

## Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) Bölgesinin Tarımsal Biyokütle Potansiyeli

Nusret MUTLU<sup>1</sup>, Mustafa TOLAY<sup>2</sup>, Cengiz KARACA<sup>3</sup>, H. Hüseyin ÖZTÜRK<sup>4\*</sup>

<sup>1</sup>GAP Bölge Kalkınma İdaresi Başkanlığı, Karaköprü-Şanlıurfa

<sup>2</sup>TOLAY Energy, İstanbul

<sup>3</sup>Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Biyosistem Mühendisliği Bölümü,

<sup>4</sup>Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Makinaları ve Teknolojileri Mühendisliği Bölümü

\*Sorumlu yazar e-posta: hhozturk@cu.edu.tr

Geliş Tarihi (Received): 08.05.2019

Kabul Tarihi (Accepted): 19.08.2019

**Özet:** Bu çalışmada, Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) bölgesinin tarımsal biyokütle potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, GAP bölgesinde yer alan illerin; tarımsal biyokütle miktarları ve atık durumdaki biyokütle materyalden üretilebilecek enerji miktarları belirlenmiştir. GAP Bölgesinde buğday, arpa, mısır ve pamuk ürünlerinin enerji üretimi için kullanılabilir atıklarının yıllık toplam miktarı 5 572 419 ton, bu atıkların ısı değeri ise yaklaşık 34 milyon MWh olarak belirlenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** Güneydoğu Anadolu Projesi, Biyokütle potansiyeli

### Agricultural Biomass Potential of the Southeastern Anatolia Project (GAP) Region

**Abstract:** In this study, it was aimed to determine the agricultural biomass potential of the Southeastern Anatolia Project (GAP) region. For this purpose, quantities of agricultural biomass of the GAP provinces and quantities of energy that can be produced from the biomass material in the waste state have been determined. The total annual amount of wastes of wheat, barley, corn and cotton products in the GAP Region is 5 572 419 tons and the thermal value of these wastes is about 34 million MWh.

**Key words:** The Southeastern Anatolia Project, Biomass potential

### GİRİŞ

Güneydoğu Anadolu Projesi (GAP) dünyadaki örnekleriyle karşılaştırıldığında kapladığı coğrafi alan, fiziksel büyüklükleri ve hedefleri açısından önemli bir projedir. GAP, ülkemizin görece az gelişmiş bölgelerinden birisi olan Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ndeki Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinde uygulanmakta olan, çok sektörlü entegre bir bölgesel kalkınma projesidir. GAP Bölgesi (Şekil 1) toplam ülke yüzölçümünün % 9,7'sine karşılık gelen 75.358 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir. Entegre niteliğiyle proje, sadece barajlar, hidro-elektrik santralleri, sulama yapıları gibi fiziksel yatırımlarla sınırlı kalmayıp, bunların yanında ve birbiriyle eşgüdüm içinde tarımsal gelişme, sanayi, kentsel ve kırsal altyapı, haberleşme, eğitim, sağlık, kültür, turizm ve diğer sosyal hizmetler gibi sosyo-ekonomik sektörlerin geliştirilmesine yönelik yatırım ve

etkinlikleri de içermektedir. GAP giderek önem kazanan bölgelerarası eşitsizliklerin giderilmesini hedefleyen devletin genel politikası çerçevesinde kendi hedeflerini oluşturmuştur. GAP, az gelişmiş bölgelerdeki kalkınma potansiyelinin ortaya çıkarılmasının kendi başına ekonomik büyüme, toplumsal istikrar ve ihracatın teşviki gibi ulusal hedeflere katkıda bulunacağına ilişkin devlet politikası ile örtüşmektedir.

Proje tamamlandığında, yılda toplam 52,9 milyar metreküpten fazla su akıtan Fırat ve Dicle nehirleri üzerindeki tesislerle, Türkiye toplam su potansiyelinin %28,5'i kontrol altına alınacak, Çukurova'nın 4,5 katı olan 1,7 milyon hektarın üzerinde arazinin sulanması ve yaklaşık 7.500 megavatlık kurulu güç kapasitesiyle yılda 27 milyar kilovat/saat'lik hidroelektrik enerjisi üretilmesi sağlanacaktır. Planlanan toplam sulama alanı, Türkiye'de ekonomik olarak sulanabilir toplam

alanın % 20'sine ve toplam yıllık elektrik üretimi, Türkiye'de ekonomik olarak gerçekleştirilebilir elektrik enerjisi potansiyelinin % 22'sine eşdeğerdir.



Şekil 1. GAP bölgesi ve kapsadığı iller

GAP, tarımsal verimliliğin artırılması ve çiftçilik faaliyetlerinin çeşitlendirilmesi yoluyla kırsal bölgelerdeki gelir düzeyini yükseltmek, tarımsal sanayilere yeterli girdi sağlamak, istihdam olanaklarını artırarak kırsal nüfusun dışı göç etme eğilimini en aza indirmek, ihraç edilebilir ürünlerin üretilmesine katkıda bulunmaktadır. Bu çalışmada, GAP bölgesinin tarımsal biyokütle potansiyelinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla, GAP bölgesinde yer alan illerin; tarımsal biyokütle miktarları ve atık durumdaki biyokütle materyalden üretilebilecek enerji miktarları belirlenmiştir.

## MATERYAL VE YÖNTEM

### Tarımsal Biyokütle Miktarı ve Enerji Potansiyelinin Hesaplanması

Tarla atıklarının miktarı, ürün üretim miktarı ile atık ürün oranı olarak belirlenen ve Çizelge 1'de verilen oranlar çarpılarak hesaplanmıştır. Belirlenen atık miktarı ile atıkların enerji üretimi amacıyla kullanılabilirlik oranı çarpılarak, enerji üretimi amacıyla değerlendirilebilecek potansiyel aşağıdaki eşitlik ile belirlenmiştir (Karaca ve ark., 2016).

$$AM = \dot{U}M \times A\dot{U}O \times KO \quad (1)$$

Burada;

- $AM$  = atık miktarı (kg),  
 $\dot{U}M$  = üretim miktarı (kg),  
 $A\dot{U}O$  = atık/ürün oranı ( $kg_{atık}/kg_{ürün}$ ) ve  
 $KO$  = kullanılabilirlik oranıdır (%).

Atıklardan üretilebilecek enerji miktarı diğer bir deyişle atıkların enerji potansiyeli, atık miktarı ve atığın ısı değerine bağlı olarak eşitlik (2) ile hesaplanmıştır (Karaca ve ark., 2016). Çizelge 2'de bazı tarımsal biyokütlenin ısı değerleri ile kül içerikleri verilmiştir.

$$EP = AM \times ID \quad (2)$$

Burada;

- $EP$  = enerji potansiyeli (MJ),  
 $AM$  = atık miktarı (kg) ve  
 $ID$  = atık ısı değeridir (MJ/kg).

Çizelge 1. Tarla ürünleri atık ürün oranı ve kullanılabilirlik değerleri (Başçetinçelik ve ark., 2005a)

Ürünler	Atıklar	Atık ve Ürün Oranı ( $kg_{atık}/kg_{ürün}$ )	Kullanılabilirlik (%)
Buğday	Saman	0,98	15
Arpa	Saman	0,95	15
Çavdar	Saman	0,78	15
Yulaf	Saman	0,75	15
Mısır	Sap	2,10	60
	Sömek	0,64	60
Pamuk	Sap	1,50	60
	Çırcır atığı	0,30	80
Yer fıstığı	Kabuk	0,40	80

Çizelge 2. Bazı tarımsal materyallerin ısı değerleri ve kül içerikleri (Başçetinçelik ve ark., 2005a; 2005b)

Ürünler	Isıl değer (MJ/kg)	Kül içeriği (%)	Ürünler	Isıl değer (MJ/kg)	Kül içeriği (%)
Mısır koçanı	18,40	1,20	Yer fıstığı kabuğu	20,74	6,00
Ayçiçeği sapı	14,20	1,90	Arpa samanı	17,50	10,30
Zeytin çekirdeği	19,50	3,20	Pirinç samanı	16,70	15,50
Badem kabuğu	19,38	4,80	Tütün tozu	16,10	19,10
Pamuk sapı	18,20	5,35	Pirinç kabuğu	12,98	22,40

**ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA**

GAP Bölgesinde, 2009 yılında, buğday, arpa, mısır ve pamuk ürünlerinin kullanılabilir atıklarının yıllık toplam miktarı 5 572 419 ton olarak belirlenmiştir (Çizelge 3). Bu atıkların toplam ısı değeri 121 957 545 GJ (yaklaşık 34 milyon MWh) olarak belirlenmiştir. Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinin tarımsal atık

ve bu atıkların enerji potansiyelleri sırasıyla Çizelge 4-12'de verilmiştir. Adıyaman, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Kilis, Mardin, Siirt, Şanlıurfa ve Şırnak illerinin yıllık toplam kullanılabilir tarımsal atık miktarları sırasıyla, 511 214 ton, 197 078 ton, 897 415 ton, 229 523 ton, 20 256 ton, 869578 ton, 157 109 ton, 4 092 93 ton ve 167 546 ton olarak belirlenmiştir.

**Çizelge 3. GAP bölgesi ve illeri 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	4.465.739	1.385.830	6.304.658	3.152.329	16,5	52.013.432	4.448.291
Arpa	Sap	1.347.680	468.103	1.803.339	901.669	17,5	15.779.213	4.383.150
Mısır	Sap	964.918	108.790	2.400.004	1.680.003	17,2	28.896.046	8.026.744
	Sömek	964.918	108.790	617.548	432.283	16,5	7.132.674	1.981.314
Pamuk	Sap	940.067	208.822	1.027.350	821.880	17,4	14.300.708	3.972.451
	Çırcır atığı	940.067	208.822	282.020	225.616	17,0	3.835.473	1.065.418
Toplam					5.572.419		121.957.545	33.877.367

**Çizelge 4. Adıyaman ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	279.460	102.606	447.136	223.568	16,5	3.688.872	1.024.695
Arpa	Sap	158.563	54.284	221.988	110.994	17,5	1.942.397	539.559
Mısır	Sap	21.916	3.672	65.748	46.024	17,2	791.606	219.892
	Sömek	21.916	3.672	14.026	9.818	16,5	162.003	45.001
Pamuk	Sap	53.933	14.415	134.833	107.866	17,4	1.876.868	521.357
	Çırcır atığı	53.933	14.415	16.180	12.944	17	220.047	61.125
Toplam					511.214		8.681.793	2.411.628

**Çizelge 5. Batman ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	191.757	72.928	278.048	139.024	16,5	2.293.893	637.198
Arpa	Sap	24.607	9.738	34.450	17.225	17,5	301.436	83.733
Mısır	Sap	8.554	1.168	21.385	14.970	17,2	257.475	71.522
	Sömek	8.554	1.168	5.475	3.832	16,5	63.231	17.564
Pamuk	Sap	34.135	7.610	34.135	27.308	17,4	475.159	131.990
	Çırcır atığı	34.135	7.610	10.241	8.192	17	139.271	38.687
Toplam					197.078		3.530.465	980.693

**Çizelge 6. Diyarbakır ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	953.810	346.938	1.383.025	691.512	16,5	11.409.952	3.169.457
Arpa	Sap	129.791	49.699	181.707	90.854	17,5	1.589.940	441.653
Mısır	Sap	1.171	247	2.928	2.049	17,2	35.247	9.791
	Sömek	1.171	247	749	525	16,5	8.656	2.404
Pamuk	Sap	108.149	30.554	108.149	86.519	17,4	1.505.434	418.179
	Çırcır atığı	108.149	30.554	32.445	25.956	17	441.248	122.570
Toplam					897.415		14.990.477	4.164.055

**Çizelge 7. Gaziantep ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	236.553	76.412	236.553	118.277	16,5	1.951.562	542.105
Arpa	Sap	69.551	38.452	34.776	17.388	17,5	304.286	84.524
Mısır	Sap	44.873	2.993	89.746	62.822	17,2	1.080.542	300.153
	Sömek	44.873	2.993	28.719	20.103	16,5	331.701	92.140
Pamuk	Sap	5.942	1.512	11.884	9.507	17,4	165.425	45.952
	Çırcır atığı	5.942	1.512	1.783	1.426	17	24.243	6.734
Toplam					229.523		3.857.760	1.071.608

**Çizelge 8. Kilis ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	34.864	16.838	26.148	13.074	16,5	215.721	59.923
Arpa	Sap	16.819	8.644	8.410	4.205	17,5	73.583	20.440
Mısır	Sap	903	168	1.445	1.011	17,2	17.395	4.832
	Sömek	903	168	578	405	16,5	6.675	1.854
Pamuk	Sap	1.161	470	1.602	1.282	17,4	22.302	6.195
	Çırcır atığı	1.161	470	348	279	17	4.737	1.316
Toplam					20.256		340.414	94.560

**Çizelge 9. Mardin ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	353.201	126.938	512.141	256.071	16,5	4.225.167	1.173.667
Arpa	Sap	73.600	33.050	103.040	51.520	17,5	901.600	250.446
Mısır	Sap	232.725	26.812	581.813	407.269	17,2	7.005.023	1.945.855
	Sömek	232.725	26.812	148.944	104.261	16,5	1.720.303	477.866
Pamuk	Sap	93.101	23.156	93.101	74.481	17,4	1.295.966	359.993
	Çırcır atığı	93.101	23.156	27.930	22.344	17	379.852	105.515
Toplam					869.578		15.527.911	4.313.343

**Çizelge 10. Siirt ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	167.086	65.278	242.275	121.137	16,5	1.998.766	555.217
Arpa	Sap	22.593	9.390	31.630	15.815	17,5	276.764	76.880
Mısır	Sap	8.530	1.103	21.325	14.928	17,2	256.753	71.321
	Sömek	8.530	1.103	5.459	3.821	16,5	63.054	17.515
Pamuk	Sap	1.354	407	1.354	1.083	17,4	18.848	5.236
	Çırcır atığı	1.354	407	406	325	17	5.524	1.535
Toplam					157.109		2.619.709	727.703

**Çizelge 11. Şanlıurfa ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısı değeri (GJ)	Toplam ısı değeri (MWh)
Buğday	Sap	2.015.498	498.080	2.922.472	1.461.236	16,5	24.110.395	6.697.385
Arpa	Sap	823.754	249.806	1.153.256	576.628	17,5	10.090.987	2.803.074
Mısır	Sap	635.688	71.180	1.589.220	1.112.454	17,2	19.134.209	5.315.101
	Sömek	635.688	71.180	406.840	284.788	16,5	4.699.006	1.305.290
Pamuk	Sap	632.530	127.765	632.530	506.024	17,4	8.804.818	2.445.802
	Çırcır atığı	632.530	127.765	189.759	151.807	17	2.580.722	716.873
Toplam					4.092.937		69.420.136	19.283.525

**Çizelge 12. Şırnak ili 2009 yılı tarımsal atık potansiyeli**

Ürünler	Atık tipi	Üretim (ton)	Alan (ha)	Atık miktarı (ton)	Kullanılabilir atık (ton)	Isıl değeri (MJ/kg)	Toplam ısıl değer (GJ)	Toplam ısıl değer (MWh)
Buğday	Sap	233.510	79.812	256.861	128.431	16,5	2.119.103	588.645
Arpa	Sap	28.402	15.040	34.082	17.041	17,5	298.221	82.840
Mısır	Sap	10.558	1.447	26.395	18.477	17,2	317.796	88.277
	Sömek	10.558	1.447	6.757	4.730	16,5	78.045	21.679
Pamuk	Sap	9.762	2.933	9.762	7.810	17,4	135.887	37.747
	Çırcır atığı	9.762	2.933	2.929	2.343	17	39.829	11.064
Toplam					167.546		2.988.881	830.251

**SONUÇ**

Gelecek yıllarda dünyada fosil yakıt rezervlerinin azalacağı, özellikle kömür ve petrole dayalı üretimin çevre kirliliğine yol açması; büyük ölçekli barajların ve nükleer santrallerin kuruluş maliyetinin yüksek olması, çevre sorunlarına yol açması, hidrolik santrallerin yağış koşullarına bağımlı olması gibi nedenlerle elektrik üretiminin yeni ve yenilenebilir kaynaklara yönelmesi söz konusudur. Ülkemizde de elektrik üretiminde termik santrallerin yarattığı kirliliği önleyecek sistemlerin uygulanması ve yeni yenilenebilir kaynaklara dayalı üretim için çalışmalar başlatılmıştır.

Hızla artan enerji talebi başta petrol ve doğalgaz olmak üzere, enerji ithalatına bağımlılığı artırmakta, böylece milyarlarca dolar dış ülkelere ödenmektedir. Bununla birlikte, *Kyoto Protokolü*'ne imza atan ülkemiz, fosil kaynaklı enerji tüketiminin bir sonucu olarak çevresel birçok problemle karşılaşacağından, ithalat bağımlılığının azaltılmasındaki en rasyonel yol öncelikli olarak yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmasıdır.

**LİTERATÜR LİSTESİ**

- Başçetinçelik, A., H.H. Öztürk, C. Karaca, K. Ekinci and M. Kacıra 2005a. Agricultural Biomass Potential in Turkey. 9<sup>th</sup> International Congress on Mechanization and Energy in Agriculture & 27<sup>th</sup> International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture, İZMİR, TÜRKİYE, 27-29 Eylül 2005, pp.195-199.
- Başçetinçelik, A., H.H. Öztürk, C. Karaca, M. Kacıra and K. Ekinci 2005b. Regional Distribution of Agricultural Biomass Potential in Turkey. 9<sup>th</sup> International Congress

Tarımsal atıkların, hem dünyada hem de ülkemizde, enerji kaynağı olarak katı yakıt formunda değerlendirilmesi büyük önem kazanmaktadır. Tarımsal atıklardan enerji üretmek için en kolay ve etkin yöntemlerden birisi, bu atıkları katı yakıt olarak kullanmaktır. Bununla birlikte, bitkisel atıkların katı yakıt olarak kullanımında karşılaşılan en önemli sorun, bitkisel atıkların yoğunluklarının düşük ve nem içeriklerinin yüksek olmasıdır. Bununla birlikte, Türkiye'de biyokütle enerjisi kullanımının önündeki mali ve teknik engeller, politika ve piyasa araçlarının yetersizliği gibi nedenlerle, biyokütle ve katı atıkla işlenen enerji tesislerine özel sektör henüz yeterli düzeyde ilgi duymamaktadır. Tarımsal üretim sonucunda arta kalan bitkisel atıkların herhangi bir şekilde değerlendirilmeyip yok edilmesi ciddi anlamda çevre kirliliğini beraberinde getirmekte ve ekonomik bir kayıp oluşturmaktadır.

- on Mechanization and Energy in Agriculture & 27<sup>th</sup> International Conference of CIGR Section IV: The Efficient Use of Electricity and Renewable Energy Sources in Agriculture, İZMİR, TÜRKİYE, 27-29 Eylül 2005, pp.365-369.
- Karaca, C., H.H. Öztürk, K. Ekinci, 2016. Aydın İlinde Bitkisel Kökenli Tarımsal Biyokütle Potansiyeli ve Enerji Üretimi Amacıyla Değerlendirilmesi. 2. Ulusal Biyotakıtlar Sempozyumu. 27-30 Eylül 2016. Samsun. Bildiriler Kitabı: 47-56. ISBN: 978-605-9175-58-6.