

## ENERJİ TARIM ve ORMANCILIĞININ SÜRDÜRÜLEBİLİR KALKINMADAKI YERİ ve ÖNEMİ

A. Ergin DUYGU

Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü, Tandogan-Ankara  
duygu@science.ankara.edu.tr; <http://www.ankara.edu.tr/ErginDuygu>

### ÖZET

*Nükleer enerji santrallerinin güvenlik sorunlarının ortaya çıktığı, Körfez savaşı sonucu tekelleri petrol piyasasının güvenilirliğinin sorgulandığı dönemde fosil yakıtların sera gazları birikimiyle küresel iklim değişikliği ve ısınma sonucu ekolojik dengeleri bozduğunun göz ardı edilemez hale gelmesi tek karbon dioksit tüketicisi olan yeşil biyokütlenin korunması ve artırılması ile enerjisinden yararlanılması konusunun siyasal ve toplumsal gündeme taşınmasına yol açmıştır.*

*Fosil yakıtların karbon dioksit ve diğer bazı kirleticilerin yoğunlaşmasıyla ısınma sonucu kuraklaşma, erozyon ve çölleşmeyi hızlandırmasıyla zengin-fakir ülke uçurumunu büyütmesi, toplumsal dengesizlikleri artırması kurakçıl enerji bitkisi yetiştiriciliğinin küresel düzeyde ele alınmasını, çölleşme, kırsal, enerjide dışa bağımlılık ve işsizlikle savaşımındaki olumlu etkilerinin değerlendirilmesine başlanmıştır.*

### KÜRESEL KALKINMANIN EKOLOJİK SINIRLARI

Bilindiği üzere canlılık kendibeslek yeşil bitkilerin güneş enerjisini su ve CO<sub>2</sub> aracılığıyla organik madde bağ enerjisi halinde depolayarak besin zinciri üzerinden aktarmaları ile süregelmiştir. Canlıların fiziksel çevre koşullarını kendilerine daha uygun hale getiren ekolojik dengeler oluşturabilmeleriyle de canlı popülasyonları gelişebilmiştir. Makrodengelerin bozulması doğal seçimle türlerin egemenlik tablolarının değişimine ve zorlayıcı koşullara en dayanıklı tür ve bireylerin dahi yok olmasına neden olur. Bu bilgilerin kapsamlı ve ayrıntılı irdelendiği, bilimsel gelişme ivmesinin arttığı 20. yüzyılda bilgilerin gözardı edilmesi 21. yüzyılın ekolojik ve sosyo-ekonomik dengelerini riske sokmuş, ancak tehlikenin boyutu popülizm sınırlarını aşınca gereği düşünölmeye başlanmıştır.

Sanayileşmeyle kirleticiliğin, geri kalmışlıkla nüfusun artışı fosil yakıt ve kimyasal kullanımı sera etkisini, erozyon ve çölleşmeyi hızlandırırken yetmişlerde az sayıdaki ülkenin tekelindeki fosil yakıt fiyat artışları siyasal krizlere neden olmuştur. Aynı dönemdeki nükleer santral kazalarından sonra güvenilir santral teknolojisine ulaşıncaya kadar bu konu askıya alınmış [1] ve alternatif temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları arayışı hızlanmıştır, küresel ısınma, kuraklaşma ve çölleşmeyle yan etkilerine karşı tek çözüm olan yeşil biyomas üretimi ve enerji kaynağı olarak kullanımı ele alınarak çok yönlü çözümler konusunda ulusal ve uluslararası yoğun çalışma ve uygulamalar başlamıştır [2].

Burada tüm dünyada hızla yaygınlaşan biyomas üretimiyle enerjisinin değerlendirilmesi ar-ge ve uygulamalarının iklim değişikliği - çölleşme - erozyon kısır döngüsünden işsizlik ve fakirlikle savaşıma kadar tüm yararları özetlenecek, geri kazanımı zor, pahalı ve uzun süreli ekosistem koruma ve ıslahına katkıları üzerinde durulacaktır.

#### **İklim Değişikliği - Erozyon - Çölleşme - Fakirleşme Kısırdöngüsü**

Robert Malthus'un 19. Asırda ileri sürdüğü gibi dünyamızın artan nüfusu besleyecek kapasiteye sahip olmaması riski, ekosistem dengelerinin sürdürülebilirliğini koruma endişesi duyarlılığın artmasına neden olmuştur. 2000 de ısınma 1880 - 1999 ortalamasından 0.39oC daha yüksek bulunmuş, yüzyıllık dönemde en sıcak 6. Yıl, ilk 9 aylık dönemiyle 1. ve 1999 un bu döneminin de 2. olduğu saptanmıştır. Sera gazları derişiminin bir kat artışında 2o-5oC yükseldiği ve 2100 de 1.65 - 5.6oC artacağı beklenmektedir [ 3]. Bu kısır döngü etkisi ormanların yerini alan savan, otlak ve tarım alanlarında biyomas yangını sıklıklaşmasıyla şiddetlenmektedir. Örneğin Güney Amerika'da bu tür alanlar 1850 - 1985 arasında %50, yanan alanlar %15-40 artmış, yangın emisyonları 20. asırdaki 3-4 kat artışla önemli miktarda CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, HC çıkışı, troposferde O<sub>3</sub> azalması, hidroksil radikali artışıyla tüm atmosfer gazlarının derişim değişimi, toprak kimyası ve mikrobiyotasını bozma etkileriyle geribeslemeye neden olmaktadır. Kuraklaşma önemli yangınların 3-7 milyon ha. alanı, karaların % 2-5ini etkilemesine, verimsizleşen topraktan verimli orman toprağına kaçış eğilimini arttırarak da ormanların yakılmasına yol açmaktadır. Brezilya'daki 8 milyon ha.lık 1987 yangını iyi örnektir. Yeryüzü kimyasıyla iklimini pptv, ppmv düzeyindeki ve giderek artan atmosfer iz gazları etkilemektedir. Fosil yakıtlar CO<sub>2</sub>, CO, NO, mikrobiyal etkinlik CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O ve NO, kimyasal tepkimeler O<sub>3</sub>, biyomas yangınlarıysa CO, CH<sub>4</sub>, HC, NO<sub>x</sub> ve SO<sub>x</sub> ile sera etkisine katkıda bulunmaktadır. Biyomas yangınlarında karbonlu emisyon çok yüksekse de çevrenin ekosistemlerce zenginliği oranında giderilebildiğinden sera etkisi kısır döngüsü şiddetlenmektedir [4].

Küresel iklim değişikliği, erozyon ve çölleşme kıtaların %18 oranında tümüyle çıplaklaştığı, %12 oranında bozulmuş bitki örtüsüne, %33 oranında tarım, %11 oranında da verimli tarım yapılabilen toprağın kaldığı, erozyona açık alanın sağlıklı ekosistem

alanının yarısını aştığı düzeye ulaşmıştır. 15 milyar ha.lık Amazon ve Kongo ormanlarında dahi kimyasal erozyonun 3 mm./y toprak kaybına % 13 katkıda bulunmakta oluşu insan eliyle hızlanan erozyonun önemine örnektir. Doğal bitki örtüsü artıkları ve humusuyla toprağın sağlıklı yapısını koruyarak erozyonu tamponlayabilmekte, azalmasıysa kısa sürede çöleşmeye yol açabilmektedir. Orta ABD'de otuzlardaki yoğun ve dikkatsiz tarım bitki örtüsünü eriterek kuraklığı artırdığından tarımsal verim azalmış, rüzgar erozyonu artmış ve 10 yılda çöleşme olmuştur. Anakaya jeolojisi jeomorfolojiyi ve erozyona dayanıklılığı etkiler, çöl ortamı anakaya jeolojisiyle yeryüzü olaylarının uzun süreli ilişkisinin sonucudur. Aynı bölgede dahi farklı koşullara yol açar, erozyona bağlı dayanıklılık oranlarını ve topoğrafyayı fiziksel, kimyasal özellikleriyle belirlediği gibi erozyon ürünlerinin tanecik şekil ve boyutlarını, çözünürlük ve taşınabilirliklerini tayin eder. Dayanıklılığın aynı olduğu ortamlarda iklim koşullarının etki şekli ve derecesini, topografya ve önleyici bitki örtüsünü sınırlayıcı etkisi belirler. Jeolojik dönemlerdeki iklim değişiklikleri erozyon ve çöleşmenin alt yapısını hazırlamışlarsa da günümüzdeki çöllerin çoğu yerel ve geçici çölleştirici koşulların, insanların etkisiyle oluşmuştur. Doğal çöller Lut, Batı Sahra, Gobi, Avusturalya çöllerinin bir kısmı, dünyanın en kurak çölleri olan Amerika'daki Baja, Ölü Vadi ve Büyük Havza, Afrika'daki Namibya çölleri ve diğerlerinin tümü ise insanlığın eserleri, erozyon etkisindeki kurak stepler ve çölleri [5].

100 ülkedeki 6.5 milyar ha. kurak alan kıtaların yüzölçümünün %43 ünü kaplamakta ve 900 000 ha.lık çok kurak bölümüyle >1 milyar nüfusu etkilemektedir. Ancak 5.2 milyar ha ekilebilir kurak alanın %69 u erozyondan etkilenip iyice verimsiz hale geldikten ve fakirlik, yetersiz beslenme, hatta açlığa neden olduktan sonra, çok gecikilerek 1996 da çöleşme BM tarafından savaşım konusu olarak ilan edilmiştir: Güney Afrika'daki 3 milyon km<sup>2</sup> lik Sahel çölü yılda %0.5=15 500 km<sup>2</sup> hızla genişlemekte, küresel yıllık ürün kaybı 42 milyar, Afrika'daki kayıp 10 milyar \$ düzeyine çıkmıştır [6]. Yanlış kullanım ve zorlama 3.2 milyon ha. step, 2.5 milyon ha. kuru ve 125 bin ha. sulu tarım alanında toplam 5.25 milyon ha x 10 cm. verimli toprak kaybı/y hızla erozyona neden olmaktadır. Dünyanın ana 10 bölgesinden 9 unda doğal ormanların ve odunluların hakim olduğu alanlar önemli oranda çayır veya tarım arazisine dönüşmektedir. 1850 - 1990 dönemindeki kayıplar Ortadoğu'da %60, Güney Asya'da %43, Çin'de %39, Latin Amerika'da %19, eski SSCB'de %12, gelişmiş Pasifik ülkelerinde %8, Güneydoğu Asya'da %7, Kuzey Amerika'da %3 olarak hesaplanmış, bir tek Avrupa'da %4 artış bulunmuştur. Sonuç olarak bu 10 bölgenin tümündeki kayıp oranı %15 ve miktarı da 912 milyon ha. dir. Kuzey Batı Çin'deki çölün %0.6, 1000km<sup>2</sup>/y hızla genişlemesinin nedenleri verimsiz alanlara tarımın yayılması (%45), yakacak tüketimi ile aşırı otlatmadır. Akdeniz bölgesinde halen 3 milyon km<sup>2</sup> kadar kurak alan en az %0.5/y hızla yayılarak 15,000 km<sup>2</sup> artmakta, step çalılıklarının ve çayırların kuru tarıma açılması %50, aşırı otlatma %26, bilinçsiz yakacak tüketimi %21 katkı yapmaktadır [7].

### Ekolojik Biyokütle Yetiştiriciliğiyle Ekosistem Islahı

<250mm./y yağışlı kurak alanlarla <100 mm./y yağış alan çölleşmiş alanların tümünün sanıldığı gibi canlılardan arınmış olmayıp, uyum sağlamış çeşitli bitki ve hayvanların yaşadığı, bu yerel örtüden yararlanılarak geri kazanımın önemi vurgulanarak, kum çölleri dışındaki kurak alan topraklarının büyük kısmının henüz verimli olduğu, sık bitki örtüsünü destekleyerek organik maddece zenginleşebileceği, madde çevrimi yüksek dengeli ekosistem oluşturabileceği vurgulanmakta, ince bitki kökleri ve hayvanların su tutma sığasını artırarak toprağın verimliliğine katkıda bulunmasıyla sürdürülebilir denge oluşmasını sağlayacağı, belirtilmektedir. Bu açıdan saçak köklü otların etkinliği, odunluların su ve suda çözünmüş besin alımındaki önemi, mikorhizanın uzun+kısa kök sistemi olan Salicaceae, Mimosoideae cinsleri gibi ağaçların 1 yıl ömürlü lateral kısa köklerinde gelişerek emici yüzeyini arttırmak suretiyle aşınmış, verimsiz topraklarda beslenmeye katkılarıyla erozyon alanlarının kazanımına katkıları vurgulanmaktadır [8]. Hava, su ve toprak kirlenme kaynaklarının durumuna göre cins ve tür seçimi yapılarak uzun vadeli başarı şansının artırılabilirdiği, fakat yerli türlere ağırlık verilmesi gerektiğini, kurak bölgelerdeki kirlenmiş alanların restorasyonunda ekzotik kserofitlerin kullanımıyla yapılan denemelerin çoğunun uzun vadede başarısız olduğunu saptamıştır. Yarı kurak ortamlarda aşınmış toprak ıslahında sık kullanılan C4 cinslerinin kirlenmeye dayanıklı türlerinden. oluşan ekosistemlerde bu gazların gübre etkisiyle daha hızlı gelişme ve yaygınlaşmalarını sağlayabildiğini gözlemişlerdir. Genelde odunluların kirlenmeye daha dayanıklı ve kirlenme stresi ölümlerinden önce kalktığına sağlıklı yaşamlarına dönebilir, otsuların dönüşüz olmasının ekosistem dengesini yok ettiği ve kurulması için çok uzun sürelere gerek olduğu da rapor edilmiştir [9].

Mojave çölünün doğal çöl vejetasyonu ile geri kazanımı projesinin kısmen başarılı sonuçları örnek verilerek, sera etkisinden jeolojik ve coğrafi yapıya, temel bilim ve teknolojiye sosyoekonomik ve politik nedenler ve sonuçlarına kadar çok karmaşık yapısının değerlendirilmesi gereğine dikkat çekilmiştir. ABD'deki savaşım teknolojisi ve yatırım gücüne ve tarımsal kredilerin toprak derinliğini de değerlendiren denetim etkinliğine karşın 1,5 milyar t./y toprak kaybedildiği, verimli toprak üst tabakası kalınlığı ortalamasının 23cm. olup, 1 kg. mısır ürünü karşılığında ortalama 2 kg. toprak kaybı olduğu belirtilerek alt tabakaların verimsizliği nedeniyle tarımsal üretimin keskin bir düşüş göstereceği, kireçleme ve gübreleme, teraslama gibi tekniklerin bu sonu geciktirmekten öte bir anlam taşımayacağı belirtilmektedir. Erozyonun doğal vejetasyon üzerindeki etkilerinin de çarpıcı olduğu, verimli üst tabaka kaybı ile doğrudan ilişkili mutasyonlar yanında doğal ortama >%90 oranında hakim olan tek yıllık otsuların, zaten aşınmayla %40 a kadar azalan örtünün %5 ine kadar düştüğü, sert odunlu doğal ormanların yerini ibrelilerle sık çalılık ve asmaların aldığı bildirilmiştir. Sonuç olarak doğal bitki örtüsünün herhangi bir amaçla yok edilmesi doğal erozyon hızını çok yüksek oranda artırarak yeniden kurulması çok zor olan doğal dengeyi bozduğu ve küresel ekosistem üzerindeki yan etkileriyle çok yönlü sorunlar yarattığı vurgulanmaktadır [7]. Benzeri

kurak ekosistem çalışmalarında erozyon ve çölleşmede önemli yeri olan kontrolsüz otlatmaya dayanıklılık konusundaki araştırmalar genelde C3 türlerinin otlatma etkisine C4 türlerinden daha dayanıksız olup C3 türlerinin daha hızlı azaldığı ve kaybolduğu görülmüştür. C3 türleri genelde gölgeye daha dayanıklı ve kurağa daha dayanıksızdır ve bu açıdan sürdürülebilir ekosistemlerin ağaç, çalı ve otsulardan oluşup restorasyonda verimli ekosistemlerin birbirini destekleyen cins ve türlerle sağlanabileceği, mevcut bitki örtüsünü yok ederek yenilemek yerine rekabet gücü yüksek otsularla tedricen ıslah etmenin daha ekonomik ve geçerli olduğu vurgulanmaktadır. Herbivorlar tarafından sevilen C3 türlerinin yanına genelde tercih edilmeyen ve derin köklü, kurağa dayanıklı olan yerel C4 otsuları ekilerek dengenin zaman içinde kendiliğinden oluşması yoluna gidilmesi önerilmekte, ağaçların yer aldığı ekosistemlerde otsu ve çalı örtünün süksesyonusunun otlatma ve kurak baskısı altında bile çok daha sağlıklı olduğunu ortaya konulmuştur [9]. Kurak ve otlatma baskısının ekosistem verimliliğini azaltırken doğal kriptogam ve mikrofit florasını da sınırlayıp, silerek yararsız yabancı ot türlerinin hakimiyetine bıraktığı saptanmıştır. Ekonomik nedenlerle doğal vejetasyonun feda edildiği, C3 türlerinin yok edildiği inceleme bölgesinde otlatmanın engellendiği 50 yıllık süreçte hala kış C3 türlerinin hakimiyetinin sağlanamadığı rapor edilmiş, yağışın ortalamasının da altına indiği yıllarda ürün miktarını yüksek tutabilmek üzere entansif tarım uygulamasının sürdürülmesinin erozyon, tuzlanma, yeraltı suyunun kirlenmesi gibi sorunlara yol açtığı, tarımın doğal ve dinamik ekoloji dengeler gözetilerek yapılması önerilmiştir [10]. Ormanlarda arazi açılması, meralarda ağaçların temizlenmesi etkinlikleriyle ekosistemin tahribinin ancak ağaç yetiştirme ve orman ürünü satışının katma değerinin arttırılarak önlenebileceği, tarım girdisi olarak kullanılan gübre gibi araçlarla verimin arttırılabileceğinin gösterilmesi gibi yöntemlerle durdurulabileceği; benzer şekilde otlaklar yerine yemle beslemenin ekonomikliği, otlak yakarak besince fakir uzun otların daha zengin kısa otlarla besiciliğin karlılığının ancak çok kısa süre arttırılabileceği ve toprak mikrobiyolojisiyle fauna ile tohum bankası üzerindeki zararlarının giderilmesi zorluğunun iyi anlatılması ile sonuç alınabileceği belirtilmiştir [7].

Sera etkisiyle de ağaçların çalı ve otsulara, çalılarının da otsulara karşı rekabet gücünün arttığı, aşırı otlatmanın çalı vejetasyonunun yaygınlaştırıcı etkisini hızlandırdığı görülmüştür. Atmosfere yayılan kirleticilerin kurak alanlarda yağış ortalamalarının azalması, sıcaklık artışı nedeniyle kurak şiddetinin yükselmesi, tuzlanma, kabuklanma, organik madde kaybı, seyrek fakat şiddetli yağışlar ve rüzgar etkileriyle yüzeysel erozyonun hızlanması ve sonucunda bağlı olarak kültür tarımı için toprağın sürülmesiyle kayıpların artışına neden olacağı projeksiyonu yapılmaktadır [7].

## **BİYOKÜTLE ENERJETİĞİ VE ENERJİ BİTKİLERİ ÜRETİMİ**

Biyomas materyalinin ağırlık yüzdesi olarak yaklaşık %40 C, 6.7 H, 53.3 O, 0.3-3.8 N ve 0.1-0.9 S içerdiği, yanma ürünlerinin bileşiminin kompozisyon farkı yanında yanma

şekline göre farklı olduğunu gözlemiştir. Sıcak ve kuru yanmada  $O_2$  tüketimi ve  $CO_2$  çıkışı yüksek,  $CO$ ,  $CH_4$  ve  $HC$  çıkışı az olmaktadır. Alevlenmede tam yakmaya yaklaşılmakta, alevsiz yanmada ise  $CO_2$  oranı azalmasıyla diğerlerinin artışı gözlenmektedir. Öte yandan biyomasın tam yanması halinde yalnız  $CO_2$  ve su buharı çıkışı olmaktadır ve bu ideal duruma yaklaşan sistem tasarımı mümkündür [3].

### Tarihçe

A.B.D.'de erozyonun önemi ve denetimi gereği daha 1930 yılında ilk erozyon araştırma istasyonlarının kurulması, çevrenin korunması ve temiz enerjiye yönelmesi ise 40 yıl sonra 1970 de P.L. 91-604 Temiz Hava, 72 de P.L. 92-500 Su Kirlenmesi Denetim Yasasıyla sınırlama, 74 te P.L. 93-319 Enerji Üretimi, Çevre Eşgüdümü Yasasıyla fosil yakıt kullanımına sınırlama yetkisi, 76 da P.L. 94-580 Doğal Kaynakları Koruma ve Islahı Yasasıyla atık yönetimi, 78 de P.L. 95-619 ve 95-620 Enerji Santralleri ve Sanayi Yakıtları Kullanımı Yasalarıyla elektrik tüketimini azaltıcı önlemlerle başlamıştır. 79 daki Çin Sendromu reaktör kazasıyla Ulusal Nükleer Düzenleme Komitesinin 5 santral güvenliğini nedeniyle kapatması ve 63 santral siparişinin iptali, Kanada'nın santrallerinin 1/3 ünü devre dışı bırakması yetmişlerde başlayan alternatif yenilenebilir temiz enerji kaynakları çalışmalarının önemini arttırmıştır [2].

A.B.D.de daha 1973 de güneş ve rüzgar enerjisi ar-ge çalışmalarını destekleme kararname, 74 de PL 93-473 Sellüloz, Atıklar ve Organiklerin Enerji ve yakıt üretiminde kullanımı ar-ge desteklenmesi yasası, 77 de de PL 95-113 Yasasıyla A.B.D. Tarım Dairesince (USDA) Fosil yakıtlar yerine kullanım için ilk dört biyokütle yakıtı pilot üretim tesisi tahsisatının ayrılması, 78 de H.R. 5263 Enerji Vergisi Yasasıyla etanol akaryakıtı kullanımına vergi indirimi, 79 da Amoco, Chevron, Texaco'nun 250 Milyon lt./y üretimi, 88 de ilk olarak Denver, Colorado ve sonra diğer eyaletlerde etanolün oksijenat katkısı olarak kullanımı sonucu kışın eksoz  $CO$  emisyonunun azaltılması, 94 de New Energy Ethanol Co.- Indiana Nat. Renewable Energy Lab. işbirliğiyle ilk kez mısır elyafından etanol üretimi ve EPA-Renewable Oxygen Standard (ROS) ile oksijenatların en az % 30 oranında biyomas kaynaklı olmasının kabulü, mısırdan etanol üretiminin artışı, 1995 de Islak öğütme tekniği sayesinde Etanol üretiminin 6.5 milyar litreye çıkışı ile düşük maliyet ve değerli yan ürünlerin elde edilmesi kayda değer gelişmelerdir [10].

79 da kurulmuş olan Uluslararası Enerji Kurumu (IEF), 82 de Kanada'da 50 ülkeden katılımla "Energex" Enerji Bilim ve Teknolojisi Konferansı'nı düzenleyerek diğer yenilenebilir kaynaklar yanında Biyogaz, Biyokütle ile Etanol ve Biyodizeli enerjileri konularında eşgüdümlü çalışmalar başlatılmıştır. IEF verilerine göre 1995 - 2000 döneminde ABD'nin yenilenebilir enerji tüketimi ortalaması 7 katrilyon Btu/y. olup, yarısı elektrik enerjisi olarak tüketilmekte ve hidroelektrikten sağlanmaktadır. Odun ve diğer biyomas enerjisi ise kalan elektrik tüketiminin büyük bölümünü sağlamaktadır. 1958 den bu yana yenilenebilir enerji tüketiminin büyük kısmı endüstrilerce kullanılmakta ve çoğu odundan elde

edilmekte, odun enerjisi tüketiminde konut sektörü ikinci sırayalmaktadır. Biyolojik atık ve jeotermal enerjisiyi alkol, güneş ve rüzgar enerjileri izlemektedir. Biyogazda 27 milyon t katı atık enerjisi ile AT liderdir. İngiltere'de 350 000 konutun 600 000 MW lık enerji gereksinimi karşılanmakta, İsveç 1.5 milyon metrik ton kullanmaktadır. Belçika, Fransa ve Hollanda da planlı olarak biyokütle enerjisi üretimlerini arttırmakta ve plan hedefleri koymaktadırlar[11].

WEC örgütü de daha 1986 yılında özellikle küresel ısınma- kuraklaşma - çölleşme - erozyon kısır döngüsü sorunu yanında enerjide dışa bağımlılık, istihdam, kırsal fakirleşmeyle savaşımındaki önemi nedeniyle biyokütle enerjinin öncelik kazanacağını belirtmiş ve bu konuda ayrıntılı, kapsamlı çalışmalar yapmıştır [11]. Gerçekten de AT 1995 yılında aday ülkelerden Slovenya'nın da 2000 yılındaki katılımı ile 16 üye sayısına ulaşan "AEBIOM" biyomas enerjisi örgütlenmesini kurmuş, Asya ülkeleri 17 üyeli "Regional Wood Energy Development Programme in Asia", 18 Afrika ülkesi de "Southern African Development Community, Biomass Energy Organization" şeklinde örgütlenmiştir. Uluslar arası Enerji Ajansı (IEA) bünyesinde "Bio & Biomass Energy (IEAB)" örgütü kurmuş, Dünya Enerji Konseyi (WEC) de tüm üyelerini içeren etkinliği başlatmıştır. 96 da DB tarafından da desteklenen projelerle Hindistan'da 3800, Endonezya'da 1800 ve Pakistan'da 300 adet küçük ölçekli biyomas santralleri devreye alınmıştır. Çin 91 de bir A.B.D. firmasının danışmanlığıyla Yunnan eyaletini biyomas enerjisi pilot bölgesi olarak seçmiş ve 45000 Mg K.Ağ./y odun yakma ve 20 MW üretim kapasiteli otsu enerji bitkisi tesisini kurmuş, 98 de Zambiya King's College (İng.) işbirliğiyle tesisler kurmaya başlamıştır. A.B.D. yönetimi 2001 yılında biyomasdan yararlanarak enerji üreticisi olan firmalara ek mali destek verilmesi kararı almıştır. Kanada, Avustralya, Brezilya teknoloji geliştirme ve uygulama konularında lider ülkelerdendir. Küba, Arjantin gibi bazı Güney Amerika ülkeleri de bu konuda etkin çalışmalar yürütmektedirler [12].

125 yıl önce enerji gereksinimi % 90 oranında odun ve çalı çırpının doğrudan yakılmasıyla karşılanıyordu, günümüzde ise saman gibi ürün bitkisi kalıntıları ve budama artıklarından, küspe, talaş, kuru meyva ve tohum kabukları, kağıt sanayii atıkları yanında verimsiz topraklarda bile yetişebilen ve kendi tohum bankası ile çoğalabilen, bakım gereksinimi çok az olan ve kurağa dayanıklı, sellüloz ve linyince zengin "e-grass" adı verilen otsular yanında çalılar, hızlı büyüyen ve kesildiğinde yeniden sürebilen ağaçlardan elde edilen biyomasdan yararlanılmaktadır:

En çok üzerinde durulan enerji bitkileri arasında söğüt ve kavak ile yalancı akasya gibi hızlı büyüyen ağaçlar, Panicum gibi yabancı otlar, şeker kamışı, tatlı süpürge otu, uzakdoğu kökenli Myrcanthus cinsi, endüstriyel kenevir, tütün, mısır, soya, kolza gibi ürün bitkileri vardır. Elektrik enerjisi, benzine alkol katkısı ve dizel yakıtı elde edilmesi, düşük emisyonla yanma sağlayan enerji sistem teknolojileri geliştirilmiştir ve çalışmalar sürdürülmekte, biyomas ürününün değerlendirilmesi, erozyon, çölleşme ve fakirleşme

ile enerji ithalatı sorunlarına entegre çözüm üretilebilmektedir [11]. Günümüzde Avusturya'da talaş ve samanla çalışan ve 0.08 sent/ kw maliyetle tüm yıl elektrik üreten, Belçika'da yapraklı budama ürünleri ve odunla çalışan, EPA emisyon onaylı katı biyomas santral teknolojileri geliştirilmiştir. A.B.D. de birçok şehir otobüsü, ağır yük kamyon, hava alanı yer hizmet, toplu ulaşım ve hizmet deniz taşıt filoları, madenlerde kullanılan donanım ve taşıt filoları ile ordu taşıt filoları biyodizelle çalışmaktadır. 2001 yılında Canadamet Energy Tech. Center "Ucuz Biyomas Yağlarıyla Yüksek Kaliteli Ulaşım Yakıt Komponentleri Üretimi Projesi" ürünü olarak kolza ve çam piroliz ürünü yağlar veya kağıt endüstrisi atıklarından "çetan arttırıcı" üretmiş, Kanada Posta İdaresi yağın yanmamış tanecik, hidrokarbon ve CO emisyonunu düşürdüğünü Kanada Çevre İdaresi ile test ederek benimsemiştir. Biyomas enerjisi için enerji bitkisi tarım ve ormancılığıyla santralizlemeciliğinin fosil yakıt eldesinden tüketimine kadar olan istihdama oranla 3-4 kat fazla işgücüne iş sağladığı da hesaplanmış, özellikle küçük yerleşimlerde ve kırsal alanda %80 verimlilikle yanma sağlayan merkezi küçük santraller önerilmiştir [12].

Sonuç olarak son yıllarda Shell ve BP gibi uluslar arası enerji firmalarının da önemle ele aldığı ve yatırım yaptıkları [12] konunun yurdumuzdaki kuraklaşma, erozyon ve çölleşme, fakirleşme, doğal kaynakların değerlendirilmesi ve verimli kullanımı, dış ödemeler dengesi ve istihdam sorunlarına katkıları açılarından ele alınmaya değer olduğu belirtilerek, çok geç kalındığı görüşüne katılabilir [13].

#### YAZINSAL KAYNAKLAR

1. G. T., Miller, 1999. Living in the Environment. Brooks& Hall Publ. Co. NewYork.
2. Ager - Hannsen, 1993. Energy For Tomorrow's World. WEC. St. Martin's Press. Washington, D. C.
3. Barbour, B. G. ve ark.ları, 1999. Terrestrial Plant Ecology. A.W. Longman, NewYork
4. Nebel, B. J. ve R. J. Wright, 1998. Environmental Science. Prentice Hall. New Jersey.
5. Kadamura, H., 1997. Desertification&Land Degradation. Center for Global Environmental Research. Tokyo
6. Lal, R. 1999. Soil Quality and Soil Erosion. CRC Press, NewYork.
7. Kozlowski, T. T. ve S. G. Pallardy, 1997. Growth Control in Woody Plants. Academic Press, NewYork.
8. Miller, R.W. ve D.T. Gardiner, 1998. Soils in Our Environment. Prentice Hall. New Jersey.



9. Anonim, 1998. Global Impact Analysis. U.S. Export Council for Renewable Energy, Washington..
10. Anonim, 1976. Energy For Rural Development. Nat. Acad.of Sciences. Washington D.C.
11. Anonim, 2000. First Meeting of the Global Forum on Sustainable Energy.Rural Energy: Priorities for Action, 11 - 13 December 2000 IIASA (Laxenburg), Avusturya.
12. Anonim, 2000. Sustainable Energy For The 21st Century: Advances In Energy Technology: The Key to Sustainability. . Inst. for Energy Res. Houston, Texas.
13. A.Ü.Z.F. Biyomas Enerji Topluluğu, Biyomas Enerjisi Raporu, 1997. Ankara Üniv. Enerji Raporu içinde, Ed. M.Ö.Ültanır. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara.

TMMOB 3 ENERJİ SEMPOZYUMU 5-6-7 ARALIK 20001 MİLLİ KÜTÜPHANE ANKARA