

ID: 387

Energy equivalent potential of olive (*Olea europaea* L.), which forms a raw material for agricultural biomass energy

Yazgan Tunc¹

¹Ministry of Agriculture and Forestry, General Directorate of Agricultural Research and Policies, Hatay Olive Research Institute Directorate, Hassa Station, 31700, Hassa, Hatay, Türkiye

Abstract

The sustainability of energy sources has been among the world's most important issues from past to present. Existing fossil energy sources are limited and cause significant environmental damage. Consequently, interest in renewable energy sources continues to increase. Biomass energy is one of the primary sources used to provide energy sustainably without harming the environment. Biomass is obtained from various sources such as specially cultivated plants, algae, grasses, agricultural residues, forest products, industrial waste, and animal manure. This study aims to determine the olive biomass energy potentials in Türkiye between the years 2014 and 2023. For this purpose, separate calculations were made for Türkiye in general and for the regions and compared with each other. The average dry biomass energy values were found to be as follows: Aegean Region (5.137,10 TEP; 59,75 MW), Marmara Region (1.881,59 TEP; 21,88 MW), Mediterranean Region (1.666,63 TEP; 19,38 MW), Southeastern Anatolia Region (948,30 TEP; 11,03 MW), Central Anatolia Region (29,05 TEP; 0,34 MW), and Black Sea Region (3,19 TEP; 0,04 MW). It was determined that the Aegean (53.15%), Marmara (19.48%), and Mediterranean (17.23%) regions have a significant share in Türkiye's average olive-based agricultural biomass energy equivalent of 9.665,86 TEP; 117,42 MW.

Key Words: Heating value, Amount of agricultural land, Agricultural dry biomass, Renewable energy, Olive

Tarımsal biyokütle enerjisine hammadde oluşturan zeytinin (*Olea europaea* L.) enerji eşdeğer potansiyeli

Özet

Enerji kaynaklarının sürdürülebilirliği, geçmişten günümüze kadar dünyanın en önemli meseleleri arasında yer almıştır. Mevcut fosil enerji kaynakları sınırlıdır ve çevreye ciddi ölçüde zararları vardır. Bundan dolayı yenilenebilir enerji kaynaklarına olan ilgi artarak devam etmektedir. Enerjinin çevreye zarar vermeden sürdürülebilir bir şekilde sağlanabilmesi için başvurulacak kaynakların başında biyokütle enerjisi bulunmaktadır. Biyokütle, özel olarak yetiştirilen bitkiler, yosunlar, otlar, algler, tarımsal atıklar, orman ürünleri, sanayi atıkları ve hayvan gübreleri gibi çeşitli kaynaklardan elde edilmektedir. Bu çalışmada, Türkiye'nin 2014-2023 yılları arasındaki zeytin biyokütle enerji potansiyellerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Türkiye geneli ve bölgeler için ayrı ayrı hesaplamalar yapılmış ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Ortalama kuru biyokütle enerji değerleri sırasıyla, Ege Bölgesi (5.137,10 TEP; 59,75 MW), Marmara Bölgesi (1.881,59 TEP; 21,88 MW), Akdeniz Bölgesi (1.666,63 TEP; 19,38 MW), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (948,30 TEP; 11,03 MW), İç Anadolu Bölgesi (29,05 TEP; 0,34 MW) ve Karadeniz Bölgesinde (3,19 TEP; 0,04 MW) tespit edilmiştir. Türkiye'nin ortalama 9.665,86 TEP; 117,42 MW'lık zeytine dayalı tarımsal biyokütle enerji eşdeğerinde Ege (%53.15), Marmara (%19.48) ve Akdeniz (%17.23) Bölgeleri'nin önemli bir paya sahip olduğu saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Isıl değer, Tarımsal alan miktarı, Tarımsal kuru biyokütle, Yenilenebilir enerji, Zeytin

Giriş

İnsanlık için enerji, olmazsa olmaz bir gereksinimdir. Dünya nüfusunun artması ve teknolojinin ilerlemesiyle birlikte yaşam standartlarının yükselmesi, enerji ihtiyacını günbegün artırmaktadır (Kuş vd., 2016). Birincil enerji kaynaklarının rezervler olarak sınırlı olması, enerji ihtiyacının sürekli ve hızlı bir şekilde artması, çevre koruma bilincinin gelişmesi, yakıt fiyatlarındaki artış, nüfus artışı, endüstrileşme, iklim değişikliği sorunu, hava kirliliği, asit yağmurları, mevcut yakıtların çevre üzerindeki olumsuz etkileri insanları farklı yeni kaynaklar bulmaya zorlamış, yenilenebilir enerji kaynaklarının yeni enerji teknolojileri kapsamında kullanılmasını zorunlu hale getirmiştir (Demir vd., 2017).



Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı (IRENA) tarafından belirtildiği üzere, yenilenebilir enerji; sürdürülebilir bir şekilde yenilenebilir kaynaklardan elde edilen her türlü enerjiyi içerir. Bunlardan birisi de biyokütle enerjisidir (Anonim, 2024).

Doğal maddelerin ana bileşenleri karbonhidrat bileşikleridir. Bunlar hayvansal ve bitkisel kökenlidir. Bu doğal maddeler biyokütle enerjisi olarak adlandırılır; elde edilen enerji ise biyokütle enerjisi olarak tanımlanır (Öztürk Tophanecioğlu, 2009). Biyokütle oluşumunun ilk adımı fotosentezdir. Güneş ışınları, yeşil bitkilerin klorofilleri tarafından emilir ve bitkiler için karbonhidrat (CH₂O) oluşturmada su ve karbondioksit kullanılır; bu süreçte bitkilerin biyokütle kaynağı sürekli olarak yenilenir ve gelişir (Yeşilkaya, 2017).

Çeşitli ülkeler kendi ekolojik koşullarına uygun, ekonomik tarımsal ürünlerden alternatif enerji kaynakları elde etmek için çaba sarf etmektedirler. Türkiye de bu potansiyele, coğrafi konuma, ekolojik yapıya ve yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin bir şekilde kullanabilme imkanlarına sahip olan ülkeler arasındadır (Demir vd., 2017). Biyokütlenin yenilenebilir niteliği, iklim ve çevre korumasına katkısı, ısı ve elektrik üretimi ile akaryakıt olarak kullanılabilmesi, onu stratejik bir enerji kaynağı olarak değerli kılar (Ünal ve Alibaş, 2002). Bu kapsamda hububat, mısır, şekerpancarı, patates, yağlı tohum bitkileri ve zeytincilik atıkları önemli biyokütle hammaddeleridir (Topal ve Arslan, 2008). 2022 yılı zeytincilik verilerine göre dünyada 2.976.000 ton üretim ile Türkiye ikinci sırada yer almaktadır (FAOSTAT, 2024). Ayrıca 2023 yılı verilerine göre Türkiye’de 903.061 ha alanda zeytin yetiştiriciliği yapılmaktadır (TÜİK, 2024). Bu nedenle, zeytin budama artıkları ve çekirdek biyokütlesi oldukça önemli miktarda bulunmaktadır.

Bu çalışmada, Türkiye’de tarımsal faaliyetler sonucunda açığa çıkan ve biyokütle enerjisine hammadde oluşturan zeytinin enerji eşdeğer potansiyeli bölgeler bazlı belirlenerek, Türkiye için elde edilen veri setleriyle karşılaştırılmıştır.

Materyal ve Yöntem

Tarımsal biyokütle enerjisine hammadde oluşturan zeytinin enerji eşdeğer potansiyeli bölgeler bazında belirlenmiş olup, Türkiye geneli verileri ile oransal olarak karşılaştırmalarının ortaya konması amacıyla gerçekleştirilen bu çalışma kapsamında, Türkiye İstatistik Kurumunun (TÜİK) son on yıllık (2014-2023) zeytin üretim miktarları ve dikim alanı verilerinden faydalanılmıştır (TÜİK, 2024). Üretimin yapıldığı alanlar (A) hektar olarak belirlenmiştir. Her bir bölge için ortalama kuru biyokütle miktarları ve ortalama biyokütle enerji potansiyelleri hesap edilmiştir. Hesaplamalar Kurt ve Nacar Koçer (2010)’e göre yapılmıştır; bir hektar tarladan yılda ortalama olarak 25-30 ton kuru biyokütle elde edildiği ve kuru biyokütlenin ısı değeri 3800-4300 kcal/kg arasında değiştiği dikkate alınmıştır. 1 kcal değeri 10⁻⁷ TEP (Ton Eşdeğer Petrol); 1 TEP 0,01163 MW (Megawatt) olarak değerlendirilmiştir. Buna göre her bir yılda üretilebilecek ortalama kuru biyokütle miktarı (OKBM), ortalama kuru biyokütle ısı değeri (OKBID) ve ortalama kuru biyokütle enerji değeri (OKBED) belirlenmesinde Eşitlik 1; 2; 3; 4’de verilen formüller aracılığıyla hesaplanmıştır (Topal ve Arslan Topal, 2012).

$$OKBM = ((25+30)/2) \times A \quad (1)$$

$$OKBID = OKBM \times ((3800+4300)/2) \quad (2)$$

$$OKBED_{(TEP)} = OKBID \times 1.10^{-7} \quad (3)$$

$$OKBED_{(MW)} = OKBED_{(TEP)} \times 0,01163 \quad (4)$$

Ayrıca bölgelere göre zeytinden elde edilen ortalama kuru biyokütle enerji değerinin oransal dağılımının (OD) hesaplanmasında Eşitlik 5’de verilen formül kullanılmıştır (Topal ve Arslan Topal, 2012). Örneğin 2020 yılında Akdeniz Bölgesi’nin OKBED_(MW)’nin oransal dağılımı şu şekilde hesaplanmıştır (Eşitlik 5);

$$2020 \text{ yılı Akdeniz Bölgesi'nin OD (\%)} = \frac{2020 \text{ yılı Akdeniz Bölgesinin OKBED}_{(MW)}}{2020 \text{ yılı Türkiye'nin toplam OKBED}_{(MW)}} \times 100 \quad (5)$$

Bulgular ve Tartışma

Akdeniz Bölgesi (AB), Ege Bölgesi (EB), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (GAB), İç Anadolu Bölgesi (İAB), Karadeniz Bölgesi (KB) ve Marmara Bölgesi (MB)’ne ait on yıllık (2014-2023) zeytin dikili alan miktarı Tablo 1’de detaylı olarak verilmiştir (TÜİK, 2024). TÜİK (2024) verilerine göre Doğu Anadolu Bölgesi (DAB)’nde son on yılda zeytin dikili alan bulunmamaktadır. Bundan dolayı çalışma altı bölge üzerinden gerçekleştirilmiştir. Verilere göre son on yılda zeytin yetiştiriciliği önemli derecede artmıştır. Türkiye genelinde zeytin dikili alan 826.091,5 ha’dan 903.061,1 ha’a yükselmiştir. En büyük zeytin dikili alan ortalama 461.243,43 ha ile Ege Bölgesi’nde bulunurken, en küçük alan 286,53 ha ile Karadeniz Bölgesi’nde bulunmaktadır.



Tablo 1. Bölgelere göre zeytin yetiştiriciliği yapılan alanların yıllara göre dağılımı (ha)

Yıllar/Bölgeler	AB	EB	GAB	İAB	KB	MB	TÜRKİYE
2014	137.427,8	441.488,8	79.224,8	2.239,4	297,1	165.413,6	826.091,5
2015	139.545,0	449.107,0	80.381,1	2.262,6	280,4	165.358,5	836.934,6
2016	141.297,7	455.537,8	80.902,0	2.276,3	278,4	165.249,8	845.542,0
2017	141.094,0	453.115,0	81.547,7	2.304,0	274,2	167.727,0	846.061,9
2018	148.566,2	459.516,4	84.193,6	2.362,6	274,9	169.514,6	864.428,3
2019	155.201,4	464.664,6	86.226,4	2.453,1	275,0	170.355,7	879.176,5
2020	157.427,5	467.768,9	88.264,2	2.479,3	263,9	170.872,9	887.076,8
2021	158.024,9	468.413,9	89.223,6	2.608,8	283,0	170.613,4	889.167,7
2022	158.609,4	476.179,6	90.446,9	3.540,7	318,6	172.030,3	901.126,1
2023	159.223,5	476.642,3	91.034,1	3.558,9	319,8	172.281,9	903.061,1
<i>Ortalama</i>	<i>149.641,74</i>	<i>461.243,43</i>	<i>85.144,44</i>	<i>2.608,57</i>	<i>286,53</i>	<i>168.941,77</i>	<i>867.866,65</i>

Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle miktarı hesaplandığında Türkiye’de 2014 yılında toplam 22.717.516,25 ton, 2023 yılında ise 24.834.163,75 ton ortalama kuru biyokütle miktarı olduğu tespit edilmiştir. Zeytin atık ve artıklarının son on yılda %9.32 oranında arttığı saptanmıştır. Söz konusu miktara en fazla katkıyı 12.684.194,33 ton ile Ege Bölgesi sağlamıştır. Karadeniz Bölgesi ise 7.879,58 ton ile en az katkıyı sağlayan bölge olmuştur (Tablo 2).

Tablo 2. Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle miktarı (ton)

Yıllar/Bölgeler	AB	EB	GAB	İAB	KB	MB	TÜRKİYE
2014	3.779.264,5	12.140.942,0	2.178.682,0	61.583,5	8.170,3	4.548.874,0	22.717.516,3
2015	3.837.487,5	12.350.442,5	2.210.480,3	62.221,5	7.711,0	4.547.358,8	23.015.701,5
2016	3.885.686,8	12.527.289,5	2.224.805,0	62.598,3	7.656,0	4.544.369,5	23.252.405,0
2017	3.880.085,0	12.460.662,5	2.242.561,8	63.360,0	7.540,5	4.612.492,5	23.266.702,3
2018	4.085.570,5	12.636.701,0	2.315.324,0	64.971,5	7.559,8	4.661.651,5	23.771.778,3
2019	4.268.038,5	12.778.276,5	2.371.226,0	67.460,3	7.562,5	4.684.781,8	24.177.345,5
2020	4.329.256,3	12.863.644,8	2.427.265,5	68.180,8	7.257,3	4.699.004,8	24.394.609,3
2021	4.345.684,8	12.881.382,3	2.453.649,0	71.742,0	7.782,5	4.691.868,5	24.452.109,0
2022	4.361.758,5	13.094.939,0	2.487.289,8	97.369,3	8.761,5	4.730.833,3	24.780.951,3
2023	4.378.646,3	13.107.663,3	2.503.437,8	97.869,8	8.794,5	4.737.752,3	24.834.163,8
<i>Ortalama</i>	<i>4.115.147,9</i>	<i>12.684.194,3</i>	<i>2.341.472,1</i>	<i>71.735,7</i>	<i>7.879,6</i>	<i>4.645.898,7</i>	<i>23.866.328,2</i>

Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle ısı değeri hesaplandığında Türkiye’de 2014 yılında toplam 92.005.940.813 kcal/kg, 2023 yılında ise 100.578.363.188 kcal/kg ortalama kuru biyokütle ısı değeri olduğu belirlenmiştir. Ortalama kuru biyokütle ısı değeri miktarına en fazla katkıyı 51.370.987.016 kcal/kg ile Ege Bölgesi sağlarken, Karadeniz Bölgesi ise 31.912.279 kcal/kg ile en az katkıyı sağlamıştır (Tablo 3).

Tablo 3. Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle ısı değeri (kcal/kg)

Y/B	AB	EB	GAB	İAB	KB	MB	TÜRKİYE
2014	15.306.021.225	49.170.815.100	8.823.662.100	249.413.175	33.089.513	18.422.939.700	92.005.940.813
2015	15.541.824.375	50.019.292.125	8.952.445.013	251.997.075	31.229.550	18.416.802.938	93.213.591.075
2016	15.737.031.338	50.735.522.475	9.010.460.250	253.522.912	31.006.800	18.404.696.475	94.172.240.250
2017	15.714.344.250	50.465.683.125	9.082.375.088	256.608.000	30.539.025	18.680.594.625	94.230.144.113
2018	16.546.560.525	51.178.639.050	9.377.062.200	263.134.575	30.616.988	18.879.688.575	96.275.701.913
2019	17.285.555.925	51.752.019.825	9.603.465.300	273.214.013	30.628.125	18.973.366.088	97.918.249.275
2020	17.533.487.813	52.097.761.238	9.830.425.275	276.132.038	29.391.863	19.030.969.238	98.798.167.463
2021	17.600.023.238	52.169.598.113	9.937.278.450	290.555.100	31.519.125	19.002.067.425	99.031.041.450
2022	17.665.121.925	53.034.502.950	10.073.523.488	394.345.463	35.484.075	19.159.874.663	100.362.852.563
2023	17.733.517.313	53.086.036.163	10.138.922.888	396.372.488	35.617.725	19.187.896.613	100.578.363.188
<i>Ortalama</i>	<i>16.666.348.793</i>	<i>51.370.987.016</i>	<i>9.482.962.005</i>	<i>290.529.484</i>	<i>31.912.279</i>	<i>18.815.889.634</i>	<i>96.658.629.210</i>

Y/B: Yıllar/Bölgeler

Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değeri hesaplandığında ise, Türkiye’de 2014 yılında toplam 9.200,59 TEP, 2023 yılında ise 10.057,83 TEP ortalama kuru biyokütle enerji değeri olduğu tespit edilmiştir. Ortalama kuru biyokütle enerji değeri miktarına en fazla katkıyı 5.137,10 TEP ile Ege Bölgesi sağlarken, Karadeniz Bölgesi ise 3,19 TEP ile en az katkıyı sağlamıştır (Tablo 4).



Tablo 4. Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değeri (TEP)

Yıllar/Bölgeler	AB	EB	GAB	İAB	KB	MB	TÜRKİYE
2014	1.530,60	4.917,08	882,37	24,94	3,31	1.842,29	9.200,59
2015	1.554,18	5.001,93	895,24	25,20	3,12	1.841,68	9.321,35
2016	1.573,70	5.073,55	901,05	25,35	3,10	1.840,47	9.417,22
2017	1.571,43	5.046,57	908,24	25,66	3,05	1.868,06	9.423,01
2018	1.654,66	5.117,86	937,71	26,31	3,06	1.887,97	9.627,57
2019	1.728,56	5.175,20	960,35	27,32	3,06	1.897,34	9.791,83
2020	1.753,35	5.209,78	983,04	27,61	2,94	1.903,10	9.879,82
2021	1.760,00	5.216,96	993,73	29,06	3,15	1.900,21	9.903,11
2022	1.766,51	5.303,45	1.007,35	39,43	3,55	1.915,99	10.036,28
2023	1.773,35	5.308,60	1.013,89	39,64	3,56	1.918,79	10.057,83
Ortalama	1.666,63	5.137,10	948,30	29,05	3,19	1.881,59	9.665,86

Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değeri ele alındığında Türkiye’de 2014 yılında toplam 107,01 MW, 2023 yılında ise 116,97 MW ortalama kuru biyokütle enerji değeri olduğu saptanmıştır. Ortalama kuru biyokütle enerji değeri miktarına en fazla katkısı her zamanki gibi 59,75 MW ile Ege Bölgesi sağlarken, Karadeniz Bölgesi 0,04 MW ile en az katkısı sağlamıştır (Tablo 5).

Tablo 5. Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değerini (MW)

Yıllar/Bölgeler	AB	EB	GAB	İAB	KB	MB	TÜRKİYE
2014	17,80	57,19	10,26	0,29	0,04	21,43	107,01
2015	18,08	58,17	10,41	0,29	0,04	21,42	108,41
2016	18,30	59,01	10,48	0,29	0,04	21,40	109,52
2017	18,28	58,69	10,56	0,30	0,04	21,73	109,60
2018	19,24	59,52	10,91	0,31	0,04	21,96	111,98
2019	20,10	60,19	11,17	0,32	0,04	22,07	113,89
2020	20,39	60,59	11,43	0,32	0,03	22,13	114,89
2021	20,47	60,67	11,56	0,34	0,04	22,10	115,18
2022	20,54	61,68	11,72	0,46	0,04	22,28	116,72
2023	20,62	61,74	11,79	0,46	0,04	22,32	116,97
Ortalama	19,38	59,75	11,03	0,34	0,04	21,88	112,42

Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değerinin oransal dağılımı değerlendirildiğinde Türkiye’de (T) en fazla katkısı %53.15 ile Ege Bölgesi sağlarken, Karadeniz Bölgesi ise %0.04 ile en az katkısı sağlamıştır (Tablo 6). Bölgeler yaptıkları katkılara göre büyükten küçüğe doğru, Ege Bölgesi (%53.16), Marmara Bölgesi (%19.48), Akdeniz Bölgesi (%17.23), Güneydoğu Anadolu Bölgesi (%9.81), İç Anadolu Bölgesi (%0.30) ve Karadeniz Bölgesi (%0.04) şeklinde sıralanmaktadır.

Tablo 6. Bölgelere göre zeytinden elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değerinin oransal dağılımı (%)

Yıllar/Bölgeler	AB/T	EB/T	GAB/T	İAB/T	KB/T	MB/T
2014	16,63	53,44	9,59	0,27	0,04	20,03
2015	16,68	53,66	9,60	0,27	0,04	19,76
2016	16,71	53,88	9,57	0,26	0,04	19,54
2017	16,68	53,55	9,64	0,27	0,04	19,83
2018	17,18	53,15	9,74	0,28	0,04	19,61
2019	17,65	52,85	9,81	0,28	0,04	19,38
2020	17,75	52,74	9,95	0,28	0,03	19,26
2021	17,77	52,67	10,04	0,30	0,03	19,19
2022	17,60	52,84	10,04	0,39	0,03	19,09
2023	17,63	52,78	10,08	0,39	0,03	19,08
Ortalama	17,23	53,16	9,81	0,30	0,04	19,48

Baklagiller, endüstriyel bitkiler, tahıllar, yem bitkileri, yağlı tohumlar, yumru bitkiler (Topal ve Arslan Topal, 2012); çeltik (Akçay, 2014); meyveler, sebzeler, tahıllar, yağlı tohumlar, kuru baklagiller (Demir vd., 2015); tarla bitkileri, sebzeler, meyveler, yem bitkileri (Kuş vd., 2016); ceviz (Demir vd., 2017); buğday, arpa, mısır, ayçiçeği, pamuk, şekerpancarı (Polat, 2021) konuları üzerinde araştırmacılar tarafından benzer çalışmalar yapılmıştır. Araştırmacıların bulguları ile bulgularımız bir arada değerlendirildiğinde veri setlerimiz benzerlik göstermemektedir. Bunun sebebi bitki tür ve çeşitlerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır.



Sonuç ve Öneriler

Türkiye için elde edilen bulgular kapsamında, zeytin atık ve artıklarından elde edilebilecek ortalama kuru biyokütle enerji değeri 9665,86 TEP veya 112,42 MW'ye denk gelmektedir. Bu potansiyelin yarıdan fazlası (%53.15) Ege Bölgesi'nden, geri kalanı (%46.85) ise diğer bölgelerden elde edilmektedir. Türkiye, enerji alanında önemli ölçüde dışa bağımlıdır. Ülkemizin enerji konusundaki dışa bağımlılığını minimuma indirmek ve sürdürülebilir bir kalkınma modeli sağlamak için biyokütle enerjisi başta olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarına geçilip bu kaynaklar aktif olarak kullanılmalı, yenilenebilir enerjinin gelişimi hakkında politikalar geliştirilip, uygulanmalıdır. Gerek ülke genelinde gerek bölgesel bazda gerekse de iller bazında biyokütle enerjisinden optimum seviyede faydalanabilmek için geleneksel kullanımın haricinde modern sistemlerin kullanıldığı ve biyoenerji dönüşümünün sağlandığı tesislerin kurulumu için fizibilite çalışmalarının yapılması zaruri hale gelmiştir. Türkiye, iklim koşulları, güneşlenme, su kaynakları, alan kullanılabilirliği, coğrafi yapısı itibarı ile tarım ülkesi olmasından dolayı tarımsal biyokütle enerjisine hammadde oluşturacak farklı ürünlerin yetiştirilmesi potansiyeline sahiptir. Bu zengin potansiyelin varlığı ile bölgesel kalkınmaya buna bağlı olarak istihdama yapacağı katkı düşünüldüğünde bu konunun ele alınması önem arz etmektedir.

Kaynaklar

- Akçay, T. (2014). Trakya bölgesinde çeltik sapının biyokütle potansiyeli ve enerji değerlerinin saptanması (Yayın No. 364266) [Master's thesis, Namık Kemal Üniversitesi].
- Anonim. (2024). Uluslararası Yenilenebilir Enerji Ajansı'nın (IRENA) Statüsü. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/About-IRENA/Statute/IRENA_Statute_in_Turkish.pdf?la=en&hash=A06B83D7BF03AB4EC141F585F8882BFAB0216FEA. Erişim Tarihi: 24.05.2024.
- Demir, B., Kuş, Z. A., İrik, H. A., & Çetin, N. (2015). Mersin ili tarımsal biyokütle enerji eşdeğer potansiyeli. *Alinteri Journal of Agriculture Science*, 29(2), 12-18.
- Demir, B., Yaman, M., & Çetin, N. (2017). Tarımsal Biyokütle Enerjisine Hammadde Oluşturan Cevizin (*Juglans Regia* L.) Enerji Eşdeğeri. *Bahçe*, 46, 83-87.
- FAOSTAT. (2024). Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. <https://www.fao.org/faostat/en/>. Erişim Tarihi: 24.05.2024.
- Kurt, G., & Koçer, N. N. (2010). Malatya ilinin biyokütle potansiyeli ve enerji üretimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Fen Bilimleri Dergisi*, 26(3), 240-247.
- Kuş, E., Yıldırım, Y., Çokgez Kuş, A., & Demir, B. (2016). Iğdır ili tarımsal biyokütle potansiyeli ve enerji eşdeğeri. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 6(1), 65-73.
- Öztürk Tophancioğlu S, 2009. Tarımsal Atıklardan hızlı piroliz yöntemiyle sentetik sıvı yakıt eldesinde piroliz parametrelerinin etkisi (Yayın No. 246878) [Master's thesis, Anadolu Üniversitesi Üniversitesi].
- Polat, M. (2020). Türkiye'nin tarımsal atık biyokütle enerji potansiyelindeki değişim. *Toprak Su Dergisi, Özel Sayı*, 19-24. <https://doi.org/10.21657/topraksu.692275>.
- Topal, M., Arslan, E. I. (2008). Biyokütle Enerjisi ve Türkiye, VII. Ulusal Temiz Enerji Sempozyumu (UTES 2008), 17-19 Aralık 2008, İstanbul.
- Topal, M., & Topal, E. İ. A. (2012). Ürün bitkilerinden yenilenebilir enerji kaynağı biyokütle enerjisi potansiyelinin belirlenmesi: Afyonkarahisar ili örneği (2006-2010) (025401)(1-11). *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 12(2), 1-11.
- TÜİK, 2024. Türkiye İstatistik Kurumu. <https://www.tuik.gov.tr/>. Erişim Tarihi: 24.05.2024.
- Ünal, H., & Alibaş, K. (2002). Biyokütle enerji kaynağı olarak ayçiçeği sapının yakılması ve baca gazı emisyonlarının belirlenmesi. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(2), 113-128.
- Yeşilkaya B, 2017. Niğde ilinde tarla bitkileri üretiminden kaynaklanan biyokütle enerji potansiyelinin belirlenmesi (Yayın Nı. 474234) [Master's thesis, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi].

