



Review

BIOECONOMY: A NEW IMPLEMENTATION MECHANISM FOR SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT?

Emin Zeki BAŞKENT^{1,*} 

¹Karadeniz Technical University, Faculty of Forestry, Department of Forest Engineering, Trabzon, Türkiye

*Correspondence: eminzekibaskent@gmail.com

Received: 4 January 2023; Accepted: 4 April 2023; Published: 30 June 2023

ORCID: 0000-0003-2053-0298

Citation: Başkent, E.Z. (2023), Biyoekonomi: sürdürülebilir ormancılığın yeni uygulama mekanizması mı? *ArtGRID*, 5(1), 85-99

Abstract

The bioeconomy relies on sustainable resource management, which can produce more food, fiber and other organic-based products with fewer inputs, less environmental impact, and reduced greenhouse gas emissions for optimal use of renewable resources. One of the sustainable management tools of forests has been the bioeconomy initiative. In this article, the bioeconomy concept is discussed and its contributions to the sector are evaluated in terms of sustainable forest management. The circular economy model, which has replaced the traditional produce-consume-dispose economic model, has found its place in the forestry sector with the concept of bioeconomy. Providing integrated ecosystem services to the society, focusing on renewable resources, producing innovative and high value-added products from wood raw materials, establishing sustainable cities, using clean and renewable energy and products instead of fossil-based products in combating climate change are important elements of bioeconomy. It has brought a new frontier to the forestry sector by combining ecology and economy, offering a smart, effective and responsible solution to sustainable forest management. There is a need for expanding forest ecosystems, preserving their rehabilitation, sustainable management, raising awareness of consumers on innovative products, services and processes, and developing new forestry policies, strategies and legal instruments to accelerate the transition to bioeconomy. Taking bioeconomy measures is seen as a way out to prevent irresponsible and excessive use of resources and at facilitate the transition to sustainable forest management.

Keywords: Bioeconomy, Forestry, Sustainability

*Derleme***BIYOEKONOMİ: SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIĞIN YENİ UYGULAMA MEKANİZMASI MI?****Özet**

Biyoekonomi, yenilenebilir doğal kaynakların optimal kullanımı için daha az girdi, daha az çevresel etki ve azaltılmış sera gazı emisyonları ile daha fazla gıda, lif ve diğer organik-temelli ürünler üretebilen sürdürülebilir doğal kaynak yönetimine dayanır. Ormanlık sektörünün asli politikası olan sürdürülebilir ormancılık yönetiminin de temel araçlarından. Bu makalede biyoekonomi kavramı ele alınmış ve bu kapsamda yapılan çalışmalar ile ormancılık sektörüne katkıları sürdürülebilir orman yönetimi açısından değerlendirilmiştir. Geleneksel *üret-tüket-at ekonomik modelin* yerini alan *döngüsel ekonomi modeli* ormancılık sektöründe biyoekonomi kavramı ile yer bulmuştur. Ormanların sürdürülebilir yönetimi; ekosistem hizmetlerinin bütüncül olarak topluma sunulması, yenilenebilir kaynaklara ağırlık verilmesi, odun hammaddesinden yenilikçi ve katma değeri yüksek ürünlerin üretilmesi, sürdürülebilir şehirlerin kurulması, iklim değişikliği ile mücadelede fosil tabanlı ürünlerin yerine temiz ve yenilenebilir enerji ve ürünlerin kullanılması biyoekonominin önemli unsurlarıdır. Ekoloji ile ekonomiyi ustaca birleştirerek, orman ekosistemlerinin sürdürülebilir yönetimine *akıllı, etkili ve sorumlu* bir çözüm sunarak ormancılık sektörüne yeni bir eksen kazandırmıştır. Biyoekonomiye geçiş sürecinin hızlanması için; orman ekosistemlerinin genişletilmesi, mevcutlarının korunarak rehabilitasyonu, sürdürülebilir yönetimi, yenilikçi ürün, hizmet ve süreçler konusunda tüketicilerin bilinçlendirilmesi, yeni ormancılık politika, strateji ve yasal enstrümanlarının geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Kaynakların sorumsuz ve aşırı kullanımını önlemek ve aynı zamanda sürdürülebilir orman yönetimine geçişi kolaylaştırmak için biyoekonomik tedbirlerin alınması bir çıkış yolu olarak görülmektedir.

Anahtar kelimeler: Biyoekonomi, Ormancılık, Sürdürülebilirlik

1. GİRİŞ

Son yıllarda ormancılık sektörü bir model yaklaşım (paradigma) sürecine doğru evrilmektedir. Bu yeni ekonomik paradigmanın hedefi ekonomi ile ekoloji arasında yıllardır süregelen çatışmaya (dikotomi) alternatif bir çözüm sunmaktır. Bu köklü değişimin bir kefesinde orman ekosistemlerinin sunduğu çoğul **ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir kullanımı** yer alırken, diğer kefesinde ise **iklim değişikliği ile mücadele ve çevreye duyarlı tüketici davranışları** yer almaktadır. Arz tarafında odun üretiminin yanı sıra, odun dışı orman ürünleri üretimi, biyoçeşitlilik koruma, karbon birikimi, su üretimi, toprak koruma ve rekreasyon hizmetleri gibi çok yönlü ekosistem hizmetlerinden sürdürülebilir faydalanmayı hedefleyen politika ve stratejiler geliştirilmektedir. Talep tarafında ise toplum; temiz çevre, canlı yaşamını koruma, ruh-beden sağlığı için doğal ortamdan faydalanma, gıda güvenliği, gelecek nesillere sorumlu kaynak aktarımı, fosil yakıtlar yerine doğal-yenilenebilir enerji kullanımı gibi bir takım taleplerin bulunduğu yeni tüketici davranışı sergilenmektedir. **Biyoekonomi** olarak ifade edilen bu paradigmanın oluşum ve gelişimini, iklim değişikliği ile etkin mücadele, temiz çevre oluşturma, karbon salınımını (emisyon) azaltım, fosil enerji ve materyal kullanımının azaltımı, biyoçeşitliliğin korunması, çevre dostu biyo-materyallerin kullanımı gibi temel unsurlar tetiklemiştir (Bioeconomy Council, 2015). Birleşmiş Milletlerin yaptığı uyarıda çağımızın ve geleceğin en büyük sorununun kaynak kıtlığı olmadığı, aksine, kaynakların *sorumsuz kullanımının* sebep olduğu biyolojik çeşitlilik kaybı, iklim değişikliği ve kirlilik ile çevre ve sağlık sorunları olduğu ifade edilmiştir.

Biyoekonomi, tüm ekonomik sektörlerdeki ürün ve hizmetlerin sürdürülebilir ekonomi çerçevesinde *ürün, hizmet ve süreçlerin* sunumunu sağlamaya yönelik biyolojik kaynakların bilgi tabanlı üretimi ve kullanımı olarak tanımlanmaktadır (Bioeconomy Council, 2015). Avrupa Komisyonu, biyoekonomi kavramını *"yenilenebilir biyolojik kaynakların üretimi ve bu kaynakların gıda, yem, biyo-temelli ürünler ve biyoenerji gibi katma değerli ürünlere dönüştürülmesi"* olarak tanımlamaktadır. Farklı bir ifadeyle, giderek azalan çevre ve sağlık etkileriyle birlikte fosil yakıtlar, hammadde, su, arazi, çevre ve kirleticiler gibi doğal ürünlerin net üretimini minimize etmek üzere yenilikçi üretim, tüketim ve pazarlanma araçlarının geliştirilmesine yönelik bir sistemdir. Bu paradigmanın temeli doğaya değer vermek ve ekonomi ile ekolojiyi buluşturmak üzere geliştirilmiş ve geçmişte doğayı değerlendirmedeki beceriksizliğimizi ortaya koymak için bir fırsat olarak da yorumlanmaktadır (Palahi, 2015).

Döngüsel ekonomi (*circular economy*) kapsamında geliştirilen biyoekonomi kavramı, temelde fosil tabanlı ekonomiden biyo temelli bir ekonomiye geçiş modelidir (Potočnik, J. 2018). Bu kavram esasen; toplumun gıda, enerji ve sanayi ürünlerine olan ihtiyacını yenilenebilir kaynaklarla karşılamayı hedefler. Böylelikle, biyojenik malzeme akışlarının rolünü ön plana çıkararak uzun vadede fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltması beklenmektedir. Çünkü son zamanlarda dünya nüfusu ile birlikte çimento, metal ve plastik fiyatlarının artması, çevre kirliliği, iklim değişikliğinin olumsuz etkileri ve hammadde yetersizliği gibi temel sorunlar bilim insanlarını bir çözüme zorlamıştır. Burada, süreçlerin, tasarımların ve tedarik zincirinin iyileştirilmesi gibi pek çok alternatifin yanı sıra, orman ekosistemleri gibi yenilenebilir kaynakların sürdürülebilir kullanımı **akıllı, etkili ve sorumlu** bir çözüm yöntemi olarak ortaya çıkmıştır. Özellikle, gıda güvenliğinin sağlanması, fosil kaynaklara bağımlılığın azaltılması, biyolojik tabanlı çalışan sektörlerin desteklenmesi, ekolojik tabanlı çözümlerin geliştirilmesi ve plastik yerine geri dönüşümü olan ve doğada hızlıca çözülebilen ikame biyo-materyallerin kullanımı Avrupa Komisyonu **eylem planı** faaliyetleri arasında yer almıştır. Avrupa Komisyonunun 2017 yılında uyarladığı bu

biyoekonomi modeli eylem planının öncelikli faaliyetlerinden biri de, **sürdürülebilir ormancılık** ve bu çerçevede ekosistem tabanlı bilgi birikimi ile net birincil üretimde biyoçeşitliliğin faydalarının öne çıkmasıdır.

Öte yandan, Birleşmiş Milletler küresel bazda 17 adet temel Sürdürülebilir Kalkınma Hedefi belirlemiştir (URL1, 2018). Bu hedefler yoksulluk ve açlığın giderilmesi, sağlığın korunması, eşitliğin sağlanması, temiz enerji kullanımı, iklim değişikliği ile mücadeleden tutun *orman ekosistemleri başta olmak üzere karasal ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir yönetimine (15. Hedef)* kadar geniş yelpazeyi kapsamaktadır. Döngüsel ekonomi ve sürdürülebilirlik kavramları etrafında hazırlanan bu hedeflere göre biyoekonomi sürdürülebilir kalkınmanın motoru şeklinde algılanmaktadır.

Ormancılık sektörü, Birleşmiş Milletlerin geliştirdiği sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin kahir ekseriyetinin gerçekleştirilmesini sağlayan bir sektör konumundadır. Çünkü ormanlar dünyamızın temel biyolojik altyapısını oluşturur ve yenilenebilir ürünlerin kaynağıdır. Örneğin, kıta Avrupası'nın %43'ünü kaplayan ormanlar; biyoçeşitliliği koruma, karbon bağlama, su üretimi ve toprak koruma gibi ekosistem hizmetlerinin sürdürülebilir şekilde gerçekleştirilmesinde temel rol oynarlar. Ormanlar kırsal ve kentsel alanların iklim değişikliğine ve doğal müdahalelere karşı dayanıklılığı (resilience) ve adaptasyonunun artmasında kritik rol alırlar. İspanya da yapılan uygulamalı bir araştırmada müdahale görmeyen ormanlar ile sürdürülebilir ormancılık çalışmalarının uygulandığı alanlar karşılaştırılmış, sonuçta yoğun aralama içerikli müdahalelerin uygulandığı ormanların doğal olaylara karşı daha dayanıklı hale geldiği görülmüştür (Garcia et al., 1998). Müdahale görmemiş alanlar karbon kaynağı (*source*) olurken, planlı işletilen ormanlar yangına daha dirençli hale gelmiş, su döngüsünü daha iyi düzenlemiş ve net karbon yutağı (*sink*) haline gelmiştir. Yine Avrupa Ormancılık Araştırma Enstitüsünün (EFI) yaptığı bir araştırmaya göre, ormancılık faaliyetleri ile biyoekonomi çalışmalarının 2050 yılına kadar iklim değişikliği etkisinin yaklaşık %35-70 oranında giderilebileceği tahmin edilmektedir. Küresel bazda yapılan diğer bir araştırmaya göre de, tonu 20 dolar olan bir fiyatlandırma ile ağaçlandırma çalışmaları, ormansızlaşmanın giderilmesi ve sürdürülebilir ormancılık faaliyetleri yıllık 1.9-5.5 Gt ilave karbon tutma potansiyeli ile iklim değişikliği etkilerini giderebileceğini göstermiştir (FAO, 2016). Bu örneklerle ormanların ucuz, yenilenebilir ve sürdürülebilir kaynak olduğu ve iklim değişikliği ile mücadelede etkin rol oynadığı açıkça görülmektedir.

Öte yandan, ormanlar yenilenebilir biyolojik ürünlerin temel kaynağıdır. İklim değişikliği ile etkin mücadelenin temelinde orman ekosistemleri gibi yenilenebilir biyolojik kaynaklar yatmaktadır. Ormanlar temel karasal karbon havuzu olup toplam karbon dioksit salınımının %13 ünü tutarak karbon depolama görevini üstlenir (FAO, 2016). Avrupa bazındaki bu oranın 2050 yılına kadar %22 civarına çıkması hedeflenmektedir. Bir karşılaştırmaya göre, bu miktar çimento ve çelik üretimiyle atmosfere salınan karbon salınımı ya da tarım sektörünün toplam salınımına denktir. Bu durum ormanların iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir role sahip olduğunu göstermektedir. Ancak bu kaynaklar doğada sınırlı olduğundan *etkin, akıllı ve sürdürülebilir* kullanılmalıdır. Orman ekosistemlerin ekosistem tabanlı çok amaçlı planlanması ve işletmeciliği, ormanların etkili karbon depolama ve iklim değişikliği etkisini azaltmadaki işlevini sürdürebilmesi için de temel araç olarak karşımıza çıkmaktadır (Baskent et al., 2008). Özetle, orman ekosistemlerini dikkate almadan biyoekonomi merkezli çalışmaların gerçekleştirilmesi düşünülemez.

Bu makalede biyoekonomi kavramı, sürdürülebilir orman yönetimi (planlama ve işletmeciliği) ve iklim değişikliği çerçevesinde ele alınmış, genel bir değerlendirilmesi yapılmış ve ormancılık sektörünün biyoekonomiye katkısı yenilikçi ürün, kavram ve süreçler itibarıyla tartışılarak bir takım öneriler geliştirilmiştir.

2. SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMANCILIK

1992 yılı Rio Zirvesi ardından 1993 yılında Helsinki’de alınan kararlar çerçevesinde Sürdürülebilir Orman Yönetimi “*Ormanların ve orman alanlarının yerel, ulusal ve küresel düzeylerde, biyolojik çeşitliliğini, verimliliğini, kendini yenileme kabiliyetini ve yaşama enerjisini, şimdi ve gelecekte, ekolojik, ekonomik ve sosyal fonksiyonlarını yerine getirebilme potansiyelini koruyacak ve diğer ekosistemlere zarar vermeyecek şekilde ve derecede kullanılması ve düzenlenmesidir*” şeklinde tanımlanmıştır. Bu tanımla ormancılık sektörünün temelinde var olan sürdürülebilirlik kavramına uluslararası düzeyde somut ve resmi bir boyut getirilmiş olup, çoklu ekosistem hizmetlerini içeren çok amaçlı planlamaya ekonomik, ekolojik ve sosyo-kültürel bakış açısı kazandırılmıştır. Bu yaklaşım çerçevesinde evrilen ormancılık sektörü sadece odun üretimini planlayan ve yöneten bir sektör olmaktan çıkmış, orman ekosistemlerini sosyal, ekonomik ve ekolojik açıdan değerlendiren ve topluma fayda sağlayan bir sektör haline gelmiştir (Baskent et al. 2008). Bu üç ana eksen üzerinde gelişen sürdürülebilir ormancılık yaklaşımının önemli bir uygulama ögesi de son yıllarda ormancılık sektöründe dillendirilen biyoekonomi kavramı olmuştur.

Fosil tabanlı ekonomiden biyolojik temelli ekonomiye geçiş olarak da tanımlanan biyoekonomi yaklaşımı, bir taraftan akıllı biyo-materyaller ve yeni bilimsel/teknolojik araçları kullanırken, öte yandan toplumda sosyo-kültürel değişimi de beraberinde getirmektedir. Sürdürülebilir ürünlerin piyasa değeri, ancak orman ekosistemlerin sürdürülebilir yönetimi ve hammadde tedarikinin desteklenmesiyle ortaya çıkmaktadır. Ormancılığın topluma sağladığı ekosistem hizmetlerinin objektif ve karşılaştırmalı değerlendirmesi ile topluma sunumu biyoekonomik girişimlerle mümkündür. Orman ekosistemlerinin yönetiminden ekosistem ürün ve hizmetlerinin topluma kesintisiz sunumuna kadar olan değer zincirini kuran biyoekonominin, gelecekte ormancılık sektörünü yönlendirebilecek bir paradigma olacağı öngörülmektedir. Görüldüğü gibi biyoekonomi sürdürülebilir ormancılık yaklaşımının önemli uygulama aracı olarak karşımıza çıkmaktadır. Burada, yeni planlama yaklaşımlarının geliştirilmesi, yeni silvikültürel tekniklerin tasarlanması, ekolojik temelli yeni ekonomik modellerin geliştirilmesi ve çevre-iklim değişikliği ile uyumlu yenilenebilir ve geri dönüşümlü (ör. odun) akıllı biyo-materyallerin geliştirilmesi biyoekonominin temel unsurlarıdır. Geline bu süreçte değişimi hızlandırmak için yeni silvikültürel tekniklere ve yeni planlama yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır.

3. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİNE DUYARLI AKILLI ORMANCILIK

İklim dostu ormancılık, sürdürülebilir orman yönetimi kapsamında, iklim değişikliği etkilerinin hafifletilmesine yönelik tedbirlerin alındığı bir yaklaşımdır. Sera gazları salınımlarını azaltmayı, mevcut ormanların dayanıklılığını arttırmayı ve yetiştirme ortamı verimliliğini arttırmayı hedefler. Bu yaklaşım biyoçeşitliliğin korunması, ekosistem hizmetlerinin sağlanması ve dolayısıyla biyoekonominin geliştirilmesine yönelik politikalarla sinerji oluşturur. Burada ortak payda, sürdürülebilir ormancılık kapsamında üretim

kapasitesinin artırılması ile oluşan materyal ikamesi sonucu orta ve uzun vadeli oluşan iklimsel faydalardır.

İklim değişikliği etkisini gidermek üzere tüm ekonomik sektörlerin *döngüsel ekonomiye* geçiş sürecinde bir girişim içerisinde olduğu bilinmektedir. Tüm sektörler arasında, net CO₂ tutulumunu sağlayan tek ekonomik sektör ormancılık sektörüdür (Jandl et al., 2018). Orman ekosistemleri karbon yutağı olarak işlev görmekte, çimento, plastik ve çelik gibi ürünlerin yerine karbonu uzun süre saklama özelliğine sahip ikame ürünler sunmaktadır (Nabuurs et. al., 2016). AB bu konuda stratejik hedefler belirlemiş olup, ormancılık sektörünün desteklenmesi, fosil kaynaklı ürünlerin yerine ikame olarak yenilenebilir ürünlerin kullanılması, elektrikli araçların teşviki ile birlikte sera gazları salınımını 2030 yılına kadar %20 azaltmayı hedeflemektedir. Örneğin, Finlandiya 2030 yılı stratejik hedefleri arasında; yenilenebilir enerji kullanım oranının %50 ye ulaşması, kömürün enerji üretiminde artık kullanılmaması, fosil kaynaklı hammadde kullanımının yarı yarıya azaltılması ve uzun vadede yenilenebilir enerjiye odaklanarak karbon-nötr toplum oluşturulması hedefleri bulunmaktadır (URL4, 2016).

Sürdürülebilir orman yönetimi ve planlaması (orman amenajmanı) ile birlikte orman ekosistemleri iklim değişikliğinin etkisini üç farklı şekilde giderir. Ormanlar, (i) geniş *ekolojik ayak izine*¹ sahip malzemelerin yerini alabilecek orman ürünleri üretiminin kaynağıdır, (ii) yakacak odun ve orman ürünlerinin işlenmesinden elde edilen yan ürünlerden yenilenebilir enerji sağlar ve (iii) büyüme ile atmosferdeki CO₂'yi tutar. Öte yandan, orman amenajmanı aynı zamanda odun üretimi ile de ormandan karbon çıkışına neden olmaktadır. Bir çok araştırmacı odun üretimiyle kaçınılan emisyonlar ile artan üretim miktarıyla azalan karbon yutağı arasında optimal bir denge kurmaya odaklanmıştır. Örneğin, Jandl et al., (2018) Avustralya'da yaptığı bir araştırmada en iyi iklim değişikliği azaltımı (*mitigation*) stratejisinin, odunun daha uzun ömürlü ürünlere dönüştürüldüğü ve aynı ürünün birkaç ardışık ürün döngüsünde kullanıldığı durumlarda elde edildiği sonucuna varmıştır. Üstelik üretimle gelen genç meşcereler yüksek büyüme performansına sahip olduklarından net karbon yutağı işlevi görürler. Öte yandan ilginç olan, doğal müdahalelerce zarar görme riski dikkate alındığında biokütlede karbon birikimini en üst düzeye çıkarmayı hedefleyen ekosistemlerin korunması yaklaşımının daha az etkili olduğu görülmüştür (Braun et. al., 2016). Bu girişimlere göre, ormanların koruma ağırlıklı yönetiminden ziyade sürdürülebilir tabanlı çok amaçlı planlanması ve işletmeciliğinin iklim değişikliği ile mücadele ve biyoekonomi yaklaşımı açısından daha akıllı bir çözüm/politika olduğu görülmektedir.

4. SÜRDÜRÜLEBİLİR ŞEHİRLERİN KURULMASI

2050 yılına kadar dünya nüfusunun üçte ikisinin şehirlerde yaşamını sürdüreceği tahmin edilmektedir. Şehirlerin Dünya'daki toplam sera gazları salınımı ile enerji tüketiminin yaklaşık üçte ikisinin sorumlusu olduğu ifade edilmektedir. Şehir nüfusunun artmasıyla birlikte, buralarda yaşayan insanların *gıda, su, enerji ve materyale* olan ihtiyaçları da artmaktadır. Kentsel alanların yeniden tasarlanması ve daha yeşil şehirlerin kurulumu için kent ormanları ve ahşap kullanımına ağırlık verilmesi beklenmektedir. İklim değişikliği ile uyumlu sürdürülebilir şehirlerin oluşturulmasında ormanların rolü iki başlıkta incelenebilir:

¹ Mevcut teknoloji ve kaynak yönetimiyle bir bireyin, topluluğun ya da faaliyetin tükettiği kaynakları üretmek ve oluşturduğu atığı bertaraf etmek için gereken biyolojik olarak verimli toprak ve su alanıdır (WWF 2012).

a) **İnşaat sektöründe ahşap ürünlerin kullanımı:** AB bazında ele alındığında, inşaat sektörü toplam karbon salınımının %35'ini, toplam enerji salınımının %40'unu ve tüm hammadde salınımının da %50'sini kapsamaktadır (URL4, 2016). İnşaat sektörünün temel hammaddesi olan çelik ve çimento üretimi maalesef çevre dostu değildir. Örneğin, 1 ton çelik üretimi 1.7 ton CO₂'nin ve 1 ton çimento üretimi de 1 ton CO₂'nin atmosfere salınımına neden olmaktadır (Winkel, 2017). Bu rakamlara göre inşaat sektörünün çevreye olan etkisinin bir hayli fazla olduğunu görmek mümkündür. Oysaki ormanlar inşaat sektörüne yenilenebilir inşaat malzemesi imkânı sunarlar. İnşaat sektöründe ahşap materyallerin kullanımı karbon tutulumu ve depolamanın etkin yoludur. Oduna dayalı ürünler karbonu depolar ve uzun süre bünyesinde saklarlar. Örneğin, 1 m³ odun üretimi havaya salınan yaklaşık 1 ton CO₂ depolamaya eşdeğerdir. Öte yandan, çeliğin dünya çapında karbon ayak izi %8, çimentonun ise %5 olarak bilinmektedir. Oysaki, çimento ve çelik yerine odun materyallerinin kullanımı ile binaların karbon ayak izlerini² yaklaşık %50 oranında azaltmak mümkündür (Nabuurs et al., 2015). Diğer bir ifadeyle, eğer inşaat sektöründe kullanılan malzemenin %50'si ahşap olarak kullanılırsa, tüm sektörlerde kullanılan çimento kaynaklı salınım tamamen telafi edilebilecektir.

Zor da olsa, günümüz teknolojisi bunu sağlamamıza yardımcı olmaktadır. Örneğin, 2017 yılı itibarıyla kullanımına başlanan 53 m yüksekliğinde 18 katlı ahşap bina Kanada'nın Vancouver kentindeki British Kolombiya Üniversitesi kampüsünde bulunmaktadır. Norveç'te yine 18 katlı tamamen ahşap bina bulunmaktadır. Londra şehir merkezinde en çevre dostu bina olacağı söylenen 304,8 metrelik (1.000 ft) bir ahşap gökdelen (Oakwood Kulesi) tasarlanmıştır. Tokyodaki ise 350 m yüksekliğinde 70 katlı ahşap gökdelen (*plyscraper*) yapım denemesi ise devam etmektedir (URL2, 2018). Ahşap yapı malzeme kullanımında öncü durumunda olan İskoçya'da ise yeni yapılan evlerin yaklaşık %65 gibi büyük bir oranı ahşap çerçeve ile kaplanmaktadır. Ayrıca, modüler ahşap evlerin yapılıp pazarlandığı da bilinmektedir. Bu evler esnek, hafif, ölçeklendirilebilir, uyarlanabilir, sürdürülebilir, karbonsuz, güvenli ve sağlıklı-mutlu bir ortam sunmaktadır. Ahşap temelli binaların sağlığa olan kanıtlanmış net yararlarından dolayı (örneğin, düzenli-düşük kalp atışları, daha iyi uyku ortamı, hızlı iyileşme ve daya iyi konsantrasyon) birçok ülkede özellikle okulların artık ahşap temelli yapılması öngörülmektedir. Bunun da ötesinde denemeler vardır. Bu denemenin amacı, çevre dostu teknolojiler kullanarak ahşap temelli çevre dostu şehirler oluşturmak, karbon tutulumuna katkı sağlamak ve dolayısıyla ahşap mimarinin artmasıyla şehirlerin yaşanabilir yeşil kentler haline gelmesini sağlamaktır.

Özellikle çapraz olarak lamine edilmiş ahşap malzemeler (*CLT=cross-laminated timber*) odundan daha büyük ve daha dayanıklı tasarlanmış olup inşaat sektöründe maliyet etkin, ısı yalıtımlı, esnek ve çevreye duyarlı (karbon tutucu, hızlı, doğru, hafif, temiz ve sessiz) ürün olarak kullanılmaktadır. "Ahşap gökdelenler" olarak da ifade edilen CLT binaların yangına karşı daha dayanıklı olduğu da bilinmektedir. Kalın ahşap malzeme yandıkça dış çerçevede kömürleşme oluşarak odunu korur ve bu durum hem yangının yavaşlatılmasını sağlar ve hem de iç kısma doğru ilerlemesini durdurur. İngiltere'de çapraz lamine ahşaptan yapılmış yaklaşık 500 bina bulunmaktadır. Üstelik ahşap plakalar dikey olarak yapıştırılarak dev kontrplak üretilmekte ve çok az miktarda çimento ve çelik ile ahşap binalar inşa edilmektedir.

²⁾ İnsan faaliyetleri sonucu atmosfere salınan karbon dioksit (CO₂) karşılığında toplam sera gazları miktarı (ton/yıl). Ülkemizin 2006 yılı ortalama bireysel karbon ayak izi 4,55 ton/yıl, AB ülkelerinin ortalaması ise 10,4 ton/yıl. Ancak, orta ve uzun vadede sürdürülebilir yaşam için kişi başına yıllık karbon ayak izinin 2 ton CO₂'den az olması gerekmektedir.

Ayrıca, CLT tabanlı binaların esnek, hafif (aynı miktardaki betonarme yapıya göre %80 daha hafif) ve enerjisi daha iyi absorbe ettikleri için depreme karşı daha dayanıklı olduğu da söylenmektedir. Gerçek anlamda sürdürülebilir yapı malzemesi olan CLT'ler Avusturya, Almanya, İskandinavya, ABD ve Avustralya'da üretilmektedir.

- b) **Kent ormanlarının kurulumu:** Kent ormanı, büyük şehirlerde ve banliyölerde yaşayan halkın temel olarak sağlık, eğlenme-dinlenme olanaklarına hizmet eden şehirlerin çevresinde bulunan ağaç topluluklarıdır (Anonymous, 2012). Kent ormanları şehirlerin ısısını 2 ila 8 derece daha serinletir. Bina çevresinde dikilecek ağaçlar havanın ısı ve nemini %50 oranında ve ısıtmada kullanılan enerjisi de %20-30 civarında azaltır. Olgun çağdaki bir ağaç havadaki bazı kirleticilerle beraber yaklaşık olarak yılda 150 kg CO₂'yi tutar. Kent ormanları havayı temizler, sel riskini azaltır ve stresin azaltılmasıyla birlikte toplumun sağlığına katkı sağlar. Şehirlerin etrafında kurulacak ormanlar ya da kent ormanları aynı zamanda şehirlerin temiz su ihtiyacını karşılarlar. Ahşap, ağaç ve ormanlar sürdürülebilir şehirlerin omurgasını oluştururlar.

5. BİYOENERJİ GİBİ YENİLEBİLİR VE KARBONSUZ ENERJİ ÜRETİMİ

Biyoenjerji, doğal, biyolojik kaynaklardan (biyokütle) üretilen yenilenebilir enerjidir. Bitkiler, hayvanlar ve bunların yan ürünleri gibi birçok doğal kaynak biokütlenin hammaddesidir. Biyoenjerji karbon ayak izini azaltma ve çevreyi iyileştirme potansiyeline sahip olduğundan, biyoekonomik tedbirler arasında yer almaktadır. Orman ekosistemlerinin en önemli biyokütle kaynağı olması ve biokütlenin de artmasıyla birlikte biyoenjerji üretimi fosil yakıtlara alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Örneğin, Finlandiya menşeli Stora Enso ormancılık şirketi Volvo şirketi ile ısınma noktasında işbirliğine gitmiş ve biyoenjerji kullanımıyla fabrikanın atmosfere saldığı CO₂'nin %40'a kadar indirildiği görülmüştür. İskoçya'da ise yaklaşık 70,000 ev biyoyakıt ile ısınmakta olup, toplam enerjinin %50'sinin başta orman kaynakları olmak üzere diğer yenilenebilir enerji kaynaklarından elde edilmesi hedeflenmiştir. Ancak, Dünya'nın diğer ülkeleri İskandinav, Kuzey Amerika, Rusya, Brezilya ve Güney Amerika gibi orman kaynakları açısından pek de şanslı ülkeler değildir. Dolayısıyla, biyoenjerji kullanımı sınırlılığını korumaktadır. Esasen, hala tartışılmaya devam edilen biokütleden biyoenjerji üretimi, yüksek değerli orman ürünlerinin bir yan ürünü olarak görülmesi ve değerlendirilmesinin daha uygun olduğu ifade edilmektedir (Jandl et al., 2018)

6. YENİLİKÇİ AHŞAP MALZEMELERİN GELECEKTEKİ KULLANIMI: YENİ TEKNOLOJİ VE YATIRIMLAR

Fosil kaynaklı enerji kullanımı ve giderek artan plastik üretimi, doğada geç çözülmesi ve atıklarının denizlere salınması neticesinde toplum sağlığını ve biyoçeşitliliği tehlikeye atmaktadır. Kimya endüstrisi, plastik ve diğer ürünlerin üretiminde 2030 yılına geldiğinde fosil tabanlı ürünlerin kullanılmayacağını ifade etmektedir. Öte yandan, tekstil sektörünün belkemiği olan pamuk üretimi, bünyesindeki sorunlar (örneğin, tarımsal ilaçların aşırı kullanımı, kötü çalışma şartları, aşırı su kullanımı vb.) ve diğer tarım ürünleri ile rekabetçi olması sebebiyle de durma noktasına gelmiştir. Alternatif olarak, yenilenebilir ve geri dönüşümlü ürünlerin, örneğin ahşap malzeme gibi biyo-materyallerin üretimi ve kullanılmasıdır.

Bilindiği gibi ahşaba dayalı lif üretimi karbon ayak izlerinin azaltılmasını sağlamaktadır. Ancak, mevcut durum itibarıyla ahşaba dayalı malzeme üretim potansiyelinin ancak yarısı kullanılabilir. Araştırmalara göre, selülozun yanı sıra ayrıca lignin ve hemiselülozun

da kullanımıyla birlikte yeni kullanım alanlarının açılacağı ifade edilmektedir (Shimpi, 2018). Örneğin, ahşaba dayalı sektörler tekstil üretiminin yaklaşık %6'sı civarında olup 2030 yılına kadar bir hayli artacağı tahmin edilmektedir. Oysaki Dünya'daki toplam tekstil liflerinin %65'i plastikten yapılmaktadır. Bu iklim değişikliği ile mücadeleyi ve biyoekonomiyi geliştiren önemli bir bilgidir. Biyoekonomi kapsamında geliştirilen yenilikçi ahşap ürünlerine üç örnek aşağıda verilmiştir.

- a) **Odun liflerinden üretilmiş giysiler kullanılmaya başlanacak:** Yakın gelecekte pamuk yâda plastik yerine artık odun liflerinden üretilmiş giysilerin üretilebileceği ifade edilmektedir. Örneğin, Finlandiya menşeli Stora Enso özel ormancılık şirketi odun liflerinden yapılmış tişört, pantolon ve eşofman gibi giysilerin yakında üretilip piyasaya sürülebileceğini planlamaktadır (URL7, 2020). Bu firma, odun hammaddesinden tekstil üretimini şöyle açıklamaktadır. Öncelikle, doğal olarak kâğıt hamuru üretiliyor ardından kimyasallarda çözülerek tekstil lifleri oluşturuluyor. Bunlar daha sonra kısa lifler halinde kesiliyor, iplikler şeklinde eğriliyor ve örülerek kumaş haline getiriliyor. Bu kumaşlar daha parlak, vücuda daha güzel oturan ve nefes alabilir şekilde kaliteli olup çok hoş bir dokunuş ve his vermektedirler. Esasen odun liflerinden yapılmış kıyafetler piyasada mevcut. Eğer giysi etiketlerinde “viskoz veya reyon”a atıf yapıyorsa kumaşta odun lifleri kullanılıyor demektir. Stora Enso firması odun liflerinden yapılmış tekstil ürünlerinin üretimini artırmak gibi bir hedefi bulunmaktadır.
- b) **Bilgisayar ve telefon ekranları nano selülozdan yapılabilir:** Yine bilimsel çalışmalara göre artık şeffah ahşap malzemelerin üretilip kullanılacağı da konuşulmaktadır. Çok küçük nano ölçekteki selüloz lifleri (5-20 nm) olarak bilinen nano selüloz, kimyasal maddeler ve basınç kullanılarak odundan çıkarılabilir (Ramos vd. 2016). Nano selüloz bazı petrokimya bazlı ürünlerin yerini alabilir ve diğer birçok yüksek performanslı nano ölçekli malzemedeki de daha ucuzdur. Çevre dostu ve yenilenebilir ürün olan nano selüloz elektronik tabaka/ekran, sensor, gıda paketleri, gıda katılaşması ve anti-mikrobiyal filmlerin üretiminde rahatlıkla kullanılmaktadır. Yine Singapur menşeli Bendy cep telefonu şirketi şu anda nano selüloz tabanlı ve elektrik geçirimli nano-kâğıt üretmiş olup bu malzemedeki katlanabilir bilgisayarlar üretmeyi de başarmıştır.
- c) **Kemik yenilenmesinde odun materyalleri kullanılabilir:** Biyo materyal olarak nano-selüloz maddesi sağlık alanında da ticari kullanım potansiyeline sahiptir. Esasen, uzun zamandan beri nadir de olsa kemiklerin desteklenmesi, kusurların onarılması, yenilenmesi, canlanması ve iyileşmesinde odun hammaddesi kullanımı denetlenmektedir (URL3, 2016; Yıldız vd 2010). Örneğin, RISE araştırma enstitüsü parçalanmış kemikleri yeniden canlandırmak için nano selüloz kullanımını araştırmaktadır. Buradaki kavram, bireyin vücudundaki kök hücreler kullanılarak kendi kemiklerini değiştirip yenileyebilmektir. Bu hücreler besin maddelerine ihtiyaç duyarlar, fakat aynı zamanda bir “iskelete” de ihtiyaç duyarlar ve büyümelerini bu yeni kemiğe yönlendirebilirler. İşte tam da burada odun hammaddesi devreye giriyor. Üç boyutlu şekillendirilebilen nano-selülozdan yapılmış bu iskelet, vücudun bir süre sonra yenilenmesine yardımcı olur ve daha sonra ayrıştığında, vücut tarafından emilebilen ve enerji olarak kullanılan hücrelere ayrılır. Bilindiği üzere nano selüloz çelik kadar güçlü, cam gibi sağlam, hafif ve yeşil/yenilenebilir doğal bir malzemedir.

7. TÜKETİCİ DAVRANIŞLARININ DEĞİŞİMİ

Öte yandan tüketici davranışlarının da takip edilmesi, yönetimi ve motive edilmesi gerekmektedir. 2018 yılı Dünya ekonomik forumu çıktılarına göre; Dünya nüfusunun 2030 yılına kadar artmasıyla birlikte 3 milyar insanın orta gelir seviyesine çıkacağı tahmin edilmektedir (Potočnik, 2018). Bu verilere göre, 2 milyar insanın obez olduğu ve toplam gıdanın neredeyse üçte birinin israf edildiği, buna karşın 800 milyon insanın açlık çektiği ve 2 milyar insanın da besin yoksulluğu çektiği bildirilmektedir. Bu gerçeklere paralel olarak, henüz geleneksel ya da doğrusal ekonomik (üret-tüket-at) alışkanlıklardan kurtarılmamış, daha vahimi alternatif döngüsel ekonomi ve bunun yansıması olan biyoekonomi konusunda bilinçlendirilmemiş büyük bir tüketici toplumu (%90.9) bulunmaktadır. Ekonominin temel kuralı olan kıt kaynaklardan sürdürülebilir ve verimli faydalanma temel davranış şekli de değişmiştir. Orta vadede kaynakların kıtlığından ziyade, etkin kaynak kullanımının azaldığına dikkat çeken Potočnik (2018)'e göre sorumsuz ve aşırı kaynak kullanımının neden olduğu olumsuz çevre etkilerinin sınırlayıcı faktör olacağı tahmin edilmektedir. Esasen, orman kaynakları gibi yenilenebilir, geri dönüşümlü, akıllı ve çevreyle uyumlu ürün ve hizmetlere yönelerek dünyanın daha yaşanabilir bir konuma gelmesi, tüketici davranışlarının akıllı yönetimiyle mümkündür. Bu bağlamda, gelişmiş ülkelerde bilinçli tüketiciler; ürünlerin geri dönüşümlü, takip edilebilir ve sürdürülebilir ormancılıktan gelen ürünler olduğuna dikkat etmekte ve sorumlu-bilinçli-akıllı ormancılık konusunda ısrar etmektedirler.

8. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Dünya Ekonomik Forumu'nun belirlediği 21. yüz yıl gerçeklerine göre; 2050 yılında nüfusun 9.7 milyarın üzerine çıkacağı, iklim değişikliğinin giderek artmasıyla bozuk ve sürdürülebilir kullanılmayan ekosistemlerin yaklaşık %60'ının tehlike altında olacağı ve toprakların da üçte birinin erozyon, tuzlaşma, asitleşme, sıkışma, bitki besin maddesi eksikliği ve kimyasal kirlilikle bozulabileceği bildirilmektedir. Yine aynı forumda, küresel risklere karşı ekonomi ile çevre politikalarının senkronize edilemediğine dair ciddi endişelerin de olduğu vurgulanmıştır (URL6, 2018). Bununla birlikte, gelecekte fosil yakıtların azalacağı da dikkate alındığında, şimdiden alternatif çözümlerin üretilmesi stratejisi geliştirip uygulamaya aktarılması kaçınılmazdır. Bunun için de bazı gelişmiş ülkeler bir takım stratejik hedefler ortaya koymuş hatta eylem planlarını daha şimdiden hazırlamaya başlamışlardır. Örneğin AB, 2050 hedefleri arasına akıllı ormancılık faaliyetleri ve biyoekonomik tedbirlerle iklim değişikliğinin etkilerini %35-%70 oranında azaltıma gidebileceğinin hedefini belirlemiştir. Bu süreçte, orman ekosistemlerinin genişletilmesi, mevcutlarının korunarak rehabilitasyonu, sürdürülebilir planlanması ve işletmeciliği, biyoekonomik tedbirlerin alınması ve ormanların dayanıklılığının artırılmasıyla iklim değişikliği ile mücadelenin daha da kolaylaşabileceği öngörülmektedir. Bu bağlamda, küresel bazda doğal kaynak yönetiminin odak noktası olacak şekilde mevcut ekonomik modelden öteye gidilerek, biyoekonomi gibi yeni bir yaklaşıma (enstrümana) ihtiyaç olduğu görülmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde biyoekonomi kavramının hayata geçirilebilmesi için yeni bilgilerin üretilmesi, yeniliklerin teşvik edilmesi, yeni ürün tasarımlarının geliştirilmesi, tüketici davranışlarının değiştirilmesi ve yeni ticaret modellerinin geliştirilmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, çok katlı ahşap binaların bulunduğu (örneğin, Vancouver'da 18 katlı, Tokyo'da 70 katlı bina) karbonsuz sürdürülebilir kentsel alanlar oluşturulmakta, odun liflerinden (nano-selüloz) şeffaf ve çelikten daha dayanıklı yenilenebilir materyal üretilmekte, ahşap malzemeler kırık kemiklerin yenilenmesinde, tekstil üretiminde ve kozmetik sanayide kullanılmakta ve fosil yakıtlar yerine biyoenerji ile ısınma sağlanmaktadır. Yeni ticaret

modeline örnek olarak, Philips firması döngüsel/biyoekonomiye geçiş sürecinde artık “ampul” gibi malzeme pazarlamak yerine insanların doğrudan ihtiyacı olan sürdürülebilir “ışık” gibi enerjiyi toplumun hizmetine sunmaya başlamıştır. Bu gibi yenilikçi girişimler sayesinde materyal atıkları minimize edilmekte, çevre etkileri azaltılmakta ve enerjide önemli tasarruflar (Philips örneğinde %60) sağlanmaktadır (URL5, 2018).

Bu arada, ahşap temelli binaların yaygınlaştırılmasının orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliğine zarar verme endişesi ise yersizdir. Zira EFI'nin çalışmalarına göre, Avrupa'da %1 olan ahşap kullanımının %20'ye çıkarılması durumunda bile ancak 50 milyon metreküp (Fransa'nın toplam üretimi, ülkemizin ise yaklaşık bir buçuk katı) ilave odun üretimine ihtiyaç duyulacaktır. Oysaki Avrupa orman ekosistemlerinin üretimden 200 milyon metreküp daha fazla kapasiteye (artıma) sahip olduğu bilinmektedir (FAO 2020). Ayrıca Avrupa orman alanlarının arttığı ve sürdürülebilir tabanlı planladığı gerçeği de eklendiğinde bu endişenin yersiz olduğu görülecektir. Sadece Kanada ele alındığında; yaklaşık 220 milyon m³ yıllık üretim kapasitesi (2019 da 155 milyon m³'e düşmüştür), ortalama insan ve bina ömrünün de 70 yıl ve bir konut için kereste ihtiyacının ise ortalama 30 m³ olduğu kabul edildiğinde, 15 milyar m³'lük bir üretim olacağı ve bunun da 1 milyar insanın barınmasını sağlayabileceği görülmektedir (NRC, 2019).

Yeni ve tutarlı kırsal kalkınma politikaları geliştirilerek teşviklerin doğru yatırımlara yönlendirilmesi önemlidir. Kırsal alan nüfusunun yerinde kalkındırılmasına yönelik stratejiler geliştirilerek bir taraftan doğal kaynakların rasyonel -etkin ve sürdürülebilir- kullanımı sağlanırken, öte yandan kentsel alanlara olan baskı azalacaktır. Bu sayede temiz su ve fosil kaynaklı enerji tüketimi azalacak, çevre ve atık yönetimi daha kolaylaşacak ve biyoekonomi hedeflerine doğrudan katkı sağlanacaktır.

Orman ekosistemleri gibi doğal kaynakların yönetiminde ekonomi ile ekolojinin birlikte ele alınabildiği bir mekanizmanın geliştirilmesi elzemdir. Zaten biyoeconomünün temel dayanağı da ekoloji ile ekonomiyi bütünleştirmektir -tüm ekonomik etkinlikleri çevre ile uyumlu hale getirmektedir. Yenilenebilir ürünlere ağırlık verilmesi, ürünlerin geri dönüşümlü kullanılması, yeniden imalat, tamir-bakıma ağırlık verilmesi ve daha akıllı ürün ve yöntemlerin geliştirilerek kaynakların daha etkin, verimli ve yenilikçi kullanılmasıyla birlikte özellikle tüketici davranışlarının değiştirilmesi biyoeconomünün işlevselliğini artıracaktır.

Özetle, biyoekonomi biyolojik kaynakların sürdürülebilir ve duyarlı kullanımı ile doğaya yatırımı merkeze almaktadır. Doğrudan ya da dolaylı olarak oluşturduğu “kapsayıcı refah” (*inclusive prosperity*) kavramı ile servet, altyapı, istihdam ve iş imkânları gibi ilave faydaların daha geniş alanlara dağılımını sağlamaktadır (Potočnik, J. 2018). Örneğin, 400 binden fazla KOBİ ve 60 milyon orman sahibinin bulunduğu Avrupa ormancılık sektörü 3 milyondan fazla kırsal ağırlıklı istihdam imkanları sunarak topluma ciddi derecede sosyo-ekonomik fayda sunmaktadır. Ayrıca, biyolojik tabanlı fosilsiz enerji ve ürünlerin karbon odaklı ve kaynak yoğunluklu plastik, çimento ve çelik ürünlerine ikame olarak kullanılması ile iklim değişikliğinin nötr hale gelmesine ve yenilenebilir biyolojik kaynakların döngüsel, etkili ve sürdürülebilir kullanımına katkı sunmaktadır.

Tüm sektörlerde olduğu gibi, ormancılık sektöründe de yeni paradigmalardan geliştirilmesine ihtiyaç vardır. Yeni işbirlikleri kurularak yeni yaklaşım, ürün ve araçların geliştirilmesi arayışına girilmelidir. Dijital teknoloji, yapay zekâ, karar verme teknikleri, model geliştirme gibi kavramlar orman ekosistemlerinin bütünleşik yönetiminde kullanılmalıdır. Orman ekosistemlerinin sağladığı tüm ekosistem ürün ve hizmetlerinin belirlenmesi,

kıymetlendirilmesi, planlanması ve sürdürülebilir kullanımı temel hedef olmalıdır. Doğal ekosistemlerde saklı, çoğu zaman önemsemediğimiz ve dahi yararlandığımız gizli doğal faydaların (dışsallıkların) belirlenmesi de bu süreçte önem arz etmektedir.

Biyoekonomik hedefleri de barındıran sürdürülebilir orman planlama ve işletmeciliğinin uygulamaya dönüştürülebilmesi için aşağıdaki önerilerin dikkate alınması önem arz etmektedir;

1. *Tüm ilgi ve çıkar guruplarıyla (paydaşlar) iletişim kanalları açık tutularak sağlıklı iletişim kurulmalı*
2. *Toplum yeni yaklaşım ve teknolojiler konusunda bilinçlendirilmeli ve ihtiyaçları doğru kaynağa yönlendirilebilmelidir*
3. *Sektörler arası sinerji oluşturulmalı ve pazarlama başarısızlıkları ortaya konularak çözümlenmelidir*
4. *Sürdürülebilir üretim ve tüketimle birlikte kaynakların etkin kullanımı hedefte olmalıdır*
5. *Biyoeconomünün güncel ekonomik gerçeğe dönüşümü için biyotabanlı endüstrinin geliştirilmesi ve teşviki sağlanmalı, Ar-Ge ve bilimsel odaklı politikaların geliştirilmesine katkı verilmelidir*
6. *Öncelikle karbon tutulumuna yönelik ağaçlandırma ve rehabilitasyonla yeni orman alanları oluşturulmalı ve etkinliği artırılmalıdır*
7. *Gelişmiş odun tabanlı ve düşük karbonlu ürünlere ağırlık verilmeli; ahşap ürünlerin katma değeri ön plana çıkarılmalı. Orman ürünlerinin farklı kullanımları için yeni bilim, teknoloji ve yeniliğe ihtiyaç vardır. Nano selüloz üretimi ve farklı alanlarda kullanımı için gerekli destekler verilmelidir.*
8. *Uluslararası karbon ticareti için fiyatlarda düzenlemeye gidilerek odun gibi yenilenebilir ve geri dönüşümlü malzemelerin kullanımı artırılmalıdır.*
9. *Birleşmiş Milletlerin COP21’de ortaya koyduğu 2°C altı sıcaklık hedefi için ülkeler karbon nötr seviyesini yakalamalı ya da bu eksikliği uluslararası marketten karbon alımı ile gerçekleştirmelidir.*
10. *Biyoekonomi başarı performans göstergeleri geliştirilmelidir.*
11. *İklim değişikliği ile mücadelede ormanların potansiyel rolünü ortaya çıkarabilmek için biyoekonomi, sürdürülebilir orman yönetimi ve ekosistemlerin dayanıklılığı sinerjisi üzerine inşa edilmiş uzun vadeli bütünleşik bir yaklaşım benimsenmelidir*
12. *Özellikle, ormanların planlanmasında bilimsel karar destek sistemleri (örneğin, yöneylem araştırması teknikleri) kullanılarak uzun vadeli kestirimler yapılmalı ve optimal silvikültürel müdahale reçetesi hazırlanmalıdır*
13. *Ormanın sunduğu ekosistem hizmetleri (orman fonksiyonları) tanımlanmalı, bilimsel ölçüt ve göstergelerle ölçülmeli ve katılımcı yaklaşımla konumsal dağılımları haritalandırılarak ormanda ön zonlama yada fonksiyonel ayırım yapılmalıdır.*

Bilgi üretimi, yenilik teşviki, ürün tasarımı, tüketici davranışları ve yeni ticari modellerin geliştirilmesi biyoeconomünün çıkış noktasıdır. Burada eski sistemlerin gözden geçirilmesi yeni yaklaşımlara yelken açılmasını gerektirmektedir. Einstein dediği gibi “yeniliği ilk çıktığı gibi düşündükçe problemleri çözmemiz mümkün değil” ve Mevlana’nın dediği gibi de “...Dünle beraber gitti cancağımız, ne kadar söz varsa düne ait şimdi yeni şeyler söylemek lazım”. Orman ekosistemlerin etkin ve sürdürülebilir yönetimi için ufuk ötesi düşünce sistemi geliştirerek yeni politika, strateji, model, ürün ve yaklaşımlar desteklemeli ve bunun için de politik ve yasal altyapı oluşturulmalıdır. Eğer yaşanabilir, sürdürülebilir ve güvenli bir çevre

ve yapılaşma isteniyorsa bunun yolu etik kuralları kapsamında doğal kaynak kullanımına karşı sorumlu ve duyarlı davranılması gerekmektedir.

Biyoekonominin anahtar olduğu sürdürülebilir ormancılık yönetimin uygulamaya aktarılması sürecinde bir takım sorunların da olabileceği göz ardı edilmemelidir. Öncelikle orman ürünlerine olan talebin artmasıyla orman ekosistemleri üzerine bir hayli baskı oluşabilecektir. Örneğin, korunması gereken alanların artması nedeniyle biyo-ürün odaklı üretimin azalması bir *çatışma* ortamı *oluşturabilecektir*. Ancak, teknoloji, bilimsel yaklaşım, yenilik ve akıllı çözüm yöntemleri geliştirilerek birçok sorun rahatlıkla aşılabılır. Örneğin, biyoçeşitlilik koruma ile birlikte üretimin yapılması yeni bilişim teknolojileri ve bilimsel karar verme teknikleri ile geliştirilecek *bütünsel* planlama yaklaşımı ile çözülebilir. Öte yandan, ekosistem hizmetlerinin optimum üretimi riske girebilir. Biyoenerji üretiminin etkili ve yeterli olup olmadığı da ayrıca bir araştırma konusudur. Burada özellikle, yeterli biokütlenin olmadığı ve daha ziyade diğer alanlarda kullanımı ağırlıkta olduğu bölgelerde ormanların biyoyakıt olarak kullanılması esasen rasyonel bir çözüm olarak durmamaktadır. Bunun yerine akıllı mühendislik ürünlerine ağırlık verilmesi daha akıllıca bir çözümdür. Yakma ile kullanma arasındaki denge iyi ayarlanmalıdır. Yakma belki ekonomik ve etkili bir yol olmayabilir. Biokütlenin biyoenerji olarak geniş kullanımı geçerli bir strateji olup olmadığı açıklığa kavuşturulmalıdır.

KAYNAKLAR

- Anonymous, (2012). Urban Forest Strategy. Making a great city greener 2012-2032. Melbourne Town Hall - Administration Building 120 Swanston Street, Melbourne
- Başkent, E.Z. Başkaya, Ş. and Terzioğlu, S. (2008). Developing and implementing participatory and ecosystem based multiple use forest management planning approach (ETÇAP): Yalnızçam case study, *Forest Ecology and Management* 256: 798–807
- Bioeconomy Council, (2015). Making Bioeconomy Work for Sustainable Development, Berlin, November 26th 2015
- Braun, M., Fritz, D., Braschel, N., Büchsenmeister, R., Freudenschuss, A., Gschwantner, T., Jandl, R., Ledermann, T., Neumann, M. and Pölz, W. (2016.) A Holistic Assessment of Green House Gas Dynamics from Forests to the Effects of Wood Products Use in Austria. *Carbon Management*, 7, 271–283.
- FAO, (2016). Forestry for a low-carbon future: Integrating forests and wood products in climate change strategies. *FAO Forestry Paper No: 177*. ISBN 978-92-5-109312-2.
- FAO, (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Main report. Rome
- FAO and UNEP. (2020). The State of the World's Forests 2020. *Forests, biodiversity and people*. Rome. <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- Gracia, CA., Sabate, S. and Tello, E. (1998). Modelling the responses to climate change of a Mediterranean forest managed at different thinning intensities: Effects on growth and water fluxes, Book Series: *Forestry Sciences*, 52; 243-252.
- Jandl, R. Ledermann, L., Kindermann, G., Freudenschuss, A., Gschwantner, T. and Weiss, P. (2018). Strategies for Climate-Smart Forest Management in Austria. *Forests*, 9, 592.
- Nabuurs, G.J., Delacote, P., Ellison, D., Hanewinkel, M., Hetemäki, L., Lindner, M. and Ollikainen, M. (2017). By 2050 the Mitigation Effects of EU Forests Could Nearly Double through Climate Smart Forestry. *Forests*, 8, 484.

- Nabuurs, G.J., Delacote, F., Ellison, D., Hanewinkel, M., Lindner, M., Nesbit, M., Ollikainen, M. and Savaresi, A. (2015). A new role for forests and the forest sector in the EU post-2020 climate targets. *From Science to Policy*, European Forest Institute.
- NRC, (2019). The state of Canadian's Forests: Annual Report 2019. *Canadian Forest Service*. ISSN 1196-1589.
- Palahi, M. (2015). European Forest Research, Basis for The Bioeconomy. In. International Conference on Challenges and Opportunities for 21st-Century Forestry, Location: Sekocin Stary, Poland, June 18, 2015, Sponsor(s): *Poland Forest Res Inst*. Pages: 34-35
- Potočník, J. (2018). Circular Change Circular Economy Prospects Development, Policies, Role of the Business Sector, *International Resource Panel*, UN Environment.
- Ramos, M., Valdés, A. and Garrigós, M.C. (2016). Chapter 6 - Multifunctional Applications of Nano cellulose-Based Nanocomposites, In: *Multifunctional Polymeric Nanocomposites Based on Cellulosic Reinforcements* (Book), Pages 177-204.
- Shimpi, NG. (2018). Biodegradable and Biocompatible Polymer Composites: Processing, Properties and Applications. *Woodhead Publishing*, 438p. ISBN: 978-0-08-100970-3
- URL1, (2018). <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>, [Erişim tarihi: Kasım 2020]
- URL2, (2018). Changing Cities into Forests: Creating Environmentally-Friendly and Timber-Utilizing Cities New Development Concept W350 Plan for Wooden High-Rise Building. SUMITOMO Forestry, http://sfc.jp/english/news/pdf/20180214_e_01.pdf. [Erişim tarihi: Kasım 2020]
- URL3, (2016). Nanocellulose in medicine and green manufacturing. https://www.eurekalert.org/pub_releases/2016-11/au-nim110716.php [Erişim tarihi: Kasım 2020]
- URL4, (2016). Kimmo Tiilikainen, Minister of the Environment, Energy and Housing, Finland, https://www.youtube.com/watch?v=X_M3_anp6_U) [Erişim tarihi: Aralık 2020]
- URL5, 2018. <http://www.lighting.philips.com/main/services/circular-lighting>. [Erişim tarihi: Aralık 2020].
- URL6, (2018). <http://resourcepanel.org/> [Erişim tarihi: Aralık 2020].
- URL7, (2020). Dissolving pulp for textiles and other applications . <https://www.storaenso.com/en/products/market-pulp/dissolving-pulp-for-textiles-and-other-applications>. [Erişim tarihi: Ekim 2020].
- Winkel, G. (ed). (2017). Towards a sustainable European forest-based Bioeconomy – assessment and the way forward. What Science Can Tell Us. *European Forest Institute*, ISBN 978-952-5980-42-4.
- WWF, (2012). Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. 88 sayfa. *WWF-Türkiye*, İstanbul, Türkiye
- Yıldız A., Aydın H., Turhan A. U., Serdar B. (2010). Ortopedik Cerrahide Kemik Kusurlarının Onarımında Odun Kullanımı. *III. Ulusal Karadeniz Ormancılık Kongresi*, Artvin, Türkiye, 20 - 22 Mayıs 2010, ss.1867-1873



distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution 4.0 International License (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).