

Karbon Maliyetlerinin Belirlenmesine İlişkin Demir Çelik İşletmesinde Uygulama (A Case Study for Carbon Cost Determination in Iron and Steel Company)

Elif DEMİRCİOĞLU^a Demet EVER^b

^a Çukurova Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Adana, Türkiye. elunal@cu.edu.tr

^b Çukurova Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana, Türkiye. everdemet@gmail.com

MAKALE BİLGİSİ	ÖZET
Anahtar Kelimeler: Karbon (seragazi) maliyetleri Karbon ayak izi Karbon muhasebesi Gönderilme Tarihi 8 Ocak 2020 Revizyon Tarihi 10 Mart 2020 Kabul Tarihi 16 Mart 2020 Makale Kategorisi: Araştırma Makalesi	Amaç – Dünya’da Kyoto Protokolü’nün birçok ülke tarafından onaylanmasıyla birlikte karbon ticareti, karbon vergisi, düşük karbon teknolojilerine yatırım yapma, karbon salınımını azaltma ve karbon maliyetlerinin hesaplanması gibi konular işletmeler tarafından dikkate alınması gereken konular haline gelmiştir. Bu kapsamda yeni bir kavram olan “Karbon Muhasebesi” işletmeler için önemli olmuştur. Bu doğrultuda bu çalışmanın amacı maliyet muhasebesi kapsamında demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede karbon maliyetlerinin hesaplanmasına yönelik bir uygulama yapmaktır. Yöntem – Karbon muhasebesi ile ilgili olarak demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede örnek olay çalışması gerçekleştirilmiştir. Yapılan örnek olay çalışması ile öncelikle şirketin mevcut üretim ve muhasebe sistemleri incelenmiş, ardından 2016-2017 yıllarına ilişkin karbon emisyonları tespit edilerek, karbon ayak izi hesaplanıp, karbon emisyon maliyetlerinin toplam üretim maliyetleri içerisindeki payı belirlenmiştir. Bulgular – İşletmede yapılan araştırmaya göre işletmede proses ve yanma kaynaklı emisyonlar tespit edilmiştir. Proses kaynaklı emisyonlar alt kalemlerle değil toplam değer üzerinden incelenmiş olup yanma kaynaklı emisyonlar kömür ve doğal gazdan oluşmaktadır. İşletmede karbon ayak izi belirlemede kütle dengesi yöntemi kullanılmakta olup, 2016 yılındaki karbon ayak izi 4,78 ton CO ₂ emisyonu iken, 2017 yılında 4,22 ton CO ₂ emisyonu olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca 2016 yılında birim karbon maliyeti 128,04 TL/ton iken 2017 yılında bu rakam 117,95 TL/ton olarak azalmıştır. Ayrıca işletmenin 2016 ve 2017 yılında emisyon kaynaklı maliyetlerin, toplam çevresel maliyetlerin %99’unu oluşturduğu görülmektedir. Ancak bunların yanı sıra 2016 yılında işletmenin ton başına üretim maliyetleri içerisindeki karbon emisyon maliyetleri yaklaşık % 9 oranında iken, 2017 yılında ise % 8 oranına düştüğü tespit edilmiştir. Tartışma – Enerjiyi yoğun kullanan sektör olan demir çelik sektöründeki bir işletmede yapılan bu araştırmaya göre 2016 yılından 2017 yılına karbon ayak izi ve birim karbon emisyon maliyeti azalmış ayrıca birim karbon maliyetinin birim üretim maliyeti içerisindeki payı da azalma göstermiştir. Bunun yanında karbon maliyetleri, çevresel maliyetlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle işletmelerin karbon maliyetlerini izlemeleri, kaydetmeleri, sınıflandırmaları ve raporlamaları önemli olmaktadır. Bu çalışmanın karbon maliyetlerini belirleme konusunda işletmelere ve diğer araştırmalara kılavuz olabileceği düşünülmektedir.
ARTICLE INFO	ABSTRACT
Keywords: Carbon (greenhouse gas) cost Carbon foot-print Carbon accounting Received 8 January 2020 Revised 10 March 2020 Accepted 16 March 2020	Purpose – The current study focuses on determining the carbon cost of a company which operates in iron and steel sector within the scope of cost accounting. As a result of approval of Kyoto Protocol by several countries, carbon focused inquires such as; carbon trade, carbon tax, investing in low carbon technologies, decreasing carbon emission and calculation of carbon cost have been essential issues that companies must concentrate on. Within this context, “Carbon Accounting” which is considered as a new concept has increasingly been significant for the companies. Design/methodology/approach – In this study, case study method were used in a company which operates in iron and steel sector for carbon accounting. By means of this case study, first, company’s existing production and accounting systems were examined then carbon emissions, carbon footprint and share of carbon emissions in total production cost were calculated for 2016 and 2017 years. Findings – By means of this case study, emissions from the process and combustion were determined. Emissions from the process were examined by total value ,not detailed sub group, and emissions from combustion were composed of coal and natural gas. Mass balance method has been used by company to determine carbon foot print and it was determined that carbon footprint is 4,78 ton CO ₂ emission for year 2016 but 4,22 ton CO ₂ emission for year 2017. Beside, it was calculated

Önerilen Atf/ Suggested Citation

Demircioğlu, E., Ever, D. (2020). Karbon Maliyetlerinin Belirlenmesine İlişkin Demir Çelik İşletmesinde Uygulama, *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 12 (1), 649-662.

Article Classification:

Research Article

that unit carbon cost is 128,04 TL/ton for year 2016 but 117,95 TL/ton for year 2017. Additionally, in this company emission cost were comprised of % 99 of total environmental cost for 2016 and 2017 years. However the percentage of carbon emission cost in unit production cost was approximately % 9 for year 2016 while this percentage was decreased to approximately % 8 for year 2017 in this company.

Discussion – By this case study which was performed in a company operating in iron and steel sector it was explored that carbon foot print and unit carbon emission cost decreases and also the percentage of unit carbon cost in unit production cost decreases in 2016-2017. Beside, carbon cost constitute a significant part of environmental cost. Therefore determining, recording, classification and reporting of carbon cost are crucial for companies. This study may be a reference for companies and another studies to determine carbon cost.

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, hızlı nüfus artışı ve sanayileşmeyle birlikte küresel ısınmaya neden olan sera gazlarının atmosferde giderek artmasıyla çevresel sorunlar da artmaya başlamıştır. İşletmeler normal faaliyetlerini sürdürürken çevresel sorumluluklarının da farkına varmaya başlamışlardır. İşletmelerin insan ihtiyaç ve gereksinimlerini karşılayacak ürünleri üretirken, negatif çevresel etkileri, kaynak tüketimlerini ve maliyetleri azaltacak şekilde üretim yapmaları gerekmektedir (Hansen, Mowen ve Guan, 2009:512). Öyle ki işletmelerin üretim yaparken daha az hammadde, daha az enerji ve su gibi kaynaklar kullanması, verimliliği arttırmanın yanında çevresel olumsuzlukların (hava ve su kirliliği gibi) azalmasını sağlayabilmektedir (Hansen vd, 2009:512). Ekonomik, sosyal ve çevresel boyutları olan sürdürülebilirlik çerçevesinde doğal kaynaklar ve doğal çevre korunurken ekonomik açıdan da toplumsal yararların düşünülmesi gerekmektedir (Demircioğlu ve Ever, 2019:60). Bu durum işletmelerin faaliyetlerini sürdürebilmeleri, ayakta kalabilmeleri ve en önemlisi rekabet edebilmeleri için önemli hale gelmiştir. Dolayısıyla çevresel performans bütün işletmeler için başarının önemli bir ölçütü olmaktadır (Aslanterik ve Özgen, 2007:163). Bu nedenle işletmelerin çevre korumaya yönelik faaliyetlere önem vermeleri gerekmektedir. Bu durum işletmeler için ek maliyetler doğurabilmekte ve bu doğrultuda muhasebecilere önemli görevler düşmektedir. Muhasebecilerin, muhasebenin sosyal sorumluluk kavramı gereği çevreye verilen zararları önlemek için çevresel faaliyetlere yönelik yapılan yatırımları ve masrafları kontrol ederek bunları finansal tablolarında yansıtmaları gerekmektedir. Bu doğrultuda çevre muhasebesi, işletme yönetimi için karar almada bir yönetim ve maliyet muhasebesi aracı olarak kullanılmaktadır (Memiş, 2009:90-91). Bu çerçevede küresel iklim değişikliği ve sera gazı salınımı ile ilgili ortaya çıkabilecek sorunlara çözüm amacıyla Kyoto Protokolü'nün (KP) uygulanmasıyla birlikte karbon ayak izinin hesaplanarak, karbon maliyetlerinin tespiti önem teşkil etmektedir. İşletmelerin karbon maliyetlerini tespit ederek, izlemesi, hesaplaması ve raporlaması karbon maliyet muhasebesi ile mümkün olabilmektedir.

Japonya'nın Kyoto kentinde 11 Aralık 1997'de gerçekleştirilen Kyoto Protokolü, sanayileşmiş ülkelerin sera gazı salınımlarını minimize etmeleri için 1992 yılında imzalanan BMİDÇS (Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi)'de, 3. Taraflar konferansında kabul edilmiştir. KP 16 Şubat 2005 te yürürlüğe girmiş ve 2010 yılı itibarıyla bu protokole halen 191 ülke ve Avrupa Birliği taraftır (ÇSB, 2019a). Türkiye, 24 Mayıs 2004 tarihinde BMİDÇS'e 189. Taraf olarak katılmıştır, 26 Ağustos 2009 yılında ise KP'e EK-B dışı ülke olarak taraf olmuştur. EK-I listesi sera gazı emisyon azaltım yükümlülüğü olan ülkeleri temsil etmektedir ve Protokol'ün EK-B listesini oluşturmaktadır. Söz konusu EK-B listesi EK-I taraflarının sayısallaştırılmış sera gazı salınım sınırlama veya azaltım yükümlülüklerinin tanımlandığı liste olmaktadır (MFA, 2019a). Türkiye BMİDÇS müzakerelerinde, EK-I kapsamında yer alıp da geçiş ekonomisi olmayan ve "özel şartları" Taraflar konferansı kararıyla kabul edilen tek ülke olmaktadır (MFA, 2019b). EK-B dışı ülkelerin sera gazı emisyon azaltımı konusunda yükümlülükleri bulunmamaktadır. EK-B listesinde yer alan EK-I Tarafları, 38 sanayileşmiş ülke ve Avrupa topluluğunu içermektedir. EK-I tarafı olan Türkiye'nin, iklim değişikliğiyle mücadele etmek için politika geliştirmek ve uygulamak, mevcut sera gazı emisyonlarını ve emisyonlarla ilgili verilerini BMİDÇS'ye bildirme yükümlülüğü bulunmaktadır. Ancak birinci 2008-2012 taahhüt dönemi ve ikinci 2013-2020 taahhüt dönemlerinde sera gazı emisyon azaltma taahhüdü bulunmamaktadır (ÇSB, 2019a). Protokole göre taraf olan ülkeler birinci taahhüt dönemi olan 2008-2012 döneminde, karbon salınım seviyelerini 1990 yılındaki düzeyin %5 altına indirme sözü vermişler ve toplu olarak bir tavan sınır koymuşlardır. Birinci taahhüt dönemi bitmiş ve 2012 yılında Doha da düzenlenen 18. Taraflar Konferansı'nda Protokol'ün 2020 yılına kadar devam etmesi yönünde karar almışlardır. Böylece ikinci taahhüt dönemi 2013-2020 yılları olarak belirlenmiş ve "Doha Değişikliği" olarak adlandırılmıştır. Böylelikle Protokol'ün EK-B taraflarının 2020'de 1990 yılına göre en az %

18 azaltılması kararlaştırılmıştır. Doha Değişikliği ile Protokol'ün yürürlüğe girebilmesi için 144 ülke tarafından kabul edilmesi gerekirken, 21 Şubat 2019 tarihi itibarıyla 126 ülke tarafından kabul edilmiş olup, henüz yürürlüğe girmemiştir. İkinci taahhüt döneminde ABD, Japonya, Rusya ve Yeni Zelanda yer almamışlardır. Bu kapsamda, iklim değişikliği ile mücadele, AB ile bazı küçük gelişmiş ülkelerin salınım azaltımı konusunda belirledikleri taahhütlerine bırakılmıştır (MFA, 2019a).

KP beraberinde karbon piyasalarının da oluşmasını sağlamıştır. Karbon piyasaları ise zorunlu ve gönüllü olarak ikiye ayrılmaktadır. Zorunlu piyasalarda, Protokole üye olan ülkeler arasında karbon ticareti yapılmaktadır. 2005 yılından beri gönüllü karbon piyasasında işlem gören sertifikaların geliştirildiği projelerde ev sahipliği yapan Türkiye'de gönüllü karbon piyasaları mevcuttur. KP beraberinde yeni bir ticaret mekanizmasını da getirmiştir ve bu mekanizma piyasa temelli bir mekanizma olup sürdürülebilir kalkınmayı da teşvik etmektedir (Duman vd., 2012:110). Karbon (emisyona) ticareti olarak adlandırılan bu mekanizma, taraf olan ülkelerin taahhüt ettikleri emisyon azaltım hedeflerini yerine getirebilmeleri amacıyla gelişmiş ülkeler ile gelişmemiş ülkeler arasında emisyon alım satım işlemi yapılarak ekonomik açıdan da kalkınmayı hedeflemektedir. Bu sayede gelişmiş ülkeler belli bir miktarda karbon (sera gazı) salınımı hakkının fazlasını, belirten krediler karşılığında başka bir ülke veya tarafa devretmektedir. Söz konusu bu krediler "karbon kredisi" olarak adlandırılmakta olup, karbon salınım hakkı para karşılığında devredilmektedir. Protokole üye olan ülkeler hem salınımı azaltmak için hem de iktisadi amaçla bu mekanizmalardan yararlanmaktadırlar (Uyar ve Cengiz, 2011:50-51; Altınbay ve Golagan, 2016:2109).

Sera gazıyla ilgili gerçekleştirilen bu süreçte Türkiye'de Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB) tarafından 2012 yılında "Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik" resmi gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmiş ve 2014 yılında revize edilmiştir. Aynı yıl yönetmeliğin izleme ve raporlamalarına yönelik "Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ" yayımlanmıştır. 2015 yılında bu mevzuatın yürürlüğe girmesini takiben, "Sera Gazı Emisyonlarının Doğrulaması ve Doğrulayıcı Kuruluşların Yetkilendirilmesi Tebliği" yayımlanarak yürürlüğe girmiştir. Bu mevzuat kapsamında, Yönetmeliğin Ek-1'inde yer alan faaliyetleri gerçekleştiren tesisler, her yıl düzenli olarak izleme, raporlama ve doğrulama sürecine tabi olacaklar ve Tebliğ kapsamında hazırlanacak olan İzleme Planları Çevre Bilgi Sistemi aracılığı ile Bakanlığa iletme zorunluluğu getirilmiştir. Böylelikle mevzuatta yer alan tesisler için karbon emisyonlarının takibi önemli hale gelmiştir.

Bu çalışmanın amacı, demir çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede karbon maliyetlerinin hesaplanmasına yönelik bir uygulama yapmaktır. Bu amaçla, işletmede karbon emisyonuna neden olan kaynaklar tespit edilerek, karbon emisyon miktarı hesaplanmış ve birim karbon ayak izi belirlenmiştir. Bu kapsamda demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilen olay çalışması ile aşağıdaki araştırma sorularına yanıt aranmıştır:

- Seragazı emisyonuna neden olan kaynakların neler olduğu?
- İşletmenin seragazı emisyonu belirlemede kullandığı yöntemin ne olduğu?
- İnceleme döneminde işletmede karbon ayak izi miktarının ne olduğu?
- İşletmenin ton başına (birim) karbon maliyetlerinin ne kadar olduğu ve birim üretim maliyeti içerisindeki payının ne olduğu?

2. KARBON MUHASEBESİ VE KARBON MALİYETLERİ

Küresel ısınmaya neden olan çevresel faaliyetlerin muhasebe bilgi sistemi çerçevesinde ele alınması ile birlikte küresel iklim değişikliğinde önemli ölçüde rol oynayan karbon salınımının hesaplanmasının önem kazanması sonucu çevre muhasebesinin bir alt dalı olarak "Karbon Muhasebesi" kavramı ortaya çıkmıştır (Stechemesser ve Guenther, 2012:17). Çevre muhasebesi "çevresel kaynakların oluşumunu, bu kaynakların kullanım biçimini, işletmelerin faaliyetleri sonucunda bu kaynaklarda meydana gelen artış ve azalışları ve işletmelerin çevresel açıdan durumunu açıklayan, bilgileri üreten ve bunları ilgili kişi ve kuruluşlara ileten bir sistemdir" (Özbirecikli, 2002:24). Karbon muhasebesi ise işletmelerin faaliyetlerine yönelik verilerin toplanması, karbon salınımının hesaplanması, sınıflandırılması ve salınım faktörlerini hesaba katarak ortaya çıkan rakamın karbondioksit değerine dönüştürülmesidir (Uyar ve Cengiz, 2011:56). Karbon emisyon miktarının ve karbon maliyetlerinin hesaplanarak bir değere dönüştürülmesi ve dönüştürülen bu değerlerin

finansal raporlara yansıtılması gerekliliği karbon muhasebesinin kapsamında olup, tüm seragazı türlerini kapsamaktadır (Gürkan ve Akbulut, 2015:17; Schaltegger ve Csutora, 2012:5). Sera gazı (karbon) salınımına neden olan gazlar “Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik”de tanımlanmış olup, bunlar; Karbondioksit (CO₂), Metan (CH₄), Nitroz Oksit (N₂O), Hidrofluoro karbonlar (HFC), Perfluoro karbonlar (PFC) ve Kükürt heksaflorür (SF₆) gazlarından oluşmaktadır. Bu doğrultuda tebliğde sera gazı olarak belirlenen gazların ölçümlerinin yapılması gerekmektedir (Vargün, Gürkan ve Akbulut, 2015:17).

Küresel iklim değişikliğine sebep olan sera gazı emisyonlarının azaltılarak çevreye olan zararın önlenmesi için karbon ayak izinin ölçülmesi önemli olup, karbon maliyetlerinin belirlenmesinde karbon ayak izinin hesaplanması gerekmektedir (Binboğa ve Ünal, 2018:193). “Karbon ayak izi” birim karbondioksit (CO₂) cinsinden ölçülen ve sera gazı miktarı açısından insanlar ve işletmelerin doğaya verdiği zararın ölçüsü olarak tanımlanmaktadır ve işletmelerin veya insanların ulaşım, ısınma, elektrik tüketimi vb. faaliyetlerinden kaynaklanan toplam sera gazı emisyon miktarını göstermektedir (Kaypak, 2013:154; Çankaya ve Şeker, 2013:21). Enerji tüketen her faaliyetten bir karbon maliyeti oluşmaktadır (Kaypak, 2013:155). İşletmelerin belirli faaliyet aralıklarında kayıt altına alarak kullandığı enerji kaynakları ve toplam enerji miktarları, kullanılan söz konusu bu kaynakların dönüştürme katsayısı ile çarpılarak karbon ayak izi hesaplanabilmektedir (Duman vd., 2012:116-117). Muhasebeciler ve muhasebe sistemi açısından karbon ayak izinin doğru bir şekilde hesaplanması ve raporlanması önemlidir (Duman vd., 2012:108). Çünkü bir işletmenin karbon ayak izi ne kadar yüksekse çevreye verdiği zarar o kadar fazladır ve bu nedenle işletmelerin karbon ayak izinin azaltılmasına yönelik faaliyetler gerçekleştirmeleri önemlidir. Bu kapsamda işletmeler karbon (sera gazı) emisyonuna neden olan faktörlerin maliyetlerini belirlemelidir ve bu durum maliyet muhasebesi yöntemlerine olan ihtiyacı arttırmaktadır (Uyar ve Cengiz, 2011:58).

Karbon maliyetleri genel olarak önleme, kullanma ve başarısızlık maliyetleri olarak üç grupta incelenebilmektedir (Küçükler, 2017:79). Bu yönüyle karbon maliyetlerinin sınıflandırılması, kalite maliyetlerinin Feigenbaum’un PAF Modeline (Prevention; önleme maliyetleri, Appraisal; değerlendirme maliyetleri ve Failure; başarısızlık maliyetleri) benzemektedir. Öyle ki Hansen, Mowen ve Guan da (2009:512) yaptıkları çalışmada çevre maliyetlerini kalite maliyetleri doğrultusunda; önleme maliyetleri, değerlendirme maliyetleri ve iç ve dış başarısızlık maliyetleri olarak sınıflandırmışlardır. Kalite maliyetlerinde amaç, önleme ve değerlendirme faaliyetlerine yatırım yaparak iç ve dış başarısızlık maliyetlerini azaltmaktır (Kefe ve Tanış, 2014, s.49). Bu doğrultuda karbon maliyetlerinin önleme, kullanma ve başarısızlık maliyetleri olarak ele alınıp sınıflandırılması hem maliyetlerin hem de karbon salınımının azaltılmasına fayda sağlayacağı düşünülmektedir (Küçükler, 2017:79; Hansen, 2009:512).

1.Önleme Maliyetleri: işletmelerin çevreyi koruma ve çevreye verilecek zararları en aza indirme amacıyla gerçekleştirdiği faaliyetler önleme maliyetleri içerisinde yer almaktadır (Küçükler, 2017:68). Bunlar işletmenin çevreyle ilgili sorunlarını azaltmak ya da önlemek amacıyla katlandıkları maliyetlerden oluşmaktadır (Alagöz ve Yılmaz, 2001:152). Karbon salınımını azaltmaya yönelik faaliyetlerin neden olduğu maliyetlere işletmede kullanılan emisyon cihazları, bacalara takılan filtreler, atık kontrol maliyetleri, arıtma maliyetleri vb diğer maliyetler örnek olarak verilebilir.

2.Kullanma Maliyetleri: İşletmelerin çevresel kaynakları kullanmasından ötürü oluşan maliyetlerdir (İçöz ve Kılınç, 2016:1524; Küçükler, 2017:68). Enerji, doğal gaz, kömür, yakıt kullanımından dolayı oluşan maliyetler örnek verilebilir.

3. Başarısızlık Maliyetleri: İşletmelerin faaliyetlerinden kaynaklı çevreye yaydığı kirlilik sonucu ortaya çıkan, doğrudan gider veya zarar olarak nitelendirilen maliyetlerden oluşmaktadır (Alagöz ve Yılmaz, 2001:152; Küçükler, 2017:69). Bunlar genellikle yasal yükümlülüklere uyulmamasından, atıkların boşa gitmesinden dolayı meydana çıkan çevresel zararların sebep olduğu maliyetlerdir (Küçükler, 2017:69). Cezalar ve tazminatlar, hava, su ve gürültü kirliliği nedeniyle oluşan cezalar, vergi cezaları (karbon emisyonuyla ilgili vergi cezaları ülkemizde uygulanmamaktadır) kayıp satışların maliyeti, şikayet araştırmaları buna örnek verilebilmektedir.

3. KARBON MUHASEBESİ İLE İLGİLİ LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

Ratnatunga, (2007), Kyoto protokolünün maliyet muhasebesi ve maliyet yönetimi üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmasında karbon maliyetlerinin belirlenmesinde maliyet

muhasebesinin önemini ortaya koyarak karbon maliyet muhasebesini açıklamış ve belirli bir maliyet objesiyle ilgili olan maliyet etkilerinin önemini belirtmiştir. Daha sonra Ratnatunga ve Balachandran (2009), çalışmasında doğru işletme stratejileriyle maliyetleme teknikleri kullanılarak karbon maliyet muhasebesine ihtiyaç duyulduğunu ortaya koymuştur. İşletmelerin maliyet muhasebesi sistemlerinden elde edilen bilgiler sayesinde, ürünlerle ilgili karbon emisyonuna neden olan maliyetleri değerlendirirken, bu durumun karbon ekonomisine yararlı olacağını öngörerek maliyet muhasebesinin karbon maliyetlerinin araştırılması için bir merkez noktası olabileceğini belirtmişlerdir. Ratnatunga ve Balachandran, (2009), bu çalışmalarında Kyoto Protokolü mekanizmalarının değişen maliyet ve yönetim muhasebesi paradigması üzerindeki etkilerini göz önünde bulunduran nitel bir araştırma yapmışlardır.

Burritt vd., (2011) karbon yönetim muhasebesi adlı çalışmalarında, karbon muhasebesinden bahsederek Almanya'nın önde gelen 10 şirketinden elde ettiği verilerinden hareketle karbon yönetim muhasebesini incelemiştir. Uyar ve Cengiz (2011) karbon muhasebesi adlı çalışmalarında havaya salınan karbondioksit miktarının muhasebe sistemi açısından ele alınarak takip edilmesi ve kayıt altına alınması gerektiğini öne sürmüştür.

Stechemesser ve Guenther (2012) karbon muhasebesi üzerine sistematik bir literatür taraması yapmışlardır. Schaltegger ve Csutora (2012) sürdürülebilirlik ve yönetim için karbon muhasebesini açıklamıştır. Tsai, Shen, Lee vd., (2012). "Faaliyete Dayalı Maliyetlemenin" işletmelerin karbon maliyet bilgilerini muhasebe ve yönetimine entegre etmelerine nasıl yardımcı olabileceğini rapor eden bir çalışma yapmışlardır. Duman vd., (2012) ise, karbon muhasebesini maliyet muhasebesi çerçevesinde teorik olarak incelemiştir.

Çankaya ve Şeker (2013) çalışmalarında karbon (sera gazı) muhasebesinden bahsederek, sera gazı (karbon) sertifikalarının muhasebeleştirilmesini Türkiye Muhasebe Standartları çerçevesinde ele alarak önerilerde bulunmuşlardır. Elitaş vd., (2014) çalışmalarında, karbon emisyon haklarının muhasebeleştirilmesini karbon emisyon muhasebesi olarak incelemiştir.

Karbon salınım miktarlarını doğru bir şekilde ölçmek isteyen işletmeler için geleneksel maliyet hesaplama yöntemlerinin yetersiz kalacağını öngören Vargün vd., (2015), Faaliyete Dayalı Maliyetleme (FDM) yöntemi ile sistemin eksikliğinin ortadan kalkacağını öngören bir çalışma yapmıştır. Bu çalışmaya göre üretim dışı kaynak kullanımları da karbon maliyetlerine dahil edilerek karbon ayak izi daha doğru ölçülebilmektedir. Bu yöntemle faaliyet ve üretilen ürün kapsamında ne kadar karbon salınımının olduğu ortaya konmaktadır. Durgut (2015) çalışmasında Uluslararası Muhasebe Standartlarına göre, karbon muhasebesi çerçevesinde işletmelerin karbon ticaret işlemlerinin kayda alınması üzerinde durmuştur.

Altınbay ve Golagan (2016) çalışmalarında, muhasebe sistemi açısından havaya salınan karbondioksit miktarının izlenmesi, ölçülmesi ve kayıt altına alınması gerektiğini belirterek karbon muhasebesini açıklamışlardır. Kalt vd. (2016) karbon yoğun ürünlerin biyolojik bazlı ikamelerle ('biyokütle ile malzeme ikamesi') değiştirilmesinin, sera gazı emisyonlarını azaltmada oldukça etkili olabileceğine dair kanıtlar olduğunu öne sürerek karbon muhasebesi çerçevesinde Avusturya'da örnek olay çalışması yapmıştır.

Grasso (2017) Paris Anlaşması azaltma hedeflerine ulaşmak için, tüketime dayalı karbon muhasebesinin emisyonların azaltılması için bir referans ölçeği olarak kullanılması gerektiği üzerine bir çalışma yapmıştır. Wang (2017) ise, işletme yöneticilerinin doğru karbon maliyet yöntemini kullandıklarında, ortaya çıkan fırsatları değerlendirirken karar almada faydalı olacağını belirtmiştir.

Wang vd., (2018) Çin'deki bölgesel karbon emisyonları muhasebe yöntemlerinin karşılaştırmalı analizini yapmıştır. Andrade vd. (2018) karbon muhasebesini Madrid ve Londra'nın 2010 Sera Gazı Emisyon Envanterlerini karşılaştırmalı olarak uygulamıştır. Wang ve Chen (2018) çalışmalarında girdi-çıkı yaşam döngüsü değerlendirme yöntemine dayalı bir kentsel "üç katmanlı karbon muhasebe" modeli oluşturmuştur. 2002-2007 döneminde 28 ekonomik sektörü kapsayan toplam karbon emisyonuna en fazla katkıda bulunan üç katmanın kritik sektörlerini belirlemek için Chongqing şehrinde örnek olay incelemesi yapmıştır. Aynı zamanda tedarik zincirlerinde de emisyon azaltma yollarını takip etmek için karbon sektörüne özgü kategoriler geliştirmiştir.

Gürbüz vd., (2019) karbon salınımına neden olan karbon maliyetlerinin kaynak çıkışlarının ve karbon salınımının miktar olarak doğru bir şekilde belirlenmesi ile hem maliyetlerin kontrollü bir şekilde azaltılmasının sağlanabileceği hem de planlamaya yardımcı olunabileceğini belirtmişlerdir.

4. DEMİR ÇELİK İŞLETMESİNDE UYGULAMA

Türkiye İstatistik Kurumu'nun (TÜİK) 2019 yılında güncel sera gazı emisyon istatistiklerine göre, Türkiye'de 2017 yılı emisyonlarında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük payı birinci sırada enerji kaynaklı emisyonlar alırken, bunu sırasıyla endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı, tarımsal faaliyetler ve atık takip etmektedir. Sera gazları içerisinde en büyük payı CO₂ salınımları almakta olup, endüstriyel işlemler sektörünün proses kaynaklı emisyonlarının %89'u CO₂'den oluşmaktadır. CO₂ emisyonlarının ise büyük bir kısmı çimento ve demir çelik üretiminden kaynaklanmaktadır (ÇSB, 2019b; ÇSB, 2019c).

4.1. Yöntem

Çalışmada derinlemesine bir inceleme olanağı sağlaması nedeniyle "Örnek Olay" yöntemi kullanılmıştır. İşletmede gerçekleştirilen olay çalışması ile işletme yöneticileri ve çalışanlarıyla görüşmeler yapılmış, işletmenin muhasebe, üretim ve çevre departmanlarından 2016 ve 2017 yıllarına ait gerekli veriler alınmıştır. Bu doğrultuda öncelikle karbon emisyonuna neden olan faaliyetler belirlenmiştir. Daha sonra çevresel maliyetlerin içerisindeki karbon maliyetlerinin payı belirlenerek bir ton demir çelik üretimi başına düşen birim karbon emisyon maliyetleri hesaplanmıştır. Çalışmada, uygulamaya konu olan işletme, verilerin gizliliği açısından "X İşletmesi" olarak ifade edilmiştir. Çalışmanın kısıtı, kaynak emisyonlarının açık bir şekilde belirtilememesi olup, işletmeden alınan veriler endekslenerek küsuratlarından arındırılmıştır.

4.2. Bulgular

İşletmede öncelikle karbon ayak izi belirlenmiş, daha sonra ton başına birim karbon emisyon maliyetleri hesaplanarak toplam üretim maliyetleri içerisindeki payı hesaplanmıştır.

4.2.1. Karbon Ayak İzi Hesaplama

Çevre ve Şehircilik Bakanlığı (ÇSB) tarafından Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmeliğin EK-1 kapsamında bulunan işletmelerden, sera gazı emisyonlarının şeffaf ve doğrulanabilir bir şekilde izlenebilmesi için İzleme Planları oluşturulması istenmiştir. Sera Gazı Emisyonlarının İzlemesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğe göre sera gazı emisyonlarının belirlenmesinde uygulanacak "hesaplama temelli" ve "ölçüm temelli" olmak üzere iki yöntem bulunmaktadır. Hesaplama temelli yöntem ise kendi içerisinde iki ayrı yöntem barındırmaktadır. Bunların birincisi emisyon faktörlerine dayalı "standart yöntem", ikincisi ise girdi ve çıktılardaki karbon oranlarının denkleştirilmesine dayalı "kütle dengesi yöntemi" dir (Gündoğdu vd., 2015:738). Söz konusu Tebliğe göre demir çelik işletmeleri bu yöntemlere göre hesaplama yapmalıdır. Çalışmada öncelikle karbon emisyonlarının belirlenmesi için işletmede emisyonuna neden olan kaynaklar incelenmiştir. Bu doğrultuda karbon ayak izi hesaplaması sırasıyla aşağıdaki gibi yapılmıştır (Gündoğdu vd., 2015:740).

1. Sera Gazı Kaynaklarının ve Kaynak Akışlarının Belirlenmesi

Sera Gazı Emisyonlarının Takibi Hakkında Yönetmelik kapsamında demir çelik sektöründe işletme içerisindeki iş makineleri haricindeki doğrudan emisyonların takibi ve raporlanması istenilmektedir. X İşletmesindeki doğrudan emisyonlara bakıldığında proses ve yanmadan kaynaklı emisyonlar tespit edilmiştir. Tebliğe göre proses kaynaklı emisyonların içerisinde oksijen fırın gazı, yüksek fırın gazı ve kok fırın gazı dahil, ocaklar, buhar kazanları, ısıtıcılar, fırınlar, alev bacaları vs. bulunmaktadır ancak bu çalışmada X işletmesinde proses kaynaklı emisyonlar alt kalemlerle değil toplam değer üzerinden incelenmiştir. X işletmesinde yanmadan kaynaklı emisyonlarda ise en önemli girdinin kömür ve doğal gaz olduğu görülmektedir. İşletme elektrik ve su üretimi yapmayıp dışarıdan sağladığı için bu tür emisyonlar raporlamada yer almamaktadır.

2. Sera Gazı Emisyon Belirleme Yönteminin Seçilmesi

Demir çelik sektöründe proses girdilerinin karbon oranlarının yüksek olması ve doğrudan yakıt kaynağı olarak kullanılmaması sebebiyle sera gazı emisyonlarının belirlenmesi standart yöntemin kullanımını güçleştirmektedir (Gündoğdu vd., 2015:739-742). Gündoğdu ve diğerlerine göre (2015:739-742) ilgili prosese giren ve çıkan karbon oranına bağlı olarak çevreye salınan sera gazı emisyon miktarının hesaplanabilmesi için kütle dengesi yöntemi kullanılabilir. Kütle dengesi yöntemi, bütün girdi ve çıktılardan eksiksiz bir şekilde tanımlanması ve karbon unsurlarının doğru bir şekilde belirlenmesi açısından önem teşkil etmekte

olup, girdi ve çıktı karbon miktarı arasındaki fark dönüşümü yapılarak eşdeğer karbondioksit cinsinden sera gazı miktarı belirlenebilmektedir (Gündoğdu vd., 2015:739-742). X işletmesinde yapılan inceleme ile kütle dengesi yöntemi kullanıldığı tespit edilmiştir.

3. Toplam Karbon Emisyon Miktarının Hesaplanması

X İşletmesine ait 2016 ve 2017 yıllarına ilişkin faaliyet sonucunu oluşturan, kütle dengesi yöntemiyle formüle edilmiş doğrudan emisyon kaynakları ile ilgili veriler aşağıdaki gibidir. İşletmeden alınan emisyon miktarları; toplam faaliyet verileri ile Net Kalografik Değer (NKD) ve Emisyon Faktörü (EF) çarpımı ile hesaplanmaktadır. 2016 yılına ilişkin işletmenin proses ve yanma kaynaklı emisyon verileri sırasıyla Tablo 1 ve Tablo 2’de yer almaktadır.

Tablo 1. X İşletmesi Proses Kaynaklı Emisyon Verileri

2016 Proses Emisyonu Miktarı (Ton)		
Girdi Emisyonu	Çıktı Emisyonu	Proses Emisyonu
3.493.520,63	395.559	3.097.961,25

Tablo 2. X İşletmesi Yanma Kaynaklı Emisyon Verileri

2016 Yanma Emisyonu Miktarı (Ton)		
Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi	Yanma Emisyonu
Kömür	86.627,80	222.919,66
Doğalgaz	3.705,81	9.979,01
TOPLAM		232.898,67

2017 yılına ilişkin işletmenin proses kaynaklı ve yanma kaynaklı emisyon verileri ise sırasıyla Tablo 3 ve Tablo 4’te yer almaktadır.

Tablo 3. X İşletmesi Proses Kaynaklı Emisyon Verileri

2017 Proses Emisyonu (Ton)		
Girdi Emisyonu	Çıktı Emisyonu	Proses Emisyonu
4.199.186,58	588.458	3.610.728,30

Tablo 4. X İşletmesi Yanma Kaynaklı Emisyon Verileri

2017 Yanma Emisyonu (Ton)		
Kaynak Akışı	Faaliyet Verisi	Yanma Emisyonu
Kömür	82.509,00	212.320,74
Doğalgaz	7.606,82	20.483,65
TOPLAM		232.804,39

Karbon emisyon miktarı belirlendikten sonra, karbon ayak izi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. X İşletmesinin birim karbon ayak izinin hesaplanması için gerekli olan 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam üretim miktarı Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5. X İşletmesi 2016 ve 2017 Toplam Üretim Miktarı

Yıllar	Toplam Üretim Miktarı (Ton)
2016	600.000
2017	800.000

2016 yılına ilişkin proses ve yanmadan kaynaklı toplam emisyon miktarları ise Tablo 6’da gösterilmiştir. Tabloda da görüldüğü üzere toplam emisyon miktarı, proses emisyonundan yanma emisyonunun çıkarılması ile hesaplanmıştır zira her iki emisyon içerisinde benzer kaynaklar bulunmaktadır.

Tablo 6. X İşletmesi 2016 Toplam Emisyon Miktarı

2016 Toplam Emisyon Miktarı		
Proses Emisyonu	Yanma Emisyonu	Toplam Emisyon
3.097.961,25	232.898,67	2.865.062,58

2016 yılına ilişkin birim karbon ayak izi hesaplaması aşağıdaki gibidir.

Birim Karbon ayak izi = Toplam Emisyon Miktarı / Toplam Üretim Miktarı

$$= 2.865.062,58 \text{ ton CO}_2 / 600.000 \text{ ton}$$

$$= 4,78 \text{ CO}_2$$

2017 yılına ilişkin proses ve yanmadan kaynaklı toplam emisyon miktarları ise Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. X İşletmesi 2017 Toplam Emisyon Miktarı

2017 Toplam Emisyon Miktarı		
Proses Emisyonu	Yanma Emisyonu	Toplam Emisyon
3.610.728,30	232.804,39	3.377.923,91

2017 yılına ilişkin birim karbon ayak izi hesaplaması aşağıdaki gibidir.

Birim Karbon ayak izi = Toplam Emisyon Miktarı / Toplam Üretim Miktarı

$$= 3.377.923,91 \text{ ton CO}_2 / 800.000 \text{ ton}$$

$$= 4,22 \text{ CO}_2$$

4.2.2. Ton Başına Birim Karbon Emisyon Maliyetlerinin Hesaplanması

X İşletmesinin 2016 ve 2017 yıllarına ait çevresel maliyetleri Küçüker (2017:100)’den uyarlanarak, sırasıyla Tablo 8 ve Tablo 9’da emisyon kaynaklı ve diğer maliyetler olmak üzere ayrı ayrı sınıflandırılmıştır.

Tablo 8. 2016 Yılı X İşletmesi Çevresel Maliyetleri

2016 YILI ÇEVRESEL MALİYETLER		Emisyon Kaynaklı Maliyetler (TL)	Diğer Maliyetler (TL)
KULLANMA MALİYETLERİ	Toplam yıllık kömür tüketimi	20.580.000	
	Toplam yıllık doğalgaz tüketimi	34.300.000	
	Baca gazı analizi ile ilgili maliyetler	14.000	
	Bacalarda kullanılan filtre maliyetleri	3.500.000	
	Atık su analizi ile ilgili yapılan maliyetler	210.000	
	Çevre departmanı çalışanlarının maaşları		529.200
	Çevresel vergi ve diğer ödemeler		224.000
	Çevresel belge ve sertifika maliyetleri		10.500
	Sera gazı ile ilgili belge ve sertifika maliyetleri	21.000	
	Katı-sıvı atık bertaraf maliyetleri	2.100.000	
TOPLAM KULLANMA MALİYETLERİ		60.725.000	763.700
ÖNLEME MALİYETLERİ	Emisyon azaltmaya yönelik yapılan maliyetler	700.000	
	Toz toplama tesisi ile ilgili maliyetler	10.500.000	
	Sera gazı emisyon ölçüm cihazı amortisman maliyeti	4.900.000	
	Çevresel eğitim maliyetleri		14.000
TOPLAM ÖNLEME MALİYETLERİ		16.100.000	14.000
BAŞARISIZLIK MALİYETLERİ	Cezalar ve tazminatlar	-	-
	Şikayet araştırmaları	-	-
	Vergi cezaları	-	-
TOPLAM ÇEVRESEL MALİYETLER		77.602.700 TL	

Tablo 8’de görüldüğü üzere, işletmenin 2016 yılına ait emisyon kaynaklı kullanma ve önleme maliyetleri toplamı toplam emisyon maliyetini vermektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Toplam Emisyon Maliyeti} &= 60.725.000 \text{ TL} + 16.100.000 \text{ TL} \\ &= 76.825.000 \text{ TL} \end{aligned}$$

Birim karbon emisyon maliyetleri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Birim Karbon Emisyon Maliyetleri = Toplam Emisyon Maliyeti (TL) / Toplam Üretim Miktarı (ton)
= 76.825.000 TL / 600.000 ton
= 128,04 TL/ton

Tablo 9. 2017 yılı X İşletmesi Çevresel Maliyetleri

2017 YILI ÇEVRESEL MALİYETLER		Emisyon Kaynaklı Maliyetler (TL)	Diğer Maliyetler (TL)
KULLANMA MALİYETLERİ	Toplam yıllık kömür tüketimi	30.100.000	
	Toplam yıllık doğalgaz tüketimi	42.000.000	
	Baca gazı analizi ile ilgili maliyetler	35.000	
	Bacalarda kullanılan filtre maliyetleri	10.500.000	
	Atık su analizi ile ilgili yapılan maliyetler	6.125.000	
	Çevre departmanı çalışanlarının maaşları		604.800
	Çevresel vergi ve diğer ödemeler		336.000
	Çevresel belge ve sertifika maliyetleri		-
	Sera gazı ile ilgili belge ve sertifika maliyetleri	-	
	Katı-sıvı atık bertaraf maliyetleri	-	
	TOPLAM KULLANMA MALİYETLERİ	88.760.000	940.800
ÖNLEME MALİYETLERİ	Emisyon azaltmaya yönelik yapılan maliyetler	700.000	
	Toz toplama tesisi ile ilgili maliyetler	-	
	Sera gazı emisyon ölçüm cihazı amortisman maliyeti	4.900.000	
	Çevresel eğitim maliyetleri		28.000
TOPLAM ÖNLEME MALİYETLERİ	5.600.000	28.000	
BAŞARISIZLIK MALİYETLERİ	Cezalar ve tazminatlar	-	-
	Şikayet araştırmaları	-	-
	Vergi cezaları	-	-
TOPLAM ÇEVRESEL MALİYETLER	95.328.800 TL		

Tablo 9’da görüldüğü üzere, işletmenin 2017 yılına ait emisyon kaynaklı kullanma ve önleme maliyetleri toplamı, toplam emisyon maliyetini vermektedir ve aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$\begin{aligned} \text{Toplam Emisyon Maliyeti} &= 88.760.000 \text{ TL} + 5.600.000 \text{ TL} \\ &= 94.360.000 \text{ TL} \end{aligned}$$

Birim karbon emisyon maliyetleri ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

$$\begin{aligned} \text{Birim Karbon Emisyon Maliyetleri} &= \text{Toplam Emisyon Maliyeti (TL)} / \text{Toplam Üretim Miktarı (ton)} \\ &= 94.360.000,00 \text{ TL} / 800.000 \text{ ton} \\ &= 117,95 \text{ TL/ton} \end{aligned}$$

4.2.3. Karbon Emisyon Maliyetlerinin Toplam Üretim Maliyetleri İçerisindeki Payı

X İşletmesinden alınan 2016 ve 2017 yıllarına ait toplam üretim maliyetleri Tablo 10'da verilmiştir. Bir ton üretim başına birim karbon emisyon maliyetleri 2016 yılında 128,04 TL/ton, 2017 yılında ise 117,95 TL/ton olarak hesaplanmış olup, bu verilerden hareketle işletmede birim karbon emisyonu maliyetlerinin birim üretim maliyetleri içerisindeki payı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

Tablo 10. X İşletmesi 2016 ve 2017 Yılı Üretim Maliyetleri

Yıllar	Toplam Üretim Maliyetleri
2016	882.000.000 TL
2017	1.134.000.000 TL

İşletmenin 2016 yılı birim üretim maliyetleri ve birim karbon emisyonu maliyetinin birim üretim maliyeti içerisindeki yüzdesi aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. ;

$$\begin{aligned} \text{Birim Üretim Maliyeti} &= \text{Toplam Üretim Maliyeti} / \text{Toplam Üretim Miktarı} \\ &= 882.000.000 \text{ TL} / 600.000 \text{ ton} \\ &= 1.470 \text{ TL/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Birim Karbon Emisyonu Maliyetinin Birim Üretim Maliyeti İçindeki Payı} &= \text{Birim Karbon Emisyon Maliyetleri} / \text{Birim Üretim Maliyeti} \\ &= 128,04 \text{ TL/ton} / 1.470 \text{ TL/ton} \\ &= 0,0871 \cong \% 9 \end{aligned}$$

Yapılan hesaplamalara göre 2016 yılında işletmenin ton başına demir çelik üretim maliyetleri içerisindeki karbon emisyon maliyetleri yaklaşık 0,09 yani % 9 oranında gerçekleşmiştir.

İşletmenin 2017 yılı birim üretim maliyetleri ve birim karbon emisyonu maliyetinin birim üretim maliyeti içerisindeki yüzdesi ise aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. ;

$$\begin{aligned} \text{Birim Üretim Maliyeti} &= \text{Toplam Üretim Maliyeti} / \text{Toplam Üretim Miktarı} \\ &= 1.134.000.000 \text{ TL} / 800.000 \text{ ton} \\ &= 1.417,50 \text{ TL/ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Birim Karbon Emisyonu Maliyetinin Birim Üretim Maliyeti İçindeki Payı} &= \text{Birim Karbon Emisyon Maliyetleri} / \text{Birim Üretim Maliyeti} \\ &= 117,95 \text{ TL/ton} / 1.417,50 \text{ TL/ton} \\ &= 0,0832 \cong \% 8 \end{aligned}$$

Yapılan hesaplamalara göre 2017 yılında işletmenin ton başına demir çelik üretim maliyetleri içerisindeki karbon emisyon maliyetleri yaklaşık 0,08 yani % 8 oranında gerçekleşmiştir.

4.3. Bulguların Değerlendirilmesi

Demir-çelik sektöründe faaliyet gösteren bir işletmede gerçekleştirilen bu olay çalışması ile elde edilen bulguların değerlendirilmesi aşağıdaki gibidir:

- Seragazi emisyonuna neden olan kaynakların neler olduğu?

X işletmesinde yapılan araştırma sonuçlarına göre işletmede proses ve yanma kaynaklı emisyonlar tespit edilmiştir. Proses kaynaklı emisyonlar alt kalemlerle değil toplam değer üzerinden incelenmiş olup, yanma kaynaklı emisyonların kömür ve doğal gazdan oluştuğu tespit edilmiştir.

- İşletmenin seragazi emisyonu belirlemede kullandığı yöntemin ne olduğu?

Sera Gazı Emisyonlarının İzlemesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ'de demir çelik sektöründe iki yöntemle hesaplama yapılabileceği belirtilmiştir. Yapılan literatür araştırmasına göre standart yöntemin kullanımının güç olduğu, karbon içeriklerinin doğru belirlenmesi ve girdi-çıktıların eksiksiz tanımlanması açısından kütle dengesi yönteminin daha kullanışlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. X işletmesinde yapılan inceleme sonucunda işletmenin de bu doğrultuda kütle dengesi yöntemi kullandığı tespit edilmiştir.

- İnceleme döneminde işletmede karbon ayak izi miktarının ne olduğu?

X İşletmesinin 2016 yılında bir ton demir çelik üretimi başına 4,78 ton CO₂ emisyonu ortaya çıkarken, 2017 yılında bir ton demir çelik üretimi başına 4,22 ton CO₂ emisyonunun ortaya çıktığı hesaplanmıştır. Bu hesaplama hareketle, işletmenin bir ton demir çelik üretimi başına karbon emisyon miktarını 2017 yılında bir önceki yıla göre % 11 oranında azalttığı görülmektedir.

- İşletmenin ton başına(birim) karbon maliyetlerinin ve birim üretim maliyeti içerisindeki payının ne olduğu?

X işletmesinin 2016 yılında ton başına karbon emisyon maliyetleri 128,04 TL/ton olup, 2017 yılında bu rakamın 117,95 TL/ton olduğu ortaya çıkmıştır. Görülmektedir ki işletmenin 2016 yılında birim karbon emisyon maliyetleri 128,04 TL/ton iken, 2017 yılında 117,95 TL/ton olarak azalmıştır ve aynı doğrultuda yüzdesel olarak incelendiğinde, 2016 yılında işletmenin ton başına demir çelik üretim maliyetleri içerisindeki karbon emisyon maliyetlerinin yüzdesi yaklaşık % 9 oranında iken, 2017 yılında ise yaklaşık % 8 oranına düşmüştür. Ayrıca X İşletmesinin toplam çevresel maliyetlerine bakıldığında, 2016 ve 2017 yılında emisyon kaynaklı maliyetlerin, toplam çevresel maliyetlerin % 99'unu oluşturduğu görülmektedir.

5. SONUÇ

İşletmeler karbon ödenekleri (veya izinleri), ticareti, düşük karbon emisyon teknolojilerine yatırım, karbon düzenliliği uyum maliyetlerini hesaplamak ve artan karbon maliyetlerinin ürün maliyetlerini etkilemesi gibi konuları dikkate almalıdır zira çevresel harcamalar içerisinde karbon maliyetlerinin payı oldukça yüksek olabilmektedir. Bu nedenle işletme yöneticilerinin bu maliyetlerden yola çıkarak doğru yatırım kararları alabilmelerinde bu maliyetlerin düzgün bir şekilde sınıflandırılıp takip edilmesi önemli olmaktadır. Enerjiyi yoğun kullanan sektör olan demir çelik sektöründeki bir işletmede yapılan bu çalışmaya göre işletmenin karbon ayak izi ve birim karbon emisyon maliyetleri rakamsal ve yüzdesel olarak azalmakla birlikte, birim karbon emisyon maliyetlerinin birim üretim maliyetleri içerisindeki yüzdesi de 2016 yılından 2017 yılına azalma göstermiştir. Bunun yanında karbon maliyetleri, çevresel maliyetlerin büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Bu nedenle işletmelerin karbon maliyetlerini izlemeleri, kaydetmeleri, sınıflandırmaları ve raporlamaları önemli olmaktadır. Bu sayede işletmeler karbon emisyonunu azaltmaya yönelik faaliyetlere yatırım yaparken söz konusu bu verilerden hareketle karbon emisyonundan kaynaklı maliyetleri de kontrol altında tutabilmekte ve buna göre karar verebilmektedir. Bu çalışmanın karbon maliyetlerini belirleme konusunda işletmelere ve diğer araştırmalara kılavuz olabileceği düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- Alagöz, A., ve Yılmaz, B. (2001). Çevre muhasebesi ve çevresel maliyetler, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1(1-2), 147-158.
- Altınbay, A. (2007). Çevresel maliyetlerin raporlanması, *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler E-Dergisi*, 5, 11, 1-11.
- Altınbay, A., ve Golagan, M. (2016). Küresel ısınma sorununa muhasebecilerin bakışı: karbon muhasebesi, *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 5(7), 2106-2219.
- Andrade, J. C. S., Dameno, A., Pérez, J., de Andrés Almeida, J. M., and Lumbreras, J. (2018). Implementing city-level carbon accounting: A comparison between Madrid and London, *Journal Of Cleaner Production*, 172, 795-804.
- Aslanertik, B. E., ve Özgen, I. (2007). Otel işletmelerinde çevresel muhasebe, *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 8(2), 163-179.
- Binboğa, G., ve Ünal, A. (2018). Sürdürülebilirlik ekseninde Manisa Celal Bayar Üniversitesi'nin karbon ayak izinin hesaplanmasına yönelik bir araştırma, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (21), 187-202.
- Burritt, R. L., Schaltegger, S., and Zvezdov, D. (2011). Carbon management accounting: practice in leading German companies, *Australian Accounting Review*, 56(21), 80-98.
- Çankaya, F. ve Şeker, Y. (2013). Karbon sertifikalarının Türkiye Muhasebe Standartlarına göre muhasebeleştirilmesi, *World of Accounting Science*, 15(4).
- ÇSB, (2019a), Çevre ve Şehircilik Bakanlığı/Kyoto Protokolü, <https://iklim.csb.gov.tr/kyoto-protokolu>, (Erişim tarihi:19 Aralık 2019).
- ÇSB, (2019b), Sera Gazı Emisyonlarının İzlenmesi ve Raporlanması Hakkında Tebliğ, 22 Temmuz 2014 tarihli Resmi gazete (Erişim tarihi: 21 Aralık 2019).
- ÇSB, (2019c), Türkiye'nin 2012 Ulusal Sera Gazı Emisyon Envanteri PDF, <https://iklim.csb.gov.tr/turkiye-nin-2012-ulusal-sera-gazi-emisyon-envanteri-i-4398> (Erişim tarihi:19 Aralık 2019).
- Demircioğlu, E.N. ve Ever, D. (2019). Sürdürülebilirlik muhasebesinin teorik açıdan incelenmesi, *Ç.Ü. Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 28(3), 59-72.
- Duman, H., Özpeynirci, R., Yücenurşen, M., ve Bağcı, H. (2012). Karbon muhasebesi, *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 12(24), 105-120.
- Durgut, M. (2015). Karbon ticaretinin uluslararası muhasebe standartlarına göre muhasebeleştirilmesi, *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 3(2). 23-40.
- Elitaş, C., Çonkar K. ve Karakoç M. (2014), Emisyon haklarının muhasebeleştirilmesi, *Muhasebe Bilim Dünyası Dergisi*, 16(2), 45-56.
- Grasso, M. (2017). Achieving the Paris goals: Consumption-based carbon accounting, *Geoforum*, 79, 93-96.
- Gündoğdu, V., Eliçora, T., ve Dikmelik, P. (2015). Sera gazı emisyonlarının izlenmesi, hesaplanması ve raporlanması; demir çelik sektörü örneği. 6. ulusal hava kirliliği ve kontrolü sempozyumu, 7-9 Ekim 2015, İzmir, 732-749.
- Gürbüz, C., Aracı, Ö. N. K., ve Bekci, İ. (2019). Dünya'da ve Türkiye'de karbon ticareti ve karbon muhasebesi uygulamaları üzerine bir araştırma, *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 11(28), 424-438.
- Hansen, Don R., Maryanne M. Mowen ve Liming Guan, (2009), *Cost Management: Accounting & Control*, Sixth Edition, South - Western Cengage Learning, USA.
- İçöz, A., ve Kılınç, Y. (2016). Çevre maliyetleri muhasebesi ve raporlanması, *Journal Of International Social Research*, 9(42), 1517-1530.

- Kalt, G., Höher, M., Lauk, C., Schipfer, F., and Kranzl, L. (2016). Carbon accounting of material substitution with biomass: Case studies for Austria investigated with IPCC default and alternative approaches, *Environmental Science & Policy*, 64, 155-163.
- Kaypak, Ş. (2013). Ekolojik ayak izinden çevre barışına bakmak, *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 6(1), 154-159.
- Kefe, İ., ve Naci Tanış, V. (2014). Kalite maliyetleri ve otomotiv sektöründe bir uygulama, *World Of Accounting Science*, 16(1), 45-62.
- Küçükler, H. (2017). *Sürdürülebilir çevre açısından bir çevresel maliyet unsuru olan karbon maliyetlerinin incelenmesi: Çanakcılar Seramik fabrikası örneği* (Yüksek lisans tezi, Bartın Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Memiş, M. Ü. (2009). İşletme yönetim aracı olarak çevresel muhasebe, *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(1), 89-106.
- MFA, (2019a), Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, <http://www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa> (Erişim tarihi:19 Aralık 2019).
- MFA, (2019b), Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı/BM İklim Değişikliği Çevre Sözleşmesi, <http://www.mfa.gov.tr/bm-iklim-degisikligi-cerceve-sozlesmesi.tr.mfa> (Erişim tarihi:19 Aralık 2019).
- Özbirecikli, M. (2002). *Çevre Muhasebesi*, Naturel Kitapevi, Ankara
- Ratnatunga, J. (2007). Carbon cost accounting: the impact of global warming on the cost accounting profession, *Journal Of Applied Management Accounting Research*, 5(2), 1-8.
- Ratnatunga, J. T., and Balachandran, K. R. (2009). Carbon business accounting: the impact of global warming on the cost and management accounting profession, *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 24(2), 333-355.
- Schaltegger, S., and Csutora, M. (2012). Carbon accounting for sustainability and management; Status quo and challenges, *Journal of Cleaner Production*, 36, 1-16.
- Stechemesser, K., and Guenther, E. (2012). Carbon accounting: a systematic literature review, *Journal of Cleaner Production*, 36, 17-38.
- Tsai, W. H., Shen, Y. S., Lee, P. L., Chen, H. C., Kuo, L., and Huang, C. C. (2012). Integrating information about the cost of carbon through activity-based costing, *Journal of Cleaner Production*, 36, 102-111.
- TUİK, (2019), Seragazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2017, Sayı: 30627, 11 Nisan 2019, Saat: 10:00 <http://www.tuik.gov.tr/PreHaberBultenleri.do?id=30627> (Erişim tarihi: 21 Aralık 2019).
- Uyar, S., ve Cengiz, E. (2011). Karbon (sera gazı) muhasebesi, *Mali Çözüm Dergisi/Financial Analysis*, (106).
- Vargün, H., Gürkan, S., ve Akbulut, H. (2015). Sürdürülebilir bir çevre için karbon muhasebesi ve faaliyet tabanlı maliyetleme sisteminin entegrasyonu, *Mali Çözüm Dergisi/Financial Analysis*, 25(132).
- Wang, S., and Chen, B. (2018). Three-Tier carbon accounting model for cities, *Applied Energy*, 229, 163-175.
- Wang, Z. (2017). The study of carbon cost management under the carbon trading mechanism—based on the value chain theory, *Low Carbon Economy*, 8(02), 51.
- Wang, Z., Li, Y., Cai, H., and Wang, B. (2018). Comparative analysis of regional carbon emissions accounting methods in China: Production-based versus consumption-based principles, *Journal Of Cleaner Production*, 194, 12-22.