

Bir Elimizde Fosil Yakıt, Bir Elimizde Ayna, Umurumuzda mı Dünya veya *Biyokütle ile Enerjisi?*

Prof. Dr. Ergin Duygu

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü

Sürdürülebilir Kalkınma için Enerji Güvenliği, Çevre Kirliliği, Küresel İklim Değişikliği ve Kuraklaşma ile Erozyon ve Çölleşme Kısırdöngüsü ile Yaban Hayatı ve Biyoçeşitliliğin Korunması, Kırsal Kalkınma ve İstihdam konuları bizi ilgilendiriyor mu?

Bu konularda BM, DB, GEF, WEC, IEA, AB ve Aday ülkeler, ABD, Kanada ve Avusturalya, Kırgızistan, Kore, Çin, Hindistan ve diğer birçok Asya ülkesi Brezilya ile diğer G. Amerika ve Karayipler ülkeleri Güney Afrika ülkeleri Neleri, Niçin araştırıyor, planlıyor ve uyguluyor?

Tüm bu konularda TC'ne yapıyor?

Gündelik dilimize yerleşen ama değerlendirmeler, tartışmalar dışındaki etkinliği eksi veya artı büyüme hızına sahip ulusal plan ve stratejilerimize yansımayan, küresel ve ulusal sorunların çözümü konusundaki uluslararası çabalar ve araçları ile yararları konularını ne kadar izleyebiliyoruz?

Ön tarama sürecine girmiş 12 aday ülkeden biri olarak AVRUPA BİRLİĞİ'nin Sürdürülebilir Kalkınma - İklim Değişikliği - Enerji - Çevre kirliliği - Erozyon - Çölleşme - Kırsal Kalkınma ile ilgili araştırma, plan ve uygulamaları ile TC'ne yansımaları neler ve bu bağlamda rakip 11 ADAY ÜLKE neler yapıyor?

"Türkiye Çöl Olmasın", "Erozyonu Önleyelim" sloganlarını benimsedik ama TC'nin 1998 yılından bu yana tarafı olduğu BM Çölleşme İle Mücadele Sözleşmesi, GEF tarafından desteklenen Biyoçeşitliliğin Korunması Projesi çerçevesinde bilimsel ve teknik yöntemlerin yurdumuzdaki uygulamaları, tüm bu yerel ve küresel sorunlar, elde edilen sonuçları değerlendirebiliyor muyuz?

Kırsal işsizlik ve fakirleşme, kentlere göç, kendini besleyemeyen ülke olma sorunları, nedenleri tartışılıyor ama çözüm alternatifleri konusunda ne kadar bilgimiz var?

Kullandığımız ithal enerji kaynaklarının fiyatları ve emisyonları dışında kalan özellikleri nelerdir, hangi oranda ikame edebilir ve yerli potansiyelimizi değerlendirebiliriz?

Bu konular ABD başta olmak üzere petrol ve doğalgaz zengini ülkeler dışında her yerde politik, bilimsel ve teknik platformlarda tartışılır, etkin çözümler aranır, geliştirilir ve uygulanırken Türkiye'de niçin gündemde değil?

Örnek: Sayfa başlarında anahtar sözcüklerle ilgili olarak bulunan web site sayısını veren Google gibi bir arama motoru ile "renewable energy", "biomass energy" ve ilk sırada çıkan web sitesi olan ABD Enerji Bakanlığı içinde bu konularla ilgili site taraması konunun günümüzdeki önem ve kapsamı hakkında fikir vermeye yeterli.

Endüstrileşmeyle Büyüyen Küresel Sorunlar Yumağı

OPEC örgütlenmesiyle petrolde %70-100 fiyatlanma, İran İslam Cumhuriyeti'yle sorunlar sonucu doğal gaz ve kömürün yılda %20 değerlenmesi, ABD Three Miles Adası'nda Çin Sendromu ve Çernobil Kazalarından sonra Körfez krizi gelişmişlerin enerji planlarını değiştiren olaylardır. Kirleticiliği nedeniyle yaygın yataklardan elde edilen kömürün tahtını kaptırdığı petrolün üretici tekelleşmesine açık, temin sürekliliğiyle fiyat istikrarı şüpheli kaynak oluşu, nükleer atık sorununa karşın büyük ümitler bağlanan nükleer santrallerin Kanada'da %30 oranında, ABD'de beşinin güvenlik nedeniyle kapatılması ve kalanların işletme ve yatırım maliyetinin güvenlik önlemleri nedeniyle ortalama 4 kat yükselmesi popülaritesini düşürmüştür. 1980'li yıllara kadar ortalama 1.100 MW'lık 131 yeni santral siparişinin iptali ve 1980 sonrası da 63 santral siparişinin iptali ve yeni siparişlerin büyük ölçüde durması enerji konusunda yeni arayışların gündeme getirilmesine önemli katkıda bulunmuştur. TC'nin nükleer santrale talip olduğu dönemde de güvenlik sorunu hala tam çözülebilmemiş değildir ve 16 Mayıs 2001 günü ABD Enerji Bakanlığı ile Güney Kore Bilim ve Teknoloji Bakanlığı arasında kırsal bölgelerin enerji gereksinimi için modüler ve güvenliği tam küçük kapasiteli nükleer santral teknolojisi için işbirliği anlaşması imzalamıştır (1).

Uluslararası Düzeyde Alternatif Enerji Kaynakları Arayışları

Enerji sorunlarının etkisiyle 1982 de, 1979'da kurulmuş olan Uluslararası Enerji Kurumu tarafından 50 ülkeden temsilcilerin fotovoltaiik hücreden biyokütle enerjilerine temiz enerji araştırmalarının eşgüdümü,

geliştirilerek yaygınlaştırılması üzerine Konferansı toplanmıştır. Kurumun üye sayısı artarak 109'a çıkmıştır. 1988'de ekonomik ve stratejik nedenlerle başlayan alternatif enerji arayışları küresel iklim değişikliği sorunu nedeniyle TC'nin üyeleri olduğu Dünya Meteoroloji Örgütü ile BM Çevre Programı tarafından Devletlerarası İklim Değişikliği Paneli'nin toplanmasına neden olmuştur. 2000 bilimcinin katkısıyla değişiminin bilimsel, teknik yönleri, çevresel ve sosyo-ekonomik yönleri, önlemlerin bilimsel ve teknik eşgüdümü üzerinde çalışılmıştır. 100 ülkenin katıldığı 1992 Rio Konferansında ekolojiyi bozan etkinliklerle fosil yakıt tüketiminin kısıtlanması kararlaştırılmıştır. 1995'deki UNFCCC-COP4 toplantısında ise küresel sıcaklık ortalamalarının 19. asır sonlarına göre 0.3-0.6 derece artmasının sonuçları değerlendirilerek Rio andlaşması çerçevesindeki gönüllü önlemlerin yetersizliği nedeniyle Kyoto Protokolü'yle emisyonların 2008-2012 yıllarına kadar 1990 düzeyine geri çekilmesi için emisyonu yüksek olan ülkelerle AB için tüm fosil yakıtlar, enerji üretimi, üretici endüstri, inşaat, ulaşım, tarım ve toprakları ile artıkları, artık yakılması, pirinç yetiştiriciliği, enterik fermentasyonu içeren kotalar konmuş ve gelişmişlerin kalkınanlara mali, teknik desteği kararlaştırılmıştır. 1997'de yürürlüğe giren Kyoto Protokolü'nda yıllık CO2 ve diğer sera gazları emisyonlarının azaltılması için teknolojik önlemler yanında CO2 özümlemesiyle temizleyici mecra rezervuarlarının önemi vurgulanmıştır. Orman koruma, ağaçlandırmayla sürdürülebilir ormancılık ve tarımla toplam CO2 ve sera gazları emisyonunu azaltan, çevreyi koruyacak uygulamalar, yeni yenilenebilir enerji kaynaklarını geliştirme, uygulama ve yaygınlaştırma ile arazi kullanımı düzenleme önlemleriyle 2008-2012 yılları arasında emisyonun 1990 düzeyine indirilmesi hedeflenmiştir. Gelişen ülkelere destek için teknoloji transferi, ikili, bölgesel ve diğer düzeylerde işbirliği öngören 84 ülkenin taraf olduğu protokol 55 ülke ve AB'nin emisyonlarını azaltmasını öngörmüştür. ABD Yönetimi protokolu imzalamışsa da Kongre kalkınan ülkelerin sözleşme dışı kalmasını benimsemediğinden onayına sunulmamıştır, fakat aşağıda görüleceği üzere ABD etkin önlemler almaktadır. Gene TC'nin üyesi olduğu Dünya Enerji Konseyi'nin Yarın İçin Enerji Grubu da CO2 emisyonu-küresel ısınma- kuraklaşma - çölleşme- erozyon kısırdöngüsü yanında enerjide dışa bağımlılık, istihdam ve kırsal fakirleşmeyle savaşımında etkin yöntem olarak biyomass enerjisinin önemi üzerinde durmaktadır. Sanayileşme ile fosil yakıt tüketimi, doğanın yanlış kullanımı sonucu kuraklaşmayla büyük kırsal yangınların artışı sonucu atmosferdeki CO2'in 6.6 kg C/y hızla %30 artarak 364 ppm e çıktığı, 1 lt. benzinin 9 kg. CO2 açığa çıkardığı, metanın da fosil yakıtların. 95 kg/y, pirinç tarımı, bataklıklar, hayvancılık artıkları bilinçsiz biyokütle yakılması, kuraklaşmayla artan orman yangınlarının da 280 kg/y katkısıyla %145 artarak 1721 ppb'ye yükseldiği acil küresel çözüm önlemlerinin önemine dikkat çekilmiştir (2). Gene TC'nin üyesi olduğu Uluslar arası Enerji Ajansı (IEA), sürdürülebilir kalkınma için enerji konulu 16 Mayıs 2001 Bakanlar Toplantısında 2020'de zor koşullarla karşılaşılacağı, kalkınan ülkelerdeki gelişme ve nüfus artışıyla talep patlaması sonucu küresel enerji gereksiniminde %60, üretici hakim fosil yakıt piyasasında önemli fiyat, sera gazları emisyonu ve sıcaklık ortalamaları artışı olacağı ve iklim değişikliği önlemlerinin yetersiz kalabileceği konusunda fikir birliğine varılmıştır. Ülkelerin ulusal ve kolektif olarak enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi, yenilenir enerji payının arttırılması, Avrupa Birliği'nin titiz politikasının desteklenmesi için çalışması gerektiği kabul belirtilmiştir. Küresel, bölgesel ve yerel sorunların politik, bilimsel ve teknik açılardan çözümüyle sürdürülebilir kalkınmanın önemi benimsenmiştir. Tüm taraflarca teknolojik gelişmelerin desteklenmesi, enerji güvenliği ve ekonomik büyüme kadar çevreyi koruma, yakıtların temiz kullanımı, yenilenir enerjilerden yararlanmada Sekreteryanın katkısıyla işbirliği AB, ABD, Kanada, Avusturalya, Japonya ve Kore tarafından imzalanmış, işbirliği için internet servisleri geliştirilmiştir (3). IEA 2050 için farklı enerji kaynaklarının kullanım ağırlıkları farklı 6 küresel projeksiyonda C emisyonlarıyla küresel sıcaklık ortalamalarının artışı hesabında en iyi sonucun alınabilmesi için klasik biyokütle enerjisi tüketim payının sabit tutulmasına karşın modern biyokütle ve diğer yenilenir enerji kaynakları payının en az 14-19 kat arttırılması ile bu senaryolardaki C emisyonlarının 3 kata kadar azaltılabileceği ileri sürmüştür.

Ülkeler Bazında Araştırma, Planlama Ve Uygulama Örnekleri

ABD: İklim değişikliği savaşımında uluslararası taahhüdü olmayan ABD, "ABD Ülkesi Çalışma Programını" 1992 Rio zirvesinde ilan ederek emisyonların azaltılması ve sera gazlarını emerek azaltabilecek mecraların arttırılmasına, kalkınan ülkelere parasal ve teknik destek sağlama kararı almıştır.

Daha 1987 yılında ABD Enerji Bakanlığınca Bölgesel Biyokütle Enerjisi Programı ile biyolojik kaynaklı enerjinin geliştirilmesi ve eşgüdümü başlatılmıştır (4). 2000-2005 dönemi "Performans İndikatörleri"

belirlenerek 25 klasik ürün değeri az biyokütle kaynağını kullanıldığı projenin realizasyonunu, Bakanlığın ORNL ve NREL bölümleri ile işbirliği içinde bir Ulusal Doğal Kaynak Değerlendirme Planı metodolojisinin geliştirilmesini, ileri ticari kojenerasyon, birlikte yakma (co-firing), gazlaştırma, modüler ve diğer biyogüç sistemlerinin geliştirilmesine katkı sağlamayı, en az %20 oranında odun artığı ile 50 MW elektrik veya ısı enerjisi elde eden tesislerin devreye sokulmasını seçmiştir.

Yönetimce 1999'da biyokütle üretimi ve enerji ile kimyasallarından olabildiğince yüksek oranda yararlanılması için gereken yasal, yönetsel ve parasal desteklerin sağlanması konularında kararlar alınmış, hedefler konarak planlar yapılmıştır ve sürdürülmektedir. 2001 yılında Senato'nun aldığı petrol dış alımını yarı yarıya azaltmayı hedefleyen karara paralel olarak Yönetim biyokütle enerjisi sektörlerinde çalışan firmalara Tarım Bakanlığı tarafından 2001 ve 2002 yıllarında ek devlet finansman desteği sağlanması konusunda karar almıştır. Gerekçede tahıl, yağlı tohumlar ve lifli endüstriyel bitki ve kısa çevrimli odunlu üreticileri, etanol ve biyodizel endüstrileri ile biyoenerji endüstrileriyle ürünlerin ticareti ile uğraşan sektörlerin desteklenmesiyle ekonomik aktivite sağlandığı gibi dışa bağımlılığın azaltılmasına katkıdan söz edilmiştir. Yönetimce tüm bu politikalarla hedeflenen gelişmelerin nedenleri 4 ana başlık altında toplanmıştır:

İlk olarak bitkisel üretimin yalnızca kırsal nüfusu değil enerji dahil birçok endüstri sektörünü etkilediği için metropollerin ekonomilerine kadar tüm ülke ekonomisini ilgilendirdiği, kırsal üretimin değerlendirilme etkinliğinin artırılması ile bölgeler arası ve kentlerle kırsal alanlar arasındaki farklılıkların azaltılabileceği, kırsal alana ileri teknoloji kullanan endüstrilerin girmesi nedeniyle kırsal nüfusta eğitim düzeyini yükseltme isteğini artırma, fosil enerji bağımlılığını azaltma sayesinde nüfus artışına karşın üretimi giderek azalacak olan fosil yakıt alım rekabeti ve fiyat artışlarından kaçış ve küresel ısınma sorunuyla ulusal ve küresel düzeyde olabildiğince etkili savaşım olarak açıklanmıştır (5). Yeterli önlemler alınmadığı takdirde 2020 veya 2030 yıllarına kadar etkilerinin çok artması beklenen küresel iklim değişikliğine karşı ABD'nin alacağı önlemlerin önemi vurgulanarak son yıllarda ülkede kaydedilen sıcak ve kurak yazların yarattığı sıkıntılara dikkat çekilmiştir (6,7)

Dördüncü olarak da bu çerçevede ABD Bilim ve Teknoloji Danışmanlar Konseyi'nin yönetime önerdiği üzere ABD'nin kalkınmakta olan ülkelere de bu konuda destek sağlayarak artan enerji gereksinimlerini bu yoldan sağlamalarıyla küresel çevre sorunlarının azaltılması yanında kendi ekonomilerini, toplumsal yapılarını sürdürülebilir şekilde geliştirmelerine katkıda bulunabileceği de kaydedilmiştir. Tüm biyolojik enerji kaynaklarından tam yararlanma amacıyla Yönetimle tüm tarım ve endüstri işletmelerinin işbirliği için yönetimin internet dahil elindeki tüm olanaklarla biyo-endüstri ve topluma öncülük edeceği bildirilmiştir.

Biyo-endüstriyel gelişmeyle ekonomik kalkınma ve çevre kalitesinin yükseltilmesi programını başlatan kararnamenin yürürlüğe girişi, Bakanlar düzeyinde Biyo-teknoloji Konseyi'nin kuruluşu tarım ve orman işletmelerinden laboratuvarlarından pazarlara kadar bir seferberliğin başlatıldığı ve elementel teknolojilerden de en üst düzeyde yararlanılacağı açıklanmıştır. Tüm bu etkinliklerle yönetimce 2010'a kadar biyolojik enerji ve ürün değerlendirilmesinin üç katına çıkartılarak sera gaz emisyonununun 100 milyon t./y. azaltılarak iklim değişikliğine karşı 70 milyon taşıtın trafikten çekilmesine eşdeğer pozitif etki yanında kırsal ekonomiye yılda 20 milyar Dolar kadar ek gelir ile daha hızlı ve sürdürülebilir şekilde kalkınması hedeflenmiştir. ABD Kongresi'nin temiz ve yenilenebilir enerjiler ile biyolojik kaynaklı enerji ve ürünler konusundaki araştırmalar ve enerji etkinliği yüksek temiz enerji teknolojileri konularına destek olarak bir milyar Dolarlık ek kaynak sağlamış olmasının önemi yanında bu konudaki ticari etkinlikler ile tüketicilerin parasal teşvik ve yatırımlarla desteklenmesinin katkıları vurgulanmıştır (8,9).. Bu gelişmelerle birlikte ABD'de biyoenerji ile ilgili dernek ve birlikler, kurumlar kurularak resmi kuruluşlarla birlikte araştırma, ulusal geliştirme ve uygulama etkinliklerinin özel sektörle eşgüdüm ve işbirliği ile yürütülmesine katılmışlar, ilgili firmalar 1994 yılında Birleşik Biyoenerjiyi Tecimselleştirme Derneği adıyla örgütlenmişlerdir. Ayrıca Amerikan Biyoenerji Derneği, Biyokütle Enerjisi Araştırma Derneği, bitkisel kaynakların besin dışındaki endüstriyel ve enerji amaçlı kullanım alanlarını araştırıp geliştiren Yeni Kullanımlar Biyokütle Kaynakları Enformasyon Merkezi, Ulusal Biyodizel Kurulu, Ulusal Yenilenebilir Enerji Laboratuvarı Alternatif Akaryakıtlar Bigi Merkezi kurulmuştur (10).

Yenilenir temiz enerji kaynaklarının ekonomi ve çevreye katkıları incelenirken ABD'nin %4.7'lik nüfusu ile fosil yakıt tüketimindeki %25 payı, tüketiminin yarısının 65 milyar Dolar karşılığı ithali, ithal oranının büyümesi, yerli kaynakların 10-15 yılda tükeneceği, politik ve ekonomik etkileri, nüfus artışı ve kişi başına tüketim artışına ve 2010 yılına kadar ithalatın yarıya indirilmesi hedefine dikkat çekilmiştir. 2000 yılında ABD'nin enerji gereksiniminin %82 oranında fosil yakıtlardan sağlanıyor olmasına karşın temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dönüş için kararlı bir tutum izlemesinin tarihsel önemine dikkat çekerek ABD Enerji ve Tarım Bakanlıklarının işbirliği ve eşgüdümündeki ar-ge çalışmalarının darı veya yonca gibi yaprakları yem, gövdesi ise enerji için kullanılabilen ve az bakım, gübre ve ilaç gerektiren, marjinal verimsiz topraklarda erozyonu önleyerek gelişebilen enerji bitkileri üretimiyle 22 milyar ABD Dolar tutarındaki tarımsal sübvansiyona gerek kalmayacağı vurgulanmıştır (11). Yazar katı biyokütle yakıtların kömürle birlikte yakılmasıyla ABD'nin sera gazları emisyonunun ana kaynağı olan elektrik santrallerinin yarattığı smog ve asit yağmurlarının önemli oranda azalacağını ve 2020 yılına kadar biyokütle enerji santrallerinin payının %3'ten %13-20 oranına kadar artırılmasının arzu edildiği bildirmiştir. Fosil akaryakıt tüketiminin kentlerdeki hava kirliliğine %60 oranında katkısı olduğu, biyoakaryakıtların CO2 birikimi yanında ozon tabakası incelmeleri ile CO birikimini de %90 oranında azaltılabildiğine de değinmiştir.

Aynı makalede doğal ormanların sürekli olarak enerji için hasadının biyoçeşitlilik kaybına neden olacağı, ağaç plantasyonlarına dönüştürülmesinin erozyon ve toprak yüzeyinden su kaybını arttırabileceği, ancak agroforestrinin (yurdumuzda pek uygulanmayan ağaçlarla otsuların birarada yetiştirilmesi) bu sakıncaları giderebileceği, biyokütlenin doğrudan yanma veya yakılmasının kömürden daha az da olsa kirlilikci ajan emisyonuna neden olduğu, ancak biyokütle elektrik santrallerinde %70 oranında azaltılabildiği, ABD'deki 370'den fazla biyokütle santral sayısının artırılması gerektiği söylenmiştir. Enerji agroforestrisi Almanya'da da başarılı olmuştur (12).

Sonuçta nüfus artış hızı göz önüne alınarak yapılan projeksiyona göre 2050 yılında toplam yenilenebilir enerjinin 37 kuada ulaşabileceği, bu miktarın %30-35 kadarının çeşitli güneş enerjisi, %15 kadarının biyokütle, %15 kadarının rüzgar ve %10 kadarının hidroelektrikten elde edilebileceği tahmin edilmiştir. İklim değişikliğiyle ısınma ve kuraklaşmanın yaşam standartları giderek daha çok zorlayacağına dikkat çekilmiştir (11). ABD deki entansif tarım ve erozyon üzerine bir araştırmada zorlayıcı besin tarımı tekniklerinin sürdürülmesinin ortalama 30 cm'e inmiş olan toprak kalınlığı ve koruyucu önlemlere karşın artan erozyonla 4 asırda tüm toprağın kaybı uyarısında bulunulmuştur (13). Ancak coğrafi bölgelerin arazi, su durumları göz önüne alınarak çeşitli güneş, biyokütle ve hidolik ile rüzgar enerjisi kombinasyonları ile optimal enerji ve arazi ile doğal kaynak kullanımı, ekosistem yönetimi çözümlerinin üretilebileceği belirtilerek enerji tarım ve ormancılığının su ve besin elementi çevrimi, net CO2 yanında diğer sera gazları emisyonunun emilmesi, atık materyal yükünün ve neden olduğu kokunun, patojen ve böceklerin ve kirlilikci yüklerinin azalması, kırsal ekonomi ve istihdamın artması, ulusal ekonominin güçlenmesi, dışalım giderlerinin ekonomiye kazandırılmasının önemi vurgulanmıştır (11).

Yazar 372 biyokütle elektrik santralının yılda 7.000 MW üretim düzeyine eriştiği, fosil yakıt dış alımını ve sera gazları emisyonunu azaltma yanında su ve toprak kaynaklarını korumaya katkılarının kanıtlandığını, bu nedenle de 2020 yılına kadar üretimin 5 kat artırılmasının hedeflendiğini, tarım ve ormancılık artıkları yanında enerji tarım ve ormancılığı enerji ürünlerinin artırılması yanında en iyi şekilde ve çok amaçlı olarak değerlendirilmesinin hedeflendiğini belirtmiştir (11). Bilim Dairesi Enerji Biyobilimleri Programı ile enerji biyoteknolojisi ve bitki bilimleri, biyoenerjetik ve metabolizma, üretim kapasitelerinin artırılması, fosil yakıtlar ve diğer temiz, yenilenir enerji üreticileriyle birlikte kullanımı, etkin temiz enerji üretimi olanaklarının araştırılması, Biyoenerji Bitkisel Kaynakları Geliştirme Programı ile ise çevreye etkileri pozitif, büyük miktarlarda yetiştirilmeye, yüksek kaliteli biyokütle ürünleri hasadına uygun enerji bitkilerinin belirlenmesi ve yetiştiricilik tekniklerinin geliştirilmesi amaçlanmıştır. Biyokütle enerjisinin halen ABD'de büyük oranda doğal ormanlardan elde edildiği ve toplam enerji değerinin 3.6 kuad (1.1 katrilyon kJ) düzeyinde ve toplam enerjideki payının %4.2'si olduğu, otsularla enerji tarımcılığı potansiyelinin Tarım Bakanlığınca yılda 5 t/ha. biyokütle olup, 11 t. A kadar arttırılabileceği, ortalama termal ısı değeri 13.5 milyon kcal olan 3 ton kuru odunlu materyalin 1 ha'dan minimum gübreleme ile sürdürülebilir şekilde elde edilebildiği, bakım ve hasat ile 250 km² alanda

tüketimine harcanan enerji düşüldüğünde net enerji katkısının 10-11 milyon kcal, ısı ve elektrige dönüşüm verimliliği %70 alındığında yüzbin nüfusun ABD'deki tüketimi olan 1milyar kWh enerji gereksiniminin 220,000 ha alandan karşılanabileceği, besin üretimi, yerleşim, endüstri ve yollarla toplam 450.000 ha. alan gerektiği belirtilmiştir. Sistemin enerji girdi/çıkı oranı 1/3, kW maliyeti 10 sent ile normal bulunmuştur ve 2050 yılında en az ABD yüzölçümünün %8'i kadar olan 75 milyon ha alanda üretimi planlanan biyokütle üretimiyle 5 kuad gros enerji sağlanacağı hesaplanmıştır (11).

Bu konularda yoğun çaba gösteren ülkelerden Avusturya'da ise 2001 yılında samandan enerji üreten merkezi sistemde kW enerji maliyeti 0.08 sente kadar indirilebilmiştir (14).

ABD Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü ise 1999'da enerji bitkilerinden elektrik üretimi maliyetinin doğal gaz için geçerli olan 2 milyon ABD Doları /Btu düzeyine indirilebildiğini, her MW enerji üretiminde ortalama 6.000 ton SO₂ emisyonu olan kömürden bir kat pahalı olmasının gen kaynaklarının korunması ve gen mühendisliğiyle ıslahı, büyüme hızı, hastalık direnci, kurak ve soğuğa dayanıklılığın artırılması ile çözüleceği söylenmiş, 1978'de başlanan ıslahla 3 t/d/y verimli doğal kavak kuru biyokütle verimliliğinin hibridlerinde 11 tona kadar çıkarılabildiği belirtilmiştir. Bu çerçevede Tarım Bakanlığı Ekonomik Araştırmalar Dairesi Tarımsal Araştırma ve Verimlilik Programı gen kaynaklarının yönetimi ile biyokütle enerji kaynağı bitki türlerinin korunması ve ıslahı konularında çalışmakta, Tarımsal Araştırma Servisi ise biyokütlenin enerji ürünlerine dönüştürülmesi, biyoteknoloji ve biyokataliz gibi prosesler, biyokaynakların yüksek katma değerle değerlendirilmesi, enerji biyokütlesi üretim verimliliği için araştırma yapmaktadır. Orman Araştırma ve Geliştirme Servisi kısa çevrimli odunluların üretiminde verimlilik artışı, biyokütle ve enerjisinde maliyet düşürme, çevre kalitesini koruma, marjinal arazilerin korunması ve değerlendirilmesi, yeni ürün bitkileri ve ürünlerin kullanıma sunulması, küçük boyutlu bitkisel kaynakların değerlendirilmesi konularında uygulamalı araştırmalar yapmaktadır. Doğal Kaynakları Koruma Servisi özellikle biyokütle ve biyoenerji kaynaklarının korunması, uygulamaların ekonomik, çevreye duyarlılığı ve sürdürülebilirliği konularında çalışmaktadır.

2000 yılında yalnızca genel tüketimin %1'ini oluşturan 7.5 milyar litre düzeyinde üretilen etanol akaryakıtının işçilik yoğun mısır bitkisinden elde edilmiş olmasının yetersiz üretim yanında yüksek maliyet getirdiği, Golden, Colorado Ulusal Yenilenir Enerji Laboratuvarı tarafından genetik mühendisliğiyle tarımsal artıklardan yüksek miktarlarda ve litre maliyetini 30 sentten 15 sente kadar düşürecek teknikler üzerinde çalışıldığı rapor edilmiştir.

ABD Tarım Bakanlığı (USDA) yıllık 1 milyar lt. etanol üretiminin enerji eşdeğeri fosil akaryakıt tüketimine oranla 4 binden fazla yeni iş sağlayacağını, ABD Elektrik Gücü Araştırma Enstitüsü de 50 milyon dönüm arazide yetiştirilen enerji bitkileri biyokütlesinden elde edilecek enerjinin tarım sektörüne yılda 12 milyar ABD Doları tutarında katkı sağlayacağı gibi enerji bağımlılığını azaltacağını hesaplamış ve ABD'nin tüm benzin tüketiminin yarısını karşılayarak yılda 25 milyar dolarlık dışalımın yerini doldurabilecek olan bu yaklaşımı desteklemiştir (15). Diğer bir kaynak ise ABD yönetimince öngörülen şekilde biyokütle enerjisi üretim ve tüketiminin 3 kat artışının tarım sektörüne ve kırsal ekonomiye 20 milyar dolar katkı sağlaması yanında 70 milyon otomobilin trafikten çekilmesine eşdeğer oranda sera gazı emisyonu azalması sağlayacağını belirterek destek vermiştir. Aynı raporda halen ABD biyokütle enerjisi üretiminde çok yüksek payı olan mısırın yerini giderek artan oranda doğal bitki örtüsünde yer alan odunlular ve tek veya çok yıllık bitki türlerinin almakta olduğu ve bu eğilimin süreceği belirtilmiştir. Çok yıllık otsuların yıllıklara oranla daha az girdi ve bakım gerektirmesi ile sağladıkları ekonomi ve yüksek sürdürülebilirlik ile ulusal ekonomiye 2 milyar dolarlık ek katkı sağlayacaklarına dikkat çekilmiştir. Bu ekonomiklik hesaplarının yerüstü biyokütlesinin %40 oranında hasat edilmesi ve kalanın toprağın kalitesini korumak üzere toprakta bırakılması temelinde yapıldığı da vurgulanmıştır. Bu yararlarına ek olarak enerji tarımı ile ABD Rezerv Koruma Programı ile ağaçlandırılarak erozyona karşı toprak koruma önlemleri uygulanan, besin üretimini destekleyemeyen 14 milyon ha. lık arazilerin değerlendirilmesi ile erozyondan korunarak ıslahı, çiftçilerin yüksek duyarlılık ve verimsizlikleri nedeniyle terk ettikleri topraklara sahip çıkmalarının uzun vadedeki kamusal yararına ve 10 ton/ha. yıllık darı biyokütle hasadının önemine değinilmiştir. Raporda sosyo-ekonomik açıdan da kooperatifleşme, orta ölçekli enerji tesislerinin sağladığı daha yüksek verimlilik sayesinde sunduğu ekonomiklik ve yerel ekonomiye katkısı üzerinde de

ayrıca durulmuştur (16).

Dünya Enerji Konseyi ile Uluslar arası Uygulamalı Sistemler Analizi tarafından toplanan veriler 1990-2000 döneminde hidroelektrik dışındaki yenilenir enerji üretimi yatırımlarının 10 milyar Dolar düzeyine eriştiğini ve 2000-2050 dönemi küresel projeksiyonlarının besin ve yem ile enerji tarımcılığının optimizasyonu ile yüksek ekonomik kalkınma hızlarına düşük sera gazları emisyonu ile ulaşılabileceğini, biyolojik kaynaklardan elde edilen enerjinin toplam tüketimin %15'ini karşılayabileceğini göstermiştir (17). Exxon Mobil ile ABD Ulusal Laboratuvarının Çevre Bölümüne yapılan araştırmalar da günümüz teknolojilerinin sağladığı %54'lük biyokütle-etanol enerji dönüşümü oranının artırılması ile biyolojik akaryakıt kullanımının taşıt kaynaklı sera gazları emisyonunu önemli ölçüde azaltılabileceğini göstermiştir. Brezilya'da biyokütle kaynaklı akaryakıt kullanımı uygulamasının taşıtların sera gazları emisyonunu büyük oranda azalttığı da bilimsel olarak kanıtlanmış, benzeri sonuçlar modern biyokütle teknikleriyle katı biyokütle yakılması için yapılan denemelerde de elde edilmiştir (18).

1995-2000 döneminde ABD'nin yenilenebilir enerji tüketimi ortalamasının 7.1 katrilyon Btu/yıl ile olup büyük kısmının elektrik enerjisi olarak tüketildiği, bu miktarın %55 kadarını sağlayan hidroelektrik üretimini %38 ile odun ve diğer biyokütle enerjisi izlemekte olduğu, 1958 yılından bu yana yenilenebilir enerji tüketiminin büyük kısmını kullanan endüstrilerin çoğunun odun enerjisi kullanmakta olduğu, tüketimde konut sektörünün ikinci sırayı aldığını belirtmektedir. Yenilenir enerji tüketiminde hidrolik ve odun enerjisini biyolojik atığın izlediği, biyoakaryakıtın da jeotermal enerjiyi izlemekte olduğu, son iki sırayı da 0.1 katrilyon Btu ile güneş ve rüzgar enerjilerinin aldığını bildirmektedir (5).

2000 yılında "Tarımsal Sera Gazları ve Emisyon Azaltma Raporu" çerçevesinde yapılan "Stratejik biyolojik kaynaklı ürünler ve biyoenerji" konulu planla ilgili yasa ile Biyokütle Ar-ge Kurumu kurulmuştur. Bu şekilde Ulusal Bilimler Akademisi Yaşam Bilimleri Komisyonu ile işbirliği içinde çevreyi koruyan, sürdürülebilir biyokütle ürünleri, yakıtlar, endüstriyel kimyasallar ve materyallerin ulusal ve uluslar arası düzeyde etkili şekilde kullanımının yaygınlaştırılması hedeflenmiştir. 2010 yılına kadar ABD Enerji ve Tarım Bakanlıkları yanında Hazine, İçişleri Bakanlıkları ile Çevre Koruma Ajansı ve Federal Çevre Yöneticisi gibi çeşitli kurumların yanında ulusal laboratuvarlar, tarım ve ormancılık örgütleri, enerji üreticilerinin işbirliği öngörülmüştür. Gerekçe olarak da enerji biyoürünlerinin yenilenebilir, sürdürülebilir, düşük emisyonlu, kırsal ekonomi ve istihdama katkı sağlayan, erozyona karşı kullanılabilen kaynaklar olarak en iyi şekilde değerlendirilmesi gereği vurgulanmıştır. Bu çerçevede 2001 yılında Yönetim 2001-2002 döneminde Biyo-enerji Programı ile ABD Tarım Bakanlığı" denetim ve aracılığında enerji tarımı, biyokütle enerjisi üretim ve dağıtımı ile ilgili kuruluşlara arpa, sorgum, yulaf, mısır, buğday, ayçiçeği, pirinç, aspur (yalancı safran), kolza, endüstriyel kenevir, susam, hardal, darı türleri ve kısa çevrimli ağaçların ve ürünlerinin değerlendirilmesi ile ülkenin enerji bağımsızlığı, sürdürülebilir kırsal kalkınma amacı ile ek mali destek kararı almıştır. ABD ulaşım sektöründe de gazohol ile biyodizel olarak yenilenir enerji tüketiminin payı 23 trilyon Btu tutarındaki %31 artışla toplam 74.12 trilyon Btu düzeyine ulaşmıştır (19).

31 Aralık 2001 günü yayınlanan Senato kararı ile yenilenir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi ve dar gelirli enerji giderlerinin sübvansiyonu yürürlüğe girmiştir. Bu arada devlete ait taşıtlarda emisyon standartlarının biyoyakıt kullanımını teşvik edecek şekilde düzenlenmesi, 2000 yılında %55 olan ithalat oranının önlem alınmazsa 2010 yılına kadar %61 artacak olan ham petrol ve doğal gaz dışalımının 2005 yılına kadar %54, 2008 yılına kadar da %52 oranında, yani her on yılda 11.4 milyon bpd hızla azaltılması için gereğinin yapılması planı yasalaşmıştır. Gerekçede EIA tarafından yapılan tüketim ve dışalım projeksiyonuna atıfta bulunulmuştur.

Sonuç olarak dünyanın en gelişmiş ekonomisine ve teknolojisine sahip olan ülkenin dışa bağımlı, kirlenmeyle kuraklık ve çölleşmeye neden olan kaynaklara dayalı enerji politikasından uzaklaşarak uluslar arası platformda kabul gören, kırsal ekonomi ve istihdam üzerinden ulusal ekonomik katkı sağlayan politikalara yöneldiği görülmektedir.

Kaynaklar

1) <http://www.doe.chronology/> DOE Monthly Chronology,

- 2) <http://www.wec-eftw>
- 3) <http://www.iea/> : Meeting of the Governing Board at Ministerial Level 15-16 May 2001
- 4) <http://www.doe.gov/> DOE's Regional Biomass Energy Program (RBEP), Blueprint For Progress: 2000 - 2005 Clean Bioenergy Technologies for the 21st Century
- 5) Lawler, A. 2000. Clinton Seeks 'Major Lift' in U.S. Research Programs. *Science*, 287:558
- 6) Macilwain, C. 1999. Clinton gets the message on biomass energy. *Nature*, 400: 700
- 7) <http://www.gov/> Clinton, W. 1999. Remarks on Developing and Promoting Biobased Products and Bioenergy. Weekly Compilation of Presidential Documents, 35, s.1620, No.: 2317441
- 8) <http://www.sustdev.org/industry.news/092001/04.02.shtml>
- 9) <http://www.doe.gov/> Executive Order 13134--Developing and Promoting Biobased Products and Bioenergy 10) <http://www.energy.gov/sources/>
- 11) Diane, M. M..2000. Burning Biomass. Advantage of using biomass energy; Budget given to an initiative aimed at tripling the use of bio-based products and bioenergy by 2010. *The Environ. Mag.* 11:12
- 12) Kursten, E. 2000. Fuelwood production in agroforestry systems for sustainable land use, CO2 mitigation. *Ecol. Engineer.* 16: 69
- 13) Hayes, J. 1988. Evaluation of modern agricultural practices inducing erosion. *Arid Zone J.* 28: 120
- 14) Rittenhouse, R.C.1999. Waste wood, biomass crops approaching viability as fuels. *Power Engin.* 99:12
- 15) <http://www.ucsusa.org/ucs-home.html>
- 16) <http://www.eren.doe.gov/> / US Department of Energy, Biopower and Biofuels Programs
- 17) <http://www.eia.doe.gov/cneaf/solar.renewables/renewable.energy.annual/chap12.html>
- 18) Rachel;A. ve G.J.Keeler, 1999. Assessment of PM...Concentrations from Domestic Biomass Fuel Combustion in Two Rural Bolivian...*Environ. Sci.&Techn.* 33:2505
- 19) Klass D. L. 1998, *An Introduction To Biomass Energy, A Renewable Resource; Biomass for Renewable Energy, Fuels, and Chemicals*, ISBN 0-12-410950-0, Academic Press, San Diego, CA, 1999