



Fındık Sektörünün Karbon Ayakizinin İncelenmesi Yoluyla Sektörün İklim Değişikliğine Etkisinin Değerlendirilmesi

Dr. Öğr. Üyesi Pınar Gökçin ÖZUYAR

İstinye Üniversitesi, İİSBF

Pinar.ozuyar@istinye.edu.tr

ORCID: 0000-0002-2505-2216

Özet

İklim değişikliği günümüzde devletleri, iş dünyasını ve insanlarla tüm doğal yaşamı ve aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmayı tehdit eden en önemli konulardan biri olarak kabul edilmiştir. Bunun için uluslararası ve ulusal düzeyde iklim değişikliğinin başlıca sebebi olan sera gazları diye adlandırılan ve ifade kolaylığı açısından karbon dioksit eşdeğeri olarak birimlendirilen gazların etkisini azaltabilmek amacı ile çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de bu konudaki farkındalık gittikçe artmakta ve ilgili çalışmalarla özellikle çeşitli sektörlerin ve alt detayında ürün ve tesislerin iklim etkisi belirlenmektedir. Bu çalışmalarda amaç, etkinin azaltılması için gerekli teknik ya da idari ama kesinlikle yenilikçi çözüm yollarının bulunmasıdır. Çalışmada oluşturulan model; üretim (gübreleme ve diğer kimyasal işlemler, hasat dönemi enerji kullanımı, hasat dönemi atıklar, işleme tesisleri enerji kullanımı ve ambalajlama), lojistik (bahçeden tesislere olan taşımacılık ve ikinci lojistik faaliyet gurubu olarak çeşitli ara ve son ürün halinde bulunan fındığın alıcıya ulaştırılması) ve karbon kazanımı alt başlıklarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Fındık Sektörü, Karbon Ayakizi, İklim Değişikliği, Sürdürülebilirlik

Assessing the Impact of the Hazelnut Sector on Climate Change by Examining its Carbon Footprint

Abstract

Climate change has been accepted as one of the most important issues threatening states, business world and all natural life as well as sustainable development. For this purpose, studies are carried out in order to reduce the effect of gases, which are called greenhouse gases, which are the main cause of climate change at the international and national level, and are grouped as carbon dioxide equivalent for ease of expression. Awareness on this issue is increasing in our country as well, and the climate impact of various sectors and sub-details of products and facilities are determined with relevant studies. The aim of these studies is to find the necessary technical or administrative but definitely innovative solutions to reduce the impact. The model created in the study; production (fertilization and other chemical processes, harvest period energy use, harvest period wastes, processing facilities energy use and packaging), logistics (transportation from garden to facilities and delivery of hazelnuts in various intermediate and final products as the second logistics activity group) and carbon The acquisition includes subheadings.

Keywords: Hazelnut Industry, Carbon Footprint, Climate Change, Sustainability

1. Giriş

İnsan faaliyetlerinin sonucu olarak sera gazlarının küresel olarak salımı, sanayi dönemi öncesinden bu yana büyük oranda artmış küresel karbon döngüsünü önemli ölçüde değiştiren, atmosferdeki karbon yoğunluğunu artıran (CO₂-e yoğunluğu sanayi dönemi öncesine göre yaklaşık %60 daha yüksektir) ve iklim sisteminde değişikliklere yol açan karbon salımından kaynaklanmaktadır. Birleşmiş Milletler

İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (IPCC, 2014) göre 'iklim sistemi', atmosfer, hidrosfer, biyosfer ve jeosfer ile bunların aralarındaki etkileşimlerin toplamıdır. Bu değişikliklerin (ve onlarla ilişkili sıcaklık ve yağış değişiklikleri, deniz seviyesinde yükselme ve aşırı hava olaylarının) ekosistemler, su kaynakları, gıda güvenliği, insan sağlığı, yerleşimler ve, daha genel olarak, sosyoekonomik kalkınma üzerinde doğrudan ve dolaylı etkileri vardır.

Bu nedenle, iklim sisteminin karbon dioksit ve diğer sera gazı salımlarını absorbe etme – ve güvenilir ve sabit bir ortalama sıcaklık düzeni sağlama – becerisi, küresel olarak ortak önemli bir çevresel kaynaktır. Geçen yüzyıl içinde salımlardaki büyük artış, iklim sisteminin daha değişken iklim koşullarına yol açmadan salımları absorbe etme kapasitesini azaltmaktadır. Başka bir deyişle, salımlarda büyük miktarda azaltma olmadan, iklim sistemindeki bozulma artabilir ve ekosistemin dirençliliği zarar görür (Chapman ve dğr., 2020; Potapowics ve dğr., 2019; Häder ve Barnes , 2019).

İnsan kökenli karbon salımların çoğunluğu, fosil yakıtların kullanılmasından kaynaklanmaktadır; ayrıca ormansızlaşma, arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişimleri de azımsanmayacak katkılarda bulunmaktadır. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC, 2014), tüm dünyada, enerji tedariki, konut, sanayi ve ulaşım sektörleri, salımların yaklaşık üçte ikisinden sorumlu olduğunu, tarım ve ormancılığın da (ormansızlaşma ile birlikte) %30'dan fazla salım eklediğini belirtmiştir.

'İklim sistemine tehlikeli müdahaleler'den kaçınmak için, uluslararası toplum, UNFCCC yoluyla, sanayi dönemi öncesinden bu yana olan ortalama küresel sıcaklık artışını 2 °C'nin altında tutmak üzerinde anlaşmıştır ('2 °C hedefi'). 2 °C hedefi, iklim değişikliğinin tüm olumsuz etkilerini engelleyemeyeceği için, küresel sıcaklık artışını 1,5 °C ile sınırlamak da düşünülmektedir. 2 °C ya da 1,5 °C'lik bir sıcaklık artışı, küresel ortalama yeryüzü sıcaklığında, sanayi dönemi öncesine kıyasla bir artış anlamına gelir. Bu küresel ortalama artışlar, yerel olarak çok daha yüksek sıcaklık değişimleri olarak ortaya çıkabilir (Djalante, 2019; Yin ve dğr., 2020).

İklim değişikliği, ekosistemler için, yapılarını ve işleyişlerini riske atan ve diğer stres unsurlarına dirençlerini azaltan bir stres unsurudur. Bu nedenle iklim değişikliği, ekosistem mal ve hizmetlerine dayalı toplumları ve ekonomileri de tehdit etmektedir). İklim değişikliğinin etkilerine karşı direnç oluşturmak için, özel uyum tedbirleri gereklidir: önümüzdeki yıllarda küresel salımları azaltma çabaları başarılı olsa bile, iklim değişikliğinin önüne geçilemez etkileriyle başa çıkabilmek için uyum tedbirleri yine de gerekli olacaktır.

IPCC'ye göre, basitçe, 'uyum', zararı hafifletmek ya da olası olumlu etkilerden yararlanmak üzere, doğal ve insani sistemleri gerçek ya da beklenen iklim değişikliğine ya da etkilerine göre düzenlemeyi hedefleyen tedbirler anlamına gelir (IPCC, 2014). Bu, genel olarak ekosistem dirençliliğini ve uyum kapasitesini sağlamak üzere çeşitli yaklaşımları içerir ve teknolojik çözümler, ekosistemi temel alan uyum seçenekleri ve davranışsal, yönetimsel ve politik yaklaşımlardan oluşur (Schipper, 2020; Sharifi, 2020).

Genel olarak sera gazı salımlarını azaltmak, bir düşük karbon ekonomisine ulaşmak için temel gerekliliktir. Olumsuz iklim değişikliğini önlemek (ve ona uyum göstermek) günümüzde çözülmesi gereken en büyük sorunlardan biridir ve başka birçok çevresel ve toplumsal sorunla yakından ilişkilidir. Bir düşük karbon ekonomisi yaratmak, bu nedenle, yeşil bir ekonomiye geçişte kritik derecede önemli bir unsurdur. Sera gazı salımlarını büyük oranda azaltmayı başarmak – ve bu sırada olumsuz ekonomik etkileri mümkün olduğunca önlemek – kaynak verimliliğimizi artırmaya yönelik çabaların esasını oluşturur.

Yukarıda belirtildiği gibi, 2 °C hedefi, günümüzün uluslararası iklim politikasını yönlendirmektedir. Bu hedefe ulaşmanın, küresel sera gazı salımlarını önemli oranda azaltmayı gerektireceği artık kabul edilmiştir: Kopenhag Anlaşması kapsamında, ülkeler 'küresel salımlarda önemli kesintilerin gerekli olduğu' üzerinde anlaşmışlardır (Djalante, 2019; Yin ve dğr., 2020). IPCC'nin önerdiği gibi, bunun uzun

vadede, 2050'de küresel olarak salımları, 1990 seviyesine kıyasla %50 azaltmayı gerektirmesi olasıdır (IPCC, 2014).

Avrupa Birliği, salımları 2030'a kadar, 1990 düzeyine göre (en az) %40 azaltmayı hali hazırda taahhüt etmiştir. Ayrıca 'bir grup olarak gelişmiş ülkeler tarafından yapılması gerekli azaltma bağlamında, sera gazı salımlarını, 2050'ye kadar karbon nötr olma amacı da vardır. Bu amaca ulaşmak, uluslararası iklim değişikliğini hafifletme çabalarına yönelik önemli bir katkı olacak olmasına rağmen, 2 °C hedefine ulaşmak da küresel olarak benzer önemli kesintileri gerektirmektedir ("2030 climate & energy framework - Climate Action - European Commission", 2021, "2050 long-term strategy - Climate Action - European Commission", 2021).

Bu azaltmalara, 1990'ların başında, esas olarak, enerji ve yakıt verimliliğindeki ilerlemeler, kömürden daha az kirleten yakıtlara geçiş, yenilenebilir enerjideki artış, daha iyi atık yönetimi etki etmiştir. Enerji verimliliğindeki kayda değer ilerlemeler, tüm ekonomik sektörlerdeki, örneğin sanayi süreçleri, araba motorları, ortam ısıtması ve elektrikli aletlerdeki teknolojik gelişmeler sayesinde ortaya çıkmıştır. Uzun vadeli iklim hedeflerine ulaşmak için, enerji tasarrufu ve enerji verimliliğinde daha fazla ilerleme ile birlikte, enerjinin üretilme ve kullanılma şekilleri ve hareketlilik ve ulaşım şekilleriyle ilgili sistemsel değişiklikler de gereklidir. Büyük miktarda sera gazı salımına neden olan fosil yakıtı dayalı mevcut enerji ve ulaşım sistemleri, iklim değişikliğinin kökenindedir. Küresel olarak enerji tedariki, sera gazı salımlarının %25'inden sorumludur (Wittneben ve Kiyar, 2009; Furlan ve dğr., 2017; Hill 2001). Uzun vadede, 2 °C hedefini karşılamının, salımları giderek daha fazla azaltmaktan ve yenilenebilir enerji ve enerji verimliliğindeki artışlardan daha fazlasını gerektireceği düşünülmektedir. Büyük olasılıkla enerjiyi üretme ve kullanma şeklimiz ve enerji yoğun ürünleri üretme şeklimizde de sistemsel değişiklikler gerekecektir (Wittneben ve Kiyar, 2009; Furlan ve dğr., 2017; Hill 2001). İklim değişikliği tüm dünyada olduğu gibi Türkiye için de öncelikli bir konu haline gelmiş ve gerek sivil toplum kaynaklı gerekse de özel sektör tarafından çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Buna paralel olarak ilgili mevzuat çalışmaları başlamış ve devam etmekte olan kapsayıcı bir iklim değişikliğinin temelini oluşturan Sera gazları ile ilgili mevzuat yayınlanmıştır (Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik, 2014).

Hali hazırda, TÜİK'in yayınladığı ulusal sera gazı emisyonları, 1996 Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli (IPCC) Rehberi kullanılarak hesaplanmaktadır (IPCC Guidelines, 2006). Sera gazı salım envanteri, enerji, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarım ve atık sektörlerinden kaynaklanan, doğrudan sera gazları olan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄), diazot monoksit (N₂O) ve F-gazlar (florlu gazlar) ile dolaylı sera gazları olan azot oksitler (NO_x), metan dışı uçucu organik bileşikler (NMVOC), karbon monoksit (CO) ve kükürt dioksit (SO₂) emisyonlarını kapsamaktadır.

Kişi başı toplam sera gazı emisyonu 1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğeri iken, 2017 yılında 6,5 ton CO₂ eşdeğeri iken ve 2018 yılında 6,4 ton CO₂ eşdeğeri olarak hesaplanmıştır. Sektörlere göre bakıldığında ise, Enerji sektörü emisyonları 2018 yılında, 1990 yılına göre %167,3 artarken bir önceki yıla göre %1,8 azalarak 373,1 Mt CO₂ eşdeğeri iken. Olarak, endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı emisyonları 1990 yılına göre %185,5, bir önceki yıla göre ise %2,5 artarak 65,2 Mt CO₂ eşdeğeri iken. Olarak belirlenmiştir Benze şekilde tarım sektörü için yapılan çalışmalarda emisyon değerleri 2018 yılında, 1990 yılına göre %41,5, bir önceki yıla göre %3,2 artarak 64,9 Mt CO₂ eşdeğeri iken., atık emisyonları ise 1990 yılına göre %60,3 bir önceki yıla göre %2,1 artarak 17,8 Mt CO₂ eşdeğeri iken. olarak hesaplanmıştır (Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 2019).

Şüphesiz artan sera gazı salımlarının başlıca iki sebebi vardır. Bunlardan ilki nüfusun artması ve diğeri de buna bağlı olarak sektörlerin enerji harcamasının artmasıdır (IPCC, 2014). Bu artışı azaltma yöntemlerinden en öncelikli olanı gereken talebi karşılarken kullanılan enerjinin karbon salımına olumlu etkisi anlamında fosil yakıtlar yerine, yenilenebilir enerjinin kullanılmasıdır.

Küresel ölçekte bu anlayışla, başta fosil yakıtların kullanımından kaynaklı karbon salımı olmak üzere, tüm sera gazlarının salımının azaltılması için yukarıda bahsedilen çabanın, Türkiye için de önemi giderek artacaktır. Bu çalışmalara dayanan, Türkiye'nin Niyet Edilen Ulusal Katkı Belgesi kapsamındaki "artıştan %21 azaltım" senaryosu (tedbir alınan) ve referans senaryo (tedbir alınmayan) doğrultusunda toplam sera gazı emisyonlarının 2030 yılında ne kadar olacağı bilgisini ile beraber yayınlanmıştır (Paris Anlaşması, 2020). Bununla beraber, iklim değişikliği konusu, sınırlar ötesi bir konudur ve Türkiye'nin de dahil olduğu küresel tüm bu gelişmenin sonucu olarak tartışılan konu özellikle küresel ekonomi ve uluslararası ticarete iklim değişikliği kaynaklı sorumluluğun nasıl paylaşılacağıdır. Sorumluluk tabii beraberinde maliyetleri de getirmektedir.

Bu anlayış ile gittikçe daha sert koşullar sunan ve Türkiye'nin kamu diplomasisi de dahil olmak üzere uluslararası çalışan tüm özel sektör kuruluşlarının pozisyonlarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu tarz bir çalışma için de halihazırdaki durum tam olarak belirlenmeli, ve olası küresel sorumluluk paylaşımında gelecek maliyetler önceden bilinmelidir.

Böyle bir çalışmanın temeli ise sera gazlarının hesaplanmasından geçmektedir. İşte bu anlayış ile Türkiye için özellikle ihracat anlamında çok önemli olan fındık sektöründe ki karbon ayakizi belirlenerek, sektör için gerçekleşmesi çok muhtemel olası bir sorumluluk paylaşma kararında gerek firma gerekse sektör boyutunda doğru temsiliyet sağlanabilir.

2. Yöntem ve Sonuçları

Karbon ayak izi – aynı zamanda Karbon profili olarak da adlandırılır – bir ürünle ilişkili olarak, tedarik zinciri boyunca ve bazen kullanım sırasında ve yaşamı sonunda geri dönüşümü ve bertaraf edilmesi sırasında ortaya çıkan karbon dioksit (CO₂) ve diğer sera gazı (SG) salımlarının (ör. metan, güldürücü gaz, vb.) tümüdür. Bu salımların nedenleri, örneğin, enerji santrallerinde elektrik üretimi, fosil yakıtlarla ısıtma, nakliye işlemleri ve diğer endüstriyel ve tarımsal işlemler olabilir (Lin ve dğr., 2018; Mağorzata ve dğr., 2018).

Karbon ayak izi, Küresel Isınma Potansiyeli (Global Warming Potential - GWP) gibi göstergeler kullanılarak ölçülür. Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından tanımlandığı şekliyle, bir GWP, bir sera gazının göreceli etkisini, sabit bir zaman dilimini, örneğin 100 yılı, dikkate alarak (GWP₁₀₀), iklim değişikliği açısından yansıtan bir göstergedir (IPCC Guidelines, 2006). Farklı salımlar için GWP'ler toplanarak, bu salımların iklim değişikliğine olan toplam katkısını ifade eden tek bir gösterge elde edilebilir.

Karbon ayak izi, daha kapsamlı bir Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi (YDD) içindeki verilerin bir alt kümesidir. Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi, ürünlerin yaşam döngüsü boyunca tüketilen çevresel etki ve kaynakların değerlendirilmesi için uluslararası olarak standartlaştırılmış bir yöntemdir; buna hammaddelerin çıkarılması, ürünlerin imalatı, son tüketici tarafından kullanılması ya da bir hizmet verilmesi, geri dönüşüm, enerji geri kazanımı ve nihai bertarafı dahildir (Scott ve dğr., 2014, Klopffer ve Grahl, 2014). Dikkate alınan ana etki kategorilerinden biri, CO₂ eşdeğerleri için IPCC tanımlama unsurları kullanılarak hesaplanan iklim değişikliğidir (IPCC Guidelines, 2006). Böylece, bir karbon ayak izi, analizi, iklim değişikliği üzerinde etkisi olan salımlarla sınırlanmış bir yaşam döngüsü değerlendirmesidir. Ayak izi için uygun arka plan veri kaynakları, bu nedenle, mevcut Yaşam Döngüsü Değerlendirmesi veri tabanlarında bulunmaktadır. Bu veri tabanları, satın aldığınız mal ve hizmetlerin, ve ayrıca kullanılan malzemeler, enerji kaynakları, nakliye ve diğer hizmetlerin de yaşam döngüsü profilini içerir Klopffer ve Grahl, 2014). Halihazırda karbon ayak izi ölçümleri için iki farklı yaklaşım vardır. Yaklaşım, Ürün Karbon Ayak İzi ya da Örgütsel (Kurumsal) Karbon Ayak İzi temelinde olabilir. Bir çalışma kapsamında dikkate alınacak çeşitli karbon salımı kaynakları vardır Klopffer ve Grahl, 2014):.

- iç faaliyetlerden kaynaklanan doğrudan salımlar (araç kullanımından kaynaklanan karbon dioksit ve azot oksit, gaz yakıtlı ısıtma sistemlerinden kaynaklanan karbon dioksit);
- elektrik kullanımından kaynaklanan dolaylı salımlar (enerji santralinden kaynaklanan karbon salımları);
- satın alınan mal ve hizmetlerle ilgili, tedarikçilerden (ve onların tedarikçilerinden) kaynaklanan doğrudan ve dolaylı salımlar;
- imalatından sonra ürünün dağıtımını, kullanımı ve imhasından kaynaklanan salımlar.

Karbon ayak izi bilimsel camiada tartışılıp geliştirildikçe ve tüm sektörlerde pek çok önde gelen şirket tarafından başarıyla uygulandıkça, karbon etkilerinin ölçülmesinde iklim değişikliği değerlendirmeleri üzerinde geniş bir fikir birliğine varıldı. Politika bağlamında, karbon ayak izi, sürdürülebilir tüketim ve üretim açısından bilgi temelli karar alma için kullanılmakta olan yaşam döngüsüne dayalı bilgilere yönelik artan talebin bir altkütmesi olarak görülebilir.

Ürünle ilgili metodolojiler için, Yaşam Döngüsü yaklaşımı ortak temeldir ve uygulamada ISO 14064 yöntemler için ana referans belgesidir. Pek çok metodolojik konu, farklı metodolojilerde benzer şekilde (ya da uygulamaya yönelik fark olmadan) ele alınır. Yine de, şu andaki tavsiyelerin tutarsız olduğu bazı önemli metodolojik konular vardır. Ürünler için ortak bir çevresel ayak izi belirleme standardı için, bu karar noktalarında tercih edilen metodolojik seçimlerin tanımlanması ve belirtilmesi gereklidir (ISO 14064 , 2006).

Kurumsal ayak izi belirleme için, mevcut metodolojik kuralların ürün ayak izi belirmeye göre daha az gelişmiş ve yerleşmiş olduğu ve yalnızca bir kaç kurumsal ayak izi metodolojisinin bir yaşam döngüsü yaklaşımını temel aldığı belirlenmiştir. Teknik/bilimsel yaklaşım, fizibilite ve paydaş kabulü açılarından, kesin, yerleşik kuralları olan ve teknik olarak ayrıntılı yaşam döngüsü rehberliğinin geliştirilmesinin, ürün ayak izi belirlemeye göre daha zor olacağı görülmektedir.

Çalışma için izlenen sayfalar aşağıda verilen adımlarla oluşturulan modelle belirlenmiştir:

- Literatür Araştırması
- Modelin Oluşturulması
- Modelin Verifikasyonu/Sınır Belirleme ve Veri Toplama
- Hesapların Yapılması / Sayısal Analiz
- Sayısal model verifikasyonu

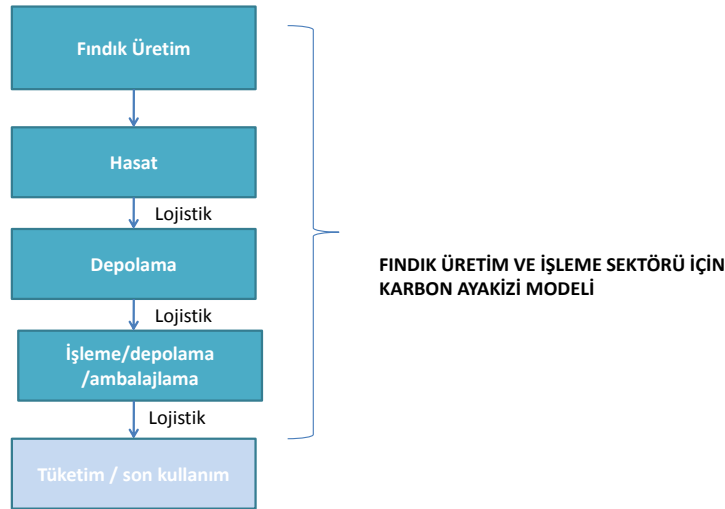
Öncelikle fındık sektörünün gerek ürün gerekse tesis bazlı sadece karbon değil tüm çevresel etki değerlendirme çalışmaları incelenmiştir. Bunun üzerine edinilen bilgilerle bir model oluşturulmuş ve bu model ile ilgili veri toplanmıştır. Sayısal veriler modele uygulanmış ve elde edilen sonuçlar doğruluk açısından yeniden Giresun Ziraat Odası ile paylaşılmıştır. Bu çalışma için piyasada ürün ve tesis bazlı olarak bulunan çeşitli programlar kullanılmamış ve sektörün genel durumunu anlayabilmek ve karbon açısından hızlıca ve kolaylıkla iyileştirilebilecek noktaları belirlemek için bir model üzerinden çalışılmıştır. Numerik verilerin kısıtlı olması ve çalışma kapsamında detaylı bir saha çalışması ve bunun sürekliliği sonucu toplanacak veri olmadığından, modele konulan bu ilk sayısal veriler, bu çalışmanın kapsamından çıkarılmıştır. Bunun nedeni, bu tip eksik ve uygun koşullarda toplanmayan verilerin sonuçlar anlamında raporlanmakla beraber, akademik çalışma standartları için elverişli olmamasıdır.

Sektörel raporları hazırlarken olası iki yaklaşım kullanılabilir (Azungah, 2018). Bunlardan ilki tümünden gelme yaklaşımıdır. Tümünden gelme yaklaşımında çalışılan sektörün ülkedeki ekonomik değeri ile ülkenin tüm karbon salım değeri oranlanarak karşılaştırılır. Burada önemli olan sektör olarak tanımlanan sınırların gerek karbon salımı gerekse ekonomik değer olarak aynı olmasıdır. Tümünden gelme yaklaşımında sonuçların doğruluğu için ayrıca sektörler arası kirlilik faktörleri açısından ilişkiler tespit edilir. Aksi takdirde sadece ekonomik büyüklük bir sektörün karbon kirliliği açısından yeterli gösterge olmayacaktır.

Tüme varma yaklaşımında ise çalışılan sektörün tüm alt bölümlerini tek tek hesaplayıp, sektör genelini elde etme amaçlanır. Bu yaklaşım, beşikten –mezara ya da beşikten eşiğe denilen bir sektörün tüm safhalarının incelendiği tanıma da uyum sağlar. Sektörün sınırları belirlendikten sonra, sera gazı salımları açısından olası Karbon Dioksit(CO₂), metan (CH₄), Nitrik Oksit (N₂O), Kükürt heksaflorit (SF₆), Perflorokarbonlar (PFCl_{er}), Hidroflorokarbonlar (HFCl_{er}) kaynakları saptanır ve bunlar hesaplanır. Sadece negatif etki eden unsurlara değil, karbon ayakizine olumlu etki eden unsurlara ve kaynaklara da bakılır. Bu yaklaşımda birebir kapsayıcı olmasa da, yine de ISO standartları temel alınır.

Türkiye Fındık Sektörü Karbon Ayakizi Çalışması için tüme varım yaklaşımı uygulanmış ve sera gazı salımı kaynakları sektörün tüm aşamaları için belirlenmiştir. Çalışmada detaylı saha araştırması mevcut değildir. Sonuçlar toplanan bilgi ve belgeler ve TUIK başta olmak üzere çalışma konusunu kısmen kapsayan istatistiki veriler üzerine akılcı ve bilimsel yaklaşımlarla elde edilmiştir.

Sektörel hesaplamada fındık için geçerli olan üretim aşamaları ve kabul edilen sektör sınırları aşağıda verilmiştir. Sektörde ihracatın önemli olduğu bilindiğinden, bu anlamdaki karbon ayakizi önemlidir. Çalışmanın sonraki çalışmalara öncülük yapabilmesi amacı ile tüm lojistik aşamaları ele alınmıştır.



Şekil 1: Fındık Üretim ve İşleme Sektörü için karbon Ayakizi Modeli (Ref. Yazara aittir)

Bu çalışmada fındık sektörü bilgileri üretim ve lojistik olarak iki ayrı ana bölümde ele alınmıştır. Üretim de bahçeden işleme tesisi sonuna kadar incelenmiştir. Lojistik ise hem Üretim aşamalarındaki tüm taşımacılığı, hem de yörede alıcıya kadar olan ve çoğunlukla ihracatı kapsayan taşımacılığı da içermektedir. Ayrı olarak, fındık ağacının karbon tutma kapasitesi de çalışmada yer bulmuştur. Bu kapasite fındık sektörünün karbon ayakizini olumlu yönde etkilemektedir.

Türkiye’de 2010 yılına bakıldığında 668 bin hektar alanda fındık yetiştiriciliği yapılmakta olup Doğu Karadeniz, Doğu Marmara ve Batı Karadeniz Bölgeleri sırasıyla 396, 142 ve 127 bin ha fındık alanına sahip olup toplam fındık alanlarından aldıkları %59, %21 ve %19 paylar ile fındık alanlarının en geniş olduğu bölgelerdir. Türkiye'nin Karadeniz sahillerinde yoğun bir şekilde yer alan fındık bahçeleri, sahilden içeriye doğru en fazla 30 km'yi geçmeyen alanda bulunmaktadır. Fındık, bileşiminde %55-66 yağ, %11-22 karbonhidrat, %14-16 protein, %5 su ve %2 oranında da mineral maddeler bulunmaktadır ve kalitesi buna göre belirlenir (Fındık Yetiştiriciliği, 2011; Karadeniz ve dğr., 2008).

Yıllık olarak Üretim miktarları değişkenlik gösterse de 2018/19 yılı için 515 bin tondur. Özellikle iklimsel değişiklikler, yaşanan sel ve fırtınalar başta olmak üzere dalların kırılmasına ve ürünün zarar görmesine neden olabilmektedir. Sezonlar arasındaki yıllık Üretim miktarı farklılıkları %20-30’u bulabilir. Aynı dönem fındık dikim alanı 706 bin hektar civarında olduğu belirlenmiştir (Fındık Ürün Raporu, 2020). Yıllık verimin de değişkenlik göstereceği kabulüyle, 2018 için Fındık üretim Alanı ve Üretim durumunu verim açısından değerlendirildiğinde 72 Ka/da olduğu görülmektedir (Fındık Ürün Raporu, 2020).

Üretim

Fındık, fındık bahçeleri adı verilen ve birkaç istisnası dışında 2-3 dönümlük alanlarda sahiplenilen ağaçlardan yılda bir kere olmak üzere elde edilir. Genellikle aileler ait olan bu bahçelerde yaygın anlayış çok fazla sürekli bakım gerektirmeden ve yılda iki –üç kez bahçe çalışmasıyla üretimi yapmaktır. Daha büyük bahçeler sayı olarak çok azdır.

Fındık bahçelerinde yetişen fındıklar, Ağustos başı ile Ağustos sonu arasında, bahçenin bulunduğu yerin yüksekliğine göre olgunlaşır. Zamanında hasat fındık dallarının silkelenmesiyle yere düşen zürüflü fındıkların yerden toplanmasıyla yapılmaktadır. Diğer ve daha az uygulanan bir hasat şekli ise dallardan tek tek toplanarak yapılandır. Bahçelerden toplanan fındıklar arazinin durumuna göre aynı gün veya birkaç gün sonra harmana getirilir ve harmanda 10-15 cm kalınlığında serilerek zürüfları kahverengi oluncaya kadar güneşte soldurularak ön kurutma yapılır. Soldurma işleminden sonra fındıklar patozla zürüflardan ayrılarak tenteler üzerinde ince tabakalar halinde güneşte kurumaya bırakılır. Ön kurutma dahil havanın durumuna göre toplam kurutma süresi 15-20 günü bulur. Zürüflarından ayrılan fındıklar aynı yörede alıcının isteğine uygun şekilde farklı ara ve son ürün haline getirilerek ambalajlanır (Fındık Yetiştiriciliği, 2011; Karadeniz ve diğ., 2008).

Fındık sektörünün karbon ayakizi çalışması için sırasıyla kabuklu fındık, natürel fındık, kavrulmuş fındık, kıyılmış fındık ve fındık püresi son ürünlerini elde etmek için gerekli prosesler, bunlarla ilgili kullanılan tüm sera gazı emisyonu kaynakları ve akışları incelenmiştir.

Üretimde dikkate alınan hususlar aşağıda sıralanmıştır.

- Gübreleme ve diğer kimyasal işlemler
- Üretim- Hasat dönemi enerji kullanımı
- Hasat dönemi atıklar
- İşleme tesisleri enerji kullanımı
- Ambalajlama

Gübreleme ve diğer kimyasal işlemler: Fındık bitkisinin normal gelişimini sürdürebilmesi, bol ve kaliteli ürün verebilmesi, ihtiyaç duyduğu besin maddeleri için yazlık ve kışlık gübreleme yapılır. İdeali toprak ve yaprak analizleriyle durum belirlenerek, ihtiyaca göre ve uygun miktarda doğru gübrenin kullanılmasıdır. Üreticilerin, bahçe sahipleri olarak çoğu zaman yörede ikametgah etmiyor olmaları bu işlemleri engeller ve gübrelemenin tahmini yapılmasına neden olur.

Yazlık gübre diye anılan gübre aslında azotlu gübredir ve koşullara göre yılda 1-2 kere uygulanmaktadır. Önemli bir konu, kullanılacak azotlu gübrenin toprak asit ya da alkali özelliğine göre seçilmesidir. Toprak eğer asit özellikte ise, % 26 N ile birlikte kireç içeren Kalsiyum Amonyum Nitrat; alkali özellikte ise % 21 N içeren ve üreticiler arasında "Şeker Gübre" olarak bilinen Amonyum Sülfat gübresi kullanılır. Kışlık gübre ise aslında Potasyum ve Fosfor içeren gübrelerdir. Bu tip gübreleme üç yılda bir yapılır. Ayrıca zaman zaman ahır gübresi de kullanılabilir. Züruflar da yine toprağı zenginleştirmek amacı ile kısmen bahçede bırakılır.

Fındık bahçelerinde ihtiyaca göre topraklarda kireçleme de yapılır. Kireçlemede kireçtaşı, sönmüş veya sönmemiş kireç gibi maddeler toprağı karıştırılır.

Bunlara ek olarak, belirli dönemlerde fındık kurdu, mayıs böceğı gibi zararlılara karşı ilaçlama da yapılmaktadır (Fındık Yetiştiriciliğı, 2011; Karadeniz ve diğ., 2008).

Üretim-Hasat dönemi enerji kullanımı: Fındık çeşitleri farklı zamanlarda hasat olgunluğuna erişmektedirler. Bununla beraber Ağustos-Eylül ayı hasat için uygun dönemdir. Fındık ağaçtan ya kendiliğinden düşer ya d elle silkelendir. Bu aşamada herhangi bir elektrikli ya da yakıt sarfiyatı olan alet kullanımına gerek duyulmaz. Hasat sonrası harman noktasına getirilen züruflu fındıklar, tabaka halinde serilerek arada tırmıkla karıştırılarak 3-5 günde kurutulur.

Harman noktasında zürufları ayırıp kabuklu fındığı elde etmek için 'patoz' adı verilen ve diğer bir adı da fındık harman makinesi olan bir alet kullanılır. Patoz, aletin verimlilik düzeyine göre, ortalama saatte 1 ton fındık ayıklar. Patozun ortalama yakıt kullanımı saatte 6-7 litre dizeldir.

Hasat dönemi atıklar: Patozdan geçirilen züruflu fındıklar, züruflarından ayrıldığında kalan zürufların %90-95'lik bir kısmı gübre amacı ile bahçelere serilir. Yüzde 5-10'luk bölüm ise yakılarak bertaraf edilir.

İşleme tesisleri enerji kullanımı

Züruflarından ayrılan kabuklu fındık, kimi zaman ve o yılki talebe göre kabuklu olarak son kullanıcıya gönderilir. Çoğunlukla da yöredeki küçük işleme tesislerinde natürel fındık, kavrulmuş fındık, kıyılmış fındık, fındık püresi ve fındık yağı haline getirilerek alıcıya ulaştırılır. Türkiye'de son yıllarda modern ve uluslararası standartlarda fındık işleme tesisleri kurulmaya başlanmıştır. Bununla beraber ağırlık hala küçük ön işleme tesislerindedir (Fındık Yetiştiriciliğı, 2011; Karadeniz ve dğ., 2008).

Ambalajlama: Fındık ambalajlaması için jüt çuvallar kullanılır. Çok az miktarda plastik ambalajlama da yapılabilmektedir. Jüt, ıhlamurgillerden tropik bölgelerde yetiştirilen bir bitkidir. Bitki özellikle aynı adı taşıyan lifi elde etmek için yetiştirilir. Jüt çuvallar maliyetleri göze alınarak çiftçi tarafından yaklaşık 10-15 yıl kullanılır. Zaman içinde oluşan delik ve yırtıkları yama yapılır. Hurdaları kapı girişlerine paspas olarak konulması gibi bazı başka amaçlarla kullanılır. Kısaca jüt çuvalların çok az kısmı atık olur. Bu oran %10-15'i geçmez. Ara ve son ürün olarak düşünüldüğünde (Fındık Yetiştiriciliğı, 2011; Karadeniz ve dğ., 2008) :

Natürel İç: Ürün sınıflandırmasına göre genel olarak 25, 50 veya 80 kg'lık jüt çuvallarda, 500, 800 veya 1000 kg'lık lamineli bigbag'lerde ve 10, 12.5, 20 veya 25 kg'lık karton kutularda (vakumlu torbalarda, vakumsuz polietilen torbalarda, doğrudan karton kutularda), 25 veya 40 kg'lık kağıt torbalarda ve doğrudan tüketiciye yönelik 25gr, 40gr, 80gr, 100gr, 200 gr, 500 gr ve 1kg'lık vakumlu veya vakumsuz ambalajlarda bulunur.

Beyazlatılmış, Kavrulmuş, Kiyılmış, Un: Ürün sınıflandırmasına göre genel olarak -25 veya 50 kg'lık polietilen torbalı jüt çuvalarda, 10, 12,5, 20, 25 kg'lık karton kutularda (vakumlu torbalarda, vakumsuz polietilen torbalarda), 500, 800 veya 1000 kg'lık lamineli bigbag'lerde, alüminyum vakum torbalarda ve doğrudan tüketiciye yönelik 25gr, 40gr, 80gr, 100gr, 200 gr, 500 gr ve 1kg'lık vakumlu veya vakumsuz ambalajlarda bulunur.

Dilinmiş: 10, 12,5, 20 veya 25 kg'lık polietilen torbalı vakumsuz karton kutularda ambalajlanır.

Füre: Gıdada kullanılan 30, 60, 120, 200 veya 220 kg'lık plastik varillerde, 30-60-200 kg'lık laklı metal varillerde ve doğrudan 20 veya 22 tonluk tankere dolum yapılmak suretiyle paketlenir.

Lojistik

Fındık sektöründeki lojistik faaliyetler ikiye ayrılır. Birinci grup bahçeden tesislere olan taşımacılık ve ikinci lojistik faaliyet gurubu da çeşitli ara ve son ürün halinde bulunan fındığın alıcıya ulaştırılmasıdır. Bu da yurtiçi ve yurtdışı olmak üzere ikiye ayrılır. Bunun için fındık ihracat bilgileri incelenmiştir. Çok az miktarda da olsa fındık ithalatı zaman zaman yapılmaktadır, bu da modelde yer almaktadır.

Küresel ölçeğe bakıldığında, dünya fındık ihracatında yıllık olarak yaklaşık 450–600 bin ton fındık ticarete konu olurken, bu ticaretteki en büyük pay, miktarı yıllara göre değişmekle birlikte Türkiye'nindir. Türkiye 2018/2019 döneminde 595 bin ton fındık ihracatı gerçekleştirmiştir. Türkiye ihracatın %76'sını AB ülkelerine yapmıştır (Fındık Ürün Raporu, 2020). Türkiye yıllar içinde değişiklik göstermekle birlikte, %75- 80 ihracat payı ile dünyanın en büyük fındık üreticisidir. Fındık Ürün Raporu (2020) verilerine göre toplam fındık ihracatının %40'ndan fazlası işlenmiş olarak ihraç edilmektedir. İşleme sonucu fındık soyulmuş, beyazlatılmış, dilinmiş, füre, krokan, fındık unu gibi çeşitli ara ürün haline getirilmektedir. Türkiye 100 civarında ülkeye fındık ihracatı yapmakla birlikte, İtalya ve Almanya başı çekmektedir. Türk fındığının ortalama % 80 i kara taşımacılığı ile gerçekleştirilir. Bu oranın %70 kadarında deniz ulaşımıyla desteklenir. Kalan %20 deniz doğrudan deniz yolu ile ihraç edilir. Maliyetleri yükselttiği için havayolu ile kargo taşımacılığı yaygın olarak kullanılmaz. Benzer şekilde fizibilitesi düşük olduğundan demiryolu ile de ihracat yapılmaz.

Karbon Kazanımı

Küresel değişim ve sürdürülebilir kalkınma bağlamında, orman yönetim faaliyetleri, iklim değişikliğinin azaltılması için önemli bir rol oynamaktadır. Ancak, ormanlar da genel olarak iklim değişikliğinin sonuçlarından yoğun olarak etkilenmektedir.

Ormanlar iklim değişikliğini üç farklı yolla etkiler. Sera gazlarını absorplayarak dünyanın ısınmasını engellerler, yine aynı şekilde ısınmayı önleyici olarak su buharını atmosfere bırakırlar. Bununla beraber özellikle koyu renkli ormanlar daha fazla güneş ışığı absorpladıkları için dünyanın ısınmasına katkıda bulunurlar.

IPPC (2014) raporuna göre yapılan bir çok farklı çalışmada 1993-2013 yılları arasında küresel karasal karbon tutma kapasitesi arazi kullanım değişikliğinden kaynaklanan emisyonlar hariç tutulduğunda , 3,300 Milyon ton CO2/yıl'dır. Çeşitli çalışmaların sonuçlarına göre 1990'lar için varılan sonuç, toprakta tutulan kısım dahil olmak üzere 5800 MtCO2'dur. IPPC raporu tüm bu sonuçları değerlendirerek 2050 yılına kadar ortalama biyofiziksel karbon tutma kapasitesini 5380 Milyon ton/yıl olarak tahmin etmektedir. Literatür araştırıldığında başlangıç kabul koşullarına göre bu değer çeşitli çalışmalarda 3000 ile 12000 arasında oynadığı görülmektedir. Ormanlar ile ilgili iklim değişikliği önleme açısından çalışmalar incelendiğinde 2030 yılına kadarlık dönemde bu potansiyelin 1,3-4,2 GtCO2/yıl (ortalama 2.7 GtCO2/yıl) 'a ulaşabileceği tahmin edilmektedir.

Fındık ağacı türündeki ağaçlarla ilgili literatürde kısmi çalışmalar yer almaktadır. Fındık ağacı yıl bazındaki diğer tarım ürünleri ile karşılaştırıldığında, uzun kökleri ve yüksek fotosentez kapasitesi ile karbon tutma açısından avantajlı olduğu düşünülmektedir. ABD Oregon'da yapılan bir çalışmada 2,5 ile 20 cm çaplı titrek kavak-fındık tipi ağaçlarda 0.19-4.78 m3 CO2 / 100 ağaç değeri elde edilmiştir.

İklim farklılıklarının kavak-fındık ağaç tiplerinin üzerinde çalışmalar bulunmaktadır. Kanada'da ölçümlere dayanan başka bir çalışmada (Grant ve Nalder, 2000; Griffs ve diğ., 2003), yıllık karbon tutma seviyesindeki değişimin sıcaklıktaki oynamalar ve yaprakların yeşerme zamanındaki iki üç haftalık değişimler gibi birçok faktör yüzünden değişiklik göstereceğini ortaya koymuştur.

3. Değerlendirme ve Sonuç

İklim değişikliği günümüzde devletleri, iş dünyasını ve insanlarla tüm doğal yaşamı ve aynı zamanda sürdürülebilir kalkınmayı tehdit eden en önemli konulardan biri olarak kabul edilmiştir. Bunun için uluslararası ve ulusal düzeyde iklim değişikliğinin başlıca sebebi olan sera gazları diye adlandırılan ve ifade kolaylığı açısından karbon dioksit eşdeğeri olarak birimlendirilen gazların etkisini azaltabilmek amacı ile çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de bu konudaki farkındalık gittikçe artmakta ve ilgili çalışmalarla özellikle çeşitli sektörlerin ve alt detayında ürün ve tesislerin iklim etkisi belirlenmektedir. Bu çalışmalarda amaç, etkinin azaltılması için gerekli teknik ya da idari ama kesinlikle yenilikçi çözüm yollarının bulunmasıdır. Bu anlayış ile gittikçe daha sert koşullar sunan ve Türkiye'nin kamu diplomasisi de dahil olmak üzere uluslararası çalışan tüm özel sektör kuruluşlarının pozisyonlarını belirlemeleri gerekmektedir. Bu tarz bir çalışma için de halihazırdaki durum tam olarak belirlenmeli ve olası küresel sorumluluk paylaşımında gelecek maliyetler önceden bilinmelidir.

Böyle bir çalışmanın temeli ise sera gazlarının hesaplanmasından geçmektedir. İşte bu anlayış ile Türkiye için özellikle ihracat anlamında çok önemli olan fındık sektöründe ki karbon ayakizi belirlenerek, sektör için gerçekleşmesi çok muhtemel olası bir sorumluluk paylaşma kararında gerek firma gerekse sektör boyutunda doğru temsiliyet sağlanabilir. Türkiye'nin ihracat anlamında önemli sektörlerinden biri olan fındık sektörü için bu konunun belirlenmesi özellikle önceliklidir. Bu yüzden ve benzer başka çalışmalar için de karşılaştırma olanağı sınıması açısından bir yaklaşım geliştirilmiş ve sektör için ana karbon salım fonksiyonları belirlenmiştir; üretim (gübreleme ve diğer kimyasal işlemler, hasat dönemi enerji kullanımı, hasat dönemi atıklar, işleme tesisleri enerji kullanımı ve ambalajlama), lojistik (bahçeden tesislere olan taşımacılık ve ikinci lojistik faaliyet gurubu olarak çeşitli ara ve son ürün halinde bulunan fındığın alıcıya ulaştırılması) ve karbon kazanımı alt başlıklarını içermektedir. Çalışma için oluşturulan yaklaşım detaylı ve ileri bir çalışmaya bırakılmış ve sayısallaştırılmamıştır. İzleyen bir çalışmada ve yıllık bazda bu yaklaşım ve model uygulanarak, sayısallaştırma ve bağlı nicel analizlerin yapılması ile olası çıktılardaki karbon değerleri saptanarak sektörel iyileştirmeye gidilebilmesi için olasılıkların belirlenmesi hedeflenmiştir.

Kaynakça

2030 climate & energy framework - Climate Action - European Commission. (2021). 1 Aralık 2020'de alınmıştır, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2030_en#tab-0-0.

2050 long-term strategy - Climate Action - European Commission. (2021). 1 Aralık 2020'de alınmıştır https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en

Azungah, Theophilus; (2018). Qualitative research: deductive and inductive approaches to data analysis, Qualitative Research Journal Vol. 18 No. 4.

Chapman, E.J.; Byron, C.J.; Lasley-Rasher, R.; Lipsky, C.; Stevens, J.R.; Peters, R. (2020) Effects of climate change on coastal ecosystem food webs: Implications for aquaculture, Marine Environmental Research 162

Djalante, R. (2019). Key assessments from the IPCC special report on global warming of 1.5 °C and the implications for the Sendai framework for disaster risk reduction. *Progress in Disaster Science*, 1(February), 100001. <https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2019.100001>

Findık Ürün Raporu (2020). T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Tarımsal Ekonomi ve Politika Geliştirme Enstitüsü, TEPGE, Ankara.

Findık Yetiştiriciliği (2011). T.C. Milli Eğitim Bakanlığı, Bahçecilik , 621EEH041, Ankara.

Furlan Matos Alves, M.W., Lopes de Sousa Jabbour, A.B., Kannan, D. and Chiappetta Jabbour, C.J. (2017), "Contingency theory, climate change, and low-carbon operations management", *Supply Chain Management*, Vol. 22 No. 3, pp. 223-236. <https://doi.org/10.1108/SCM-09-2016-0311>

Grant, R. F.; Nalder, I. A., (2000) Climate change effects on net carbon exchange of a boreal aspen-hazelnut forest: estimates from the ecosystem model *ecosys.*, *Global Change Biology* , Vol. 6 No. 2.

Griffis, T. J., Black, T. A., Morgenstern, K., Barr, A. G., Nestic, Z., Drewitt, G. B., Gaumont-Guay, D., & McCaughey, J. H. (2003). Ecophysiological controls on the carbon balances of three southern boreal forests. *Agricultural and Forest Meteorology*, 117(1-2), 53-71. [https://doi.org/10.1016/S0168-1923\(03\)00023-6](https://doi.org/10.1016/S0168-1923(03)00023-6)

IPCC, 2014: *Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, İsviçre, 151 pp.

IPCC Guidelines (2006). 12 Aralık 2020'de alınmıştır. <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>

ISO 14064 (2006) 12 Aralık 2020'de alınmıştır <https://www.iso.org/standard/38381.html>

Häder, D. P., & Barnes, P. W. (2019). Comparing the impacts of climate change on the responses and linkages between terrestrial and aquatic ecosystems. *Science of the Total Environment*, 682, 239–246. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.05.024>

Hill, M.R. (2001), "Sustainability, greenhouse gas emissions and international operations management", *International Journal of Operations & Production Management*, Vol. 21 No. 12, pp. 1503-1520. <https://doi.org/10.1108/EUM0000000006292>

Karadeniz, T., Bostan, S.Z., Tuncer, C., Tarakçioğlu, C., (2008). Findık Yetiştiriciliği, Ordu.

Klopffer, W., Grahl, B., (2014). *Life Cycle Assessment (LCA)*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co.KGaa. s. 1–2.

Lin, D., Hanscom, L., Murthy, A., Galli, A., Evans, M., Neill, E., Mancini, M. S., Martindill, J., Medouar, F., Huang, S., Wackernagel, M., (2018). Ecological Footprint Accounting for Countries: Updates and Results of the National Footprint Accounts, 2012–2018, *Resources*, 7(3), 58..

Małgorzata Świąder, Szewrański, S., Kazak, J. K., Van Hoof, J., Lin, D., Wackernagel, M., Alves, A., (2018). Application of Ecological Footprint Accounting as a Part of an Integrated Assessment of Environmental Carrying Capacity: A Case Study of the Footprint of Food of a Large City, *Resources*, 7(3), 52.

Paris Anlaşması (2020) , 12 Aralık 2020'de alınmıştır, <http://www.mfa.gov.tr/paris-anlasmasi.tr.mfa>

Potapowicz, J., Szumińska, D., Szopińska, M., & Polkowska, Ż. (2019). The influence of global climate change on the environmental fate of anthropogenic pollution released from the permafrost: Part I. Case study of Antarctica. *Science of the Total Environment*, 651, 1534–1548. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.09.168>

Scott, H.M., Hendrickson, C.T., Matthews D. H., (2014). *Life Cycle Assessment: Quantitative Approaches for Decisions That Matter*. s. 83–95.

Sera Gazı Emisyon İstatistikleri (2019), 12 Aralık 2020'de alınmıştır. <https://tuikweb.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=33624>

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik (2014). 12 Aralık 2020'de <https://www.mevzuat.gov.tr/mevzuat?MevzuatNo=19678&MevzuatTur=7&MevzuatTertip=5> alınmıştır.

Schipper, L. F., (2020), Maladaptation: When Adaptation to Climate Change Goes Very Wrong One Earth, Volume 3, Issue 4, <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.09.014>

Sharifi, A., (2020), Co-benefits and synergies between urban climate change mitigation and adaptation measures: A literature review, *Science of the Total Environment*, 750 (2021) 141642

Wittneben, B.B.F. and Kiyar, D. (2009), "Climate change basics for managers", *Management Decision*, Vol. 47 No. 7, pp. 1122-1132. <https://doi.org/10.1108/00251740910978331>

Yin, S. Y., Wang, T., Hua, W., Miao, J. P., Gao, Y. Q., Fu, Y. H., Matel, D., Tyrlis, E., & Chen, D. (2020). Mid-summer surface air temperature and its internal variability over China at 1.5 °C and 2 °C global warming. *Advances in Climate Change Research*, 11(3), 185–197. <https://doi.org/10.1016/j.accre.2020.09.005>.