



T.C.
KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ

Türkiye'de Ahşap Panel Endüstrisi Perspektifinde Sürdürülebilirlik ve Çevresel Etkinin Değerlendirmesi

21/09/2023 KASTAMONU

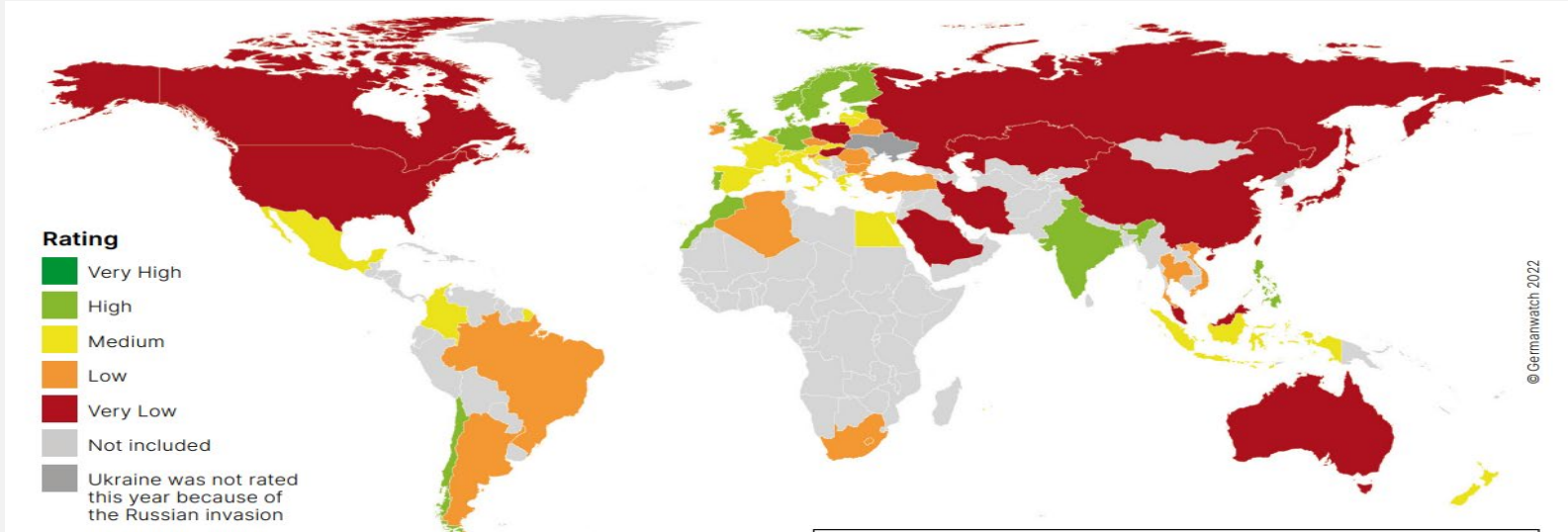
PROF. DR. HÜLYA KALAYCIOĞLU

KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü Odun Mekaniği Anabilim Dalı

1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE TÜRKİYEDEKİ ETKİSİ

İklim değişikliği atmosferde çok fazla karbondioksitin (CO_2) bulunması sorunu olup, CO_2 seviyesi 1750-2011 yılları arasında % 40 artmıştır 2023'de maksimum seviyeye ulaşmıştır. İnsan kaynaklı CO_2 emisyonlarının yarısı yalnızca son 40 yılda meydana gelmiştir.

İklim Değişikliği Performans Endeksi 2023'e göre en zayıf performansa sahip ülke, 0,0 ile Rusya olup, Türkiye, de çok kötü performans sergilemiştir.

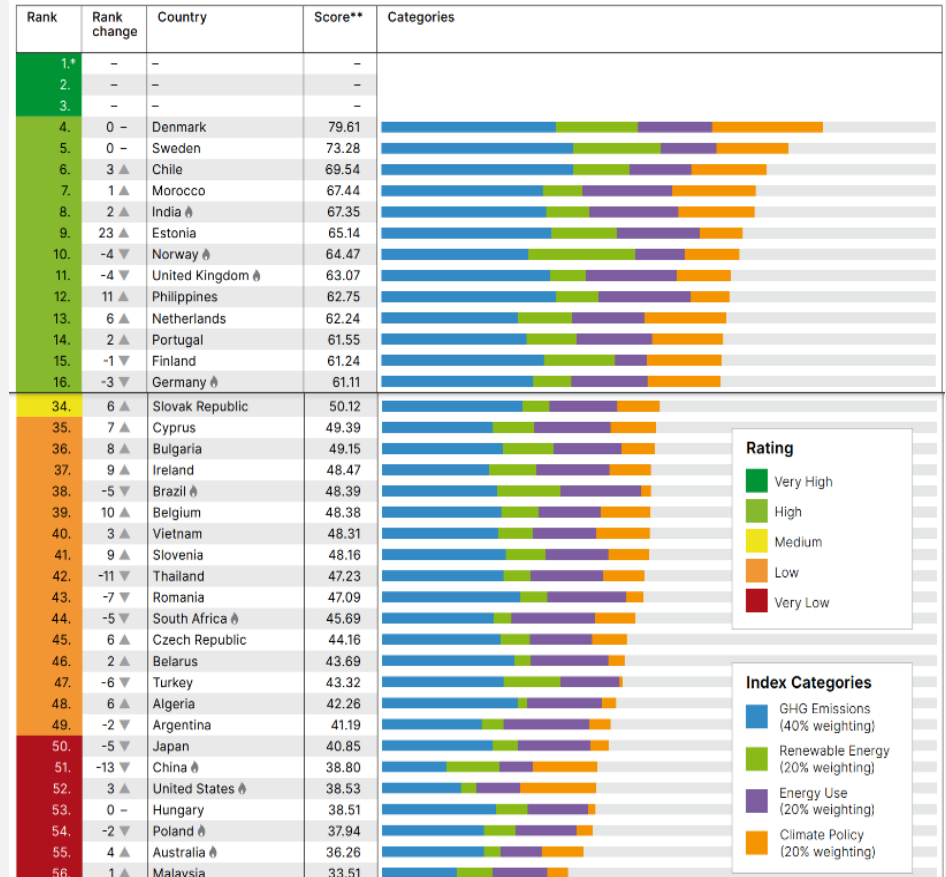


Şekil 1. Dünyada İklim Değişikliği Performans Endeksi CCPI 2023

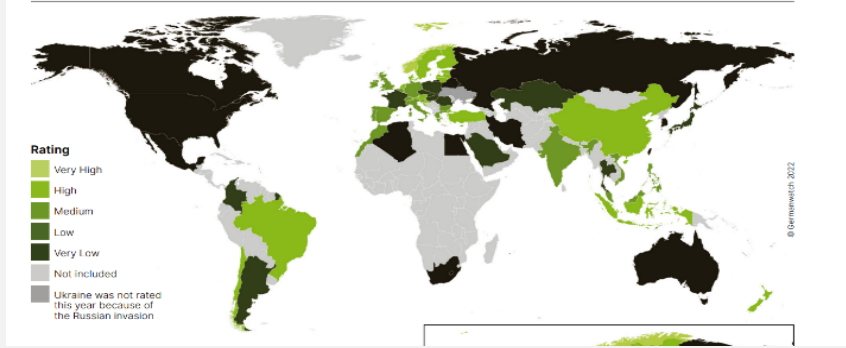
Tablo 1 Greenhouse Gas Emissiyonunda (33. Sıradayız)

Rank	Country	Score**	Overall Rating	GHG per Capita – current level (including LULUCF)***	GHG per Capita – current trend (excluding LULUCF)***	GHG per Capita – compared to a well-below-2°C benchmark	GHG 2030 Target – compared to a well-below-2°C benchmark
1*	–	–	Very High	–	–	–	–
2	Chile	34.50	Very High	Very high	High	Very high	Very high
3	Sweden	34.48	Very High	Very high	Very High	High	High
4	Philippines	31.45	High	Very high	Low	Very high	Very high
5	Denmark	31.42	High	Medium	Very high	Medium	Very high
6	Estonia	30.55	High	Low	Very High	High	Medium
7	United Kingdom	30.38	High	Medium	High	High	Very high
8	Egypt	29.88	High	High	High	High	High
9	India	29.69	High	Very high	Low	Very high	Very high
10	Finland	29.23	High	High	Very High	High	Medium
11	Morocco	29.04	High	High	Very Low	Very high	Very high
12	Mata	28.87	High	High	High	High	Medium
13	Germany	27.38	High	Low	Very High	Medium	High
14	Luxembourg	26.76	Medium	Very Low	High	High	High
15	Switzerland	26.60	Medium	High	High	Medium	Medium
16	Mexico	26.52	Medium	High	High	Medium	Medium
30	Colombia	22.67	Medium	High	Medium	Medium	Low
31	Slovenia	22.29	Low	Medium	High	Low	Very Low
32	Thailand	21.89	Low	Medium	Medium	Medium	Low
33	Turkey	21.89	Low	High	Medium	High	Very Low
34	Bulgaria	21.78	Low	Medium	High	Low	Low
35	Latvia	21.56	Low	High	Medium	Low	Medium
36	Belgium	21.44	Low	Low	High	Low	Medium
37	Czech Republic	21.40	Low	Low	High	Low	Low
38	Indonesia	20.97	Low	Medium	Low	Medium	Medium
39	Vietnam	20.87	Low	High	Very Low	High	Low
40	Brazil	20.63	Low	Medium	Medium	Low	Low
41	Hungary	20.54	Low	Medium	Low	Medium	Low
42	South Africa	20.09	Low	Low	High	Low	Low
43	Austria	20.07	Low	Low	High	Very Low	Low
44	Croatia	20.06	Low	High	Low	Low	Low
45	Japan	19.92	Low	Low	High	Very Low	Low
46	Cyprus	19.92	Low	Medium	Medium	Low	Medium
47	Ireland	19.92	Low	Very Low	High	Very Low	Medium

Tablo 2. İklim Değişikliği Preformans İndeksi 2023 (47. Sıradayız)



Tablo 3 Yenilenebilir Enerji (15. Sıradayız)



Rank	Country	Score**	Overall Rating	Share of RE in Energy Use (TPES)*** – current level (incl. hydro)	RE current trend (excl. hydro)	Share of RE in Energy Use (TPES) (incl. hydro) – compared to a well-below-2°C benchmark	RE 2030 Target (incl. hydro) – compared to a well-below-2°C benchmark
1*	–	–	Very high	–	–	–	–
2	–	–	Very high	–	–	–	–
3	Norway	19.35	Very high	Very high	Very high	Very High	Very High
4	Sweden	15.96	High	Very high	Medium	High	High
5	Denmark	14.76	High	High	High	High	High
6	Latvia	13.07	High	High	Medium	High	High
7	Finland	12.89	High	High	Medium	High	High
8	New Zealand	12.09	High	Very high	Very low	Medium	Medium
9	Estonia	11.91	High	High	High	High	Medium
10	Croatia	11.49	High	Medium	Very high	Low	Medium
11	Israel	11.46	High	Very high	Medium	Medium	Medium
12	Indonesia	11.09	High	High	Very high	Medium	Medium
13	Luxembourg	10.88	High	Medium	Very high	Low	Medium
14	Chile	10.25	High	High	Medium	High	Medium
15	Turkey	10.25	High	Medium	Very high	Medium	Low
16	Netherlands	9.69	High	Medium	Very high	Low	Medium
17	China	9.59	High	Low	Very high	Very Low	Medium
18	Lithuania	9.56	High	Medium	Medium	Medium	Medium
19	Austria	9.42	High	High	Very low	Very Low	Medium
20	Bulgaria	9.07	Medium	Low	Very high	Very Low	Medium

Tablo 4 İklim Politikası (62. Sıradayız)

Rank	Country	Score*	Overall Rating	National Climate Policy Performance	International Climate Policy Performance
1	–	–	Very high	–	–
2	–	–	Very high	–	–
3	–	–	Very high	–	–
4	Denmark	20.00	High	High	Very High
5	Morocco	15.09	High	Medium	High
6	Netherlands	14.87	High	Medium	High
7	European Union (27)	14.03	High	Medium	High
8	India	13.85	Medium	Medium	Medium
9	Chile	13.74	Medium	Medium	Medium
10	United States	13.64	Medium	Medium	High
11	Finland	13.38	Medium	Medium	Medium
12	Germany	13.17	Medium	Medium	High
13	Sweden	12.89	Medium	Medium	Medium
14	Portugal	12.77	Medium	Medium	Medium
15	China	11.70	Medium	Medium	Medium
16	Luxembourg	11.44	Medium	Medium	Medium
17	Spain	11.38	Medium	Low	Medium
18	Lithuania	11.21	Medium	Medium	Medium
19	Austria	11.08	Medium	Medium	Medium
20	Switzerland	10.28	Medium	Low	Medium
21	Latvia	9.95	Medium	Medium	Medium
42	Chinese Taipei	7.33	Low	Low	Medium
43	Slovenia	7.33	Low	Low	Low
44	South Africa	7.27	Low	Low	Medium
45	Philippines	6.95	Low	Low	Low
46	Mexico	6.90	Low	Low	Low
47	Czech Republic	6.33	Low	Low	Low
48	Bulgaria	5.96	Low	Low	Low
49	Islamic Republic of Iran	5.02	Low	Low	Very Low
50	Korea	4.98	Low	Very Low	Low
51	Kazakhstan	4.40	Low	Low	Low
52	Saudi Arabia	4.17	Low	Low	Low
53	Argentina	3.87	Very Low	Very Low	Low
54	Malaysia	3.70	Very Low	Low	Very Low
55	Japan	3.33	Very Low	Low	Very Low
56	Romania	3.05	Very Low	Low	Very Low
57	Poland	2.95	Very Low	Low	Very Low
58	Belarus	2.93	Very Low	Low	Very Low
59	Algeria	2.61	Very Low	Low	Very Low
60	Brazil	1.65	Very Low	Low	Very Low
61	Hungary	1.41	Very Low	Very Low	Very Low
62	Turkey	0.48	Very Low	Very Low	Very Low
63	Russian Federation	0.00	Very Low	Very Low	Very Low

AB Döngüsel Ekonomi Eylem Planı'nın amaçları;

Sürdürülebilir ürün formunun yaratılması

Döngüsellik potansiyelinin daha fazla olduğu kaynak kullanımı yoğun sektörlerle odaklanılma
(ambalaj, inşaat-binalar vb)

Atık azaltımına dikkat çekilmektedir.

Döngüsel ekonominin temelinde kaynak verimliliği yer alır ve Türkiye açısından önemi fark boyutlarda ele alınmalıdır.

Ara mallarda Türkiye'nin dışa bağımlılığı azaltılmalıdır.

Yurt içi tasarruflar ve atık değerlendirme artırılmalıdır.

Çevre üzerindeki baskı ve doğal kaynakların kullanımını azaltılmalıdır.

Türkiye enerji konusundaki dışa bağımlılığı hesaba katılırsa oran %23'lerde, enerji hariç %1 seviyesindedir. Ara malı ithalatının payı 2016'de %42,2'dir.

Kaynak kullanımındaki verimlilik ara mallarda dışa bağımlılığı azaltabilir. Atık oranı tasarrufların düşük olmasının ve kaynakların etkin kullanılmadığı anlamına gelmektedir (2).

2. ORMAN VARLIĞIMIZ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLEŞİMİ

Her yıl atmosferden bitkiler aracılığı ile 63 GtC'un alındığı ve solunum ile 60 GtC'un atmosfere geri verildiği, 3 GtC'luk farkı bitkilerin ormanlarda biriktiği bilinmektedir. Tarım ve orman alanları karbonu biriktirmeseydi atmosferde karbon miktarı teorik olarak bugünkü seviyesinin iki katına çıkardı (3).

Ormanlar atmosferdeki CO₂ yakalayıp fotosentez aracılığıyla biyokütleye dönüştürür ve canlı ağaç, ölü odun, ölü örtü ve orman toprağında birikir. Orman karbon emisyon dengesinin negatif olduğu (karbon birikimi hakim) durumlarda ormanlar hem karbon rezervuarı hem de ilave karbonu ayıracak araç işlevi görerek karbon emisyonunu azaltılır. Dengenin pozitif olduğu durumlarda sera gazı etkisi ve iklim değişikliğinin artmasına katkıda bulunur (UNECE, 2006) (4).

Orman karbonu; ağaçlar ve ahşap ürünlerde depolanarak alternatiflere kıyasla daha az fosil yakıt kullanan enerji ve malzemeler üreterek atmosferik karbondioksitin (CO₂) azaltılmasına yardımcı olur.

Orman yönetiminde; mevcut biyokütleyi artırarak karbon tutulmasını sağlarken orman ürünleri de karbon depolama sağlar.

Ahşap ürünleri, işlevsel ömürleri boyunca atmosferik karbonu ayrılmış bir formda tutarak, ormancılık sektörünün küresel ısınmayı azaltır.

Sürdürülebilir ahşaptan yapılan ürünler, beton ve çelik gibi diğer fosil yoğunluklu ikame ürünlerin yerini alır. Bu alıkoyma, hem ürünün kullanım ömrüne hem de kullanım ömrünün sonuna bağlıdır. Ne kadar uzun süre kullanılırsa, karbon da o kadar uzun süre sekestre edilmiş formda kalır.

Kullanım sonunda farklı imha faaliyetleri karbon tutulmasını ve iklim değişikliğini etkiler. Örneğin fosil yakıtların yerine yakılırsa karbonu serbest bırakır ancak yerini alan fosil yakıtlar için ikame faydası sağlar. Çöp sahasına gönderilirse karbon tutma süresi artar. Ancak çürümeden kaynaklanan emisyonlar anaerobik koşullar nedeniyle metan (CH_4) formuna dönüşebilir.

Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (LCA), ürün ve süreçlerin çevresel etkilerini değerlendirmek için kullanılır ve üretim, nakliye ve bertaraf ile ilişkili emisyonları içerir.

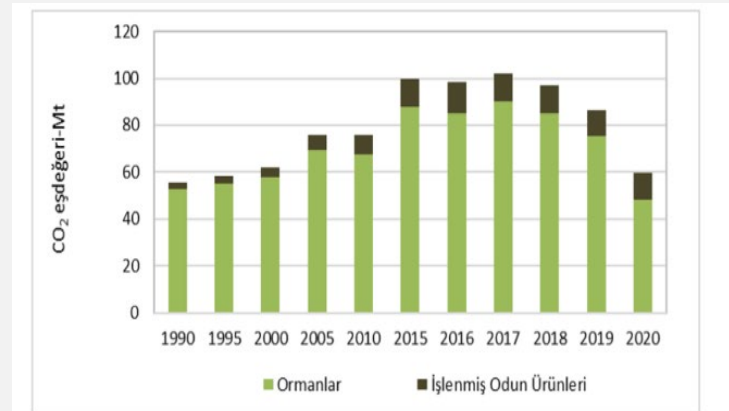
“Sera gazı (GHG) emisyonlarıyla ve giderimleriyle ilgili hesaplama kurallarının yer aldığı 529/2013/EU sayılı kararda AB iklim politikası dâhilinde Üye Devletler orman amenajmanı dikkate alınarak tüm emisyonlar ve giderimleri doğru şekilde yansıtan hesaplamalar hazırlamalı ve sürdürmelidir” denilmektedir.

Azaltma faaliyetleri olarak; büyük biyokütle stoklarına sahip ormanların ormansızlaşma ve degradasyondan korunması, yüksek miktarda karbonun atmosfere salınmasının önlenmesi ve orman amenajmanının sürdürülebilir karbon birikim potansiyellerini eski haline getirecek şekilde yapılması gerekir (Keith et al., 2009).

Ülke ormalarında yapılan çalışmalarda; yaşları 15 ila 80 arasında değişen ormanlardaki (toprak dahil) net karbon dengesi genellikle pozitiftir. doğal yaşlı ormanlarında karbon biriktirmeye devam ettiği görülmektedir. Genç ormanlarda karbon birikim oranı yüksek olup, ormanlar yaşlandıkça oran azalmaktadır(5).

Orman Genel Müdürlüğü verilerine göre Ülkemiz Ormanları ve Karbon depolama kapasitelerine şöyle bir bakacak olursak (6).

Tablo 5 Türkiye’de Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları (1990-2020) (CO₂ eşdeğeri Mt /yıl)



Tablo 6 Türkiye’de Yutak Alanlar ve Karbon Tutumları (CO₂ Eşdeğeri Mt)

Yıllar	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Ormanlar	52,83	54,96	57,89	69,35	67,61	87,66	85,23	90,19	84,84	75,31	48,22
İşlenmiş Odun Ürünleri	2,9	3,36	4,33	6,28	8,59	12,54	13,1	12,13	11,97	11,22	11,28

Kaynak: Türkiye Ulusal r Sera Gazı Envanteri ve Raporu (NIR), AKAKDO Bölümü, 2022, (<https://unfccc.int/documents/461926>)

ULUSAL SERA GAZI ENVANTERİ AKAKDO RAPORU 1990-2019’na göre;

BMİDÇS (İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi) yükümlülüklerinin ormancılıkla ilgili değerlendirmesine göre 2019’da 22,8 Mha orman alanı atmosferden net 75,3 Mt CO₂ eq. uzaklaştırmış, diğer arazi kullanımlarından 2 Mt CO₂ eq salım (emisyon) olmuştur. İşlenmiş odun ürünlerinde (kereste, yonga levha vb.) 11 milyon ton CO₂ eşdeğeri tutum sağlanmıştır.

AKAKDO (Arazi Kullanımı, Arazi Kullanımı Değişikliği ve Ormancılık) sektörünün net karbon tutumu 84 Mt CO₂dir. 1990’da göre % 47’lik bir artış demektir. Artışın nedenleri sürdürülebilir arazi kullanımı-orman yönetimi, ağaçlandırma çalışmaları, arazi restorasyonu-rehabilitasyonudur.

Tablo 7. Odun Ürünleri Kategorisi Hesaplamalarının Karbon Stok Değişiklikleri Son Envanterde Revize Edilmiş Ve Yeniden Hesaplanmıştır. Önceki hesaplama Bouyer ve Serengil (2014) tarafından yapılan bir çalışma bağlamında

Yıl	Toplam Sera Gazı Emisyonları (milyon ton eşdeğeri CO ₂)	Toplam AKAKDO Sektörü (milyon ton eşdeğeri CO ₂)	Toplam Orman Alanları Tutumları (milyon ton eşdeğeri CO ₂)	İşlenmiş Odun Ürünleri (milyon ton eşdeğeri CO ₂)	Toplam Sera Gazı Envanterinde AKAKDO Sektör Yüzdeleri (%)	Toplam Sera Gazı Envanterinde Toplam Orman Yüzdeleri (%)	Toplam Sera Gazı Envanterinde İşlenmiş Odun Ürünlerinin Yüzdeleri (%)
1990	219.42	-55.77	-52.8	-2.95	25.41	24.07	1.34
1995	247.76	-57.38	-54.96	-3.33	23.16	22.18	1.35
2000	298.75	-61.55	-57.89	-4.3	20.6	19.4	1.44
2005	337.14	-74.65	-69.35	-6.37	22.14	20.57	1.89
2010	398.88	-73.41	-67.61	-8.33	18.4	16.95	2.08
2011	427.83	-77.08	-69.38	-9.3	18.01	16.21	2.17
2012	447.25	-74.47	-67.15	-10.08	16.65	15.01	2.25
2013	439.32	-76.49	-67.9	-10.58	17.41	15.45	2.4
2014	458.36	-77.5	-68.09	-11.6	16.9	14.85	2.53
2015	472.6	-97.26	-87.66	-12.2	20.58	18.5	2.58
2016	497.74	-95.93	-85.23	-13	19.27	17.12	2.61
2017	523.75	-99.88	-90.19	-12.11	19.07	17.2	2.31
2018	520.94	-94.56	-84.84	-12.13	18.15	16.2	2.32
2019	506.08	-83.99	-75.31	-11.18	16.59	14.98	2.20

Tablo 8 Sera Gazı Emisyonları, 1990-2019

	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
Toplam emisyonlar (Mt CO ₂ eq. AKAKDO hariç)	219.6	248.0	299.0	337.3	399.1	473.3	498.9	525.0	522.5	506.1
1990'a göre değişim (%)	-	12.9	36.2	53.6	81.8	115.6	127.2	139.1	138.0	130.5
Net emisyon (Mt CO ₂ eq. AKAKDO dahil)	163.8	190.6	237.4	262.7	325.7	376.1	402.9	425.1	427.9	422.1
1990'a göre değişim (%)	-	16.4	44.9	60.4	98.9	129.6	146.0	159.5	161.2	157.7

AKAKDO sektörü de dahil olmak üzere Türkiye'nin toplam sera gazı emisyonları 422,1 Mt CO₂ eşd. Böylece AKAKDO, toplam emisyonları 2018 emisyonlarına göre % 1,4 oranında azaldı. 1990'dan 2019'a %157,7 artış var (Tablo ES 1).

Tablo 9 Sera Gazı Emisyonları ve Tutumlarına Genel Bakış, 1990-2019 (Mt CO₂ eq.)

GHG emisyonları	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017	2018	2019
CO ₂ (AKAKDO hariç)	151.5	180.9	229.8	264.2	314.4	381.3	401.2	425.3	419.4	399.3
CO ₂ (AKAKDO dahil)	95.6	123.4	168.0	189.5	240.9	284.0	305.2	325.3	324.7	315.2
CH ₄ (AKAKDO hariç)	42.5	42.6	43.7	45.2	51.4	51.6	54.5	54.8	58.1	60.3
CH ₄ (AKAKDO dahil)	42.6	42.7	43.8	45.2	51.4	51.6	54.5	54.8	58.1	60.3
N ₂ O (AKAKDO hariç)	25.0	23.9	24.8	26.2	29.8	35.4	37.7	39.1	39.3	40.2
N ₂ O (AKAKDO dahil)	25.0	23.9	24.9	26.3	29.9	35.4	37.8	39.2	39.4	40.4
HFCs	NO	NO	0.1	1.1	3.1	4.8	5.3	5.5	5.5	6.1
PFCs	0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.2	0.1	0.1	0.0	0.1
SF ₆	NO	NO	0.0	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Toplam(AKAKDO hariç)	219.6	248.0	299.0	337.3	399.1	473.3	498.9	525.0	522.5	506.1
Toplam (AKAKDO dahil)	163.8	190.6	237.4	262.7	325.7	376.1	402.9	425.1	427.9	422.1

Sera gazı envanter sonuçlarına göre, 2019 toplam sera gazı emisyonu bir önceki yıla göre %3,1 azalarak 506,1 milyon ton (Mt) CO₂ eq. eşdeğeri (eşd.) ne ulaşmıştır. Toplam sera gazı emisyonlarında 2019'da CO₂ eşd. olarak en büyük payı %72 ile enerji kaynaklı emisyonlar alırken bunu tarım (%13,4), endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı (%11,2) ve atık sektörü (%3,4) takip etmektedir (7).

Tablo 10. Ormanlık Alanların 2020 Yılı İşletme Şekillerine Göre Alan, Servet ve Artım Durumu

YILLIK CARİ ARTIMIN DAĞILIMI							
İŞLETME ŞEKLİ	Normal Kapalı		Boşluklu Kapalı		Toplam		
	m ³	%	m ³	%	m ³	%	
Koru	44.647.096	94,2	1.713.498	3,6	46.360.594	97,8	
Baltalık	762.981	1,6	279.425	0,6	1.039.406	2,2	
Toplam	45.410.077	96	1.989.923	4	47.400.000	100	

Günümüzde yenilenmiş olan orman amenajman planlarındaki bilgilere göre ormanlık alanlardan alınan yıllık ortalama hasılat miktarı = eta (dikili kabuklu gövde hacmi olarak) işletme şekillerine göre;

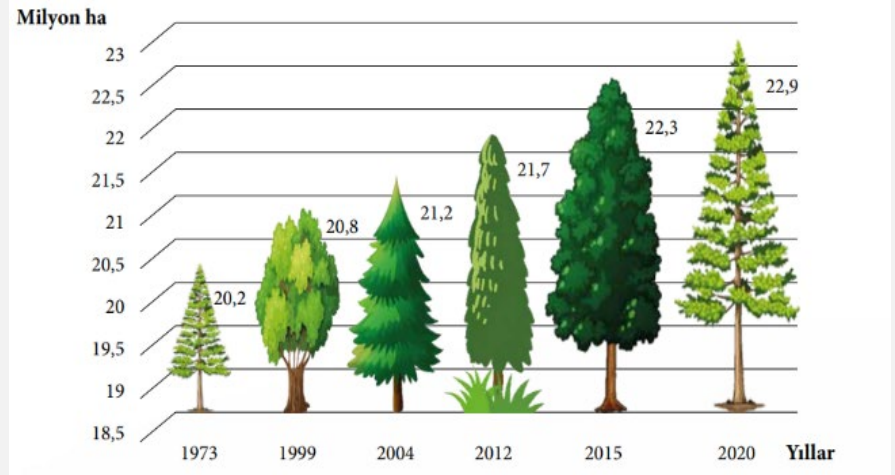
• Koru ormanlarından : 21.340.612 m³

• Baltalık ormanlarından : 936.068 m³

TOPLAM : 22.276.680 m³ olarak tespit edilmiştir.

BUNLARI BİLİYOR MUSUNUZ?

Ülkemiz FRA 2020 raporuna göre 2010-2020 yılları arasında dünyada en çok orman varlığını artıran 6 ülke olmuştur.

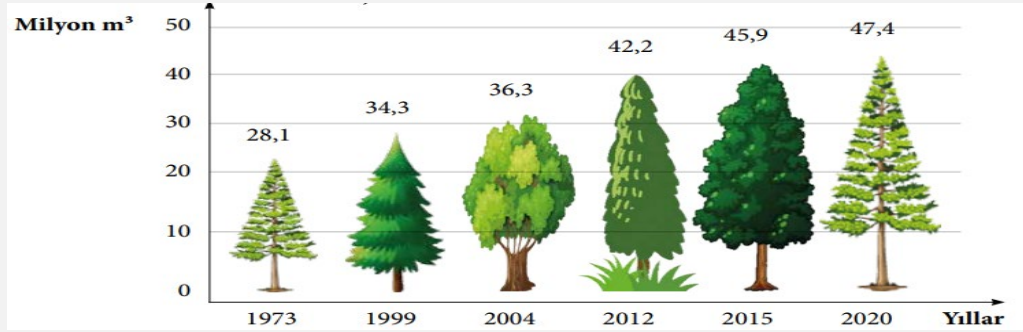


Şekil 2 : Geçmişten Günümüze Türkiye Orman Varlığı



Şekil 3: Yıllara Göre Ağaç Serveti Miktarı

Yıllık cari artım; 1973'te 28,1 milyon m³ ve hektarda 1,4 m³ iken; 2020'de 47,4 milyon m³ ve hektarda 2,07 m³ olarak hesaplanmıştır.



Şekil 4. Yıllara Göre Cari Artım Miktarı

FRA 2020 raporunda 2010-20 arasında ormalık alanlarda yıllık net 114.000 ha orman alanı artımı ile dünyada 6. sırada yer alıyoruz (8).

Tablo 11. Ülkemiz Ormanlarında Tutulan Karbon ve Üretilen Oksijen Miktarı

Sıra	Ülke	Yıllık Net Değişim	
		1000 ha/yl	%
1	Çin	1.937	0,93
2	Avustralya	446	0,34
3	Hindistan	266	0,38
4	Şili	149	0,85
5	Vietnam	126	0,90
6	Türkiye	114	0,53
7	ABD	108	0,03
8	Fransa	83	0,50
9	İtalya	54	0,58
10	Romanya	41	0,62

Tablo 12. Ülkemiz Ormanlarında Tutulan Karbon ve Üretilen Oksijen Miktarı

Karbon Miktarı (ton)	Oksijen Miktarı (ton)
1.990.610.714	43.365.774

ORMANLARIN KARBON DEPOLAMA KAPASİTELERİ HANGİ FONKSİYONA BAĞLIDIR.

Yolasıǧmaz, H., ve arkadaşları artım ve servet değerleri farklılık gösteren değişik yaş ve bonitet sınıfları için de katsayıların geliştirilmesi gerektiğini, biyokütle miktarına bağlı olarak ormanların karbon depolama kapasitelerinin her ağaç türü için biyokütle dönüşüm katsayılarının belirlenmesi gerektiği ve biyokütledeki karbon miktarlarının hesaplanması gerektiğini dile getirmişlerdir (9).

Ve bunun ardından OE Üretimine verilecek hammaddenin özellikleri belirlenmelidir.

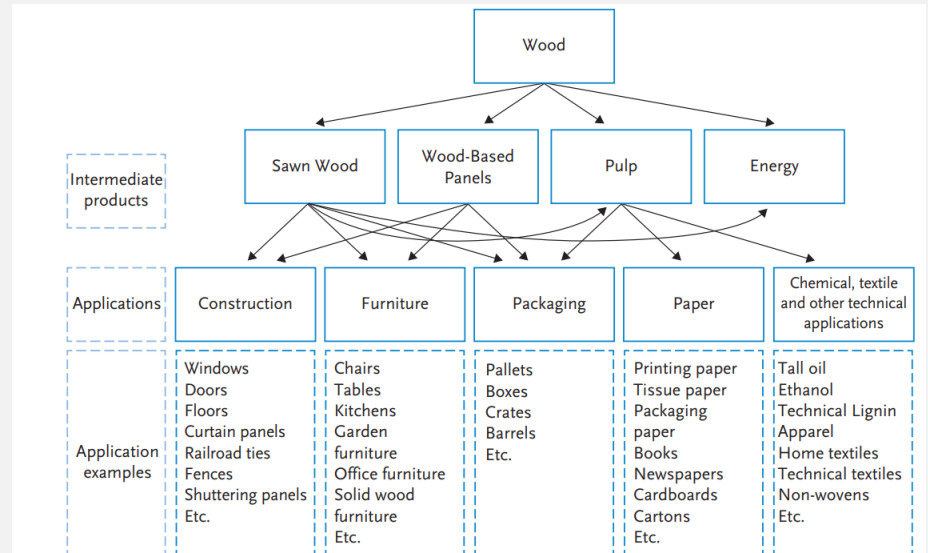
3. ORMAN ENDÜSTRİSİ VE İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ ETKİLEŞİMİ

Hasat edilen ağacın %67,54'ünü gövdesi %32,46'sını ise artıkları (taç, dal ve yapraklar) oluşturur. Gövdenin %76,78'i kereste, %15,41'i kağıt hamuru, odun esaslı levha ve diğer kullanımlar için için kullanılır. %5,68'i kaplama ve kontrplak endüstrisi %2,08'i kağıt hamuru ve kağıt sanayinde %0,05'i ise direk sanayine gönderilir.

Kereste üretiminde; kereste (%49,80), talaş (%24,25), ince talaş (%5,57), hayvan altlığı (%13,72), ağaç kabuğu (%6,06) ve yuvarlak odun (%0,60) oluşur.

Kontrplak üretiminde kontrplak (%78,60), panel kaplama (% 8,97), talaş (%0,84) ve odun yakıtı (%11,59) oluşmaktadır. Kağıt üretiminde biyokütlenin yaklaşık %59,88'i kağıda dönüştürülür, geri kalan %40,12'si ise atıktır.

Şekil 5. Bir Ağaçtan Elde Edilen Ürünler



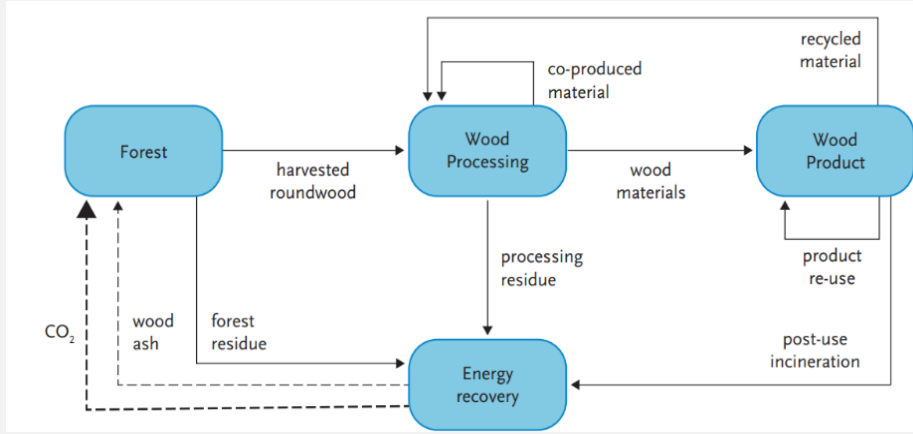
Çalışmalarda kağıt üretimindeki atıklar; ıskartalar, çamurlar ve yerinde yakma işlemi uygulanan değirmenlerdeki küllerden oluşur. Washington eyaleti özel ormanlarından elde edilen hammadde ile üretilen kağıtların toplam biyokütlenin %7,73'ü olduğu düşünülmektedir.

Kereste üretiminde oluşan üretilen talaşların %50'si ve talaş fabrikalarında üretilen talaşın %50'si kağıt üretiminde kullanılabilir.

Birincil üretime bu katkılar eklendiğinde, Kereste üretimi sırasında üretilen kırıntı ve ağaç kabuğu ile kontrplak üretimi sırasında üretilen odun yakıtı toplam hasatın %10,70'ini oluşturmaktadır. Kağıt üretimi atıkları düzenli depolama alanında bertaraf edilmekte ve toplam hasatın %5,18'ini oluşturmaktadır. Yonga levhaların %50'si kereste üretiminde, %50'si talaş fabrikalarında üretilen talaşlardan üretilmektedir. Ahşap ürünlerinin biyokütlesinde depolanan karbonun, ormanların karbon tutma kapasitesini daha da artırabileceğini ve iklim değişikliği etkilerini azaltabileceğini görülmektedir.

Bazı üretim senaryolarında, üretimle ilişkili emisyonlar, kağıt örneğinde olduğu gibi bir üründe karbon depolamanın potansiyel iklim faydasından daha ağır basacaktır.

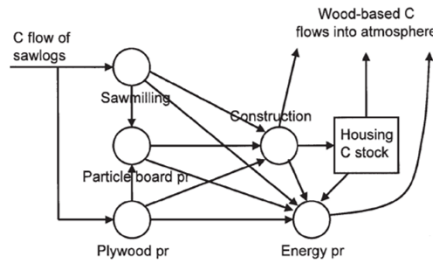
ORMAN VE ORMAN ÜRÜNLERİ SERA GAZI VE KARBON DEPOLAMA DENGESİ



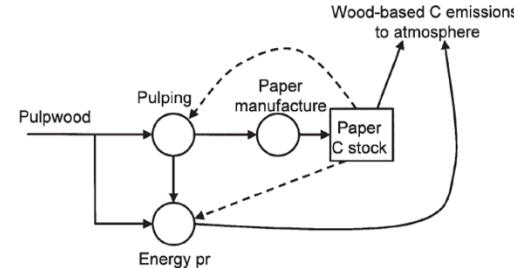
Şekil 6. Ahşap Ürünlerinin Sera Gazı Emisyon Dengesi (10).

BAZI ÖRNEKLER;

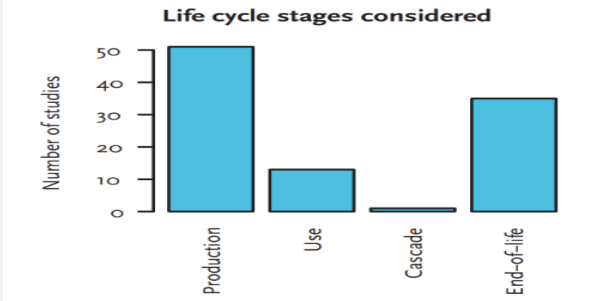
2008'de Washington Yasama Meclisi, eyaletteki toplam sera gazı emisyonlarının 2020'ye kadar 1990 seviyelerine, 2035'e kadar ise %50 seviyesinin altına veya eyaletin beklentilerinin %70 altına düşürülmesini hedeflemiştir (11,12,13).



Şekil 7. Odun esaslı ürünlerde C akışı



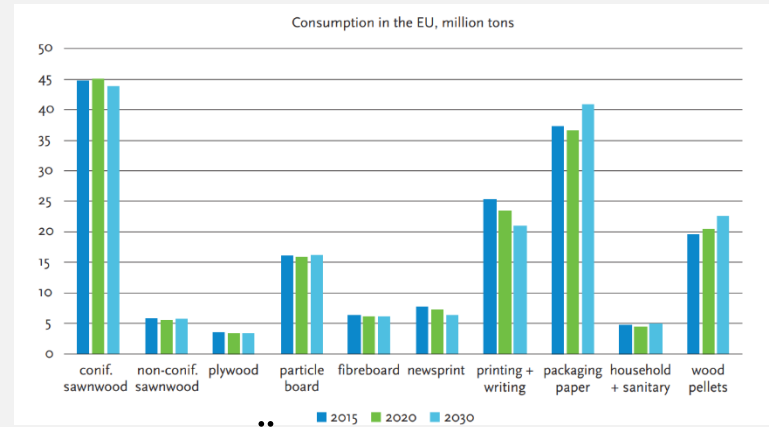
Şekil 8. Kağıt hamuru için başlıca ahşap bazlı C akışları



Şekil 9. Oduna Dayalı Ürünlerin Yaşam Döngüsü

Tablo 13. Ürün Kategorilerine Göre Ortalama İkame Faktörlerinin Özeti

Product categories	Average substitution effects kg C / kg C wood product
Structural construction (eg building, internal or external wall, wood frame, beam)	1.3
Non-structural construction (eg window, door, ceiling and floor cover, cladding, civil engineering)	1.6
Textiles	2.8
Other product categories (e.g. chemicals, furniture, packaging)	1 – 1.5
Average across all product categories	1.2



Şekil 10. 2030'a Kadar AB'de Geleneksel Ahşap Ürünleri Tüketiminin Gelişimi

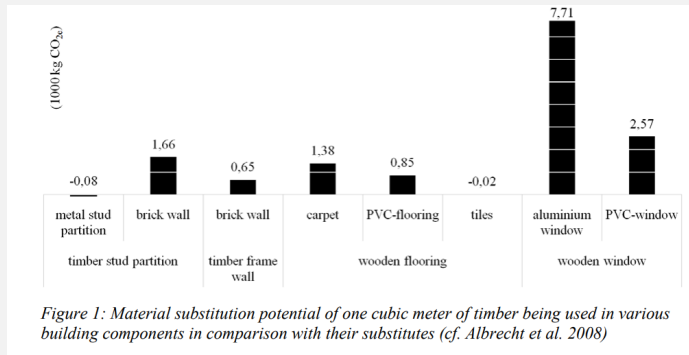
Jonsson et al. (2018). Toplam endüstriyel yuvarlak odun hasadı EU in 2016'da yaklaşık 355 Mm

küresel bazda ise 1900 Mm³ olmuştur (FAO)(14).

Ahşap ürünleri sürdürülebilirlik kredileri depolama kapasitesinin kullanılabilmesini sağlamak için Eylül 2009’da İspanyada ahşap ürünlerinin üretimi ve kullanımının artırılmasına yönelik “*International Conference on Carbon Storage in Wood Products, Introduction: Expectations from the conference konferansında*” Ahşap bazlı ürünlerde ne kadar karbonun depolandığına dair hesaplamaların yapılmasına, ahşap değer zincirindeki tüm ortaklarla COP15 konferansına yönelik HWP'yi destekleyen küresel eylem planının geliştirilmesine karar verilmiştir.

Bu bilimsel kanıtlara dayanarak ağaç işleme endüstrisinin yararına olacak bir karbon kredi sistemi nasıl kurulabilir? Sorusu ise “Carbon Capture, Utilization and Storage Conference 2023 Carbon, October 11, 2023’da” Wood Mackenzie uzmanları tarafından masaya yatırılacaklar.

Hasat edilen ahşap ürünler hizmet ömürü boyunca karbon havuzu görevi görür ve daha fazla CO₂ emisyonuna neden olan ürünlerin yerine geçer. Ahşabın dahil edilmesi hesaplamalarda güçlü teşvik sağlar. inşaat sektörü enerji tüketiminin yaklaşık %40'ından sorumludur (15).



Şekil 11. Yapıda Kullanılan Bir M³ Ahşabın Diğer Malzemelere Kıyasla Carbon Depolama Potansiyeli

- ▶ **Availability of transparent and verifiable data is prerequisite for accounting on the basis of pool changes (except for countries using projected FMRL, cf. paragraph 16)**
- ▶ **In the case that transparent and verifiable data are available, HWP accounting on the basis of pool changes is mandatory**
- ▶ **Specification of HWP categories: sawnwood, wood panels and paper**

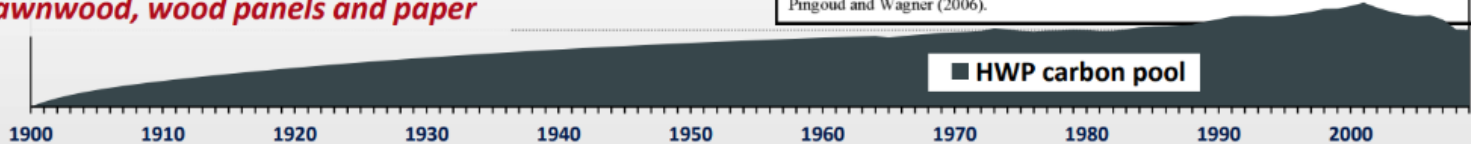
EQUATION 12.1
ESTIMATION OF CARBON STOCK AND ITS ANNUAL CHANGE IN HWP POOLS OF THE REPORTING COUNTRY

Starting with $t = 1900$ and continuing to present year, compute

(A) $C(t+1) = e^{-k} \cdot C(t) + \left[\frac{(1 - e^{-k})}{k} \right] \cdot \text{Inflow}(t)$ with $C(1900) = 0.0$

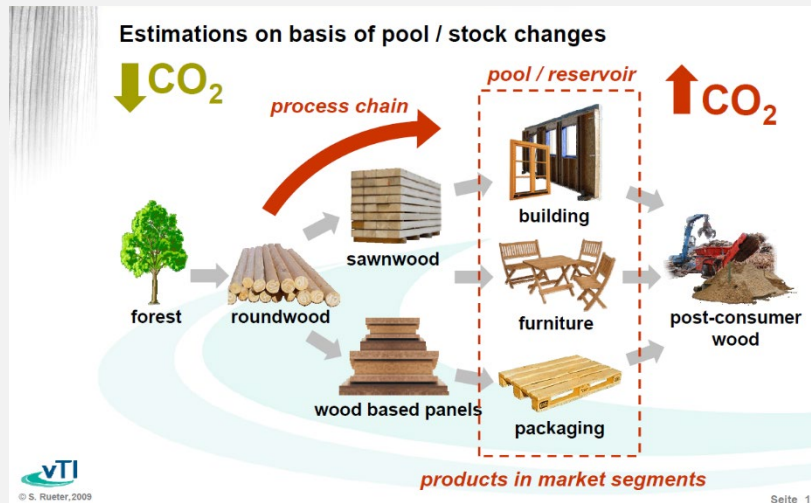
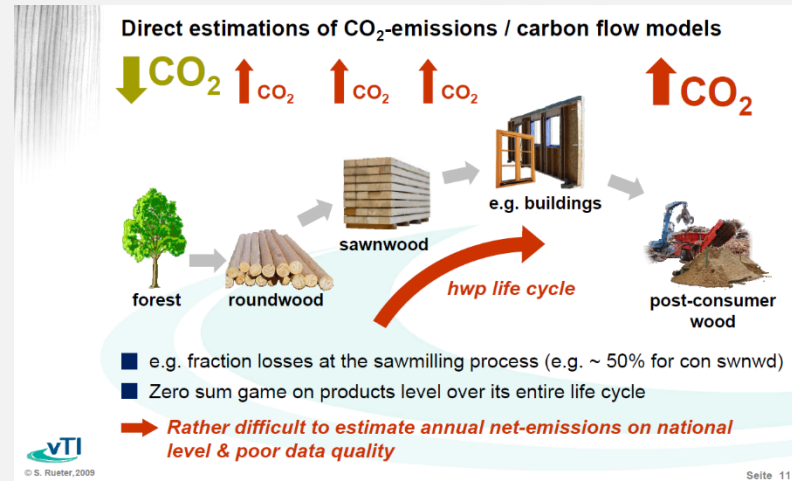
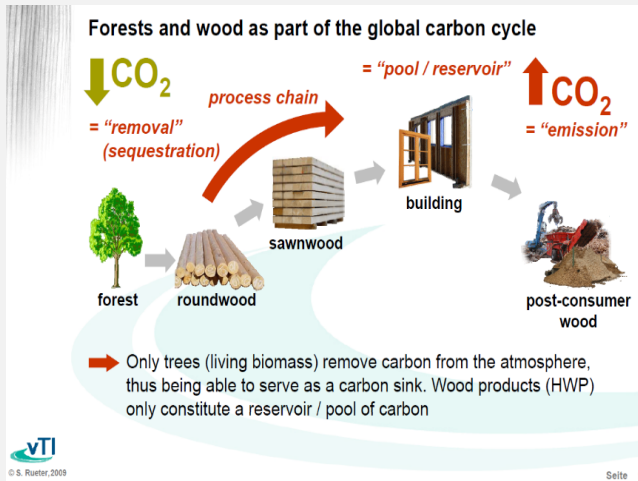
(B) $\Delta C(t) = C(t+1) - C(t)$

Note: For an explanation of technique used in Equations 12.1A to estimate first-order decay see Pingoud and Wagner (2006).



Şekil 12. Odun Esaslı Ürünlerin Yıllara Göre Carbon Depolama Potansiyeli (16)

ODUN ESASLI ÜRÜNLERİN GLOBAL CARBON DÖNGÜSÜNE BAKILDIĞINDA



Şekil 13. Odun ve Odundan Üretilen Diğer Ürünlerin Karbon Depolama Kapasiteleri (17)

YÜRÜTLLEN BAZI ÇALIŞMALAR;

Kazulis, V. ve arkadaşları çalışmalarında; Yönlendirilmiş şerit levha (OSB), orta yoğunlukta lif levha (MDF) ve yonga levha (PB) için carbon depolama kapasitelerini belirlenmiş ve üretim süreçlerinin emisyonları dikkate alınmazsa en büyük miktarda CO₂'un MDF'de önlediğini gözlemişlerdir. Kullanılan enerji kaynaklarından kaynaklanan emisyonlar dikkate alındığında, MDF üretimi OSB ve PB üretiminden daha fazla enerji yoğun olduğundan, MDF'yi son sırada bırakarak karbonun çoğunun OSB ve PB'de depolanabileceğini belirtmişlerdir(18).

Bir m³ PB ve OSB'nin her biri 720 kg CO₂'yi önlerken, bir m³ MDF 820 kg CO₂'yi önler.

Tablo 14. Odun Esaslı Levhaların Karbon Depolama Kapasiteleri

No.	Electricity	Heat	Actually stored CO ₂ , kg/m ³					
			PB	Rank	OSB	Rank	MDF	Rank
1	Hydro	Wood	698.0	1	710.5	1	763.6	1
2	Hydro	Heat pump	554.0	7	650.1	7	522.0	7
3	Hydro	Solar collector and electricity	609.0	4	673.1	4	614.0	4
4	Wind	Wood	696.1	2	708.7	2	757.5	2
5	Wind	Heat pump	552.1	8	648.3	8	515.9	8
6	Wind	Solar collector and electricity	607.1	5	671.3	5	607.9	5
7	Solar	Wood	686.0	3	699.4	3	726.6	3
8	Solar	Heat pump	542.0	9	639	9	485.0	9
9	Solar	Solar collector and electricity	597.0	6	662	6	577.0	6

Table 1.CO₂ emissions from PB, OSB and MDF production process.

No.	Electricity	Heat	CO ₂ emissions in production process, kg/ m ³					
			PB	Rank	OSB	Rank	MDF	Rank
1	Hydro	Wood	22.0	9	9.5	9	37.4	9
2	Hydro	Heat pump	166.0	3	69.9	3	279.0	3
3	Hydro	Solar collector and electricity	111.0	6	46.9	6	187.0	6
4	Wind	Wood	23.9	8	11.3	8	43.5	8
5	Wind	Heat pump	167.9	2	71.7	2	285.1	2
6	Wind	Solar collector and electricity	112.9	5	48.7	5	193.1	5
7	Solar	Wood	34.0	7	20.6	7	74.4	7
8	Solar	Heat pump	178.0	1	81.0	1	316.0	1
9	Solar	Solar collector and electricity	123.0	4	58.0	4	224.0	4

Bunun anlamı Odun esaslı ürünlerde kullanımları ve kullanımları sonrasında da karbon depolama işlemini sürdürmektedir.

Tablo 15. Çeşitli Faaliyetlerin Dekarbonizasyon Kapasitesi

	Dekarbonizasyon %		Düşük Karbon Ekonomisi		% Karbon Geçişi		Düşük Karbonlu Kalkınma		% Karbon Nötrlüğü	
Enerji	228	43	17	11	33	26	35	29	36	20
Ulaşım	65	12	8	5	8	6	1	1	13	1
Binalar	34	6	0	0	6	5	6	5	11	1
Malzemeler	26	5	3	2	7	5	0	0	10	1
Arazi kullanımı	0	0	2	1	0	0	0	0	4	1
Ormanlar	5	1	1	1	1	1	0	0	6	1
Karbon giderme teknolojisi	50	9	0	0	0	0	0	0	0	0
Endüstri	12	2	15	10	3	2	7	6	0	0

Çin'de ahşap bazlı panel üretiminin sera gazı ayak izi değerlendirmesine ait çalışmada(19)

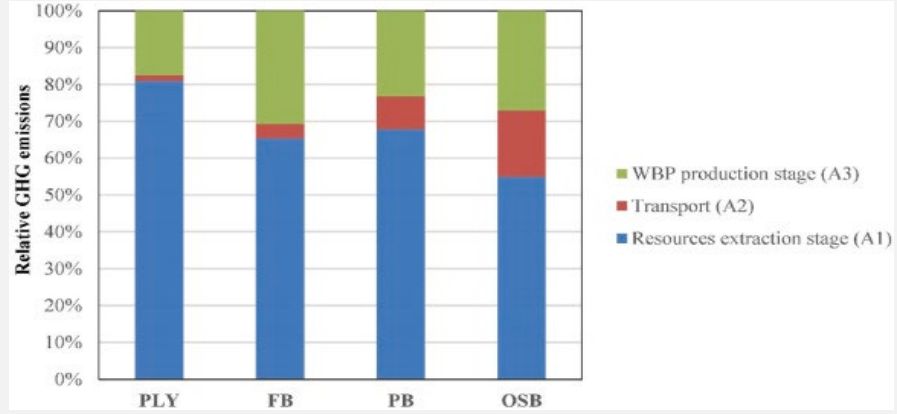
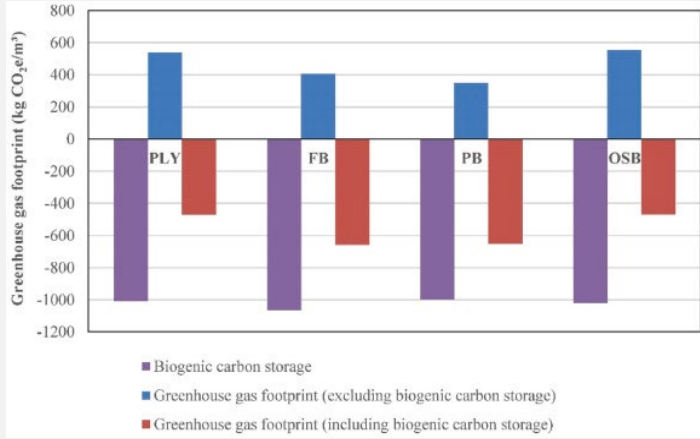
Dört farklı ahşap bazlı panel üretimine ilişkin sera gazı ayak izi vaka çalışmasını analiz edilmiş biyojenik karbon depolaması dikkate alınmadan sera gazı ayak izlerinin PLY(538 kg CO₂ e/m³), FB(406 kg CO₂ e/m³), PB (348 kg CO₂ e/m³) ve OSB'nin (552 kg CO₂ e/m³) olduğu belirlenmiştir. Çalışma, PLY (20.000 m³) Shandong eyaletinde, FB (298.100 m³) Anhui eyaletinde, PB (180.000 m³) Liaoning eyaleti ve OSB (220.000 m³) Hubei eyaletlerindeki imalat şirketinde gerçekleştirilmiştir.

Dört üretimde sera gazı ayak izine en büyük katkıyı sağladığı (%55-%81) belirlenmiştir. Bunu üretim süreci (%18-%31) ve hammadde nakliyesi (%1-%18) takip eder.

Biyojenik karbon depolamalarının ise sırasıyla 1007 kg CO₂ e/m³, 1064 kg CO₂ e/m³, 998 kg CO₂ e/m³, 1020 kg CO₂ e/m³'tür.

Biyojenik karbon depolama dikkate alındığında, sera gazı ayak izleri PLY için 538'den - 469 kg CO₂ e /m³'ye, FB için 406'dan -658 kg CO₂ e/m³'ye, PB için 348'den-650 kg CO₂ e/m³'e ve OSB için 552 ila -468 kg CO₂ e/m³'e azaldığı anlaşılmaktadır.

Dört tip WBP'nin sera gazı ayak izine en büyük katkıyı sağladığını (%55-81) ve bunu WBP'lerin üretim sürecinin (%17-%31) ve hammaddelerin taşınmasında ise (%1-%18) izlediğini gözlemlemek mümkündür.



Şekil 14. Ahşap Bazlı Panelin (WBP'ler) 1 M³'ü İçin Sera Gazı Ayak İzi Değerlendirmesi (Çin)

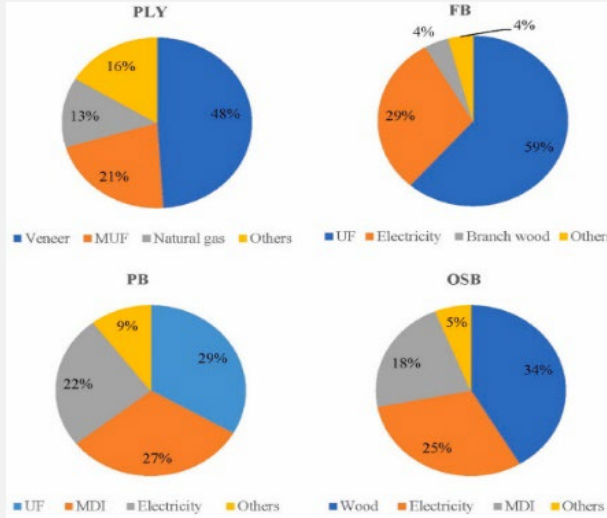
PLY üretiminde kaplama üretimi sera gazı ayak izinin %48'ine MUF reçine üretimi %21'ini oluşturdu ve doğal gaz tüketimi %13'ünden sorumlu bulunmuştur.

FB açısından, sera gazı ayak izinin %59'u UF reçine üretimiyle bağlantılıydı ve elektrik enerjisi %29'una katkıda bulunmuştur.

PB açısından, UF reçine üretimi sera gazı ayak izinin yaklaşık %29'undan sorumluydu, MDI reçine %27'sine katkıda bulunmuştur. %22'si ise elektrik enerjisi kullanımından kaynaklanmıştır.

OSB açısından, sera gazı ayak izinin %34'ü orman üretim faaliyetlerine atfedilebilir, elektrik enerjisi üretimi sera gazı ayak izinin %25'ini temsil ediyordu ve MDI reçine üretimi sera gazı ayak izinin %18'inden sorumluydu.

Genel olarak yapıştırıcı üretimi (örneğin, MUF, UF ve MDI) ve üretim sürecindeki enerji tüketimi (örneğin, elektrik gücü ve doğal gaz), Çin'de üretilen WBP'lerden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının ana katkıları olarak belirlendi.



Şekil 15. Ahşap Bazlı Panelin (WBP'ler) Sera Gazı Ayak İzine Ana Hammadde ve Enerjinin Göreceli Katkıları (Çin)

ABD ve Slovakya'da kontrplaklar için yaşam döngüsü değerlendirmeleri (LCA'lar) kullanılarak üretilen WBP'lerin sera gazı emisyonlarını analiz edilmiştir. LCA, WBP'lerin genel çevresel performansını sağlasa da, şimdiye kadar yürütülen LCA çalışmalarının çoğu, ahşap ürünlerin biyojenik karbon depolama yönünü dikkate almamıştır (20).

Erdil ve ark., Türkiye'de üretilen MDF ve PB'nin sera gazı ayak izlerini emisyon faktörü yöntemiyle incelemiş ancak biyojenik karbon depolamasını da içermemiştir(21).

Bunun gibi pek çok çalışmada biyogenik karbonun gecikmiş emisyonunu tahmin etmek için çeşitli yöntemler olmasına rağmen hangisinin en uygun olduğu konusunda bir fikir birliğine varılamamıştır. Sadece birkaç çalışma, biyogenik karbonun gecikmiş emisyonunu değerlendirmek için farklı yaklaşımları karşılaştırmıştır.

Yapı ve inşaat sektöründe, materyal etkinliğinin artırılması ve iklim etkisinin düşürülmesi amacıyla İklim Değişikliği Komisyonu, Sürdürülebilir Yapı Çevresi Stratejisi başlatacaktır.

Bu kapsamda, Yapı Ürünleri Yönetmeliği'nin gözden geçirilerek yapı ürünlerinde geri dönüşümlü içerik kullanımına geçilmesi, yapı tasarımı ilkeleri ile uyumlu olarak inşaat değerlerinin uyumluluğunun geliştirilmesi ve binalar için dijital ruhsat geliştirilmesi, AB yapı yönetmeliklerindeki materyal iyileştirme hedeflerinin gözden geçirilmesi, toprak izolasyonunun azaltılması ve Yenileme Dalgası girişimi ile binaların kullanım ömrü ve performanslarının artırılması öngörülmektedir.

İkincil hammaddeler için iyi işleyen bir AB pazarı oluşturulması ile bazı atıklar için AB çapında bir hurda kriteri geliştirilmeli(22).

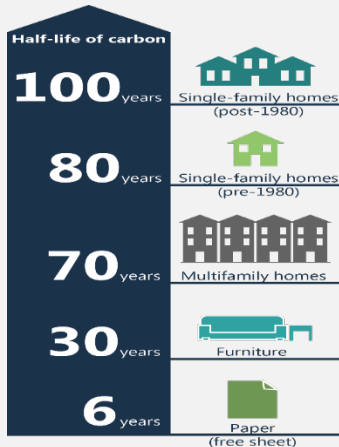
ABD Tarım Bakanlığı raporunda (Hoover ve diğerleri (2014)'te Tablo 6-A-2) yumuşak ve sert ağaç kerestesi, yumuşak ağaç kontrplak, yönlendirilmiş şerit levha, yapısal olmayan paneller, çeşitli ürün ve kağıt için ölçüm yapılarak CO₂ ve CH₄ emisyonları, ahşap ürünleri üretimi ve biyokütle bozunma sürecinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının %99'undan fazlasını oluşturduğu belirlenmiştir.

Ahşap Bazlı Ürünlerin ve Enerjinin Karbon Faydaları isimli çalışmada [Maria Janowiak](#) ve arkadaşları; Ahşap ürünlerde önemli miktarda karbon depolandığını belirtmişlerdir.

Ahşabın türü, üretimi, kullanımı ve imha farklılıkları karbon depolama miktar ve süresi üzerinde önemli etkiye sahiptir. 2015’de ABD’nde hasat edilen ağaç ürünlerinde 2.600 milyon metrik tondan fazla karbon depolanmıştır. Bu, ABD orman arazilerinde depolanan karbon miktarının yaklaşık % 3’ü kadardır (23).

Ahşap ürünlerde depolanan karbon 2 farklı havuza ayrılır; kullanımda olan ürünler (% 60), çöplüklerde depolanan karbon (% 40).

Binalarda ahşap ürünler çelik veya beton gibi üretimi fosil yakıt girdisi gerektiren diğer malzemelerin yerine kullanılmalıdır.



BİYO YAKITLARDA DURUM NEDİR (BİYOENERJİNİN KARBON ETKİLERİ)

Odunun yakılması veya enerji için kullanılmasıyla açığa çıkan herhangi bir karbonun, orman yeniden büyüdüğü ormanın zapt edilmesi yoluyla yeniden yakalandığı fikrine dayanarak, odun enerjisinin bazen “karbon nötr” olduğu söylenir.

İklim değişikliği ve enerji maliyetleriyle ilgili son yıllarda odun bazlı enerji de dahil olmak üzere yenilenebilir ve alternatif enerjilerin kullanımına ilgi artırmıştır.

ABD’de elektrik, ısı ve ulaşım yakıtı dahil enerji için kullanılan odun kaynakları arasında yakacak (orman biyokütle tüketiminin % 29’u), orman ürünleri endüstrisi atıkları ve kağıt hamuru çözeltileri (% 60) ve belediye ait katı atıklar (%10) değerlendirilmektedir.

Odun kaynakları gelecekte enerjinin daha büyük bir kısmını oluşturabilir; örneğin 2030 yılına kadar % 175 oranında artma potansiyeli olduğu belirtilmektedir. Bir çalışmada kütük artıklarının, kömürle çalışan enerji santrallerinden yayılan 17,6 milyon ton kadar karbonun (toplam karbon emisyonununun % 3’ünün) yerini alabileceğini belirlenmiştir.

Biyokütle pazarları, mevcut olduğu yerlerde, yakıt azaltma işlemleri, ticari olmayan seyreltmeler ve geleneksel orman ürünleri endüstrisine katkıda bulunmayan diğer silvikültürel faaliyetler için ek fırsatlar sağlayabilir.

Biyokütle pazarları, mevcut olduğu yerlerde, yakıt azaltma işlemleri, ticari olmayan seyreltmeler ve geleneksel orman ürünleri endüstrisine katkıda bulunmayan diğer silvikültürel faaliyetler için ek fırsatlar sağlayabilir.

Bu yüksek yoğunluklu orman yangını riskini azaltabilir, böylece orman yangınından kaynaklanan emisyon potansiyelini azaltabilir ve fosil enerji yerine yenilenebilir orman bazlı enerjiyi ikame etme fırsatları yaratabilir.

Gerçek daha karmaşıktır: Biyoenerji üretimiyle ilişkili karbon etkilerinin, enerji üretiminin tüm yaşam döngüsünü ve ayrıca enerji üretmek için kullanılan arazinin ticari faaliyetlere göre daha uzun vadeli kullanımını ve büyümesini içerecek şekilde değerlendirilmesi gerekir.

Orman biyoenerjisinin sera gazı faydasının tam olarak muhasebeleştirilmesi, biyoenerji için orman karbon stoklarının biyoenerji içermeyen bir senaryo ile karşılaştırılması ve orman biyoenerjisi üretmek için kullanılan emisyonların ve yer değiştiren fosil yakıtların tam yaşam döngüsü değerlendirmesini içerecektir (24).

BECCS DEKARBONİZASYON İÇİN NEDEN ÖNEMLİDİR?

Sürdürülebilir kaynaklı biyokütleden üretilen enerji (biyoenerji), bitkiler büyüdükçe atmosferden CO₂ absorpladığı için karbon nötr olabilir.

Bu biyokütlenin yakıt olarak yakılması sırasında açığa çıkan CO₂ emisyonlarını dengeler. Sürdürülebilir biyoenerji, karbon yakalama ve depolama ile eşleştirildiğinde, CO₂'nin karbon döngüsünden kalıcı olarak uzaklaştırılması ile negatif emisyonların kaynağı haline gelir (25).

2050'YE DOĞRU DÜŞÜK KARBON EKONOMİSİ YOL HARİTASI,

- Ahşap ve ahşap bazlı ürünler, odun dışı ürünlerle karşılaştırıldığında daha düşük fosil ve proses bazlı sera gazı emisyonlarına sahiptir.
- İkame faktörü önemlidir ancak politika yapımına rehberlik edecek yeterli bilgi sağlamaz. Orman yutaklarının kalıcılığı ve orman tahribatları ile karbon kaçağı etkilerinin de dikkate alındığı daha bütünsel bir analiz gereklidir.
- Kaynak verimliliği ve malzeme israfının en aza indirilmesi, iklim değişikliğinin azaltılmasıyla eş zamanlı bir politika hedefidir.
- Ortaya çıkan orman ürünlerinin iklim etkileri konusunda bilgi eksikliği bulunmaktadır.
- İklim değişikliğinin azaltılması önemli bir politika hedefidir. Farklı hedefler ve politika hedefleri arasında sinerji bulmayı ve ödünlere en aza indirmeyi amaçlayan tüm Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin de dikkate alınması önemlidir (26).

ÜLKEMİZDE ORMAN ÜRÜNLERİ ARZ VE TALEP

Tablo 16. Türkiye'deki üretim kapasitesi (2022)

ORMAN GENEL MÜDÜRLÜĞÜ 2022 YILI EKİM SONU FİİLİ SATIŞ DURUMU														
Sıra No	Ürün Çeşidi	Birimi	SATIŞ TÜRLERİ									Genel Toplam		
			Açık Arttırmalı Satış			Tahsisli Satış			İndirimli Satış			Miktar	Tutar(TL)	Ortalama
			Miktar	Tutar(TL)	Ortalama	Miktar	Tutar(TL)	Ortalama	Miktar	Tutar(TL)	Ortalama			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
1	Tomruk	M3/TL.	2.996.517	7.704.368.538	2.571	55.266	167.940.841	3.039	382.991	289.915.679	757	3.434.774	8.162.225.059	2.376
2	Tel Direk	M3/TL.	2.493	5.308.613	2.130	32.367	76.707.141	2.370	0	0	#SAYI/0!	34.859	82.015.754	2.353
3	Maden Direk	M3/TL.	208.960	408.204.582	1.954	51.388	84.565.030	1.646	115	75.888	657	260.463	492.845.500	1.892
4	Sanayi Od.	M3/TL.	312.088	469.377.645	1.504	27.792	7.343.399	264	8.244	4.995.227	606	348.123	481.716.271	1.384
5	Kağıtlık Od.	M3/TL.	1.332.693	1.767.190.105	1.326	353.507	250.216.509	708	2.916	1.865.648	640	1.689.116	2.019.272.262	1.195
6	Lif-Yonga	M3/TL.	45.043	36.227.970	804	4.794.633	2.648.401.323	552	2.883	1.350.279	468	4.842.559	2.685.979.572	555
7	Sırk	M3/TL.	1.332	995.825	748	7.872	6.053.163	769	0	0	#SAYI/0!	9.204	7.048.988	766
8	Talaş Odunu	M3/TL.	17.319	17.724.825	1.023	187.208	145.634.524	778	0	0	#SAYI/0!	204.527	163.359.349	799
8	Endüstriyel Top.	M3/TL.	4.916.444	10.409.398.104	2.117	5.510.033	3.386.861.929	615	397.149	298.202.721	751	10.823.626	14.094.462.754	1.302
9	Çubuk	St/TL.	0	0	#SAYI/0!	151	112.279	744	0	0	#SAYI/0!	151	112.279	744
10	Yakacak Od.	St/TL.	175.030	70.998.000	406	81.790	23.437.608	287	2.837.075	290.060.355	102	3.093.895	384.495.962	124
11	Dikili Satış K.G.H.	M3/TL.	9.361.865	5.907.072.227	631	2.149.505	2.576.652.428	1.199	0	0	#SAYI/0!	11.511.370	8.483.724.655	737
12	TOPLAM SATIŞ TUTARI (TL)		16.387.468.330			5.987.064.244			588.263.076			22.962.795.650		

Ülkemiz inşaat sektöründe gelecek 15 yılda 15 milyon konut ihtiyacının 3 trilyon dolarlık ekonomik hacim yaratabileceği öngörülmektedir. İnşaat sektöründe gelecek yılda milyon konut ihtiyacı ortaya çıkacak ise;

Her yıl milyon konut, ortalama 100 m² parke, 15 adet kapı doğraması, 20 m² pencere doğraması,

Her konut; mutfak, yemek, oturma, çalışma ve yatak odası mobilyaları talebi olacaktır.

2015 TOBB veri tabanına kayıtlı 531 kereste ve tel direği işletmesi bulunduğu, bunların 30.845.154 m³/yıl kereste işleme kapasitesi olduğu, 117 emprenye ve kurutma işletmesinde ise 2.158.322 m³ / yıl kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir.

Ülkemiz 2013’de 6,51 milyon m³ iken 2021’de 6,35 milyon m³ ile dünya kereste üretiminde 13.sırada üretici ülke olmuştur.

2015 TOBB’e göre kaplama sektöründe 157 adet işletmede toplam 5.708.827 m³ kaplama ve 40 fabrikada 250.000 m³ kontrplak üretim kapasitesite bulunduğu 2022’de 1 milyon m³ kontrplak üretildiği belirtilmektedir. Yıllık hammadde talebi 1.5 milyon m³ olup, 30 bin çalışan için istihdam yaratmaktadır. Kontrplak üreticileri ülkemizin kaynaklarının sektörün taleplerine yeterli olduğunu dile getirmektedir.

2022 MDF ve Yongalevha üretici derneğine göre yıllık levha üretimi 13 milyon m³’e ulaşmış olup, 3 yeni tesisin hazırlıkları sürmektedir. Bu tesislerde tamamlandığında üretim 15 milyon m³’ü geçecektir.

Tablo 16. Türkiye’de MDF ve Yongalevha Üretimi ve Odun Talebinin Karşılama Durumu



Kurulu güç kapasitesi açısından ise; YEKDEM listelerinde net b görülmemekte olup, içinde orman atığı belirtilen tesislerin toplam kurulu güç hedefi 2022’de 650 MWe değerini aşmıştır. Şirketlerce sunulan proje dosyalarına göre, ortalama 10 MWe kurulu güce sahip santralin 100.000 ton/yıl civarı orman atığını yakacağı esas alındığında, destek alan santraller toplamda 6.5 milyon ton/yıl orman atığına gereksinim duymaktadır. 2022 YEKDEM destekli santrallerinin hammadde ihtiyacı 9-13 milyon ster yada 8-12 milyon m³ dir.

Geçen yıl 12,5 bin ton olan pelet ihracatı yaklaşık % 500'lük artışla 74,7 bin tona çıkmıştır (27). OGM'nin 6.11.2020 tarih ve 2439865 sayılı yazısında, 2020’de 5 milyon 750 bin ster (5 milyon 225 bin m³) yakacak odun 2022’de (3 milyon) piyasaya arz edilmiştir. Biyokütle santralının piyasaya arz edilen yakacak odunları kullanabileceği ve önümüzdeki yıllarda üretim arzının yıllar içerisinde artırılmasının hedeflendiğini belirtmektedir. Ne yazık ki ülkemiz pelet üretim kapasitesi henüz istatistiksel olarak ölçülebilir durumda değildir.

TALEPLERİN ORMAN VARLIĞINA BASKISI VE SOSYAL ETKİLER

Peki ormanlarımızda bu kadar “ORMAN VARLIĞI ” var mı?

Orman ürünlerini yakıt olarak kullanan biyokütle yakma santralleri ve pelet üreticileri orman köylüsünün yakacak odun ihtiyacına erişimini zorlaştıracak ve odun hammaddesini kullanan diğer sektörlerde oduna erişimi güçleştirebilecektir.

Orman ekosistemlerinin yapıları gereği siyasi sınırlara bağlı olmayacağı belirtilerek sürdürülebilir yönetim anlayışının sınır aşan bir yapı gösterdiği dile getirilmektedir. Bu şekilde ülkelerin politika oluşturma süreçleri birbirine bağımlı hale getirilmektedir.

Ülkemizdeki yakma tesisleri ve levha tesisleri atık odunsu materyalin değerlendirilmesi konusunda istekli olmalı. Şehirlerdeki odun esaslı atıklar özel toplama ve ayrıştırma sistemi ile toplanmalı, yongalanmalı ve sanayinin ihtiyacını karşılayacak hale getirilmelidir. Her şeyden önce kendi değerlerinin tespitini ivedilikle gerçekleştirmesi, izleme, kayıt tutma, raporlama sistemini geliştirmesi gerekmektedir. Bu noktadan bakıldığında uzman grubunun genel görüşü, istenilen verileri istenen zamanda ve istenen şekilde sağlamak konusunda Türkiye'nin uluslararası düzeyde baskı ile karşı karşıya kalabileceği hatta kaldığı şeklindedir.

O HALDE SÜRDÜRÜLEBİLİR ORMAN VE ORMAN ENDÜSTRİSİ YÖNETİMİ İÇİN ACİL ÖNERİLER

Öncelikle OGM tüm ormanların karbon depolama kapasitelerini belirlemeli ve ormandan enval alma sürecini bu kapasite değerlerine göre yönetmelidir.

Dikili alanlar artırılmalı ve 2030 yılına kadar her yıl mutlaka 3 milyar yeni fidan dikilmeli,

Orman hasadı depolama kapasitelerinin yönlendirmelerine uygun olarak yürütülmeli,

OGM mevzuat ve yönetmelikler yeniden çalışılmalı, orman envali yeniden standartlaştırılmalıdır. Hangi özellikteki odunun hangi sektörün kullanımına sunulacağı yeniden değerlendirilmelidir,

Orman Envalinin en uygun kullanım yeri planlanarak sınıflandırılmalı

Kesim ve bölmeden çıkarma işlemlerinde çalışan mavi yaka (Orman muhafaza memuru) personel sayısı artırılmalı, İSG uygun çalışabilme sağlanabilmeli ve eğitimleri artırılmalı.

OÜ sektörün STK'ları ile OGM ortaklığı ile kendi ihtiyaçlarına yönelik orman ürünleri arzını oluşturma çalışmalarına katılımlarının sağlanmalı. (En güzel örnek ORÜS- SEKA'lar)

Gelecekte ticari kullanımı artacak yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilme ve kullanımına ilişkin çalışmalar hızlandırılmalıdır (jeotermal, güneş ve rüzgar enerjisi) teşvik edilmeli ve üreticilerin yatırım yapmaları özendirilmelidir.

Özel orman sahiplerine finansal teşviklerin sağlanması,

Dikili satış sonrası ormanda kalan taşıma maliyeti yüksek hammaddenin değerlendirilmeli, ormanda yongalama ile sorunun çözümü yoluna gidilmelidir,

Odun envali en ekonomik kullanım yerine göre standartlaştırılmalı ve kullanılmalı (Kaplama üretine uygun 1. Sınıf tomruklar levha sanayisi veya yakma amaçlı kullanılmamalı,

Odun kaynağının uzun ömürlü ürünlerde kullanılmasının teşvik edilmeli (mobilya ve inşaat),

Biyokütle enerji ve pellet üreticilerinin envanterinin çıkarılmalı, istatistiki olarak kayıtlara alınmalı ve bir yapı altında toplanarak gücünü artırmalıdır.

Tüm Orman Ürünleri üreticileri kayıt altına alınmalı,

Acilen sektördeki üreticilerin LCA değerlendirilmesi ve üretimlerinin karbon depolama kapasiteleri belirlenerek (öncelikle durum tespiti yapılmalı) ve gerekli önlemler alınarak azaltım çalışmaları başlatılmalı.

Sektör belediyeler ile anlaşarak odunsu atıkları kullanma yolunda caba sarf etmeli, bu amaçla toplama alanları oluşturulmalı, her ilde Plastik ürünlerde olduğu gibi kırma (yongalama) tesisleri devreye alınmalı, ürün enerji veya levha sektörü üretimine gönderilmelidir.

Kaynaklar

1. <https://ccpi.org/wp-content/uploads/CCPI-2023-Results-3.pdf>
2. TÜSİAD "Avrupa Yeşil Mutabakatı Döngüsel Ekonomi Eylem Planı Türk İş Dünyasına Neler Getirecek?" ProjesiYayın : TÜSİAD-T/2021-06/621. ISBN : 978-605-165-049-4, Haziran 2021.
3. Saylan, L., Karbondioksit VE Enerjiaklarının Tarım Ve Orman Alanlarında Belirlenmesi, Tmmob İklim Degisimi Sempozyumu 13-14 MART 2008. ANKARA S:118- 129
4. Orman Amenajmanı Uygulamalarının İklim Değişikliği Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Ortak Rehber Geliştirilmesi Projesi, Ormanlarda Karbon Birikimini Arttırmaya Yönelik Ortak Amenajman Rehberi D4.5 Kasım 2018TR2013/0327.05.01-02/124 https://www.iklimin.org/wp-content/uploads/2018/01/1.-K%C4%B0TAP_D4.5_T%C3%9CRK%C3%87E.pdf
5. Orman Amenajmanı Uygulamalarının İklim Değişikliği Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesine Yönelik Ortak Rehber Geliştirilmesi Projesi, Ormanlarda Karbon Birikimini Arttırmaya Yönelik Ortak Amenajman Rehberi D4.5 Kasım 2018.
6. <https://cevreselgostergeler.csb.gov.tr/yutak-alanlar-ve-karbon-tutumları-i-85723>
7. [https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/AKAKDO%20Ulusal%20Seragaz%C4%B1%20Envanter%20%20Raporu\(1990-2019\).pdf](https://www.tarimorman.gov.tr/TRGM/Belgeler/AKAKDO%20Ulusal%20Seragaz%C4%B1%20Envanter%20%20Raporu(1990-2019).pdf)
8. <https://www.ogm.gov.tr/tr/ormanlarimiz-sitesi/TurkiyeOrmanVarligi/Yayinlar/2020%20T%C3%Bcrkiye%20Orman%20Varl%C4%B1%C4%9F%C4%B1.pdf>
9. Yolaşmaz, H., Çavdar, B., Demirci, U., & Aydın, İ. (2016). İki farklı yönetime göre karbon birikiminin tahmin edilmesi: Artvin Orman İşletme Şefliği örneği. Turkish Journal of Forestry, 17(1), 43-51
10. Dodoo, A., Gustavsson, L., & Sathre, R. (2014). Recycling of lumber. In *Handbook of Recycling* (pp. 151-163). Elsevier.
11. Ganguly, I., Pierobon, F., & Sonne Hall, E. (2020). Global warming mitigating role of wood products from Washington state's private forests. *Forests*, 11(2), 194.
12. Assessing the Integrated Climatic Impacts of Forestry and Wood Products. Available from: https://www.researchgate.net/publication/42781449_Assessing_the_Integrated_Climatic_Impacts_of_Forestry_and_Wood_Products [accessed Sep 17 2023].
13. <https://www.researchgate.net/publication/42781449> Pingoud, K., Johanna P., and Lauri V.. "Assessing the integrated climatic impacts of forestry and wood products." *Silva Fennica* 44.1 (2010): 155-175.
14. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi_fstp_7_2018.pdf
15. <https://www.swst.org/wp/meetings/AM10/pdfs/BC-10%20Rueter%20paper.pdf>
16. https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/filer_public/43/fe/43fed21e-30f8-488c-8d45-53282ad708f7/ruter_s_harvested_wood_products.pdf
17. https://unece.org/fileadmin/DAM/timber/meetings/07-Rueter_wood-products_handout.pdf
18. Kazulis, V., Muizniece, I., Zihare, L., & Blumberga, D. (2017). Carbon Storage in Wood Products. *Energy Procedia*, 128, 558-563. International Scientific Conference "Environmental and Climate Technologies", CONECT 2017, 10–12 May 2017, Riga, Latvia
19. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136064>
20. Puettmann ve diğerleri, 2020.
21. Erdil, M., & Yılğör, N. (2020). An Assessment of Carbon Footprint in Medium-density Fiberboard (MDF) Manufacturing: A Case Study of Wood Based Panel Production In Turkey. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 5(5), 841-848.
22. <https://www.baib.gov.tr/files/downloads/PageFiles/a47c41e2-8b72-ea11-a8c6-000c29511bae/Files/ek-4.pdf> Carbon Benefits of Wood-Based Products and Energy Preparers, Maria Janowiak, Northern Institute of Applied Climate Science, US Forest Service, Houghton, MI. Chris Swanston, Northern Institute of Applied Climate Science, US Forest Service.
23. Hoover, D. L., & Rogers, B. M. (2016). Not all droughts are created equal: the impacts of interannual drought pattern and magnitude on grassland carbon cycling. *Global Change Biology*, 22(5), 1809-1820.
24. <https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/carbon-benefits-wood-based-products-and-energy>, Houghton, MI. [Todd Ontl](https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/carbon-benefits-wood-based-products-and-energy), Northern Institute of Applied Climate Science, US Forest Service, Houghton, MI. This topic page was developed using information from the report [Considering Forest and Grassland Carbon in Land Management](https://www.fs.usda.gov/ccrc/topics/carbon-benefits-wood-based-products-and-energy) (WO-GTR-95). Janowiak, M., Swanston, C., & Ontl, T. (2017). Carbon Benefits of Wood-Based Products and Energy. US Department of Agriculture, Forest Service, Climate Change Resource Center.
25. <https://www.drax.com/carbon-capture/what-is-bioenergy-with-carbon-capture-and-storage-beccs/>
26. https://efi.int/sites/default/files/files/publication-bank/2019/efi_fstp_7_2018.pdf



Prof. Dr. Hülya KALAYCIOĞLU

E-posta khulya@gmail.com /
khulya@ktu.edu.tr

Karadeniz Teknik Üniversitesi

Orman Endüstri Mühendisliği Bölümü

Teşekkürler!