırılması ( Metanın ve önemsiz miktarlarda Nafta, doğal gaz ve buna ilaveten az miktarda ağır yağ fraksiyonlarının oksidasyonu [nafta, ham yağ, ağır fuel oil, doğal gaz, asfaltit]). Kısmi oksidasyon ve buharreforming prosesi tam olarak VON NAGEL (1983) tarafından açıklanmıştır.
2. Diğer gelişim olan Amonyak sentezi ise, amonyak için özgül enerji gereksinmesini indirgemeyi yansıtmaktadır (Tablo 4).



**Tablo 4. Amonyak Sentezi için Enerji Gereksinimi**

<b>Proses</b>	<b>Enerji Gereksinimi (MJ/kg.NH<sub>3</sub>)</b>
Reformer basınç 5-10 bar	47 – 53
Reformer basınç 30-35 bar	33 – 42
Modern konsept (taslak)	27 – 28

BASF (1991) tarafından amonyak sentezi için genel değer yaklaşık 28 MJ/kg.NH<sub>3</sub> olarak bulunmuştur. Buna göre 34 MJ/kg.NH<sub>3</sub> (dönüştürme için) enerji gereksinimi söz konusudur. Kireç-potasyum azot için 30 MJ/kg.N değerine indirgenmektedir. Üre için enerji gereksinimi 34 MJ/kg.N değerinin üzerinde olmaktadır. Gübrenin tarım alanlarına taşınması, depolama ve atılması için gerekli enerji değeri 6,01 MJ/kg olarak hesaplanmıştır (VON OHEIMB, 1987). Gübrenin tarlaya atılması için 1,91 MJ/kg'lık bir yakıt enerjisi gereklidir. Yakıt direkt enerji olduğundan bu kısım çıkarılacak olursa N'lu gübrenin taşınması ve depolanması için ortalama enerji gereksinimi 4,10 MJ/kg olmaktadır. Net olarak imalat, taşıma ve depolama için kg N başına enerji tüketimi 45,97 MJ/kg olduğu belirtilmektedir (VON OHEIMB, 1987). Reinhardt (1983) Azotlu mineral gübrelerin üretimini 45 MJ/kg olarak vermektedir. Buna 4,10 MJ/kg eklenecek olursa enerji bilançolarında N gübre için 49,10 MJ/kg alınabilir.

#### **KAYNAKLAR**

Acaroğlu M., 1998. Biyokütle Enerjisi Üretimi ve Uygulamaları. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans\_Doktora Dersi. Konya