

**T.C.
SÜLEYMAN DEMİREL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KUMAŞ BOYAMA, İPLİK BOYAMA, BASKI VE KONFEKSİYON
FAALİYETLERİNİN KARBON AYAK İZİ HESABI**

Necdet Ayberk DOĞAN

**Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Sezen COŞKUN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
ÇEVRE MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
ISPARTA - 2019**



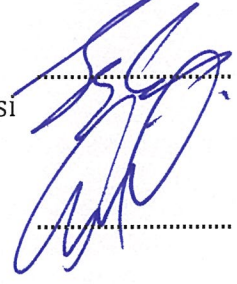
© 2019 [Necdet Ayberk DOĞAN]

TEZ ONAYI

Necdet Ayberk DOĞAN tarafından hazırlanan "Kumaş Boyama, İplik Boyama, Baskı ve Konfeksiyon Faaliyetlerinin Karbon Ayak İzi Hesabı" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri üyeleri önünde Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak başarı ile savunulmuştur.

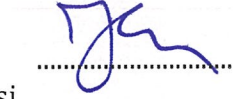
Danışman

Dr. Öğr. Üye. Sezen COŞKUN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



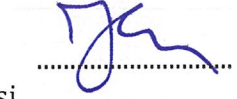
Jüri Üyesi

Doç. Dr. Bilgehan İlker HARMAN
Süleyman Demirel Üniversitesi



Jüri Üyesi

Doç. Dr. Hakan CEYLAN
Isparta Uygulamalı Bilimler Üniversitesi



Enstitü Müdürü

Doç. Dr. Şule Sultan UĞUR

.....

TAAHHÜTNAME

Bu tezin akademik ve etik kurallara uygun olarak yazıldığını ve kullanılan tüm literatür bilgilerinin referans gösterilerek tezde yer aldığını beyan ederim.

Necdet Ayberk DOĞAN



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
İÇİNDEKİLER	i
ÖZET	ii
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	vii
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Karbon Ayak izi Kavramı ve Çevre Kirliliği Açısından Önemi	3
2.3. Tekstil Sektörü Enerji Verimliliği Açısından Karbon Ayak İzi	9
2.4. İşletmeye Dair Bilgiler.....	12
2.5. Vaziyet planları, iş akım şemaları ve proses özetleri	13
2.5.1. Ham Kumaş Depo Ünitesi	14
2.5.2. Boyahane (Kumaş Boya) Ünitesi.....	16
2.5.3. Boya Mutfağı Ünitesi	20
2.5.4. Apre Ünitesi	20
2.5.5. Baskı Ünitesi	20
2.5.6. İplik Aktarma ve İplik – Elyaf Boyama Ünitesi.....	23
2.5.7. Kesimhane ve Konfeksiyon Ünitesi.....	27
2.5.8. Kömür Kazanı ve Kazan Dairesi Ünitesi	30
3. MATERYAL VE YÖNTEM	31
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	34
4.1. Kumaş Boyama Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi.....	34
4.2. İplik Boyama Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi.....	37
4.3. Baskı Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi	39
4.4. Konfeksiyon Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi.....	41
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	44
KAYNAKLAR.....	46
EKLER.....	50
Ek A. Tesise ait fotoğraflar	50
ÖZGEÇMİŞ	56

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

KUMAŞ BOYAMA, İPLİK BOYAMA, BASKI VE KONFEKSİYON FAALİYETLERİNİN KARBON AYAK İZİ HESABI

Necdet Ayberk DOĞAN

**Süleyman Demirel Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı**

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Sezen COŞKUN

Tekstil sektörü dünya genelinde birçok ülkeden olduğu gibi ülkemizde de lokomotif sektörlerden biridir. Vazgeçilmez unsurlardan biri olan giyinme ihtiyacı neticesinde insanların tekstil sektörüne bağlılığı insan varlığı devam ettiği sürece devam edecektir. Günümüzde tekstil sektörü başta hazır giyim olmak üzere otomotiv, ev tekstili, dekorasyon ve ambalaj gibi birçok farklı sektörde de kullanılmaktadır. Kullanımı neredeyse vazgeçilmez hale gelmiş olsun tekstil ürünlerinin üretiminde atmosfere birçok emisyon salınmaktadır. Bu emisyonlar doğal olarak oluşan sera gazı oluşumuna katkı sağlayan gazları da içermektedir. Sera gazı oluşumuna katkı sağlayan bu gazların etkisini tespit eden en güncel metodoloji "karbon ayak izi" hesaplarıdır. Çalışma kapsamında kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon proseslerinin bulunduğu bir tekstil ürünleri üretim alanında, her bir ünite için karbon ayak izi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Elde edilen bulgulara göre bir kg ürün başına kumaş boyama faaliyeti ve iplik boyama faaliyetinden sırasıyla atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 4,61 kg CO_{2e}/kg ürün ve 2,22 kg CO_{2e}/kg ürün'dür. Baskı bölümü ve konfeksiyon bölümündeki faaliyetler için ise atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı sırasıyla 3,31 kg CO_{2e}/kg ürün ve 7,25 kg CO_{2e}/kg ürün'dür. İşletme içerisinde gerçekleştirilebilecek karbon ayak izi önleme yaklaşımları ile çok daha düşük karbon ayak izi üreterek daha kaliteli ürünlerin üretimi muhtemeldir.

Anahtar Kelimeler: Karbon ayak izi, karbondioksit eşdeğeri, tekstil sektörü.

2019, 56 sayfa

ABSTRACT

M.Sc. Thesis

CARBON FOOTPRINT CALCULATION OF FABRIC DYEING, YARN DYEING, PRINTING AND CONFECTION ACTIVITIES

Necdet Ayberk DOĞAN

**Suleyman Demirel University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Environmental Engineering**

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Sezen COŞKUN

Textile industry is one of the leading sectors in our country as well as in many countries around the world. As a result of the need for dressing, which is one of the indispensable elements, people's commitment to the textile sector will continue as long as human existence continues. Nowadays, textile sector is used in many different sectors such as automotive, home textile, decoration and packaging. In the production of textile products, which have become almost indispensable, many emissions are released in to the atmosphere. These emissions also include gases that contribute to the formation of naturally occurring greenhouse gases. The most recent methodology for determining the amount of these gases contributing to the formation of greenhouse gases is the carbon footprint calculations. Within the scope of the study, carbon footprint calculations were performed for each unit in a textile products production area where fabric dyeing, yarn dyeing, printing and apparel processes were performed. According to the findings, the carbon footprint released to the atmosphere from fabric and yarn dyeing activities per kg product is 4.61 kgCO₂e/kg product and 2.22 kgCO₂e/kgproduct, respectively. The carbon footprint released to the atmosphere for activities in the printing and apparel departments is 3.31 kgCO₂e/kgproduct and 7.25 kgCO₂e/kg product, respectively. With carbon footprint prevention approaches that can be performed within the enterprise, it is possible to produce much beter quality products by producing much lower carbon footprint.

Keywords: Carbon footprint, carbondioxide equivalent, textile industry.

2019, 56 pages

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmam boyunca desteğini gördüğüm değerli danışman hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Sezen COŞKUN'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez yazım süresi boyunca yardımlarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübesiyle şartları her konuda kolaylaştıran arkadaşım Öğr. Gör. Dr. Cihan ÖZGÜR'e teşekkür ederim.

Tez çalışmasında kullanılan verilerin temininde yardımcı olan Akkanat Holding Yönetim Kurulu'na ve Beybo Boya San. ve Tic. A.Ş. bünyesinden Elektrik Mühendisi Sayın Altan IŞIK, İnsan Kaynakları Şefi Sayın Didem GÜNGÖR BIYIKLI, İdari Amir Sayın Hasan Hüseyin GEÇER, Teknik Müdür Sayın Metin COŞAR ve Fabrika Müdürü Sayın Metin BABAĞLU'na teşekkür ederim.

Tez dönemi boyunca her türlü zorluğu kolaylaştıran arkadaşlarım Yüksek Çevre Mühendisi Deniz BARIŞ ve Yüksek Çevre Mühendisi Ertaç TANAÇAN'a teşekkür ederim.

Desteğini ve sabrını benden hiçbir zaman esirgemeyen başta sevgili eşim Eda DOĞAN olmak üzere tüm aile fertlerine sonsuz şükranlarımı sunarım.

Necdet Ayberk DOĞAN
ISPARTA, 2019

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 2.1. Türkiye'de kişi başı sera gazı emisyonu (1990-2015) (TÜİK, 2017)....	10
Şekil 2.2. Genel vaziyet planı	13
Şekil 2.3. Ham kumaş depo vaziyet planı	14
Şekil 2.4. Ham kumaş depo ünitesi iş akım şeması.....	15
Şekil 2.5. Kumaş boya ünitesi vaziyet planı	15
Şekil 2.6. Kumaş boya ünitesi iş akım şeması	15
Şekil 2.7. Baskı ünitesi vaziyet planı	15
Şekil 2.8. Baskı ünitesi iş akım şeması	15
Şekil 2.9. İplik aktarma ünitesi vaziyet planı.....	15
Şekil 2.10. İplik – elyaf boyama ünitesi vaziyet plan	15
Şekil 2.11. İplik ünitesi iş akım şeması	15
Şekil 2.12. Konfeksiyon ünitesi vaziyet planı	15
Şekil 2.13. Konfeksiyon ünitesi iş akım şeması.....	29
Şekil 4.1. Kumaş boyama prosesi karbon ayak izi yüzdesel dağılımı.....	35
Şekil 4.2. İplik boyama prosesi karbon ayak izi yüzdesel dağılımı	38
Şekil 4.3. Baskı prosesi karbon ayak izinin yüzdesel dağılımı.....	40
Şekil 4.4. Konfeksiyon prosesi karbon ayak izinin yüzdesel dağılımı.....	42

ÇİZELGELER DİZİNİ

	Sayfa
Çizelge 3.1. Faaliyet verileri	32
Çizelge 3.2. Emisyon faktörleri	33
Çizelge 4.1. Kapsamlarına göre karbon ayak izi miktarı	34
Çizelge 4.2. Kumaş boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler	36
Çizelge 4.3. Kumaş boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları	37
Çizelge 4.4. İplik boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler	38
Çizelge 4.5. İplik boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları	39
Çizelge 4.6. Baskı prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler	40
Çizelge 4.7. Baskı prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları	41
Çizelge 4.8. Konfeksiyon prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler	42
Çizelge 4.9. Konfeksiyon prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları	43

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

AD	Faaliyet Verisi
BSI	BritishStandardInstitution
CF	Karbon Emisyonu
CFP	Karbon Ayak izi
DEFRA	Karbon Güven ve Çevre, Gıda ve Köy İşleri Dairesi
EF	Emisyon Faktörü
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
IPCC	Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli
DBEIS	İngiltere Çalışma, Enerji ve Endüstriyel Strateji Bakanlığı
GHG	Sera Gazı



1. GİRİŞ

Günümüz küreselleşme çağında, medya ve sosyal medyada, hemen hemen herkes sera gazı etkisi kavramına aşındır. Dünyanın yüzeyini ısıtan doğal süreç, sera etkisi olarak bilinir. Sera gazının etkisinin, gelecek yüzyılda, dünyadaki ortalama sıcaklığı 1,0-3,71 °C artırması muhtemeldir, bu da bölgesel iklimlerin değişmesine, küresel yağışların artmasına ve deniz seviyelerinin yükselmesine neden olacaktır (Boğaziçi Üniversitesi, 2019). Sera gazı etkisi sürecine aktif olarak katkıda bulunan su buharı (H₂O), karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve ozon (O₃) dışında bazı diğer gazlar da bulunmaktadır. Çok düşük miktarda gaz ve nitrozoksit (N₂O) gibi bileşikler ve kloroflorokarbonlar (CFC) gibi yapay kimyasallar da sera gazı oluşumuna katkıda bulunur(Ankara Üniversitesi, 2019).

“Karbon ayak izi” terimi son birkaç yılda hızlı bir şekilde bilim dünyasında popüler hale gelmiş ve şu anda her türlü yayın organında Türkiye’de de dahil olmak üzere tüm gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde yaygın olarak kullanılıyor. İklim değişikliğinin politik ve kurumsal gündemde yükselmesiyle birlikte, karbon ayak izi hesaplamaları da güçlü talep görmektedir. Temel çevrimiçi hesaplayıcılardan, yaşam döngüsü analizine veya girdi çıktı temelli yöntem ve araçlara kadar çeşitli tahminler sağlamak için sayısız yaklaşım önerilmiştir.

Karbon ayak izi, belirli insan faaliyetlerinin küresel yaşam döngüsündeki mevcut sera gazı emisyonlarının durumunu yansıtmaktadır. Karbon ayak izinin değerlendirilmesi, sera gazı emisyonlarını yönetmek ve kontrol etmek için önemli bir araç ve tekniktir. Ürün düzeyinde, karbon ayak izi ve karbon etiketi, tüketiciler için daha fazla karbon bilgisi sağlayarak düşük karbon tüketimine katkıda bulunabilir, böylece toplumu düşük karbonlu bir moda doğru yönlendirmede önemli bir rol oynar. Tekstil ürünlerinin karbon ayak izi üzerine yapılan çalışmalar, sera gazı emisyonlarının düzenlenmesi ve karbon bilgisinin iletilmesi ve uluslararası ticarete ilgili müzakerelerin gerçekleştirilmesinde önemlidir.

Literatüre bakıldığında bazı tekstil ürünlerinin karbon ayak izi miktarlarının hesaplandığı görülmektedir. Yan vd., (2016) çalışmalarında birim ürün başına azalan endüstriyel karbon ayak izi değerlerini şu şekilde bulmuşlardır: Saf yün kumaşlar, karışımli yün polyester kumaşlar ve pamuklu kumaşlar; her birinin ortalama endüstriyel karbon ayak izideğerleri ise sırasıyla 14,07 kgCO₂e/kg, 13,55 kgCO₂e/kg ve 5,34 kgCO₂e/kg'dir.

Pamuklu kumaşların endüstriyel karbon ayak izini etkileyen kritik faktörler, kullanılan kumaş türleri ve bunlara karşılık gelen üretim süreçleridir. Boyalı iplikli kumaşın endüstriyel karbon ayak izi, boyalı kumaşa göre %70,8 daha yüksektir ayrıca düz dokuma işlemlle üretilen kumaşın endüstriyel karbon ayak izi de rib dokuma işlemlle yapılan kumaştan %76,2 daha yüksektir. Ayrıca, farklı hammaddeler, tekstil teknolojileri ve kullanılan boya renkleri karbon ayak izi farklılıklarına neden olmaktadır. Ana kaynağı elektrik tüketimi olan dolaylı endüstriyel karbon ayak izi, toplam endüstriyel karbon ayak izinin yaklaşık%87'sine katkıda bulunurken, doğrudan endüstriyel karbon ayak izi sadece %13'üne katkıda bulunmaktadır. Elektrik, buhar ve kömür gibi enerji tüketimi, endüstriyel CFP (Karbon Ayak izi)'nin ana kaynağıdır (Yan vd., 2016).

Literatür sonuçları, tekstil ürünlerinin karbon ayak izini azaltmak için kilit yaklaşımların, özellikle elektrik kullanımında enerji yönetimini geliştirmek ve üretimin çıktı verimliliğini artırmak olduğunu göstermektedir. Bu bağlamda yapılan tez çalışmasında, sektör enerji tüketim boyutunu ortaya koyabilmek adına bir tekstil fabrikasının kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon sektöründe karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir. Karbon ayak izi sektör içinde üretim boyunca, açığa çıkan karbondioksit miktarı ve ürün arasındaki bağıntıdan ortaya çıkarılan bir hesaplama yöntemidir. Türkiye'de karbon ayak izi ile ilgili farklı sektörlerde gerçekleştirilmiş lisansüstü tez çalışmaları oldukça kısıtlıdır. Akademik ve sanayi odaklı olarak bakıldığında ülkemizde karbon ayak izi üzerine yapılan çalışmaların yetersiz olduğu düşünülmektedir. Bu tez kapsamında yapılacak olan kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon sektöründe karbon ayak izi hesabı önemli bir boşluğu dolduracaktır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Karbon Ayak izi Kavramı ve Çevre Kirliliği Açısından Önemi

“Karbon ayak izi”, küresel iklim değişikliği tehdidine karşı emisyon azaltma eylemi ile ilgili bilimsel alanda yaygın olarak kullanılan bir kavramdır. Son birkaç yılda karbon ayak izi çalışmalarında muazzam bir artış olmuştur ve günümüzde medya, hükümet ve iş dünyasında yaygın olarak kullanılan bir terim haline gelmiştir. Fakat “karbon ayak izi” aslında tam olarak nedir? Her yerde yaygın olarak kullanılmasına rağmen, bu terimin net bir tanımı yok gibi görünüyor ve gerçekte ne anlama geldiği ne ölçüldüğü ve hangi birimin kullanılacağı konusunda bir karışıklık söz konusudur. Terimin kendisi Ekolojik Ayak İzleri dilinde (Wackernagel ve Rees, 1996) belirtilmiş olsa da karbon ayak izinin iklim değişikliği ile ilgili olan ve insan üretimi veya tüketim faaliyetleriyle ilgili olan belirli miktarda gaz emisyonunu temsil ettiği bilinmektedir.

Karbon ayak izinin nasıl ölçüleceği konusunda fikir birliği yoktur. Tanım spektrumu, doğrudan CO₂ emisyonlarından tam yaşam döngüsü sera gazı emisyonlarına kadar uzanmaktadır ve ölçüm birimlerinin bile net olmadığı görülmektedir. Sorulması gereken sorular şunlardır: Karbon ayak izi sadece karbondioksit (CO₂) emisyonlarını veya metan gibi diğer sera gazı emisyonlarını da içermeli midir? Karbon bazlı gazlarla sınırlandırılması durumunda veya N₂O gibi moleküllerinde karbon içermeyen maddeleri içerebilir mi? Karbon ayak izinin, küresel ısınma potansiyeli olan maddelere sınırlandırılıp sınırlandırılmayacağını sormaya kadar gidebilir. Sonuç olarak, karbon bazlı çevre ve sağlıkla ilgili olan karbon monoksit (CO) gibi gaz emisyonları mevcuttur. Dahası, CO atmosferdeki kimyasal işlemlerle CO₂'ye dönüştürülebilir. Ayrıca, fosil yakıtlardan kaynaklanmayanlar da dahil olmak üzere tüm emisyon kaynaklarını da içermelidir.

Karbon ayak izi hesabı ile sorulması gereken temel soru, karbon ayak izinin üretim öncesi süreçlerde yer alan dolaylı emisyonları içermesi gerekip gerekmediği veya söz konusu ürünün, işlemin veya kişinin doğrudan, yerinde

emisyona bakmanın yeterli olup olmadığıdır. Başka bir deyişle, karbon ayak izi, kullanılan mal ve hizmetlerin tüm yaşam döngüsü etkilerini yansıtmalı mıdır? Eğer evet ise, sınır nereye çekilmeli ve bu etkiler nasıl ölçülmeli? Son olarak, 'ayak izi' terimi, alan tabanlı birimlerde hangi birim ile ölçülmelidir?

Dilsel olarak yakın olan "Ekolojik Ayak İzi" terimi "hektar" veya "küresel hektar" olarak ifade edilmektedir. Karbon ayak izi sadece ton olarak ölçülen karbon salınım miktarını, küresel ısınma potansiyeline sahip ton cinsinden CO₂ eşdeğerini (t CO₂-eşd.) ifade etmek için de kullanılabilir. Bununla birlikte, bir ürünün üretiminde küresel ısınmaya katkısını ton CO₂/kg-ürün ve eğer "arazi tahsisi" söz konusu ise bölgeye dayalı bir orta nokta etkiyi ton CO₂/alan birimi şeklinde ifade etmek amacıyla da kullanılmaktadır. Bu soruların çoğu, uzun yıllardır ekolojik ekonomi ve yaşam döngüsü değerlendirmesi disiplinlerinde tartışılmıştır ve bu nedenle bazı cevaplar el altında bulunmaktadır. Ancak şimdiye kadar, karbon ayak izi terimine uygulanmamıştır ve bu nedenle hala tanımsal eksiklikler mevcuttur.

Hammond(2007)'ye göre "Genellikle bir karbon ayak izi olarak adlandırılan özellik aslında kişi veya etkinlik başına kilogram veya tonluk bir 'karbon ağırlığıdır". Hammond (2007), "bu gibi konularda hassasiyeti tercih edenler için "karbon ağırlığı" veya buna benzer bir terimin kullanılması gerektiğini savunmaktadır. Bir ofis sandalyesinin karbon ayak izi analizini "üretim her aşamasında malzeme, üretim, taşıma, kullanım ve elden çıkarma işlemlerini dikkate alan yaşam döngüsü değerlendirmesi" olarak belirtilmektedir. Bununla birlikte, hiçbir tanım veya metodolojik açıklama yoktur. Eckel (2007), "Bir işin değerlendirilmesi" nin karbon ayak izinin sadece enerji tüketimini hesaplamakla kalmayıp aynı zamanda iş uygulamalarının her yönünden her veri hürdasını arttırmakla" olduğuna işaret ediyor. Yine net bir analiz kapsamı sunulmamaktadır. Bilim dünyası tanım meselesini büyük oranda ihmal etmiş olsa da danışmanlıklar, işletmeler, STK'lar ve hükümetler kendilerini öne çıkarmış ve kendi tanımlarını vermişlerdir. Birleşik Krallık'ta, CarbonTrust, bir ürünün karbon ayak izinin ne olduğu ve danışma için taslak metodoloji dağıtımı konusunda daha yaygın bir anlayış geliştirmeyi amaçlamıştır.

(CarbonTrust2007). Bazı dolaylı emisyonların, örneğin yalnızca ürünle doğrudan ilişkili olan girdi, çıktı ve birim işlemlerinin dahil edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Yaşam döngüsü düşüncesi, diğer pek çok belgede de bulunabilir ve karbon ayakizi tahminlerinin bir özelliği olarak ortaya çıkmıştır.

Karbon ayakizi “fosil yakıt ayakizi” veya “CO₂ alanı” veya “CO₂ alanı” talebi ile eş anlamlı olarak yorumlanmaktadır. Karbon ayak izi “Fosil yakıt yanmasından kaynaklanan karbondioksit (CO₂) emisyonlarını sınırlandırmak için gerekli (fotosentez yoluyla) biyolojik kapasiteye olan talep” olarak tanımlanır. Tipik olarak hasat edilmeyen ormanlardan kaynaklanan biyolojik kapasiteyi de içerir.

“Karbon ayak izi” terimi için şu tanım da önerilmektedir: “Karbon ayakizi, bir faaliyetin doğrudan ve dolaylı olarak neden olduğu veya bir ürünün kullanım ömrü boyunca biriken toplam karbondioksit emisyonu ölçüsüdür. Bu, bireylerin, nüfusların, hükümetlerin, şirketlerin, kuruluşların, süreçlerin, sanayi sektörlerinin vb. faaliyetlerini içerir. Ürünler mal ve hizmetleri de içermektedir. Her durumda, doğrudan (yerinde, dâhili) ve dolaylı emisyonların (saha dışında, harici, somutlaştırılmış, yukarı akış, aşağı akış) dikkate alınması gerekir. Tanım, başlangıçta ortaya atılan sorulara bazı cevaplar sağlar. Sera ısınması potansiyeli olan başka maddeler bulunduğu bilincinde olarak, analizde sadece CO₂'yi içermektedir. Bununla birlikte, bunların çoğu ya karbona dayanmaz ya da veri mevcudiyeti nedeniyle nicelendirilmesi daha zordur. Metan kolayca dâhil edilebilir, ancak sadece birkaç ilgili sera gazı içeren kısmen toplanmış bir göstergeden hangi bilgiler elde edilir? Kapsamlı bir sera gazı göstergesi tüm bu gazları içermeli ve örneğin “iklim ayak izi” olarak adlandırılabilir. 'Karbon ayakizi' söz konusu olduğunda, en pratik ve net çözümü seçilir ve sadece CO₂ kabul edilir.

Bu tanım aynı zamanda karbon ayakizini alan-temelli bir gösterge olarak ifade etmekten de kaçırır. 'Toplam CO₂' miktarı kütle birimlerinde (kg, t, vb.) fiziksel olarak ölçülür ve bu nedenle bir alan birimine (ha, m², km², vb.) dönüşüm gerçekleşmez. Arazi alanına dönüştürmenin çeşitli farklı varsayımlara

dayanması ve belirli bir ayak izi tahmini ile ilgili belirsizlikleri ve hataları arttırması beklenmektedir(Lenzen 2006).

Değişik kaynaklardan alınan karbon ayak izi tanımları aşağıdaki gibi sıralanabilir;

- Karbon ayak izi, bir çamaşır yıkamaktan, bir araba dolusu çocuğu okula götürmeye kadar günlük faaliyetlerinizden dolayı salınan karbondioksit miktarıdır (BP, 2007).
- Karbon ayak izi, “CO₂ eşdeğeri emisyonların tesislerinden, şirkete ait taşıtlardan, iş seyahatinden ve atıklardan atık depolama alanına kadar ölçülmesi” ile hesaplanır (British SkyBroadcasting, 2006;Patel, 2006).
- Kullanım ömrü boyunca bir üründen elde edilen karbon eşdeğerlerinde sera gazı emisyonlarının (GHG) salınımını, üretiminde kullanılan hammadde üretiminden, bitmiş ürünün imhasına (kullanımdaki emisyonlar hariç) kadar tahmin etmek için bir metodolojidir.Bir tedarik zinciri süreci aşamasındaki her bir faaliyetten ayrı ayrı sera gazı emisyonlarını tanımlamak ve ölçmek için bir teknik ve bunların her bir çıktıya atfetme çerçevesi üründür. TheCarbonTrust bunu “ürünün karbon ayak izi” olarak adlandırır (CarbonTrust, 2007).
- Karbon Ayak izi, karbondioksit cinsinden üretilen sera gazı miktarı cinsinden insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkisinin ölçüsüdür(ETAP, 2007).
- Fosil yakıt yanmasından kaynaklanan karbondioksit emisyonlarını saklamak (fotosentez yoluyla) için gereken biyolojik kapasiteye olan taleptir (GFN 2007).
- “Bir karbon ayak izi, fosil yakıtların yanması sonucu salınan karbondioksit miktarının bir ölçüsüdür. Bir işletme organizasyonu durumunda, günlük operasyonların bir sonucu olarak doğrudan veya dolaylı olarak salınan CO₂ miktarıdır. Bir üründe veya metaya ulaşan pazarda temsil edilen fosil enerjisini yansıtabilir (Ellis 2007).
- “Bir karbon ayak izi”, bir işlem veya ürünün tüm yaşam döngüsü boyunca yayılan toplam CO₂ ve diğer sera gazları miktarıdır. Kilowatt saat üretim başına (gCO₂eq/kWh) hesaplanan CO₂ eşdeğeri gram olarak ifade edilir. Diğer sera gazlarının küresel ısınmanın farklı etkileri için (POST 2006).

“Karbon ayakizi” kavramının her şeyi kapsayan olması ve karbon emisyonlarına yol açan tüm olası nedenleri içermesi önemli olmakla birlikte, bunun ne içerdiğini açıkça belirtmek de aynı derecede önemlidir. Karbon ayak izlerinin doğru ölçümü, karbon dengeleme konusunda özel bir önem ve güvencesizlik kazanır. CO₂ salınımını azaltan veya sınırlayan projeler desteklenirken, kapsam ve sınırların açık bir tanımının gerekli olduğu açıktır. Dolaylı emisyonları hesaba katarken, emisyonların sayılmasının yanı sıra emisyonların çift sayımını da önleyen metodolojilerin uygulanması gerekir. Ayrıca, ürünlerin tam bir yaşam döngüsü değerlendirmesi, bu yaşam döngüsünün tüm aşamalarının doğru bir şekilde değerlendirilmesi gerektiği anlamına gelir.

Küresel ısınma bağlamında, sera gazlarının (sera gazı) değerlendirilmesi, yönetim mekanizmaları ve emisyon yöntemleri, eko-çevre yönetimi araştırmalarında en büyük kaygılardan biri haline gelmektedir. Karbon Ayak izi (CFP) değerlendirmesi ve yönetimi, yaşam döngüsü teorisinin temel anlayışına dayalı olarak, çalışma alanının sera gazı değerlerini tüm faaliyetlerde veya bazı mekânlarda analiz edebilir. Karbon Ayak izi (CFP) değerlendirmesi, sera gazı araştırmalarının önemli bir yönü olmuştur. Başta Çin'de ve diğer ülkelerde pek çok araştırmacı, karbon ayak izini çeşitli şekillerde incelemiş ve araştırmıştır: kavramlar, hesaplama yöntemleri ve endüstri çalışmaları olarak. (Weidman vd., 2007; PAS:2050, 2007) Araştırmalar sanayi, ulaşım ve mimarlık gibi pek çok sektörü de içermektedir (Burnham vd., 2006; Connor vd., 2011; Qiao, 2006); araştırma ölçekleri bireyleri, aileleri, kuruluşları, kurumları, şehirleri ve ulusları içermektedir (Kenny, 2006; Marilyn vd., 2009; Giurcoa ve Petrie, 2007; Liu vd., 2008; CNTAC., 2010; IPCC, 2007).

PAS 2050: 2008, (PAS:2050; 2008), British Standard Institution (BSI) tarafından yayınlanan ve Karbon Güven ve Çevre, Gıda ve Köy İşleri Dairesi (DEFRA) tarafından ortaklaşa desteklenmektedir ve yaklaşık 2500'den fazla mal CFP ürün etiketine sahiptir. CFP değerlendirmesinin ürün düzeyinde araştırılması ve uygulanması, tüketici yaşamı için yaşam döngüsünün her sürecinde karbon bilgisi sağlayabilir. Genel olarak CFP konsepti, bir ürünün veya bir üretim sürecinin tüm yaşam döngüsü boyunca salınan toplam sera gazıdır. Üreticiler

için, ürün CFP'si düşük karbon üretimini uygulamaya yardımcı olur; tüketiciler için ürün CFP'si düşük karbon tüketimi için veri kılavuzu sağlar. Bununla birlikte, üreticilerin desteğini kazanmadaki önemli zorluklar ve veri kalitesine olan yüksek talep nedeniyle, CFP ürün araştırması halen çok azdır ve bu durum sera gazı kontrollerinde ürün düzeyinde nicel bir temel bulunmamasına neden olmaktadır. Tekstil, dünya genelinde başta Çin'de olmak üzere diğer tüm ülkelerde de önemli tüketici ürünleridir. Tekstil CFP'si ile ilgili güncel araştırmalar yaşam döngüsüne odaklanmaktadır (Bevilacqua vd., 2011), ancak pek çok çalışma tekstil endüstrisinin CFP üretimine yönelik değildir. Hepsinden önemlisi, tekstil endüstrisi CFP'sinin doğru değerlendirilmesi sadece Çin tekstil şirketlerine küresel tekstil ticaret pazarında yardımcı olmakla kalmayıp, aynı zamanda gelecekteki emisyon azaltma hedeflerine ulaşmak için gerekli referans verilerini de sunabilmektedir.

2.2. Kyoto Protokolü

Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi içinde küresel ısınma ve iklim değişikliği konusunda imzalanmış olan Kyoto Protokolü, karbon emisyonu ve sera etkisine sahip gazların salınımının azaltılmasını hedeflemektedir. Protokolün amacı taraf olan ülkelerin atmosfere saldıkları karbon miktarını 1990 yılındaki düzeye düşürmelerini sağlamaktır. 1997 yılında imzalan protokoldeki taraf devletler yeryüzündeki toplam karbon salınımının %55'ini oluşturmadığı için protokol devreye girememiştir. 2005 yılında Rusya'nın da protokolü imzalaması ile Kyoto Protokolü yürürlüğe girmiştir (O'Neilland ve Oppenheimer, 2002).

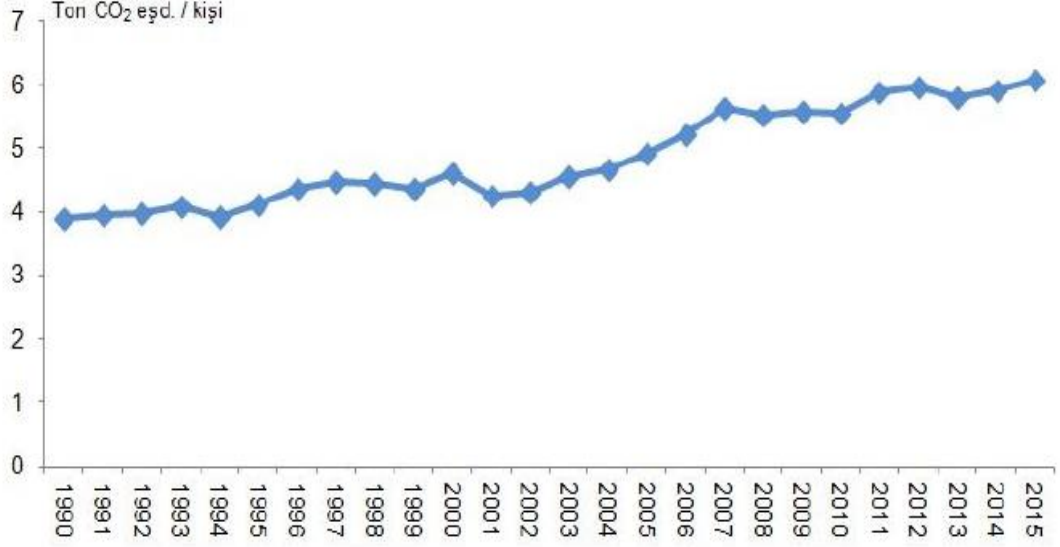
Kyoto protokolünde devletler iki sınıfa ayrılmıştır. Gelişmiş ülkeler protokolün bağlayıcı olan maddelerinden sorumlu olur iken, gelişmekte olan ülkelerin sera gazı sorumlulukları yoktur. Türkiye bu protokolü 17 Şubat 2009 tarihinde anayasada yürürlüğe koymuştur. Türkiye'nin kişi başı sera gazı salınımı 5,9 tondur. Bu oran Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütüne üye ülkelerin ortalamasının 1/3'ü, Avrupa Birliği ülkelerinin ortalamasının ise 1/2'si kadardır (Loserand ve Treede, 2008). Türkiye anlaşma gereğince Kyoto Protokolünde

gelişmekte olan ülkeler sınıfında yer almaktadır. Türkiye günümüzde kullandığı enerjinin %20'sini yenilenebilir enerjiden elde etmektedir. Protokol sonrası 2023 yılı içerisinde bu oranın %30'a çıkarılması hedeflenmektedir (Dışişleri Bakanlığı, 2019).

2.3. Tekstil Sektörü Enerji Verimliliği Açısından Karbon Ayak İzi

Tekstil sektörü üretim ve ihracat açısından ülkemizde önemli bir yere sahiptir. Sektörel olarak yüksek hacimli üretimin gerekliliği buna bağlı enerji tüketiminin de artışına sebep olmaktadır. Ülkemizde enerji kaynaklarının büyük bölümünün de doğalgaz, elektrik ve özellikle fosil yakıt formlarında kullanılması enerji tüketimiyle atmosfere salınacak sera gazlarının artışı anlamına gelmektedir. Yaratılan kirliliğin azaltılması için ya enerjinin etkin olarak kullanımı sağlanmalı ya da enerji etkinliğini arttıracak yeni üretim teknolojilerinin kullanılması ile sağlanabilir. Atmosferde sera etkisinin artmasına sebep olan iki önemli gaz karbondioksit ve metan gazı olmasına karşın temel sorumlu karbondioksittir (Steinfeld ve Wassenaar, 2007). Gelişmekte olan ülkelerde atmosferdeki metan miktarının insan faaliyetleri sonucunda yaklaşık %70 oranında arttığı tespit edilmiştir (IPCC, 2006; Greenpeace, 1998). Türkiye'de CO₂ eşdeğeri olarak 1990-2015 yılları için kişi başına düşen sera gazı emisyonları Şekil 2.1'de gösterilmiştir.

Karbon ayak izi konsepti, 1996 yılında ekolojik ayak izi konseptiyle ortaya çıkmıştır (Wackernagel ve Rees, 1996). Bir ürünün tüm yaşam döngüsü için tüm aktiviteler sonucunda açığa çıkan doğrudan ve dolaylı sera gazı salınımı şeklinde de açıklanabilmektedir (CarbonTrust, 2007; IPCC, 2006; IPCC, 2007). Bu kavram, hammadde üretimi, ürün üretimi, ürün kullanımı ve ürünün atık haline gelmesi sonucu açığa çıkan sera gazı salınımlarını içermektedir. Üretim için gerekli tüm aşamalar sonucu, birim ürün başına açığa çıkan eşdeğer karbondioksit miktarı olarak da tanımlanır (Patel, 2006).



Şekil 2.1. Türkiye'de kişi başı sera gazı emisyonu (1990-2015) (TÜİK, 2017)

Son yıllarda karbon ayak izine yönelik birçok araştırma, farklı ülkelerde farklı ürün grupları için yapılmıştır. ABD'de yapılan bir araştırmada (Kirchain vd., 2015), polyesterden yapılmış bir tişört için karbon ayak izi değeri 7,1 kg-CO₂e/tişört olarak hesaplanmış ve bu da yaklaşık olarak 35 kg CO₂e/kg-tişört değerine karşılık gelmektedir. İran'ın tekstil endüstrisinde yapılan bir çalışmada (Hasanbeigi vd., 2012), yünlü örgü kumaşlar için enerji ayak izi değeri 73 ile 132 kWh/kg-kumaş arasında hesaplanmıştır. Çin'de yapılan bir araştırmada (Yan vd., 2016), saf yün ve yün-polyester karışımından üretilen kumaşların karbon ayak izleri sırasıyla 14 kgCO₂e/kg-kumaş ve 13,5 kgCO₂e/kg-kumaş olarak hesaplanmıştır. Aynı çalışmada, iplik boyama işlemi de göz önüne alındığında bu değerlerin %70,8 oranında artacağı belirtilmektedir. Buna göre söz konusu değer, yün-polyester karışık kumaşlar için 23,1 kgCO₂e/kg-kumaş olacaktır. Buna ek olarak, 40,7 kgCO₂e/kg-kumaş değerine yol açan kumaş örme için düz örgü tekniği kullanıldığında %76,2'lik bir artışın olacağı belirtilmiştir. Yün ve polyester elyaf üretiminden kaynaklanan karbon ayak izleri bu değere ilave edilmemiştir.

Yan vd. (2016) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, Çindeüretilen birkaç farklı türde tekstil kumaşının endüstriyel karbon ayak izleri araştırılmıştır. Shandong ve Jiangsu'da olmak üzere iki tekstil grubunun on bir tekstil fabrikası

2010 ve 2011 yıllarında incelenmiş ve hesaplamalar on üç tipik kumaş türü için yapılmıştır. Tekstil endüstriyel CF'si için sistem sınırları doğrudan CF ve dolaylı CF olarak iki kısma ayrılmıştır. Doğrudan CF, kimyasal reaksiyonların neden olduğu proses emisyonları veya fosil yakıt yakma emisyonları gibi doğrudan tekstil endüstriyel proseslerinden gelen sera gazı emisyonları kaynaklıdır. Dolaylı CF, endüstriyel hammadde, yardımcı malzemeler ve ikincil enerji tüketiminden kaynaklanan GHG emisyonlarıdır. Yün kumaşlar ve pamuk kumaşlar için ortalama endüstriyel CF'nin sırasıyla 13,81 kilogram (kg) CO₂e/kg ve 5,34 kg CO₂e/kg olduğu çalışma sonuçlarından görülmektedir. Gri kumaş ise 1,81 kg CO₂e/kg ile en düşük CF'ye sahiptir. Gri kumaş üretiminde kullanılan ana teknolojinin, diğer kumaşlarla karşılaştırıldığında daha kolay gerçekleştirilebilen teknolojiler olduğu da çalışmada belirtilmiştir, düşük CF'nin buraya bağlanabilirliği ifade edilmiştir. Toplam tekstil kumaşı endüstriyel CF (86,34 kg CO₂e/kg) bakımından dolaylı CF'nin doğrudan CF'den yaklaşık 9 kat büyük olduğu çalışmadan görülmektedir. Son olarak çalışmada, elde edilen verilere dayanarak enerji tüketiminin, özellikle de elektrik tüketiminin tekstil kumaşı endüstriyel CF'sinin ana kaynağı olduğu ve enerji kullanım verimliliğini arttırmanın ve tüketimini azaltmanın, tekstil endüstriyel CF'lerini azaltmak için enerjinin yönetimi ve kontrolünde yararlı araçlar olabileceği belirtilmiştir.

Tekstil endüstrisinin yüksek enerji tüketiminden dolayı, ürünlerin yeniden kullanımı ve geri dönüşümü gibi alternatifler bilim dünyasında son yıllarda ilgi uyandırmıştır. Daha önceki iki farklı çalışmayı (Lowe, 1981; Ogilvie, 1992) referans alan bir çalışmada (McDougall vd., 2001), kullanılmamış yünden üretilen bir dokuma ürününün, geri dönüştürülmüş yünden imal edilenlere oranla iki kat fazla karbon ayak izi yaratacağı sonucuna varılmıştır. Başka bir çalışmada (Woolridge vd., 2006), İngiltere'de yaygın olan giysilerin geri dönüşümü yoluyla üretilen tekstil ürünleri ile kullanılmamış hammaddeden üretilen tekstil ürünlerinin enerji tüketimlerinin karşılaştırılması yapılmıştır. Ayrıca, enerji verimliliğini teknolojik gelişmelerle iyileştirmeye yönelik araştırmalar son yıllarda ilgi çekmektedir. Örnek bir çalışmada, bir tekstil fabrikasında ekipman teknolojisi ve proses optimizasyonunun enerji tasarrufuna etkisi incelenmiştir. Tüketiciler açısından bakıldığında daha az boya

kullanımı, pamuklu tekstil ürünlerinin kullanılması, ekipman ve proses optimizasyonu ile daha düşük karbon ayak izi oluşturulacağı belirlenmiştir, Sonuç olarak; iklim değişikliğinin önlenmesi konusunda bir adım atılmış olacağı sonucuna varılmıştır (Dhayanewaran ve Ashokkumar, 2013).

Tez çalışmasında öncelikle tesisin yapısı ve üretim akım şemalarına yer verilmiştir. Bunu takiben tesisin kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon bölümleri için karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir.

2.4. İşletmeye Dair Bilgiler

İşletme; kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon konularında faaliyet göstermektedir. İşletme bünyesindeki 4 ana bölümde toplamda 19 adet bacaya sahiptir. Hava emisyonu konusunda Sanayi Kaynaklı Hava Kirliliği Kontrolü Yönetmeliği gereğince 2 yıl aralıkla teyit ölçümleri yapılmaktadır. Yönetmelik kapsamındaki parametrelerin sağlıklı bir şekilde kontrolünün sağlanması adına karbon kaynaklarının tespit edilip, önlem alma açısından karbon ayak izi hesaplamalarının yapılması önemlidir.

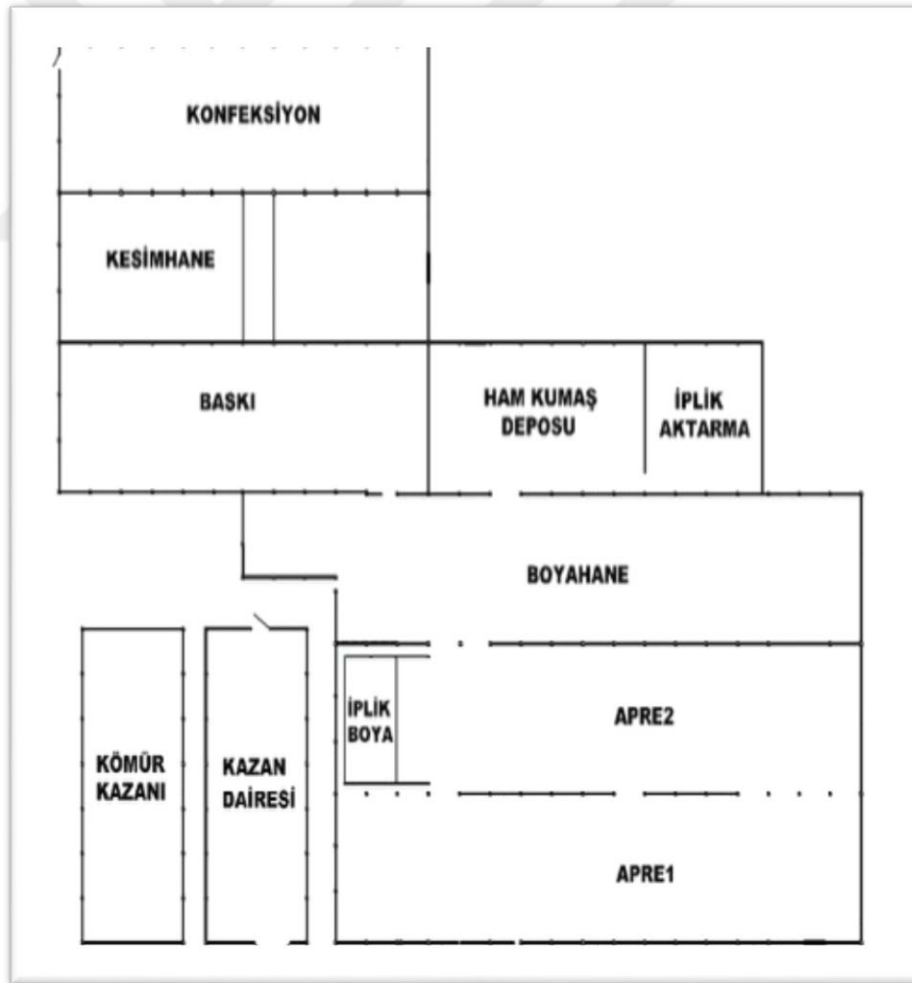
Yıllık üretimin %80,5'ini boyahane bölümü oluşturmaktadır. Boyahane bölümüne hazır olarak gelen kumaşlar boyanır, yıkanır, daha sonra apre işlemi gerçekleştirilerek gönderilir. Kullanılan boya ve enerji tüketimi bu bölümde karbon ayak izinin ana sebeplerini oluşturmaktadır. Özellikle boyama işlemi sonrası bozulan ürünlerin tekrar boyanması, aynı ürün için kullanılan boya ve enerji tüketimini birim ürün başına daha da arttırmaktadır.

Baskı bölümü, sipariş edilen kumaşın desenli olması gerektiğinde devreye girer. Boyanmış veya düz renk kumaş hazırlandıktan sonra baskı bölümüne alınır. Baskı bölümü işletmede yıllık üretimin %8,9'unu oluşturmaktadır. Baskı bölümünde de kullanılan kimyasallar ve boyar maddeler karbon ayak izine en çok yol açan etmenlerdir.

Konfeksiyon bölümü, hazırlanmış boyalı veya baskılı kumaşların müşterinin istediği modele göre kesilmesi ve dikilmesi işlemlerini içermektedir. Konfeksiyon bölümünde direkt bir emisyon kaynağı olmasa da daha önce hazırlanan kumaşların konfeksiyon bölümüne gelene kadar süreçte yaratmış olduğu emisyon faktörü göz önüne alınmaktadır. İşletmede yıllık üretimin %5,7'si konfeksiyon bölümünde gerçekleşmektedir.

İşletmenin diğer faaliyet alanı da iplik boyama işlemidir. Firmada yıllık üretimin %4,9'unu oluşturan iplik boyama bölümü, özellikle enerji kullanımı ile dolaylı olarak karbon emisyonu yaratmaktadır.

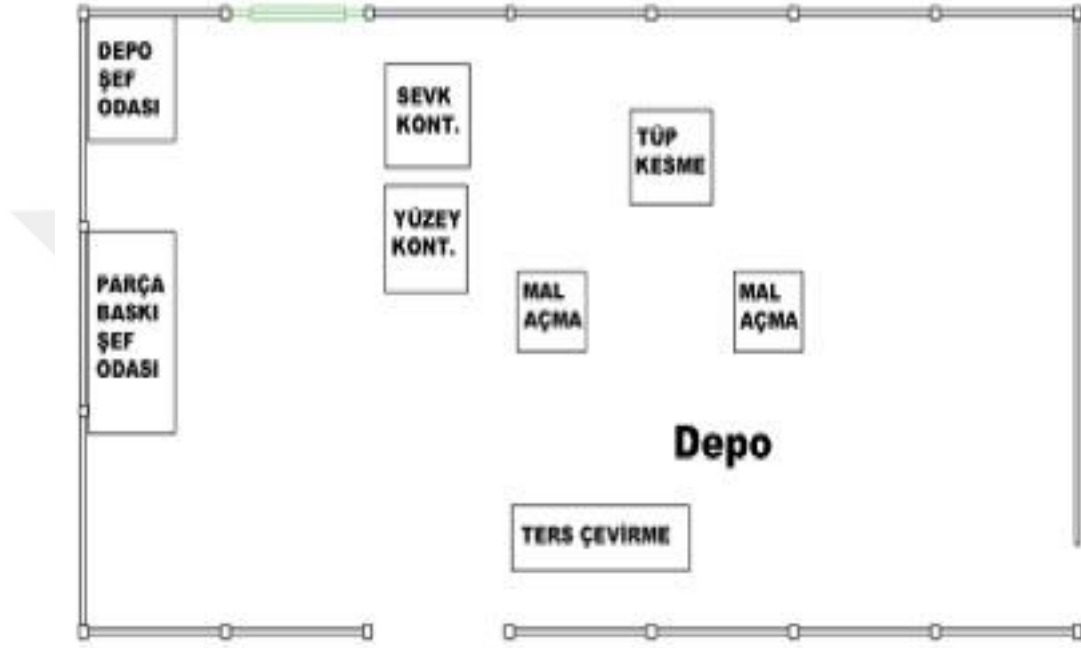
2.5. Vaziyet planları, iş akım şemaları ve proses özetleri



Şekil 2.2. Genel vaziyet planı

2.5.1. Ham Kumaş Depo Ünitesi

Bu bölümde gelen ham mallar depolanır. Değişik cins ve miktarlardaki kumaşlar boyahane ve baskıya verilerek işleme konulur. Depoda mal açma makineleri mevcuttur. Bu makinelerde top halinde gelen kumaşlar açılarak arabalara yığılır.



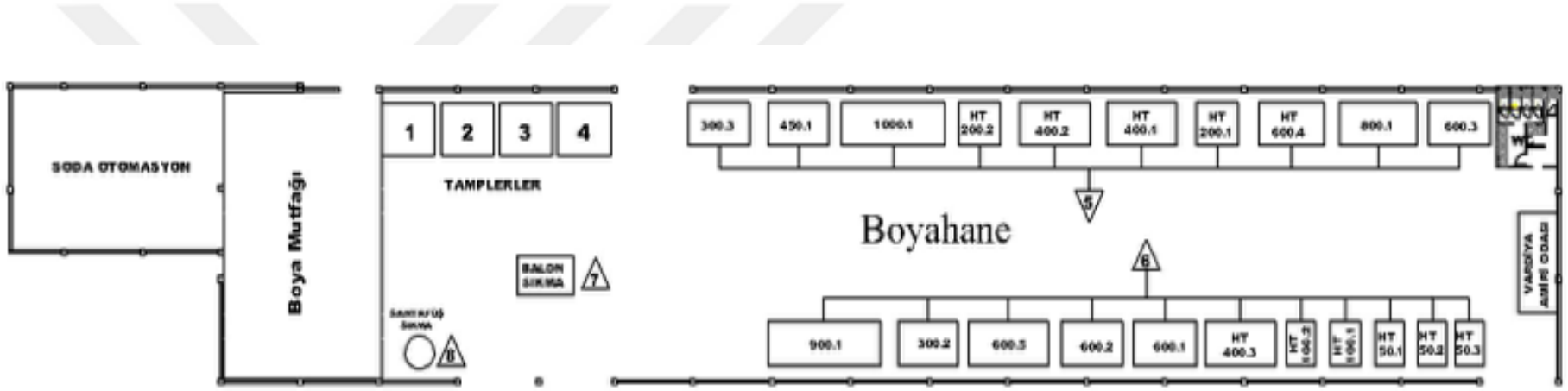
Şekil 2.3. Ham kumaş depo vaziyet planı

Ham Kumaş Depo Ünitesi işletmede 1328 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu üniteye gelen bütün kumaşların kabulü, hazırlanması ve ilgili birimlere iletilmesi işlemleri gerçekleştirilmektedir.

2.5.2. Boyahane (Kumaş Boya) Ünitesi

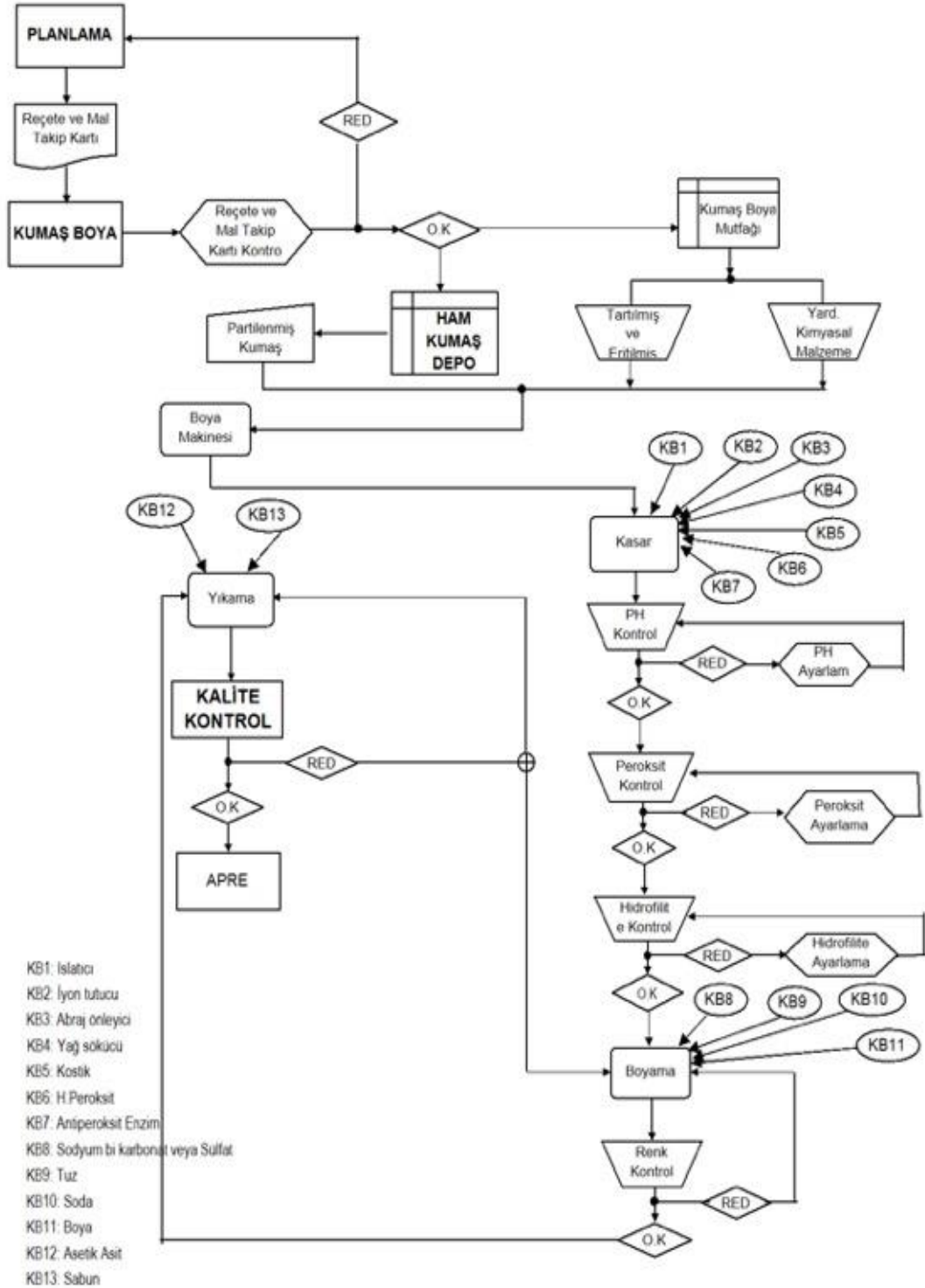
Boyahane boyama makineleri ve sıkma makineleri bulunmaktadır. Bu makineler çeşitli ağırlıktaki kumaşları boyamak amacıyla kurulmuştur. Boyama makinelerinde boyamanın yanında kasar ve yıkama işlemleri de gerçekleştirilmektedir. Talebe göre planlamanın hazırlanmış olduğu reçete boyahane kontrol edildikten sonra onay alınarak ham kumaş ve kimyasal maddeler hazırlanır. Boyamadan sonra renk onayı alınırsa yıkama işlemi yapılır. Yıkamadan çıkan kumaşlar sıkma ünitesinde sıkılarak apre bölümüne gönderilir.





Şekil 2.5. Kumaş boya ünitesi vaziyet planı

Kumaş Boya Ünitesi işletmede 2048 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite kumaş boyama işlemleri gerçekleştirilmektedir.



Şekil 2.6. Kumaş boya ünitesi iş akım şeması

- Talebe göre planlamada reçete ve mal takip kartı hazırlanır.
- Reçete ve mal takip kartı boyahaneye gönderilir. Kontrol edilir. Eğer sorun çıkarsa boyahaneye geri gönderilir.
- Sorun yok ise reçetede malzemeler boya mutfağına bildirilerek hazırlatılır. Ham kumaş deposundan kumaş istenir. Boyamaya hazırlık tamamlanır. Boya mutfağında hazırlanan yardımcı kimyasal malzemeleriyon tutucu (suda bulunan metal iyonlarını tutarak kumaştaki metal lekelerinin oluşmasının önlenmesi), abraj önleyici (kumaşta oluşacak boya dalgalarının önlenmesi), sodyum bikarbonat veya sülfat (açık renklerde ve viskon kumaşlarda boya çektirici), tuz (koyu renklerde boya çektirici), soda (boya fiskeleyici) gibi kimyasallardır.
- Kumaş makineye verilir. Yalnızca yıkama olacaksa yıkamadan hemen sonra renk kontrolü yapılır. Onaylanırsa Kalite Kontrol'e verilir. Tekrar onaylanır ve apreya verilir. Eğer onaylanmazsa boyahaneye geri gönderilir.
- Boya yapılacaksa önce kasar işlemi uygulanır. Sonra pH ve renk kontrolü yapılır. Onaylanırsa hidrofilit testi yapılır. Test olumsuzsa hidrofilit (ıslatıcı ile) ayarı yapılır. Test olumlu ise işleme devam edilir. Öncelikle ıslatıcı (kumaşın emiş kapasitesini arttırmak için) verilir. Daha sonra yağ sökücü (ham kumaştaki yağ lekelerini gidermek için kullanılır) eklenir. Kostik (elyafı şişirerek gözeneklerin aralanmasını sağlar) ile pH ayarı yapılır. Hidrojen peroksit verilerek ağartma sağlanır.
- Boyama aşamasına geçilir. Tekrar asit (verilen kostiği dengelemek için) ile pH kontrolü yapılır. Antiperoksit enzim (kumaşın üzerindeki hidrojen peroksiti gidermek için kullanılır) verilir.
- Renk onaylanırsa yıkama işlemine geçilir. Onaylanmazsa tekrar boyanır. Yıkama işleminde önce asit (boyamadan sonraki pH ayarı için kullanılır) verilir. Daha sonra sabun (boyama işleminden sonra kumaş üzerindeki ölü boyayı atmak için) verilir.
- Yıkamadan sonra tekrar renk kontrolü yapılır. Onaylanırsa kalite kontrol ve apreya gider. Onaylanmazsa tekrar boyanır ve aynı işlemler uygulanır.

- Boyamadan ve yıkamadan onay alan kumaş müşteri isteğine göre değişik işlemlerden geçirilerek (Ram, ütü vb.) paket yapılır ve sevk edilir.

2.5.3. Boya Mutfağı Ünitesi

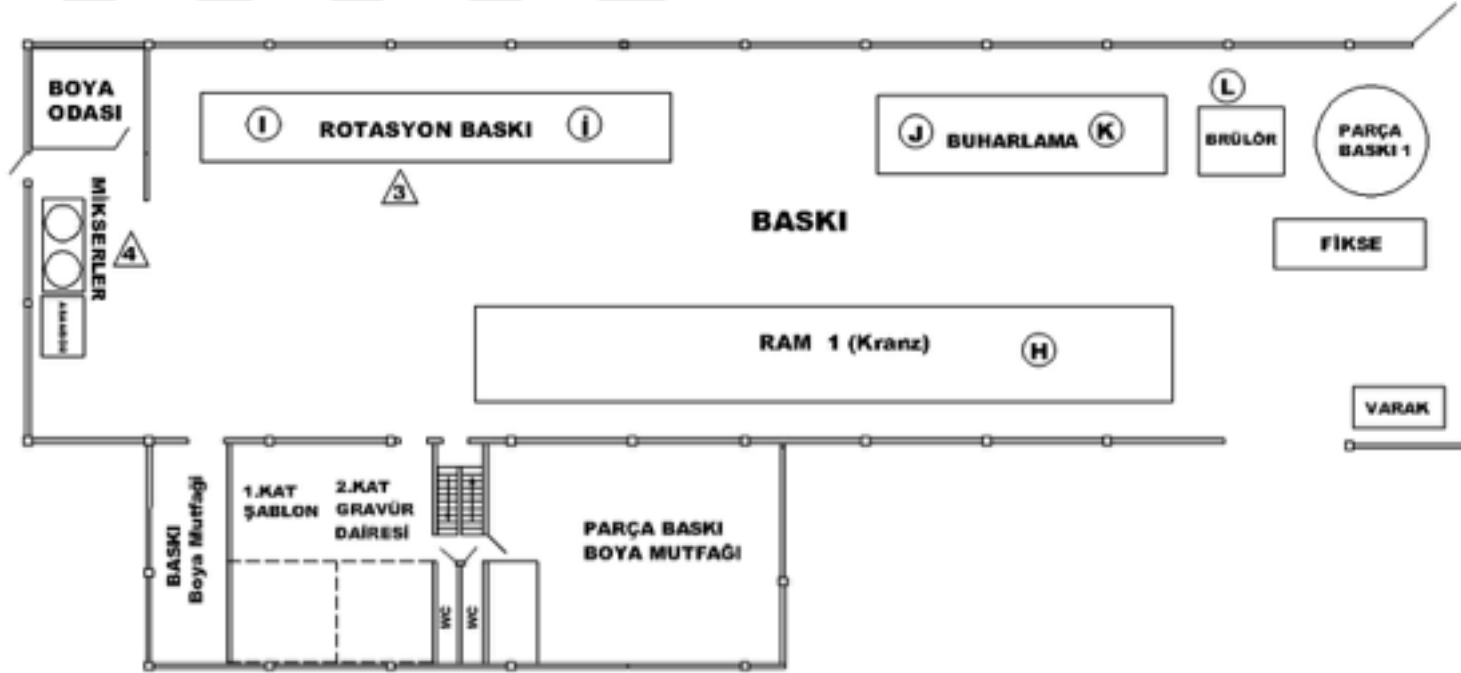
Bu bölümde talebe göre planlama tarafından hazırlanan reçetedeki kimyasal maddeler hassas olarak tartılarak ilgili bölümlere gönderilir.

2.5.4. Apre Ünitesi

Apre bölümünde; kurutma, sanfor, ütü, ram makineleri vardır. Ayrıca şardon, zımpara, traş makineleri vardır. Boyahaneden çıkan boyanmış kumaş öncelikle yaş apre bölümüne gelir. Burada kumaşın suyu alınarak kurutma bölümüne hazırlanır. Kurutmaya gelen kumaş burada renk ve kumaş cinsine göre derece seçilerek sıcaklık ayarı yapılır. Kurutmadan çıkan kumaş kalite kontrole getirilir. Kontrolü yapılan kumaşlar müşterinin isteğine göre işlem görür. Kumaş ramlık ise öncelikle bir top ramdan geçirilir. Kalite kontrol testi yapılır. Testler olumlu ise devam edilir. Olumsuz ise müşteriye bildirilir. Ram bölümünde ısı ve buhar ayarlarına dikkat edilir. Ütü bölümünde de aynı işlemler uygulanır.

2.5.5. Baskı Ünitesi

Bu ünite de baskı makinesi, buhar makinesi, ram ve parça baskı makineleri bulunmaktadır. Müşteri isteğine göre desen çalışması yapılır. Müşteriden onay alınıp, ham kumaş deposundan kumaş istenir. Kumaş boyahaneye kasar ve/veya boyama için gönderildikten sonra yaş tüp açma ve sıkımaya gönderilir, daha sonra ise kurutmaya gider. Baskı öncesi ramdan geçer. Müşteri isteğine göre reaktif, dispers veya pigment baskı işlemlerinden geçerek yıkamaya veya direkt ram makinesine gönderilir. Kalite kontrolde onaylandıktan sonra paketlenir ve sevk edilir. Ram bölümünde, kumaş istenilen ölçülere göre gerdirilerek gramaj ve en ayarı yapılır. Buharlama bölümünde, baskı görmüş kumaşa buhar verilerek boya kumaşa fiske edilmiş olur.



Şekil 2.7. Baskı ünitesi vaziyet planı

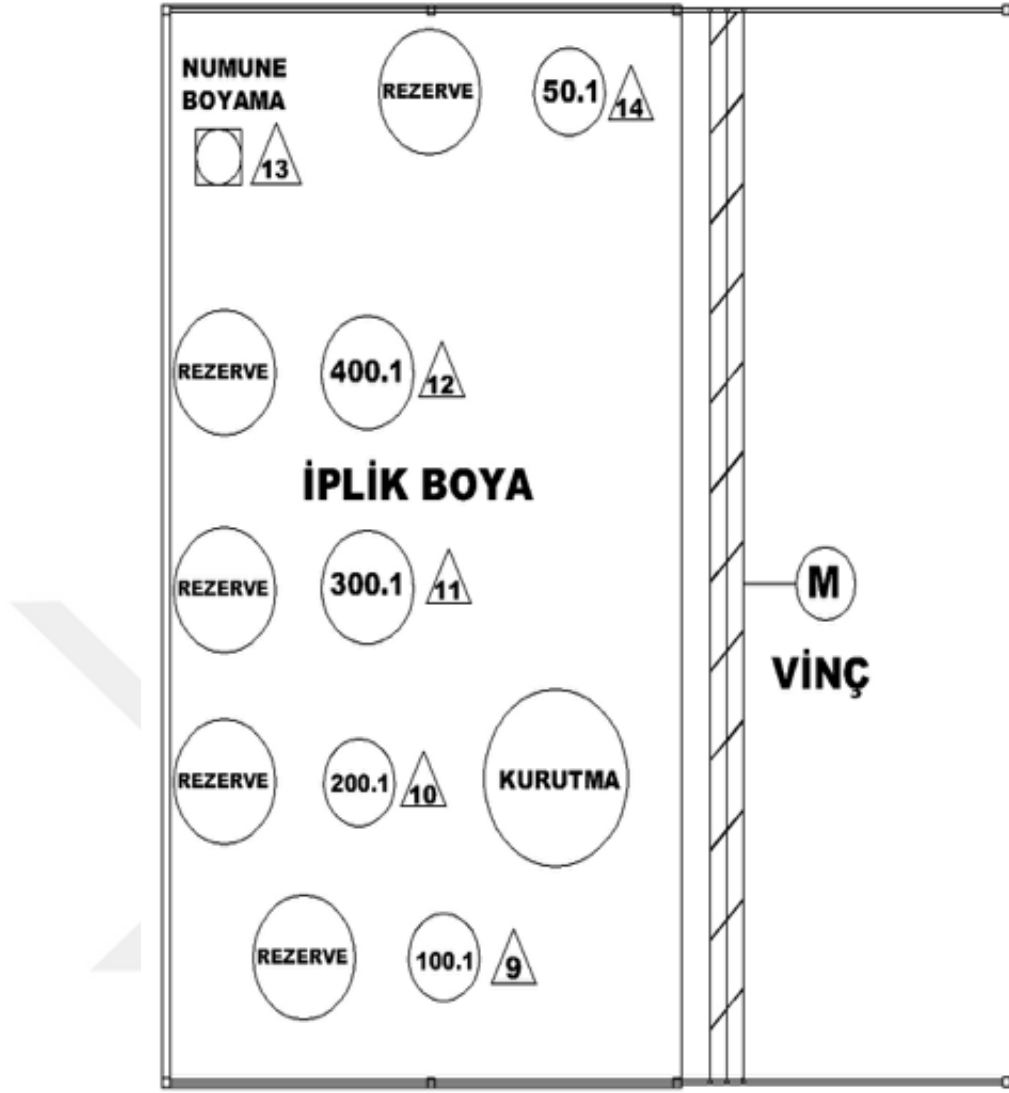
- Yaş Kesmede mal sıkılır ve Kurutmada malın cinsine göre kurutulur. Kalite Kontrol Bölümünde okeylenir ise Rama gönderilerek talimata göre basılacak şekilde kumaş hazırlanır. Red ise boyahaneye geri döner. Aynı işlemler uygulanır.
- Gravür dairesinde desen şablonlara çekilir. Renk sayısına göre şablonlar takılır. Pompa vasıtasıyla baskı üretimi yapılır.
- Baskıda; Reaktif Boya, Dispers Boya, Pigment Boya çeşitlerine göre baskı yapılır.
- Baskı işleminde hangi tür baskı yapılacaksa, ona göre baskı patı kimyasalı kullanılır.
- Buharlama işlemi yapılır.
- Buharlamadan sonra Pigment boya hariç boyahanedeki yıkama yapılır. Yıkama sırasında, leke oluşumunu önlemek için iyon tutucu ve ölü boyayı atmak için baskı yıkama sabunu kullanılır.
- Yıkama sonu; Yaş Kesme, Kurutma ve Ram işlemi görür. Kalite Kontrol Bölümünden okeylenirse, paketlenerek sevkiyata gönderilir. Red ise kumaşın durumuna göre Ram ya da Yıkama işlemi görür.

2.5.6. İplik Aktarma ve İplik – Elyaf Boyama Ünitesi

İplik – elyaf boyama ünitesi iplik aktarma ve boyama makinelerini içermektedir. Depoya gelen ham iplik nem ve mukavemet kontrolünden geçtikten sonra iplik aktarma makinelerinde yumuşak sarım yapılır. Sonra preslenir ve partilere ayrılarak boyamaya verilir. Boyama ve yıkama yapıp kalite kontrole gönderilir. Onaylandıktan sonra kurutma işlemi yapılır. Kurutma renklerin açık ve koyuluğuna göre değişik ısılarda yapılır. Tekrar onaylandıktan sonra dinlendirilip, haslık ve renk kontrolü yapılır. İplik aktarma makinelerinde sert sarım yapıldıktan sonra paketlenip sevk edilir.

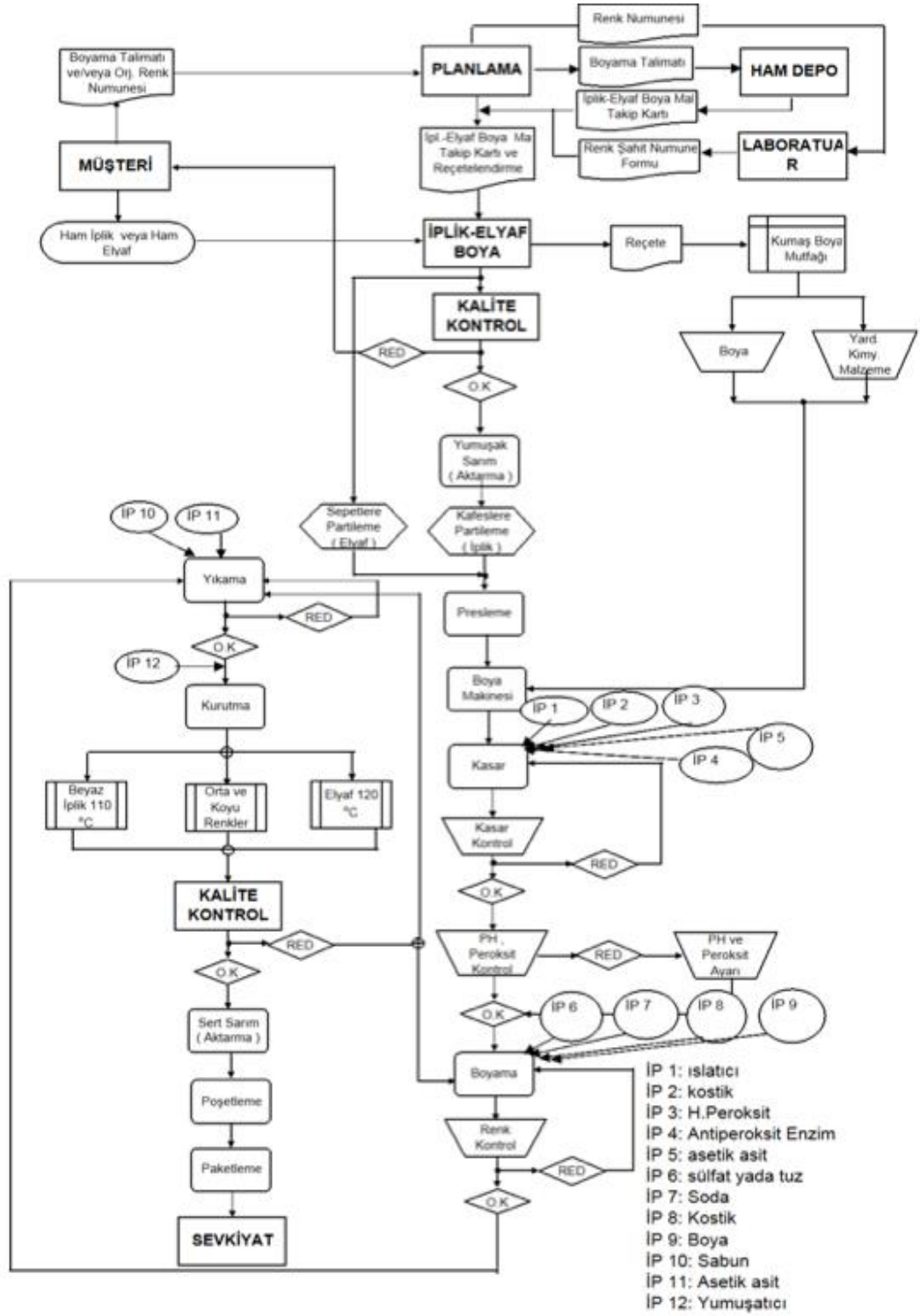


Şekil 2.9. İplik aktarma ünitesi vaziyet planı



Şekil 2.10. İplik - elyaf boyama ünitesi vaziyet planı

İplik Aktarma Ünitesi işletmede Ham Depo Kumaş Ünitesi içinde yer almaktadır. Bu ünite ham ipliğin yumuşak sarımla, renkli ipliğin sert sarımla boya koniklerine sarılması işlemleri gerçekleştirilmektedir. İplik - Elyaf boyama ünitesi işletmede Apre 2 ünitesi içinde yer almaktadır. Bu ünite iplik ve elyafın boyanması işlemleri gerçekleştirilmektedir.



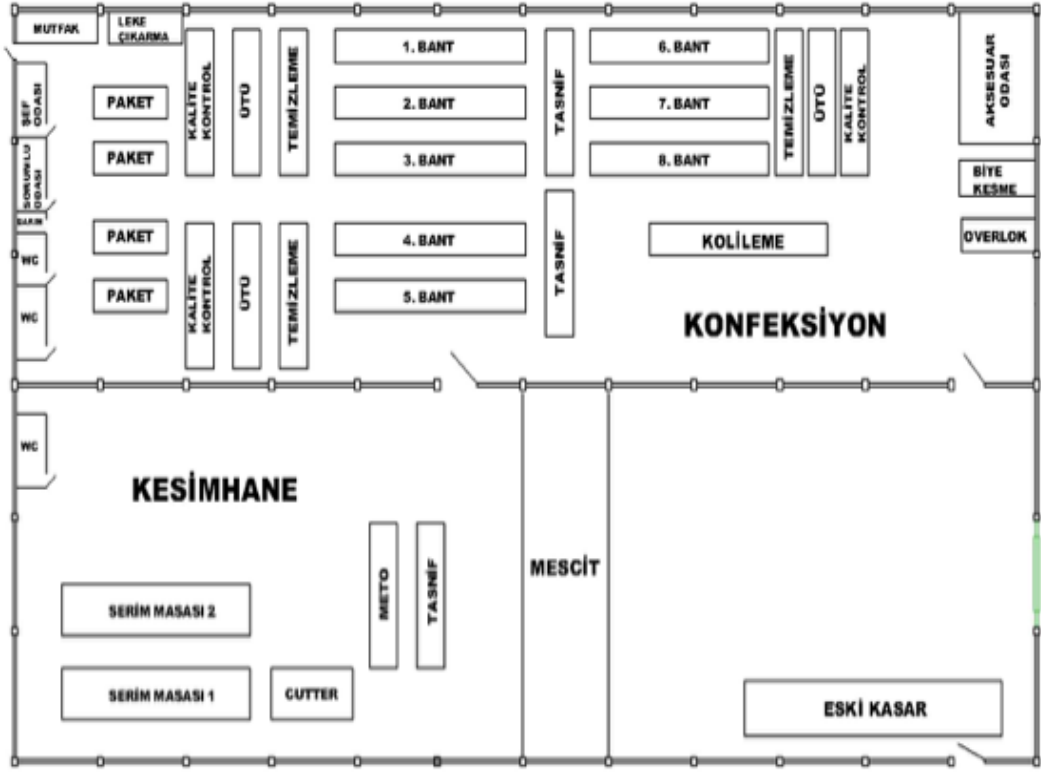
Şekil 2.11. İplikünitesi iş akım şeması

- Ham İplik ve/veya Ham Elyaf boyama talimatı ve/veya orijinal renk numunesi gelir.
- Planlama; renk numunesi çalışılacak ise laboratuvara bildirir.

- Boyama talimatı hazırlanıp, Ham Depoya bildirilir. Mal takip kartı açılarak reçetesi hazırlanır.
- Kalite Kontrol Bölümünden nem ve mukavemet onayı alınır.
- İplik Aktarma (yumuşak sarım) işlemi yapılır.
- Elyaf ve/veya İplik partileme ve presleme işlemi yapılarak boyama işlemine alınır.
- Boyama makinesinde kasar ve boyama yapılarak yıkama işlemine alınır.
- Kasar işlemi sırasında ıslatıcı (kumaşın emiş kapasitesini arttırmak için), kostik (elyafı şişirerek gözeneklerin aralanmasını sağlar), hidrojen peroksit (ağartmak için), antiproksit enzim (kumaşın üzerindeki Hidrojen Peroksitigdermek için kullanılır), asetik asit (pH dengelemek için) kullanılır.
- Boyama işlemi sırasında sülfat ya da tuz (sülfat açık renklerde boya çektirici olarak, tuz koyu renklerde boya çektirici olarak kullanılır), soda (boya fiskeleyici olarak kullanılır), Kostik ve boya kullanılır.
- Yıkama işlemi sırasında sabun (ölü boyayı almak için), asetik asit (pH dengeleyici olarak), yumuşatıcı (ipliğin tuşesi için) kullanılır.
- Onaylandıktan sonra elyafa ve ipliğin rengine göre farklı derecelerde kurutma yapılır.
- Kalite Kontrolde okeyi alınan mala Aktarma (sert sarım) işlemi uygulanır.
- Poşetleme ve paketleme yapılarak sevkiyatı yapılır.

2.5.7. Kesimhane ve Konfeksiyon Ünitesi

Kesimhane ve konfeksiyonünitesinde kesim makineleri, dikiş makineleri, biye ve overlok makineleri bulunmaktadır. Talebe göre hazırlanan kumaşlar kesimhane bölümünde verilen talimattaki modele göre kesilir. Biye veya overlok istenmişse yapılır. Dikiş makinelerinde (Bantlar) dikilir, aksesuarlarda eklenerek son hali verilir. Oluşturulan ürünlere son işlem olarak temizleme (iplik vb.) ve ütü yapılarak kalite kontrol yapılır. Katlanıp, paketlenerek kolileme işlemi yapılarak sevk edilir.



Şekil 2.12. Konfeksiyon ünitesi vaziyet planı

Konfeksiyon ünitesi işletmede 2.896 m² kapalı alanda yer almaktadır. Bu ünite kumaşların kesim ve dikim işlemleri gerçekleştirilmektedir.

- Boyahaneden kalite kontrolden geçilmiş boyalı kumaşlar gelir.
- Kesim işlemi tamamlanmış tüm beden parçalarına meto işlemi yapılır.
- Metosu biten beden parçalarının ön baskı işlemi var ise baskı bölümüne gönderilir. Baskısı yok ise dikim bölümünde işlem görür.
- Dikim işlemi biten ürünler iplik temizleme işleminden geçirilerek ütüleme işlemi yapılır.
- Dikili ürün dikim sonu kontrolden geçirilerek paketleme ve kolileme işlemi yapılır.
- Müşteri temsilcisi ürün kontrolü yaparak olumsuz kararı verir ise olumsuzluğa göre ilgili bölümlere geri gönderilir. Olumsuzluklar giderilerek müşteri temsilcisine tekrar sunulur.
- Müşteri temsilcisi ürün kontrolü yaparak olumlu kararı verir ise sevkiyat yapılır.

2.5.8. Kömür Kazanı ve Kazan Dairesi Ünitesi

Kömür stok alanından alınan toz kömür elavatör ile bunkere depolanır. Yanmanın oluşması için gerekli hava, fan ile kazanın içine verilir. Yanma sonucu oluşan buhar, buhar domunda toplanarak proseste kullanılmak üzere gönderilir. Doğalgaz, brülör vasıtasıyla kazan içerisinde yakılır. Burada yanmanın gerçekleşmesi için gerekli olan hava, fan tarafından kazanın içine verilmektedir. Buhar üretimi için kondens tankında toplanan su degazöre pompalar vasıtası ile gönderilmekte olup kazanın ihtiyacı olan su degazörden pompalar vasıtası ile ekonomizörden geçirilip kazana alınmaktadır. Yanma sonucu oluşan buhar proses hattına gönderilmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışması kapsamında boyama öncesi işlemleri, boyama işlemi ve boyama sonrası, baskı öncesi işlemleri, baskı işlemi ve baskı sonrası işlemleri, baskılı ve boyalı kumaşların istenilen modele göre kesimi ve dikilmesi işlemlerinden kaynaklanan karbon ayak izi hesapları gerçekleştirilecektir. Hesaplamalar entegre kirlilik önleme ve kontrol yaklaşımı kapsamında Tier-1 hesabına göre gerçekleştirilecektir. Tez çalışması kapsamında;

- Yıl sonunda üretilen toplam tekstil ürünü için emisyon hesabı,
- Elektrik kullanımı neticesinde ton olarak ortaya çıkan emisyon hesabı,
- Su tüketimi ile ton olarak ortaya çıkan emisyon hesabı,
- Taşımadan kaynaklanan emisyon hesabı ve
- Yakıt olarak doğalgazdan kaynaklanan emisyon hesabı gerçekleştirilecektir.

Bu hesaplamaların gerçekleştirilmesinde işletmedeki;

- Çalışan sayısı,
- Toplam işletme alanı,
- Yıllık ortalama üretim,
- Toplam araç sayısı (personel aracı, servis aracı),
- Atık kamyonu sayısı,
- Yıllık elektrik tüketimi,
- Doğalgaz kullanımı,
- Üretilen ürün ağırlığı,
- Araçların ve atık kamyonlarının yıl boyunca kat ettiği mesafeler tez kapsamında kullanılacaktır.

Hesaplama IPCC 2006 Kılavuzunda belirtilen “Tier-1 Metodu” kullanılacaktır. Tier-1 Metoduna ait formül Denklem 1’de gösterilmektedir.

$$\text{Karbon Emisyonu (CF)} = \text{Faaliyet Verisi (AD)} \times \text{Emisyon Faktörü (EF)} \quad (1)$$

Burada CF, elektrik tüketimi, ulaşım, ısınma vb. faaliyetler sonucu bir tesisten atmosfere yayılan hava kirleticilerinin karbondioksit eşdeğeri (CO_{2e}) cinsinden miktarını, AD, bir proses tarafından tüketilen veya üretilen yakıt veya maddelere ilişkin veriyi, EF, belirli bir kirleticinin birim değeri (hacim, kütle, zaman, alan vb.) için ortalama emisyon miktarını temsil etmektedir.

Tekstil sektörü ile ilgili verilere ulaşmada örnek tesisle gerçekleştirilen görüşmeler değerlendirilmiştir. Varsayımlar yeterli kanıt olmadığı durumlarda veri edinmek için kullanılmıştır. Tüm veriler 2018 yılı için geçerlidir. Bu veriler kapsamında; yıl sonunda üretilen toplam üretilen ürün, elektrik kullanımı neticesinde ortaya çıkan, taşımacılıktan kaynaklanan, ham maddeden kaynaklanan, yakıt olarak kullanılan doğalgazdan kaynaklanan ve tesis içerisinde kullanılan motorinden kaynaklanan emisyon miktarı hesapları gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.1. Faaliyet verileri

Faaliyet Verisi	Birim	Miktar
Üretim (Toplam)	t/yıl	3.300
Elektrik tüketimi (Toplam)	kWh/yıl	5.500.000
Doğalgaz tüketimi (Toplam)	m ³ /yıl	1.339.000
Kömür tüketimi (Toplam)	t/yıl	8.178
Motorin (Toplam)	lt/yıl	12.000
Servis aracı (Toplam)	lt/yıl-dizel	24.400
Atık kamyonu (Toplam)	lt/yıl-dizel	18.400
Çalışan sayısı (Toplam)	kişi	~315
Tesis toplam alanı	m ²	~77.000

Çizelge 3.1' den de anlaşılacağı üzere belirlenen tüm faaliyet verileri hazır giyim ürünleri üreten orta büyüklükteki firmalar için geçerli yaklaşık değerlerdir ve yıllık üretimi 3.300 ton olan ve yaklaşık 315 kişinin çalıştığı tesisten temin edilmiştir. Araçlar doğrudan bir yılda tükettikleri yakıt ile temsil edilmiştir. Çalışma kapsamında tüm araçların dizel olduğu kabul edilmiştir. Değerlendirme için coğrafi olarak en ilgili ve güncel emisyon faktörleri kullanılmıştır. Emisyon

faktörleri “İngiltere Çalışma, Enerji ve Endüstriyel Strateji Bakanlığı’ndan temin edilmiştir (DBEIS, 2017). Çizelge 3.2’ de ilgili emisyon faktörleri verilmiştir.

Çizelge 3.2. Emisyon faktörleri

Faaliyet Verisi	Birim	Emisyon Faktörü (EF)
Kumaş (Pamuklu)	kg CO ₂ e/kg	5,34
İplik	kg CO ₂ e/ürün	0,3
Boya	kg CO ₂ e/kg	2,69
Elektrik tüketimi	kg CO ₂ e/kWh	0,6
Doğalgaz tüketimi	kg CO ₂ e/m ³	2,09
Motorin	kg CO ₂ e/ton	3,19
Personel aracı-dizel	kg CO ₂ e/km	0,17
Servis aracı-dizel	kg CO ₂ e/km	0,67
Atık kamyonu-dizel	kg CO ₂ e/km	1,07

Tez çalışmasında kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon sektöründe karbon ayak izi hesabı gerçekleştirilmiştir. 2017 yılı elektrik tüketimi emisyon faktörü Dulkadiroğlu (2018) çalışmasından alınmıştır. Personel aracı emisyon faktörü ortalama boyutta bir dizel araç kabul edilerek seçilmiştir. Servis aracı emisyon faktörü 7,5-17 ton aralığında bir dizel ağır vasıtanın ortalama %50 dolulukta düşünülerek seçilmiştir. Son olarak atık kamyonu emisyon faktörü 17 tondan daha ağır bir dizel ağır vasıtanın %100 dolulukta olduğu dikkate alınarak seçilmiştir. Buna göre değerler personel aracı, servis aracı ve atık kamyonu için sırasıyla 3,17887 kg, 0,67219 kg ve 1,07844 kg CO₂e/km olarak belirlenmiştir.

Atık gazlar farklı sera etkilerine sahiptir ve CO₂ etkisinin bir birim kabul edilmesi halinde her bir gazın 100 yıllık zaman diliminde atmosferde yarattığı etkiye küresel ısınma potansiyeli denir. CFP hesabında göz önünde bulundurulmuş iki önemli gaz CO₂, ve CH₄’dir. Bu gazların küresel ısınma potansiyelleri IPCC 5 Değerlendirme Raporuna (AR5) göre sırasıyla 1,28 ve 265’tir (IPCC, 2013). Çizelge 3.2’ den de anlaşılacağı üzere emisyon faktörleri bu çalışmada doğrudan kg CO₂e olarak verilmiştir, her gaz için ayrıca hesaplanmamıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Sera gazı hesaplama ve raporlamada tanımlanmış üç kapsam mevcuttur. “Kapsam 1” sahip olunan veya kontrol edilen proses ekipmanlarında kimyasal üretimden kaynaklanan emisyonlar ile fırınlarda ve araçlarda yanma sonucu oluşan emisyonları kapsamaktadır. “Kapsam 2” sera gazı emisyonları ise satın alınan ve kullanılan elektriğin üretiminden ortaya çıkmaktadır. “Kapsam 3”, şirket tarafından sahip olunmayan veya kontrol edilmeyen kaynaklardan ortaya çıkan tüm diğer dolaylı emisyonlar olarak kabul edilmektedir. Kapsamlarına göre direkt emisyonlar, enerji dolaylı emisyonlar ve diğer kaynaklı emisyonlara ait karbon ayak izi Çizelge 4.1 'de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Kapsamlarına göre karbon ayak izi kaynakları

Kapsamlar	Emisyon Kaynağı
Kapsam 1- Direkt Emisyonlar	Doğalgaz, Motorin
Kapsam 2- Enerji Dolaylı Emisyonlar	Elektrik
Kapsam 3- Diğer Kaynaklı Emisyonlar	Ham madde, Endüstriyel Atık, Taşımacılık

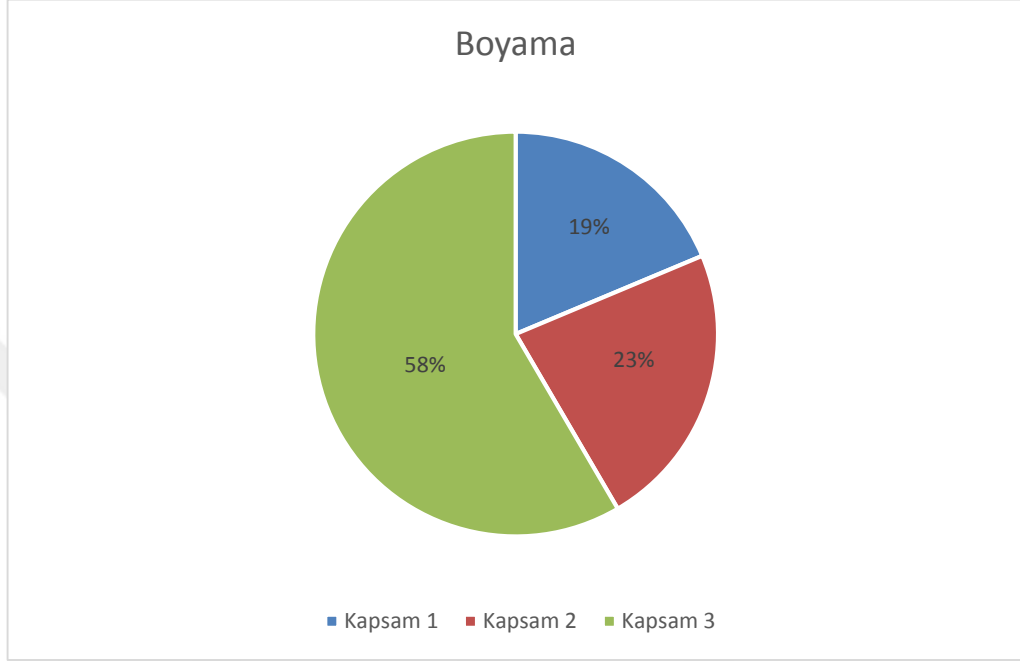
Karbon ayak izi hesabı faaliyet verileri ile emisyon faktörlerinin çarpılmasından elde edilmiştir, hesaplamada kullanılan eşitlik Denklem 1'de gösterilmektedir.

$$\text{Karbon Ayak izi} = \text{Faaliyet Verisi} \times \text{Emisyon Faktörü} \quad (1)$$

4.1. Kumaş Boyama Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi

Kumaş boyama aşamasında değerlendirilen sera gazı emisyonları %58 oranla Kapsam 3, %23 oranla Kapsam 2 ve %19 oranla Kapsam 1 olacak şekilde hesaplanmıştır. Kapsam 1 hesabında doğalgaz, kömür ve işletme içerisinde kullanılan motorin gibi yakıtlar hesaba dâhil edilmiştir. Kapsam 2 hesabında elektrik kaynaklı emisyonlar, Kapsam 3 hesabında ise üretim, servis aracı ve atık kamyonundan kaynaklanan emisyonlar hesaplanmıştır. Kapsam 1

hesabında doğalgaz kullanımı en yüksek oranda emisyon oluşumuna neden olmaktadır. Kapsam 3 hesabında ise en yüksek katkı üretimin kendisinden kaynaklanmaktadır. Kumaş boyama prosesinde kapsamlarına göre karbon ayak izinin yüzdesel dağılımı Şekil 4.1’de gösterilmektedir.



Şekil 1. Kumaş boyama prosesi karbon ayak izi yüzdesel dağılımı

Kumaş boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler Çizelge 4.2’de gösterilmektedir. Tier-1 metodolojisi kapsamında gerçekleştirilen hesaplamalarda Kapsam-1, Kapsam-2 ve Kapsam-3 hesaplamalarında kullanılan veriler dâhil edilmiştir. Elektrik tüketimi, doğalgaz tüketimi, kömür kullanımı, motorin kullanımı için kg-ürün başına tüketimleri hesaplanmıştır. Personel sayısı, tesisin toplam alanı ve ağaç sayısı Tier-1 hesabı kapsamında kullanılmamaktadır. Ancak tesis hakkında fikir vermesi açısından bilgi amaçlı verilmiştir. Yıllık üretim kapasitesi yaklaşık 2.700 t/yıl olan kumaş boyama ünitesinde yıl boyunca yaklaşık 4.750.000 kWh elektrik tüketimi gerçekleştirilmiştir. Aynı bölümde yıl boyunca yaklaşık 1.100.00 m³ doğalgaz, yaklaşık 6.600 ton kömür kullanılan kazanlardaki suyun ısıtılmasında ve tesis içinde gerekli olan enerjinin temininde kullanılmaktadır. Yaklaşık 55.000 ton motorin tüm personel araçlarında, servis araçlarında ve atık kamyonlarında kullanılmaktadır. Yıllık ortalamaları verilen tüm tüketim değerleri, üretim

faaliyetlerinde üretilen ürünlerin birim ürün cinsine dönüşümü gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 4.2. Kumaş boyama prosesi karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler

Faaliyet Verisi	Birim	Miktar
Üretim	t/yıl	≈2.700
Elektrik tüketimi	kWh/yıl	≈4.750.000.00
Doğalgaz tüketimi	m ³ /yıl	≈1.100.000
Kömür	ton/yıl	≈6.600
Motorin (Toplam)	lt/yıl	≈3.000
Servis aracı (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈6.100
Atık kamyonu (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈4.600

Çizelge 4,3'de kumaş boyama prosesine ait karbon ayak izi hesaplamalarına ait sonuçlar verilmektedir. Bir kg kumaşın boyanması için açığa çıkan emisyon faktörü 2,69 kgCO_{2e}, dolayısıyla boyalı kumaştan atmosfere salınan karbon ayak izi de 2,69 kgCO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Bir kg kumaşın boyanması için kullanılan elektrikten açığa çıkan karbon ayak izi değeri 1,06 kgCO_{2e} olarak tespit edilmiştir. Bir kg kumaşın boyanması için tüketilen doğalgaz kullanımı neticesinde açığa çıkan karbon ayak izi değeri 0,85 kgCO_{2e} ve bir kg kumaşın boyanması için kullanılan kömür miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi değeri ise 0,01 kgCO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon aşamalarında, motorinden, servis aracından ve atık kamyonundan açığa çıkan karbon ayak izi salınımları her bir ünite için eşit olarak paylaştırılmıştır. Motorin, servis aracı ve atık kamyonu karbon ayak izi değerleri dörde bölünerek her bir proses karbon ayak izi skoruna eklenmiştir. Motorin, servis aracı ve atık kamyonu karbon ayak izi değerleri diğer ünitelerde de aynı olduğundan tekrar yorumlanmamıştır. En yüksek CO₂emisyonu kumaş boyama ünitesinde kullanılan boyadan kaynaklanmaktadır. Sadece boyadan kaynaklanan karbon ayak izi miktarı, tüm boyama prosesinde açığa çıkan karbon ayak izi miktarının %58'ine tekabül etmektedir. Sırasıyla karbon ayak izi oluşumuna katkı sağlayan emisyon kaynakları ise sırasıyla elektrik tüketimi> doğalgaz tüketimi> kömür tüketimi>motorin tüketimi>atık kamyonu>servis

aracı olarak sıralanmaktadır. Çalışma sonucuna göre 1 kg kumaş boyama sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarı 4,61 kg CO₂e olarak hesaplanmıştır.

Örnek aldığımız firmanın asıl çalışma alanı kumaş boyamadır. Birçok müşteriye hazır kumaş boyandıktan sonra ürün olarak firmadan çıkışı sağlanmaktadır. Bölüm bazında çalışma yapılmasının sebebi ülkemizde çok fazla nihai ürünü boyanmış kumaş olan firmaya örnek sağlamasıdır.

Çizelge 4.3. Kumaş boyama prosesi karbon ayak izi hesabı sonuçları

Faaliyet	Karbon Ayak izi Miktarı (kg CO₂e/kg ürün)
Üretim	2,69
Elektrik tüketimi	1,06
Doğalgaz tüketimi	0,85
Kömür	0,01
Motorin	0,003
Servis aracı	0,002
Atık kamyonu	0,002
TOPLAM	4,61

4.2. İplik Boyama Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi

İplik boyama aşamasında değerlendirilen sera gazı emisyonları %43 oranla Kapsam 2, %41 oranla Kapsam 1 ve %16 oranla Kapsam 3 olacak şekilde hesaplanmıştır. Kapsam 1 hesabında doğalgaz kullanımı en yüksek oranda emisyon oluşumuna neden olmaktadır. Kapsam 3 hesabında ise en yüksek katkı üretimden kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. İplik boyama prosesikarbon ayak izi yüzdesel dağılımı

İplik boyama prosesinde yıllık iplik boyama miktarı 163 tondur. Yıl boyunca iplik boyama için kullanılan elektrik tüketimi yaklaşık olarak 260.000 kWh, yaklaşık doğalgaz tüketimi 66.000 m³, kullanılan kömür miktarı ise yaklaşık olarak 397 tondur. İplik boyama bölümünde çalışan kişi sayısı 6'dır. İplik boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler Çizelge 4.4'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.4. İplik boyama prosesi karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler

Faaliyet Verisi	Birim	Miktar
Üretim	t/yıl	≈163
Elektrik tüketimi	kWh/yıl	≈260.000
Doğalgaz tüketimi	m ³ /yıl	≈66.000
Kömür	ton/yıl	≈397
Motorin (Toplam)	lt/yıl	≈3.000
Servis aracı (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈6.100
Atık kamyonu (Toplam)	km/yıl-dizel	≈4.600

Çizelge 4.5'de iplik boyama prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları verilmektedir. Boyalı ipliğe ait emisyon faktörü 0,30 kg CO_{2e}, dolayısıyla kg başına boyalı iplik için hesaplanan karbon ayak izimikarı da 0,30 kg CO_{2e}'dir. Bir kg boyalı iplik üretimi için tüketilen birim elektrik yükünün atmosfere saldığı karbon ayak izi miktarı 0,96 kg CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Bir kg boyalı

İplik için tüketilen doğalgaz miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi 0,85 kg CO₂e, bir kg boyalı iplik üretimi için kullanılan kömür miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi miktarı ise 0,01 kg CO₂e olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucuna göre 1 kg iplik boyama sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarı 2,22 kg CO₂e olarak tespit edilmiştir.

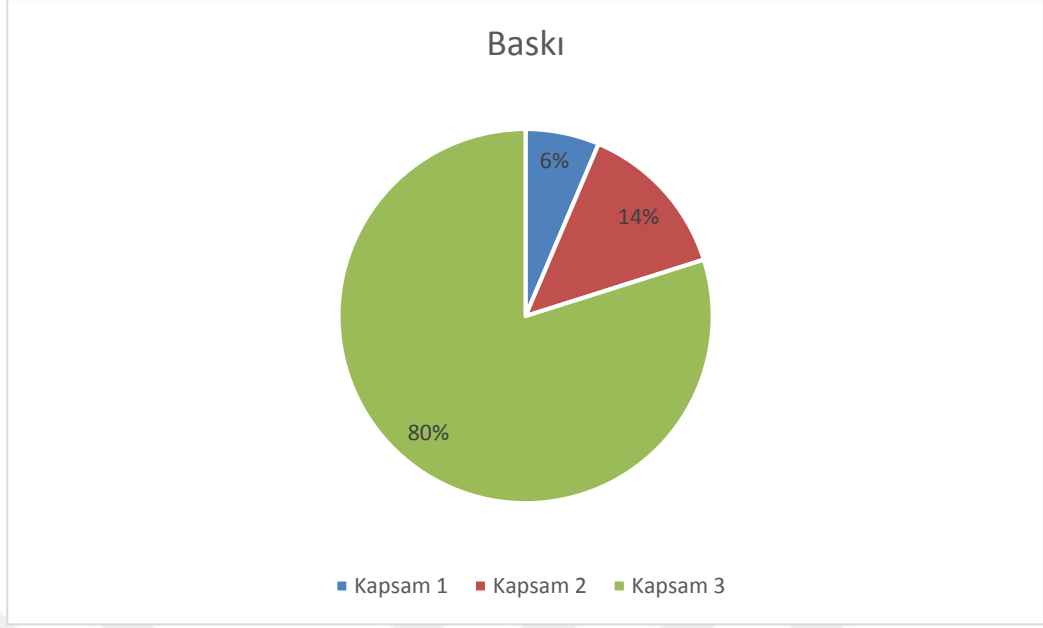
Ülkemizde sadece iplik boyahane olarak çalışan firma sayısı oldukça fazladır. Ayrıca örnek olarak aldığımız firmada da müşterinin isteği doğrultusunda sadece ipliğin boyanarak müşteriye ulaştırılması söz konusudur. Bu sebeple nihai ürün olarak iplik alınmıştır.

Çizelge 4.5. İplik boyama prosesi karbon ayak izi hesabı sonuçları

Faaliyet	Karbon Ayak izi Miktarı (kg CO₂e/kg ürün)
Üretim	0,30
Elektrik tüketimi	0,96
Doğalgaz tüketimi	0,85
Kömür	0,01
Motorin	0,06
Servis aracı	0,03
Atık kamyonu	0,03
TOPLAM	2,22

4.3. Baskı Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi

Baskı aşamasında değerlendirilen sera gazı emisyonları %80 oranla Kapsam 3, %6 oranla Kapsam 1 ve %14 oranla Kapsam 2 olacak şekilde hesaplanmıştır. Kapsam 1 hesabında doğalgaz kullanımı en yüksek oranda emisyon oluşumuna neden olmaktadır. Kapsam 3 hesabında ise en yüksek katkı üretimin kendisinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 3. Baskı prosesi karbon ayak izinin yüzdesel dağılımı

Baskı prosesi yıllık baskılı kumaş miktarı yaklaşık olarak 295 tondur. Yıl boyunca iplik boyama için kullanılan elektrik tüketimi yaklaşık olarak 230.000 kWh, yaklaşık doğalgaz tüketimi 12.000 m³, kullanılan kömür miktarı ise yaklaşık olarak 720 tondur. Baskı prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler Çizelge 4.6'da gösterilmektedir.

Çizelge 4.6. Baskı prosesi karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler

Faaliyet Verisi	Birim	Miktar
Üretim	t/yıl	≈295
Elektrik tüketimi	kWh/yıl	≈230.000
Doğalgaz tüketimi	m ³ /yıl	≈12.000
Kömür	ton/yıl	≈720
Motorin (Toplam)	lt/yıl	≈3.000
Servis aracı (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈6.100
Atık kamyonu (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈4.600

Çizelge 4.7'de baskılı kumaş prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları verilmektedir. Boyalı kumaşa ait emisyon faktörü 2,69 kg CO₂e, dolayısıyla kg başına boyalı iplik için hesaplanan karbon ayak izimikarı da 2,69 kg CO₂e'dir. Bir kg boyalı baskılı kumaş için tüketilen birim elektrik yükünün atmosfere

saldığı karbon ayak izi miktarı 0,47 kg CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Bir kg baskılı kumaş için tüketilen doğalgaz miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi 0,09 kgCO_{2e} ve bir kg baskılı kumaş üretimi için kullanılan kömür miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi miktarı ise 0,01 kg CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucuna göre 1 kg baskılı kumaş üretimi sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarı 3,31 kg CO_{2e} olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.7. Baskı prosesi karbon ayak izi hesabı sonuçları

Faaliyet	Karbon Ayak izi Miktarı (kg CO_{2e}/kg ürün)
Üretim	2,69
Elektrik tüketimi	0,47
Doğalgaz tüketimi	0,09
Kömür	0,01
Motorin	0,03
Servis aracı	0,01
Atık kamyonu	0,02
TOPLAM	3,31

Tekstil sektöründe yapılan araştırmalarda genellikle çalışmalar nihai ürün (tişört) başına karbon ayak izinin hesaplaması şeklindedir. Bu sebeple sonuç karşılaştırma yapılamamıştır. Fakat ülkemizde sadece kumaş baskı faaliyeti yapan firmalar bulunduğu için baskı bölümünde yapılan işlem sonrası baskılı ürünü nihai ürün kabul edilerek, bölüm bazlı çalışma yapılmıştır.

4.4. Konfeksiyon Faaliyeti Kaynaklı Karbon Ayak İzi

Konfeksiyon aşamasında değerlendirilen sera gazı emisyonları %73 oranla Kapsam 3, %14 oranla Kapsam 1 ve %13 oranla Kapsam 2 olacak şekilde hesaplanmıştır. Kapsam 1 hesabında doğalgaz kullanımı en yüksek oranda emisyon oluşumuna neden olmaktadır. Kapsam 3 hesabında ise en yüksek katkı üretimin kendisinden kaynaklanmaktadır.



Şekil 4. Konfeksiyon prosesi karbon ayak izinin yüzdesel dağılımı

Konfeksiyon prosesinde yıllık üretilen ürün miktarı yaklaşık olarak 186 tondur. Yıl boyunca konfeksiyon için kullanılan elektrik tüketimi yaklaşık olarak 290.000 kWh, yaklaşık doğalgaz tüketimi 77.000 m³, kullanılan kömür miktarı ise yaklaşık olarak 461 tondur. İplik boyama bölümünde çalışan kişi sayısı 158'dir. Konfeksiyon prosesine ait karbon ayak izi hesabında kullanılan veriler Çizelge 4.8'de gösterilmektedir.

Çizelge 4.8. Konfeksiyon prosesikarbon ayak izi hesabında kullanılan veriler

Faaliyet Verisi	Birim	Miktar
Üretim	t/yıl	≈186
Elektrik tüketimi	kWh/yıl	≈290.000
Doğalgaz tüketimi	m ³ /yıl	≈77.000
Kömür	ton/yıl	≈461
Motorin (Toplam)	lt/yıl	≈3.000
Servis aracı (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈6.100
Atık kamyonu (Toplam)	lt/yıl-dizel	≈4.600

Çizelge 4.9'da konfeksiyon prosesine ait karbon ayak izi hesabı sonuçları verilmektedir. Konfeksiyon kumaş üretimine ait emisyon faktörü 5,34 kg CO_{2e}, dolayısıyla kg başına konfeksiyon kumaş için hesaplanan karbon ayak izimikarı da 5,34 kg CO_{2e}'dir. Bir kg konfeksiyon kumaş için tüketilen birim elektrik

yükünün atmosfere saldığı karbon ayak izi miktarı 0,94 kg CO_{2e}, doğalgaz miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi 0,87 kg CO_{2e}, kullanılan kömür miktarının atmosfere saldığı karbon ayak izi miktarı ise 0,01 kg CO_{2e} olarak hesaplanmıştır. Çalışma sonucuna göre 1 kg konfeksiyon kumaş üretimi sonucu atmosfere salınan CO₂ miktarı 7,25 kg CO_{2e} olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Konfeksiyon prosesi karbon ayak izi hesabı sonuçları

Faaliyet	Karbon Ayak izi Miktarı (kg CO_{2e}/kg ürün)
Üretim	5,34
Elektrik tüketimi	0,94
Doğalgaz tüketimi	0,87
Kömür	0,01
Motorin	0,05
Servis aracı	0,02
Atık kamyonu	0,03
TOPLAM	7,25

Polyesterden yapılan bir tişört için karbon ayak izi değeri 7,1 kg-CO_{2e}/tişört olarak hesaplanmıştır (Kirchain vd., 2015). Yün kumaşlar ve pamuk kumaşlar için ortalama endüstriyel CF'nin sırasıyla 13,81 CO_{2e}/kg ve 5,34 kgCO_{2e}/kg olduğu çalışma sonuçlarından görölmektedir (Yan vd., 2016).

Yaptığımız çalışmada özellikle ölkemizde çok fazla veriye ulaşılamamaktadır. Dünyada yapılan çalışmalarla karşılaştırdığımızda ise çalışmamızda çıkan sonuçlar örtüşmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada kumaş boyama, iplik boyama, baskı ve konfeksiyon üzerine faaliyet gösteren bir tekstil işletmesinde karbon ayak izi hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Çalışma kapsamında Tier-1 metoduna göre yapılan hesaplamalarda Kapsam-1 (Doğrudan Emisyon), Kapsam-2 (Enerji Dolaylı Emisyonlar) ve Kapsam-3 (Diğer Kaynaklı Emisyonlar) hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Kapsam-1 hesabında doğalgaz ve motorin gibi fosil yakıt kaynaklı yakıtlardan açığa çıkan emisyonlar, Kapsam-2 hesabında elektrik kullanımından açığa çıkan emisyonlar ve Kapsam-3 hesabında ise hammadde, endüstriyel atık ve taşımacılıktan ileri gelen emisyonlar her bir ünite için hesaplanmıştır.

Kumaş boyama ünitesinde açığa çıkan karbon ayak izinin %58'i Kapsam-3 emisyonlarından, %23'ü Kapsam-2 emisyonlarından ve %19'u ise Kapsam-1 emisyonlarından açığa çıkmaktadır. Kumaş boyama ünitesinden atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 1 kg kumaş için 4,61 kg CO₂e/kg ürün'dür.

İplik boyama ünitesinde açığa çıkan karbon ayak izinin %43'ü Kapsam-2 emisyonlarından, %41'i Kapsam-1 emisyonlarından ve %16'sı ise Kapsam-3 emisyonlarından açığa çıkmaktadır. İplik boyama ünitesinden atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 1 kg kumaş için 2,22kg CO₂e/kg ürün'dür.

Baskı ünitesinde açığa çıkan karbon ayak izinin %80'i Kapsam-3 emisyonlarından, %14'ü Kapsam-2 emisyonlarından ve %6'sı ise Kapsam-1 emisyonlarından açığa çıkmaktadır. Baskı ünitesinden atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 1 kg kumaş için 3,31 kgCO₂e/kgürün'dür.

Konfeksiyon ünitesinde açığa çıkan karbon ayak izinin %73'ü Kapsam-3 emisyonlarından, %14'ü Kapsam-1 emisyonlarından ve %13'ü ise Kapsam-2 emisyonlarından açığa çıkmaktadır. Baskı ünitesinden atmosfere salınan karbon ayak izi miktarı 1 kg kumaş için 7,25 kgCO₂e/kgürün'dür.

Yapılan çalışmada bir fabrikanın karbon salınımını sayısal bir değere dönüştürerek, değerlendirilebilir ölçüm elde edilmeye çalışılmıştır. Ülkemizin özellikle Kyoto Protokolü'nü imzalamasından sonra işletmelerin karbon ayak izi sonuçlarını hesaplaması önümüzdeki süreçte kaçınılmaz olacaktır. Bu çalışma ile özellikle tekstil sektöründe çok kısıtlı olan veriler için bir örnek oluşturmak ve firmaların karbon salınımını azaltmak için alabileceği önlemlerin ortaya konulması amaçlanmıştır. Yapılan çalışma her işletmenin kendi karbon ayak izi hesabını yaparak kendisini değerlendirmesi ve çevresel önlemlerin alınması halinde hem ekonomik kazanç hem de iklim değişikliğini ne kadar azaltabileceğini görmesi açısından önemlidir.

Tez konusunda incelenen işletmenin alabileceği önlemler tezin sonucu olarak aşağıda belirtilmiştir;

- Giyim süresi dolan kumaşlar tekrar hammadde olarak kullanılmalıdır.
- Renkli ve baskılı kumaşlar yerine tek renk ve baskısız giyim özendirilmelidir.
- Fabrikalarda kullanılan makineler, her sene revize edilmeli ve birkaç senelik periyotlar ile yenilenmelidir.
- Kömür yerine doğalgaz kullanımına geçilmelidir.
- Yenilenebilir enerji kaynakları fabrika arazisi içerisinde değerlendirilebilir.
- Sıcak su tankları ve boya makineleri yalıtılmalıdır.
- Enerji tasarruflu aydınlatmalar kullanılmalıdır.

KAYNAKLAR

- Ankara Üniversitesi, 2019. Hava Kirliliği ve Atmosfer. Erişim: 10.05.2019.
https://acikders.ankara.edu.tr/pluginfile.php/26093/mod_resource/content/1/CevreKirliligi_Bolum_3.pdf.
- Bevilacqua, M., Ciarapica, F.E., Giacchetta, G., 2011. A Carbon Footprint Analysis in The Textile Supply Chain, *International Journal of Sustainable Energy*, 4, 1, 24–36.
- Boğaziçi Üniversitesi, 2019. Sera etkisi. Erişim: 10.05.2019
https://climatechange.boun.edu.tr/?page_id=1527.
- British Petrol, 2007. What is A Carbon Footprint. Erişim Tarihi: 04.05.2019
http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/STAGING/global_assets/downloads/A/ABP_ADV_what_on_earth_is_a_carbon_footprint.pdf
- Burnham, A., Wang, M., Wu, Y., 2006. Development an A Definition of 'CarbonFootprints' Applications of GREET 2.7—theTransportationVehicle-cycle Model.
- Carbon Trust, 2007. Carbon Footprint Measurement Methodology, Version1.1. The Carbon Trust, London, UK. Erişim Tarihi: 06.04.2019.
<http://www.carbontrust.co.uk>.
- China National Textile and Apparel Council, 2010. The Outline of Textile Industry Scientific and Technological Progress of Twelfthfive Plan; China National Textile and Apparel Council, Outline of textile construction.
- Connor, A., Lillywhite, R., Cooke, M.W., 2011. The Carbon Footprints of Home and İn-centermaintenance dialysisin The United Kingdom. *Hemodial International*, 15 (1), 39–51.
- Dhayanewaran, Y., Ashokkumar, L., 2013. A Study on Energy Conservation in Textile Industry. *Journal of The Instituion Engineers (India) Serious B*, 94(1), 53–60. DOI:10.1007/s40031- 013-0040-5.
- Dışişleri Bakanlığı, 2019. Kyoto Protokolü. Erişim Tarihi: 03.04.2019.
www.mfa.gov.tr/kyoto-protokolu.tr.mfa
- Dulkadiroğlu, H., 2018. Türkiye’de Elektrik Üretiminin Sera Gazı Emisyonları Açısından İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi, Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7, 1, 67-74.
- Eckel, A., 2007. The Reality of Carbon Neutrality, London. *Energetics*, 21,2, 35-36. Erişim Tarihi:06.04.2019.
www.energetics.com.au/file?node_id=21228

- ETAP, 2007. The Carbon Trust Helps UK Businesses Reduce their Environmental Impact Press Release. Erişim Tarihi: 02.02.2019 http://ec.europa.eu/environment/etap/pdfs/jan07_carbon_trust_initiative.pdf
- Giurco, D., Petrie, J.G., 2007. Strategies for Reducing The Carbon Footprint of Copper: Newtechnologies, More Recycling or Demand Management. *Mineral Engineering*, 20, 842–853.
- Global Footprint Network (GFN), 2007. Ecological Footprint Glossary. Global Footprint Network, Oakland, CA, USA.
- Greenpeace, 1998. Guide to The Kyoto Protocol. Erişim Tarihi: 03.05.2019. www.greenpeace.org/archiveinternational/en/multimedia/photos/migrating-caribou.
- Grubb, E., 2007. Meeting The Carbon Challenge: The Role of Commercial Real Estate Owners, Users&Managers, Chicago.
- Hammond, G., 2007. Time to Give Due Weight to The 'Carbon Footprint' Issue. *Nature* 445, 7125, 256. Erişim Tarihi: 02.01.2019. <http://dx.doi.org/10.1038/445256b>.
- Hasanbeigi, A., Hasanabadi, A., Abdorrazaghi, M., 2012. Comparison Analysis of Energy Intensity for Five Major Sub-sectors of The Textile Industry in Iran. *Journal of Cleaner Production*, 23, 186-194.
- IPCC, 2006. Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Chapter 10: Emissions from Live Stock and Manure Management. Retrieved from http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_10_Ch10_Livestock.pdf.
- IPCC, 2007. Revised 2007 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Reference Manual Inter Governmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC, 2013. Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. *Climate Change: The Physical Science Basis*. Erişim Tarihi: 01.04.2019 https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg1/WG1AR5Chapter08_FINAL.pdf.
- Kenny, T., Gray, N.F., 2009. Comparative Performance of Six Carbon Footprint Models for Use In Ireland, *Environment Impact Assessment Rev.* 29, 1–6.
- Kirchain, R., Olivetti, E., Miller, T.R., Greene, S., 2015. Sustainable Apparel Materials An Overview of What We Know and What Could be Done About Them Part of Four Major Apparel Materials: Cotton, Polyester, Leather, & Rubber”, *Materials Systems Laboratory Massachusetts Institute of Technology Cambridge, MA*, 7 October 2015.

- Lenzen, M., 2006. Uncertainty in Impact and Externality Assessments- Implications for Decision- Making. *The International Journal of Life*, 13.
- Liu, Q., Zhuang, X., Jia, K. 2007. Analysis of Energy and Carbon Emissions Contained of Export Trade in China, Carbon Trust, Carbon Footprinting: An Introduction for Organizations, *Ind. Econ.*, 8,46-55.
- Loser, J.D., Treede, R.D., 2008. The Kyoto Protocol of IASP Basic Pain Terminology. *The Journal of the International Association for the Study of Pain.*, 137, 3, 473-477.
- Lowe, J., 1981. Energy Usage and Potential Savings in The Woollen Industry. Wool Industry Research Association. Leeds, UK.
- Marilyn, A., Brown, F.S., Sarzynski, A., 2009. The Geography of Metropolitan Carbon Footprints. *The Journal of Policy Social*, 27, 285-304.
- McDougall, F., White, P., Franke, M., Hindle, P., 2001. Integrated Solid Waste Management: a Life Cycle Inventory. 2nd Edition. Blackwell Science Ltd., USA.
- Ogilvie, S.M., 1992. A Review of the Environmental Impact of Recycling. Report LR 911 (MR) Warren Spring Laboratories, Stevenage, UK.
- O'neill, B.C., Oppenheimer, M., 2002. Dangerous Climate Impacts and The Kyoto Protocol *Science*, 296, 5575, 1971-1972.
- PAS 2050, 2007. Carbon Footprint Measurement Methodology, Version 1.1.27, 2, Carbon Trust, London, UK.
- PAS 2050, 2008. Specification for the Assessment of The Life Cycle Greenhouse Gas Emissions of Goods and Services, London, UK.
- Patel, J.,2006. Green Sky Thinking. *Environment Business*, 122, 32.
- POSTnote (POST), 2006. Carbon Footprint of Electricity Generation. POSTnote 268, October 2006. Parliamentary Office of Science and Technology, London, UK. Erişim Tarihi: 02.02.2019. http://www.parliament.uk/documents/upload/postp_n268.pdf.
- Steinfeld, H., Wassenaar, T., 2007. The Role of Live Stock Production in Carbon and Nitrogen Cycles. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 1, 271-294. Doi:10.1146/annurev. energy.32.041806.143508.
- Weidman, T., Minx, J.A., 2007. Definition of Carbon Footprint, SA. Research Consulting . 1, 1-9.

Wackernagel, M., Rees, W., 1996. Urban Ecological Footprints Why Cities Cannot be Sustainable and Why They are a Key to Sustainability. *Environmental Impact Assessment Review*, 16, 4, 223-248.

Woolridge, A.C., Ward, G.D, Phillips, P.S., Collins, M., Gandy, S., 2006. Life Cycle Assessment for Reuse/Recycling of Donated Waste Textiles Compared to Use of Virgin Material: An UK Energy Saving Perspective *Resources Conservation and Recycling*, 46, 94-103.

Qiao, Y., 2006. The Analysis and Evaluation of Traditional Residential Energy Consumption Based on Life Cycle Assessment, Xi'an University of Architecture and Technology.

Yan, Y., Wang, C., Ding, D., Zhang, Y., Wu, G., Wang, L., Liu, X., Du, C., Zhang, Y., Zhao C., 2016. Industrial Carbon Footprint of Several Typical Chinese Textile Fabrics. *Acta Ecologica Sinica*, 36, 119-125.



EKLER

Ek A. Tesise ait fotoğraflar



Şekil A. 1. Makineler



Şekil A. 2. Makineler



Şekil A. 3. Makineler



Şekil A. 4. Makineler



Şekil A. 5. Ham kumaş depo bölümü



Şekil A. 6. Boyahane bölümü



Şekil A. 7. Apre bölümü



Şekil A. 8. İplik aktarma bölümü



Şekil A. 9. İplik - Elyaf boyama bölümü



Şekil A. 10. Baskı bölümü



Şekil A. 11. Kömür kazanı

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı :Necdet Ayberk DOĞAN
Doğum Yeri ve Yılı : Babaeski, 1990
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : necdetayberkdogan@gmail.com



Eğitim Durumu

Lise : Çorlu Lisesi (YDAL), 2008
Lisans : SDÜ, Çevre Mühendisliği, 2015

Mesleki Deneyim

Akkanat Holding 2015-Halen

Yayınlar

Dogan, N.B.,Coskun, S., 2018. Türkiye’de Entegre Çevre Denetimi: Tekstil Fabrikası Örneği. V. Ulusal Çevre Kongresi, s.14, 29 Ekim-01 Kasım 2018 Afyonkarahisar/Türkiye.