

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI İÇERİSİNDE SU AYAK
İZİ : TEKSTİL SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Fırat ALPER

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

OCAK 2015

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI İÇERİSİNDE SU AYAK
İZİ : TEKSTİL SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Fırat ALPER
501121715**

Çevre Mühendisliği Anabilim Dalı

Çevre Bilimleri ve Mühendisliği Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İsmail TORÖZ

OCAK 2015

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 501121715 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi **Fırat ALPER**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI İÇERİSİNDE SU AYAK İZİ : TEKSTİL SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İsmail TORÖZ**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Cumali KINACI**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Neşe TÜFEKÇİ
İstanbul Üniversitesi

Teslim Tarihi : **13 Aralık 2014**
Savunma Tarihi : **19 Ocak 2015**

Bu çalışmayı aileme ve kardeşime ithaf ediyorum.

ÖNSÖZ

Çalışmam boyunca danışmanlığımı üstlenen, bilgi ve tecrübelerini benimle paylaşan, tez yazım kuralları ve bilimsel araştırma yöntemleri ile ilgili yardımlarını esirgemeyen, her zaman değerli vaktini bana ayıran, kendisini tanımaktan ve beraber çalışmaktan büyük haz aldığım danışman hocam Prof. Dr. İsmail TORÖZ'e,

Tezin ön hazırlık aşamasında beni yönlendiren ve tezin ortaya çıkmasında büyük desteği ve emeği olan Su Yönetimi Genel Müdürü Sayın Prof. Dr. Cumalı KINACI'ya,

Desteklerini ve bilgi birikimini her zaman paylaşan WWF-Türkiye'ye (Doğal Yaşamı Koruma Derneği) ve her zaman destek olan gerekli dökümanları paylaşan, elinden gelenin fazlasını yapan Ayça AKSOY'a,

Beni bugünlere gelmemde her zaman desteği ve emeği olan annem Aymer ALPER'e, babam Fuat ALPER'e, kardeşim Ayça ALPER'e,

Şimdiye kadar ders aldığım öğretim üyelerine ve yetişmemde emeği geçen herkese, destek ve ilgilerinden dolayı en kalbi duygularıyla teşekkür ederim.

Ocak 2015

Fırat ALPER
Çevre Mühendisi

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ.....	vii
İÇİNDEKİLER	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi	3
1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı	4
2. PAMUK ÜRETİMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE SU KULLANIMI	5
2.1 Pamuk.....	5
2.1.1 İklim isteği	6
2.1.2 Güneş ışığı.....	6
2.1.3 Yağış	6
2.1.4 Rüzgar	7
2.1.5 Toprak isteği	7
2.1.6 Toprak asitliği (pH).....	7
2.1.7 Tuzluluk	7
2.1.8 Organik madde	8
2.2 Pamuk Verileri	8
2.2.1 Giriş.....	8
2.2.2 Pamuk üretim ve tüketimi	9
2.2.2.1 Dünya pamuk ekim alanları	9
2.2.2.2 Dünya pamuk verimleri	10
2.2.2.3 Dünya pamuk üretimi.....	10
2.2.2.4 Türkiye pamuk üretimi ve tüketimi.....	11
2.3 ‘Tekstil’, ‘Hazır Giyim ve Konfeksiyon’ Sektörüne Genel Bakış	13
2.3.1 Tekstil ve hazır giyimde Türkiye’nin avantajları.....	16
2.4 Tekstil Prosesi	16
2.4.1 Lif pamuk üretimi (çırçırılama) prosesi	17
2.4.2 Tekstilde terbiye işlemleri.....	19
2.4.2.1 Ön terbiye işlemleri (Kasar).....	19
2.4.2.2 Renklendirme	21
2.4.2.3 Bitim işlemleri.....	22
2.4.3 Türkiye’de sanayide su kullanımı ve tekstil sektörünün yeri	22
3. SU AYAK İZİ	27
3.1 Su Ayak İzi Tarihçesi ve Tanımı	27
3.2 Su Ayak İzi Ağı (Water Footprint Network)	32
3.3 Türkiye’nin Su Ayak İzi.....	33
3.4 Pamuk Üretiminin Su Ayak İzi	36
3.5 Pamuk Üretimi ve Tekstil Sektöründe Su Kullanımı Azaltım Yolları.....	38

3.5.1 İyi Pamuk Üretimi (Better Cotton Initiative)	38
3.5.1.1 İyi pamuk (Better Cotton)-standart sistemi	39
3.5.1.2 İyi pamuk uygulamaları derneği (IPUD)	40
3.5.1.3 İyi pamuğ'un (Better Cotton) üreticiye katkısı	41
3.5.1.4 Türkiye'nin 2013 yılı iyi pamuk (Better Cotton) üretimi sonuçları..	41
3.5.2 Tekstil'de su ve enerji yönetimi	43
3.5.2.1 Tekstil işlemlerinde su tüketim optimizasyonu.....	44
3.5.2.2 Su ve enerji yönetimi.....	45
3.6 Örnek Tekstil Tesisi Uygulamaları	46
3.6.1 İspanya'da denim pantolon imalatında su ayak izi	46
3.6.2 Özel tekstil.....	49
3.6.3 Emre tekstil	51
4. HESAPLAMALAR, TARTIŞMA ve SONUÇLAR	55
4.1 Cropwat Programı Yardımıyla Pamuk İçin Su Ayak İzi Hesaplaması	55
4.2 Tartışma ve sonuç	61
KAYNAKLAR.....	63
EKLER.....	65
ÖZGEÇMİŞ.....	69

KISALTMALAR

BAT	: Best Available Technology
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
GDO	: Genetiği Değiştirilmiş Organizmalar
ICAC	: International Cotton Advisory Committee
TÜİK	: Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	: Food and Agriculture Organization
AB	: Avrupa Birliği
IPPC	: Integrated Pollution Prevention and Control
WFN	: Water Footprint Network
İSO	: İstanbul Sanayi Odası
GSYH	: Gayrisafi Yurt İçi Hasıla
BCI	: Better Cotton Initiative
İPUD	: İyi Pamuk Uygulamaları Derneği
KOİ	: Kimyasal Oksijen İhtiyacı
UNIDO	: United Nations Industrial Development Organization
TTGV	: Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı
ODTÜ	: Orta Doğu Teknik Üniversitesi

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2. 1: Dünya Pamuk Ekim Alanları (Bin Ha).	9
Çizelge 2. 2 : Dünya lif pamuk verimleri (Kg/Ha).	10
Çizelge 2. 3 : Dünya lif pamuk üretimi (1.000 Ton).	10
Çizelge 2. 4 : Bölgeler itibariyle Türkiye pamuk ekim alanları (Bin Ha).	11
Çizelge 2. 5 :Bölgeler itibariyle Türkiye lif pamuk üretimi (Bin Ton).	12
Çizelge 2. 6 :Türkiye üretim ve tüketimi (1000 Ton/lif).	12
Çizelge 2. 7 : Dünya’da en çok tekstil ihracatı ve ithalatı yapan ilk 10 ülke.	15
Çizelge 2. 8 :Sanayi gruplarına göre su temin kaynakları ve miktarları (x10.000 m ³ /yıl).	23
Çizelge 2. 9 :Temin edilen su miktarlarının yüzdesi (x10.000 m ³ /yıllık).	23
Çizelge 2. 10 : Sanayi grubu ve kullanım durumuna göre tüketilen su miktarı (x10.000 m ³ /yıl).	24
Çizelge 2. 11 : Sanayi’de tüketilen su miktarlarının yüzdesi.	24
Çizelge 3. 1 : Çeşitli yiyeceklerin su ayak izleri.	31
Çizelge 3. 2 : Su ayak izi ağı hakkında iyi ve kötüler.	32
Çizelge 3. 3 : Türkiye’nin su potansiyeli.	33
Çizelge 3. 4 : Ülkelerin pamuk su ayak izleri.	36
Çizelge 3. 5 : Kumaş pantolon su ayak izi.	48
Çizelge 3. 6 : Liyosel pantolon su ayak izi.	48
Çizelge 4. 1 : Şanlıurfa ili için meteorolojik veriler.	57
Çizelge 4. 2 : Şanlıurfa ili için yağış verileri.	57
Çizelge 4. 3 : Bitki katsayıları ve gelişim süreleri.	58
Çizelge 4. 4 : Şanlıurfa ili için Cropwat ile elde edilen sonuçlar.	59
Çizelge 4. 5 : Şanlıurfa ili teorik mavi ve yeşil su ayak izi hesaplama sonuçları.	60
Çizelge 4. 6 : Şehirlerin mavi ve yeşil su ayak izleri.	60

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2. 1 : Toplanmaya Hazır Pamuk Kozası	5
Şekil 2. 2: Pamuk ekimi ve yetiştirme süreci.	6
Şekil 2. 3 : Türkiye’deki pamuk ekili alan ve verim.	11
Şekil 2. 4 :Türkiye’ye pamuk ihraç eden başlıca ülkeler	12
Şekil 2. 5 : Tekstil ve giysi ihracatı (TUIK).	13
Şekil 2. 6: Tekstil ve hazır giyim sektörü.	14
Şekil 2. 7: Genel tekstil proses şeması.	16
Şekil 2. 8: Toplu çırçır (rollergin) makinesi.	17
Şekil 2. 9: Testereli çırçır (Sawgin).	18
Şekil 2. 10: Lif pamuk üretim prosesinde üretilen yan ürünlerin kullanım alanları. .	18
Şekil 2. 11: Ön terbiye işlemleri.	19
Şekil 2. 12 :Yakma öncesi ve yakma sonrası kumaş yüzeyi.	20
Şekil 2. 13 :Merserizasyon işlemi öncesi ve sonrası.	21
Şekil 2. 14 :Boyama ve baskı türleri.....	22
Şekil 2.15 : Bir T-Shirt için harcanan su miktarı.....	25
Şekil 3. 1: Su Ayak İzi	27
Şekil 3. 2 : Aral Denizi.	28
Şekil 3. 3: Mavi Su Örnekleri.	29
Şekil 3. 4: Yeşil Su Örnekleri.	29
Şekil 3. 5 : Gri Su Örnekleri.	30
Şekil 3. 6 : Genel Tanımlar.....	30
Şekil 3. 7 : Ürünlerin su ayak izleri.	30
Şekil 3. 8 : Bir bardak kahvenin su ayak izi	31
Şekil 3. 9 : Su ayak izi ağı, pamuğun mavi su ayak izi görünümü (WFN).	32
Şekil 3. 10 : Tarımda sulamanın önemi.	34
Şekil 3. 11 : Ülkelere göre kişi başına düşen tüketimin su ayak izi (WFN).	34
Şekil 3. 12 : Kişi başına düşen su ayak izi.....	35
Şekil 3. 13 : Kişi başına düşen su tüketimi.....	35
Şekil 3. 14 : Pamuğun su ayak izi (TUIK, WFN, CROPWAT).	37
Şekil 3. 15 : Sürdürülebilirliğin temel öğeleri.	39
Şekil 3. 16 : İyi pamuk (Better Cotton) asgari üretim ilkeleri.	40
Şekil 3. 17 : Türkiye’de pilot bölgeler ve ilk hasat sonuçları.	42
Şekil 3. 18 : İyi Pamuk (Better Cotton) üretimi ve hedefleri.....	42
Şekil 3. 19 : Alan.	42

Şekil 3. 20 : Tarımsal ilaç kullanımı.....	43
Şekil 3. 21 : Sentetik tarım ilacı kullanımı.	43
Şekil 3. 22 : Kar.	43
Şekil 3. 23 : İspanya’da pamuklu tekstil üretim prosesi.	47
Şekil 3. 24 : Liyosel üretim zinciri.	47
Şekil 3. 25 : Sağlanan Kazanımlar.	50
Şekil 3. 26 : Emre tekstil modernizasyon çalışmaları.....	51
Şekil 3. 27 :Yıkım ve tadilat çalışmaları.....	52
Şekil 3. 28 : Kimyasal otomasyon sistemi.	52
Şekil 3. 29 : Paslanmaz Tank.....	53
Şekil 3. 30 : Tuz ve Jüt Çuvalları.....	53
Şekil 3. 31 : Doğalgaz Tüketimi.	53
Şekil 4. 1: Cropwat kullanım aşamaları	56
Şekil 4. 2 : Kc (bitki katsayısı).	58
Şekil 4. 3 : Türkiye’de pamuk yetiştirilen başlıca illerin pamuk su ayak izi.....	61
Şekil A. 1 : Cropwat İklim Verileri.	66
Şekil A. 2 : Cropwat Yağmur Verileri.	66
Şekil A. 3 : Cropwat Pamuk Verileri.....	67
Şekil A. 4 : Cropwat Toprak Verileri.	67

SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK KAVRAMI İÇERİSİNDE SU AYAK İZİ : TEKSTİL SEKTÖRÜ ÖRNEĞİ

ÖZET

Su insan için hayati sıvı olmasına rağmen, önemi hala yeterince anlaşılamamış olup su denilince çok ucuz bir ticari mal akla gelmektedir. Hergün kullandığımız elektronik eşyaların, giysilerin, içtiğimiz içeceklerin bir akarsu havzasındaki suyun kullanılarak üretildiği, bu esnada da su kaynaklarının kirletildiği gerçeği genellikle gözardı edilmektedir.

Gelecekte su, petrolden daha önemli olacaktır. Küresel ısınmanın artması ve kullanılabilir su kaynaklarının tüketilmesi, gelecekte su için savaşlara neden olacaktır.

Ülkemizin su zengini olduğu sanılıyor. Oysaki, gelişen sanayi ve artan nüfusuyla Türkiye'nin 2030 yılında su bakımından sıkıntı çeken bir ülke olacağı tahmin edilmektedir. Türkiye'de en fazla su tarım sektöründe kullanılmaktadır. Tarım sektöründe kullanılan su oranı toplam su tüketimimizin %75'ine karşılık gelmektedir. Mevcut su kaynaklarını sürdürülebilir kullanımı çok önemlidir. Suyu sürdürülebilir kullanmanın ana koşulu; korumak ve iyi yönetmektir .

Su ayak izi son zamanlarda popüler olmuş bir kavramdır. Sürdürülebilir su yönetimi açısından su ayak izi en önemli elementtir. Su ayak izi; mavi, yeşil ve gri su ayak izinin toplamıdır. Mavi su ayak izi, yüzey ve yeraltı sularıdır. Yeşil su ayak izi ise yağın yağmur miktarıdır. Gri su ayak izi ise kirletilen tatlı su miktarıdır. Su ayak izi hem üretim sürecinden dolayı su kullanımını hem de doğrudan su kullanımını hesaba katar.

Bir t-shirt üretmek için fabrikada 35-40 litre su harcanır. Aslında, tarladan üretime kadar bu t-shirt 2.700 litre su harcanıyor. İşte buna “sanal su” denir. Tekstil sektöründe bazı işlemlerde baştan sonuna kadar yüksek hacimlerde su kullanılır; örneğin, ağartma, yapağı, durulama, boyama ve son ürünlerin yıkanması . Pamuk üretiminde sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik uygulamaları hayata geçirilmelidir.

Bu çalışmada, Cropwat programı ile pamuk için Aydın, Adana, Antalya, Diyarbakır, İzmir ve Şanlıurfa illerimiz için su ayak izleri hesaplanmıştır. Adana şehri mavi ve yeşil su ayak izleri toplamı 1631 m³/ton ile en az su tüketimine, 5.13 ton/ha ile en yüksek verime sahip şehirdir. Ayrıca “İyi Pamuk Uygulamaları” pamuk için tarlada su tüketimini azaltan bir uygulamadır. İyi Pamuk Uygulamaları ile pamuk üretiminde %23'e kadar su tasarrufu sağlanmaktadır. “Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dökümanı” ile prosesinde su tüketimi azaltılmasına yönelik öneriler sunulmuştur.

THE CONCEPT OF SUSTAINABILITY IN WATER FOOTPRINT: THE CASE OF TEXTILE INDUSTRY

SUMMARY

Water is vital fluid for human. Unfortunately, not understanding the importance of water. In our country, the water comes to mind is very cheap goods. The electronics we use every day, clothing, manufactured using the water in a river basin of beverages we drink, the fact that in the meantime the contamination of water resources is often overlooked.

In the future, water will be more valuable than oil. The increasing global warming and freshwater consumption refer that, world war will begin for water. Increased consumption due to the increase in population and water security in relation to global climate change, will be important issues for our country in the years ahead. Therefore, the country's economic planning and need to assess and predict the impact on water demand in a comprehensive way. In addition to improving the water resistance and to reduce the risk of water, minimize the global scale of the country economically advantageous position to bring social, should become the most important element of the economic and environmental sustainability of Turkey's water policies.

It is believed that our country is rich in water. However, with the increasing industrialization and growing population in Turkey is estimated to be suffering a country in terms of water in 2030. Most water is used in agriculture in Turkey. The proportion of water used in agriculture correspond to 75% of our total water consumption.

Production with the industrial revolution in human history, population and consumption growth is with great momentum, has increased the use of water as a result. Industrialization increased as a result of decreased water contaminated with water resources and limited quantities. Water resources are used effectively and is wasted. Many countries that have water in 1975 and today only half of which have been determined in the near future water needs to be doubled.

Most of amount of water is used as a coolant in the metal sector in most industries. textile industry constitutes 7.6%. 24.6% of the water obtained from wells and 12.4% of the water supplied from the mains is used in textiles. 25.7% of the water consumed in the art are used as process water. The textile sector has a 23.4% slice of process water consumed, almost one in four. Sustainable use of existing water resources is very important. The main condition for sustainable use of water; protect and manage the best. In Turkey, industrial re-use rate is 34% water, 26% in the paper industry, 2% of the food, while 47% in the metal industry is unfortunately carried out in only 1% of Textiles. Moreover, the high water consumption in the textile industry is the use of process water. Textile, before a large portion of the groundwater

resources of the water used in the process then the quality of the lake according to these sources are insufficient, is taken from streams and rivers.

Water footprint recently become a popular. Water footprint for sustainable water management is the most important element. An individual water footprint of society or industry; Manufacturers used for the production of goods or consumed by an individual or population used for the production of goods and services is the amount of total fresh water resources. Briefly water footprint; consumed per unit time (including evaporation) and / or the amount of polluted water. Blue, Green and gray water footprint; water footprint representing the water quality and the use of three main elements. The water footprint is total of the blue, green and gray water footprint. The blue water footprint is the total volume of groundwater (aquifer) and surface freshwater (river, lake) resources needed to produce a product. The green water footprint is the total rain water used to produce a product (goods). However, it does not interfere with groundwater or rainwater is not lost. Temporarily it is stored above ground, in the soil or vegetation. Rainfall for assessing the green water needs of a region that directly affect the demand for green water, and climate variability and change should be considered. Grey Water Footprint indicates pollution. According to the existing water quality standards, the gray water footprint; pollution fresh water is used for the reduction or removal of the load. Water footprint calculate, both of the direct and indirect water use from the production.

It took longer than the development of the calculation of the water footprint concept revealed in 2002 because the government and companies focused on carbon. Water footprint calculations are based on a common idea based on carbon 5 years behind, but is progressing rapidly. Summaries sustainable water management is the most important building block in opening water footprint. The textile sector is one of the most water-consuming industries.

Cotton water footprint in the world's total water footprint accounts for 3.14%. Consumed an average of 11,000 liters of water to produce 1 kg of cotton fabric, geographical location affect these values. Cotton water footprint is 6000 L in China, 8100 L in United States, 22.500 L in India, 9600 L in Pakistan and 9200 L in Uzbekistan. From industrial plants that grow in our country, Cotton has the highest water footprint. Cotton of water footprint is known that blue water footprint 84%. So the groundwater and surface water resources in the production of cotton is clear once again that the most important factor. Water is heavily used in the processing of cotton textiles. Process of cotton, almost 60% of the total water used to produce and distribute the final product, in this supply chain 'processing' is consumed in parts. Therefore, Turkey continues processing as long as the amount of water used by the textile industry will continue to increase. In addition, waste water disposal occurs after processing of cotton, in other words, a significant impact as gray water footprint will be in front of us.

One t-shirt are produced 35-40 liters water in the factory. Actually, from farm to manufacture spent 2.700 liters of water. This is called “virtual water”. Use in Turkey and falling water consumption is 216 liters per person per day for drinking purposes. Virtual water is understood that in accordance with the approach taken into account when the water footprint of an individual directly or indirectly in Turkey, the daily water consumption is 5,416 liters. This shows the amount of water consumed through direct consumption of goods and services as well as indirectly.

In some processes large volumes of water used in the textile industry from the beginning to the end. Such as; bleaching, wool, rinse, dyeing and wasting of the final product. Cotton production in the social environmental and economic sustainability practices should be implement.

In this thesis, water footprint is calculated with Cropwat programme for Aydın, Adana, Antalya, Diyarbakır, İzmir and Şanlıurfa. Adana total of blue and green water footprint is 1.631 m³/tonnes this city is minumum water consumption and 5.13 ton/ha is the highest yield the another cities. In addition “Better Cotton Initiative” is an application that reduces the water consumption in the field. Better cotton production , 'Better Cotton' is expanding sustainable commercial products is aimed at transforming the cotton production worldwide. Better Cotton production purpose; To minimize the negative environmental impacts created by the cotton production, Better Cotton's sustainability and ensure reliability, Economy and livelihood improvement in the cotton-producing regions and At all stages of the supply chain to improve the Better Cotton's flow. Cotton production with “Better Cotton”, water saving are achieved up to 14-23%. In addition, 9% less pesticide use, 18% less synthetic pesticides are used. Besides, it is observed that 2% compared to other cotton producing farmers obtain more profits. “Best Available Techniques for the Textile Industry (BAT) Reference Document” is presented with suggestion for reducing water consumption. Further enhanced in the process of example plants, 54% in Özer textile water was provided to 22% energy savings. 30% of chemicals in textiles, was provided to 50% of natural gas consumption in Emre textile. Previously with 150 liters of water 1 kg of fabric dyeing, work has started on 1 kilogram of fabric dyeing machine with 40 liters of water with renewed and was provided to 70% water savings.

1. GİRİŞ

Dünyamıza uzaydan baktığımızda üçte ikisi su ile kaplı olduğunu görüyoruz. Oysa dünya su rezervlerinin yalnızca %3'ü tatlı su. Tatlı su kaynaklarının büyük bir bölümü yeraltında ve kutuplarda bulunuyor. İnsanların tatlı suya erişimi %1'lik seviyede bulunuyor. Su insan için hayati bir sıvıdır. Malesef suyun önemi halen anlaşılmış değildir. Su denilince aklımıza çok ucuz bir ticari ürün gelmektedir. Halbuki iklimde iki derecelik artış 1-4 milyar arası insanın su kıtlığı çekmesine neden olacaktır. İklimle bağlı su döngüsü şiddetinin artırdığında, kimi yerler su kazanacak kimi yerler su kaybedecektir. Su kaynaklarında değişim, insanlar için kuraklık veya seller neticesinde sonlanacaktır.

Dünyada 2.6 milyar insan hijyen olanaklarından yoksun; 884 milyon insan ise temiz su kaynaklarından hayli uzakta. Günümüzde nüfusun altıda biri, 50 litre olan günlük temizlik ihtiyaçları karşılayabilmek için gereken temiz su için güvenebilir bir kaynakları yok. Güncelliğini koruyan bir Mckinsey raporu, bugün su ihtiyacının 4.500 milyar metreküp iken, 2030 yılında ise 6.900 milyar metreküpe çıkacağını öngörüyor. Talepteki bu artış, mevcut erişilebilir ve güvenilir su rezervlerinin yüzde 40 üzerinde. Bu gidişat hepimizi endişelendiriyor. Tam da bu noktada, mevcut su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımının hayati önemi çıkıyor karşımıza. Korumak ve iyi yönetmek suyu sürdürülebilir kullanmanın baş koşuludur [1].

İnsanlık tarihinde sanayi devrimi ile birlikte üretim, nüfus ve tüketim de büyük bir ivmeyle artış olup, bunun sonucunda suyun kullanımını da artırmıştır. Sanayileşmenin artması sonucu, sular kirlenmiş ve kısıtlı miktarda olan su kaynakları da azalmıştır. Su kaynakları etkin bir biçimde kullanılmamakta ve hovardaca israf edilmektedir. Yapılan araştırmalar pekçok ülkenin 1975 yılında sahip olduğu suyun günümüzde ancak yarısına sahip olduğu ve yakın bir gelecekte su ihtiyacının iki katına çıkacağı belirlenmiştir.

Türkiye ne su fakiri ne de su zengini bir ülkedir. Mevcut gidişle 2030'lu yıllarda su fakiri bir ülke olacağı tahmin edilmektedir. Dolayısıyla mevcut su kaynaklarının

kirletilmemesi, gerek sanayi gerekse toplumda su tüketimi bilinçli bir şekilde faydalı maksatla tüketilmelidir. Bu anlamda suyun iyi yönetilmesi gerekir. Suyun verimli ve tasarruflu kullanılması gerekir. Bunun için önce birim ve bireylerin gerçek, sanal ve toplam su tüketimini belirlemek, başka bir deyişle su ayak izlerini belirlemek gerekir. Bulunan rakamlar sürdürülebilirlik çerçevesinde değerlendirilerek, ‘rakamlar ne anlama geliyor ve nasıl iyileştirilebilir ?’ gibi sorular sorulmalıdır.

Günümüzde üretim, tüketim ve uluslararası ticaret şekilleri; yerel bir konu olarak görülen ve nehir havzalarını ilgilendiren su sorununu, bölgesel ve küresel çaplı değerlendirilmesi gereken bir ortama taşıdı. Günümüzde İngiltere’de yaşayan insanlar dolaylı olarak Hindistan’daki hidrolojik sistem üzerinde etkisi bulunmaktadır. Almanya’da yaşayan insanlar Meksika’nın bölgesel su sistemine dolaylı etki yaratıyor. Su kullanımımız; gördüğümüzden, dokunduğumuzdan ve içtiğimizden çok fazladır. Her gün giydiğimiz gömlek, içtiğimiz meşrubatlar ya da kullandığımız elektronik cihazlar bir akarsu havzasında bulunan suyu kullanarak üretiliyor. Yakın zamana kadar, suyun yönetiminde üretim, proses ve tedarik zinciri boyunca gerçekleşen su kirliliği ve tüketimi yeterince dikkate alınmıyordu. Fakat, günümüzde artık herkes toplam su kirliliği ve tüketiminin, toplumun nasıl ve ne kadar su tükettiğiyle ilgili olduğunun bilincindeyiz. Farklı bir ifadeyle, hepimiz ‘sanal su’ izi üzerinden bağlıyız birbirimize. Sanal su, bir ürünün içerisinde bulunan fiziksel su miktarının, üretilen ürün için kullanılan su miktarı ile kıyasladığımızda önemsiz olduğunu yansıtmak amacıyla kullanılıyor. ‘Sanal su’ kavramı sonuçlara ulaşmamızı mümkün kılar, ihtiyaç duyulan su miktarını tedarik prosesi boyunca ve baştan sona tüm yönleriyle düşünebilmemizi sağlıyor [1].

Nüfustaki artış nedeniyle artan tüketim ve küresel iklim değişimine alakalı olarak su güvenliği, ülkemiz için ileriki yıllarda önemli sorunlar olacaktır. Bu yüzden, ülkenin ekonomik planlamasında ve tahminlerinde su etkisi ve talebini kapsamlı bir biçimde değerlendirmek gerekecek. Su direncini artırmanın ve su riskini en aza indirmenin yanında, ülkeyi küresel ölçekte ekonomik olarak avantajlı bir konuma getirmek için sosyal, ekonomik ve çevresel sürdürülebilirlik Türkiye’nin su politikasının en önemli unsuru haline gelmeli [1].

Zamanımızda yaşanan kentleşme, iklim değişikliği, küreselleşme süreci, hızlı nüfus artışı etkileri dikkate alındığında, farklı su sektörleri arasındaki uygun paylaşımı ve tatlı su kaynaklarının miktarı, karar vericilerin üzerlerinde en fazla durdukları

konulardan biri haline gelmiştir. Buna alakalı olarak, küresel ölçekte ve ülke içinde kullanılan suyun kalitesini ve miktarını ölçmek önem kazanır. Verimlilik oluşturarak sektörler arasında ekonomik bağlantıları kurmak ve bu çerçevede geleceği planlamak kalkınmanın sosyal, çevresel ve ekonomik yönden sürdürülebilir bir şekilde gerçekleşmesine neden olacaktır [1].

1.1 Çalışmanın Anlam ve Önemi

Suyla alakalı yanlış bilinen bir husus da Türkiye'nin su zengini bir ülke olduğudur. Türkiye kişi başına düşen su miktarı (1977 m³/yıl) itibariyle zengin bir ülke sayılmaz, hatta su kıtlığı çeken bir ülkedir. 2030 yılında nüfusun 80 milyon olması durumunda kişi başına düşen su miktarı 1100 m³'e kadar gerileyecektir. Bu durum ülkemizi 'su sıkıntısı çeken ülkeler' sınıfından 'su fakiri ülkeler' kategorisine koyulacaktır. Türkiye'de en fazla su tarım sektöründe kullanılmaktadır ve tarım sektöründe kullanılan su oranı toplam su tüketimimizin % 75'ine karşılık geliyor [2].

'Su Ayak İzi', son zamanlarda popüler olmuş, yeni bir kavramdır. Suyun ekonomide rolü ve ekonomik kalkınma hızının belirlenmesinde araç olarak kullanılır. Bir bölgede su ayak izinin araştırılması devletin, yöneticilerin, yatırımcıların o bölgeye yönelik karar vermesinde temel bilgileri sunmaktadır, ayrıca büyük bir yol gösterici kılavuzdur.

Tekstil sektörü proseslerinde yüksek oranda su kullanılmaktadır. Yapağı ve ipliklerin yıkanması, boyama çok su tüketen proseslerdir. Bu bakımdan tekstil fabrikaları düşük maliyeti bulunan kuyu, göl veya nehir sularını ek kaynak olarak yaygın bir şekilde kullanmaktadır [3].

Tekstilde Birçok ıslak proses olduğu gibi, büyük miktarda proses başlangıcında kullanılan suyun az bir kısmı üründe yer almakta ve sonuçta büyük bir kısım çıktı olarak oluşmaktadır. Proses şekilleri değiştikçe, çıktıların çeşitleride kirlenmektedir.

2002 yılında ortaya çıkan su ayak izi kavramının hesaplamalarının gelişmesi daha uzun sürdü çünkü devlet ve şirketler karbon üzerine yoğunlaştı. Yaygın bir fikre göre su ayak izi hesaplamaları karbona göre 5 yıl geride fakat hızla ilerliyor. Özetle sürdürülebilir su yönetimi açısından su ayak izi en önemli yapı taşıdır. Tekstil sektörü en fazla su tüketen sanayi dallarından biridir.

Bu alışmada, ‘‘Tekstil sektöründe su ayak izinin, sürdürülebilirlik içerisinde ne kadar önemli bir yer tuttuğuna vurgu yapılmak istenmiştir.

1.2 Çalışmanın Amacı ve Kapsamı

Bu çalışmada pamuk ürünü için Aydın, Adana, Antalya, Diyarbakır, İzmir ve şanlıurfa illerinde su ayak izi ayrı ayrı hesaplanarak, hangi ilde pamuk yetiştirmenin daha az su tüketimiyle gerçekleştirilebileceği ve bunun yanısıra daha fazla verim elde edilebileceğinin bulunması amaçlanmıştır. Ayrıca Pamuk yetiştirirken tarladan fabrikaya kadar daha az nasıl su kullanabileceğimizi araştırmak, dünyada yaygınlaşmaya başlayan İyi Pamuk (Better Cotton) uygulamalarının olumlu ve olumsuz yanlarından bahsedilmiştir. Tekstil sektöründe su kullanımını dünyada ve ülkemizde araştırarak sürdürülebilirlik çerçevesinde suyu daha nasıl verimli ve faydalı maksatla kullanımını belirlemek, ‘‘Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dokümanı’’baz alınarak öneriler sunulmuştur.

2. PAMUK ÜRETİMİ VE TEKSTİL SEKTÖRÜNDE SU KULLANIMI

2.1 Pamuk

Şekil 2.1’ de görüldüğü üzere pamuk gerçekte çok yıllık tropik bir bitkidir. 80-120 cm boyunda dik gövdeli, odun ve meyve dalları ayrı olan ve 180 cm'ye kadar inen kazık kökü vardır. Çeşit özelliğine göre pamuk yaprakları, geniş ayalıdan, ince uzun, derin oymalı şekle kadar değişebilir. Uzun bir çiçeklenme ve hasat devresi olan çalısıl bir görünüm arz eden pamuğun tarımı, tek yıllık bir bitki olarak yapılır. İnsanların giyim kuşamlarında kullandıkları kumaşların çoğu pamuk lifinden yapılmaktadır. Pamuk yalnız tekstil sanayine değil, çiğit adı verilen pamuk tohumlarının -24 yağ ihtiva etmeleri nedeniyle, bitkisel yağ sanayiinde de ham madde sağlamaktadır. İnsan yaşamındaki yeri ve faydaları nedeniyle pamuk gerek dünya ve gerekse Türkiye ekonomisinde önemli bir yere sahiptir [4].



Kaynak: Wikipedi

Şekil 2. 1 : Toplanmaya Hazır Pamuk Kozası.

2.1.1 İklim isteği

Pamuk sıcaklığı seven, 32 °C Güney ve 47 °C Kuzey enlemleri arasında kuru ve sululu şartlarda yetiştirilen bir bitkidir. 120-200 güne kadar değişebilen büyüme devresinin "don" suz geçmesini ister. Ortalama ısısının 15.5 °C den aşağı olduğu yerlerde pamuk yetişmez. Pamuğun ısı isteği gelişim devrelerine göre farklı farklıdır. Sıcaklığın artması pamukta su ihtiyacını da arttırılır. Büyüme devresi yağış düşmezse, bitkinin su ihtiyacı sulama yapılarak karşılanır [5].

2.1.2 Güneş ışığı

Güneş ışığı pamuğun erken gelişme ve çiçeklenme dönemlerinde çok önemlidir. Yetersiz gün ışığı gelişimi ve olgunlaşmayı geciktirmektedir. Pamuk tarımı yapılan bölgelerde ortalama güneşli gün sayısı % 60'ın üzerinde olmalıdır [5]. Şekil 2.2' de pamuk ekim ve yetiştirme süreci gösterilmiştir.



Kaynak: Kadir Bölükbaşı

Şekil 2. 2: Pamuk ekimi ve yetiştirme süreci.

2.1.3 Yağış

Pamuğun büyüme devresi boyunca yağış ve özellikle yağışın dağılımı çok önemlidir. Pamuk ekiminden hemen sonra olan aşırı yağışlar toprağın kaymak bağlamasına neden olmakta ve kaymak tabakasının şiddetine bağlı olarak gerekli fide çıkışı sağlanamamaktadır. Bunun sonucunda çoğu zaman tekrar pamuk ekimi yapılmaktadır. Aşırı yağışlar genç pamuk bitkilerine de zarar vermektedir. Büyüme dönemi boyunca orta yağışlar ve özellikle gece yağışlı, gündüz güneşli günler pamuk bitkisinin büyüme ve gelişmesinde yararlıdır. Yağışsız dönem ise koza

gelişimi ve hasat için gereklidir. Ani yağış ve aşırı kuraklık değişimleri pamukta tarak, çiçek ve koza dökülmesine neden olmaktadır. Pamuk tarımı yağmur koşullarında yapılacaksa, yıllık yağışın o bölgede en az 500 mm olması ve bu yağışın 175-200 mm'lik miktarının pamuğun gelişme dönemi boyunca düzenli bir şekilde dağılması gerekmektedir [5].

2.1.4 Rüzgar

Toprağı kurutmasının yanında, pamuk bitkisinin gelişmesi üzerinde de zararlıdır. Kuvvetli rüzgar özellikle yağışla beraber olduğunda genç pamuk bitkileri ileri derecelerde zarar görmektedir. Kozaların açıldığı devrelerde ise rüzgar lülelerin dökülmesine, dökülen pamukların kirlenmesine, sonuçta verim ve kalite kaybına neden olmaktadır [5].

2.1.5 Toprak isteği

Pamuk toprak isteği bakımından fazla seçici olmamasına karşın, derin profilli, organik maddece zengin ve su tutma kapasitesi yüksek topraklar idealdir. Kumlu-tınlı* , tınlı ve drenajı iyi killi-tınnı topraklar en çok tercih edilenlerdir. İyi drenajlı, sulanabilir delta toprakları pamuk tarımı için en ideal topraklardır. Fazla kumlu topraklar pamuk tarımı için zayıf topraklar olup, tercih edilmemektedir [5].

2.1.6 Toprak asitliği (pH)

Toprak asitliğinin besin elementlerinin yarayışlığı üzerindeki etkisi çok önemlidir. Pamuk tarımı için toprak asitliği nötr olan topraklar idealdir. Besin maddelerinin yarayışlılıkları nötr topraklarda (pH=7) daha iyidir. Pamuk toprak asitliğine duyarlıdır ve en uygun pH isteği 6.5-7.5 arasındadır. Pamuk tarımında toprak pH'sı 6.0' nın altında ise toprağa kireç, 8.5 ve üzerinde ise jips uygulaması yapılmalıdır [5].

2.1.7 Tuzluluk

Pamuk tuza toleranslı bitkiler grubunda yer almasına rağmen, kurak alanların alkali toprakları (özellikle sodyum tuzları) pamuk tarımına uygun değildir. Tuzluluğun

*Tınlı toprak= Yarıdan fazlası kum ve % 30–50 arasında kilden meydana gelirler. Tava gelmeleri ve işlenmeleri kolay olduğundan tarım için elverişli topraklardır.

giderilmesinde en etkin yol olan toprağı yıkamanın başarıya ulaşmasında en etkili faktör, iyi bir drenajın sağlanmasıdır [5].

2.1.8 Organik madde

Toprak verimliliğinin en önemli göstergelerinden biri topraktaki organik madde miktarıdır. Organik madde miktarı ne kadar fazla ise toprağın verimliliği de o kadar fazladır. Pamuk tarımı için topraktaki organik madde miktarını artırmak için ilk önce yeşil gübre bitkilerine önem verilmelidir. Ayrıca çiftlik gübresi, çöp gübresi, çırçır fabrikası artıkları da organik madde kaynaklarıdır. Eğer toprakta organik madde %1'in altında ise bu topraklarda 3-5 yıl yeşil gübre uygulanmalıdır. Bazı ülkelerde bu uygulamayı yapması yasalarla belirlenmiştir [5].

2.2 Pamuk Verileri

2.2.1 Giriş

Türkiye'de pamuk üretimi hakkında T.C Gümrük ve Ticaret Bakanlığı tarafından hazırlanan Ocak 2013 tarihli raporda, ülkemizin dünyadaki pamuk üretimi içerisindeki yeri, vb. konularda geniş bilgiler sunulmaktadır. Bu raporun, tez konumuzu ilgilendiren kısımları hakkında yapılan alıntı ve değerlendirmeler aşağıda verilmiştir [6].

İnsanlık açısından pamuk bitkisi, zorunlu ve yaygın kullanım alanıyla, yarattığı istihdam ve katma değer olanaklarıyla da büyük ekonomik öneme sahip bir üründür. Pamuk lifi ile tekstil sanayisinin, linteri ile kağıt sanayisinin, işlenmesi açısından çırçır sanayisinin, çekirdeği ile yağ ve yem sanayisinin hammadde durumundadır. Pamuğun çekirdeğinden elde edilen yağ petrole alternatif olarak, biyodizel üretiminde de hammadde olarak giderek artan miktarda kullanılmaktadır. Ayrıca yaşam standartlarının yükselmesi ve nüfus artışı, pamuğa olan talebi de artırmaktadır [6].

Yeryüzünde az miktarda ülke ekolojisi pamuk tarımına uygun olmasından dolayı, Türkiye'nin de içinde bulunduğu bir grup ülke tarafından dünya rekoltesinin %80'ine yakını bu ülkeler tarafından üretilmektedir. 2006–2013 arası Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu'na ait verileri incelendiğinde; ortalama dünyada 33 milyon hektar alanda pamuk ekimi yapıldığı ve ortalama 25 milyon ton lif pamuk bu ekimden elde edildiği görülmektedir [6].

Dünyada en geniş pamuk üretim alanının olduğu ülke Hindistan'dır. Ardından sırasıyla Çin, ABD, Pakistan, Özbekistan ve Brezilya gelmektedir. Yeryüzünde pamuk üreten en çok ilk 7 ülke sırasıyla; Çin, Hindistan, ABD, Pakistan, Brezilya, Avustralya, Özbekistan ve Türkiye'dir. Tüketimde ilk üç sırayı ise yine; Çin, Hindistan ve Pakistan almakta, onları sırasıyla Türkiye, ABD ve Brezilya izlemektedir. Son 10 yılda birim alandan elde edilen verimlerin ortalamasına göre ilk yedi ülke; Avustralya, İsrail, Brezilya, Meksika, Çin, Türkiye, Suriye ve Yunanistan'dır. Son beş yılın ortalamasına göre en çok pamuk ithalatı yapan ilk yedi ülke; Çin, Türkiye, Bangladeş, Endonezya, Vietnam, G.Kore ve Tayland'dır. En çok ihracat yapan ilk yedi ülke sıralaması ise; ABD, Hindistan, Brezilya, Avustralya, Özbekistan, Pakistan ve Yunanistan şeklindedir [6].

Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu'nun verilerine göre, aşağıda detayları verilen ortalama değerlere göre Türkiye, pamuk ekim alanı yönünden dünyada dokuzuncu, birim alandan elde edilen lif pamuk verimi yönünden altıncı, pamuk üretim miktarı yönünden sekizinci; pamuk tüketimi yönünden dördüncü, pamuk ithalatı yönünden üçüncü ülke konumundadır. GDO'suz pamuk üretimi yapan ülkeler değerlendirildiğinde, Türkiye bu alanda en verimli pamuk üretimi gerçekleştiren ülkedir [6].

2.2.2 Pamuk üretim ve tüketimi

2.2.2.1 Dünya pamuk ekim alanları

Çizelge 2.1'de görüldüğü üzere dünya pamuk ekim alanlarının en geniş olduğu ülke yaklaşık 11 milyon hektar alan (%29) ile Hindistan'dır. Onu sırasıyla Çin, ABD, Pakistan, Özbekistan, Brezilya, Türkmenistan izlemektedir. Türkiye'nin ekim alanları çizelgede sekiz dönemin ortalamasına göre onuncu sırada yer almaktadır [6].

Çizelge 2. 1: Dünya Pamuk Ekim Alanları (Bin Ha).

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12*	2012/13**	2013/14**
Hindistan	9.373	10.120	11.142	12.178	11.730	10.909
Çin	6.317	5.419	5.166	5.528	4.975	4.577
ABD	3.063	3.112	4.330	3.829	4.226	3.251
Pakistan	2.850	3.110	2.800	2.800	2.900	2.755
Özbekistan	1.391	1.317	1.330	1.316	1.285	1.246
Brezilya	840	836	1.400	1.393	1.045	1.024
Türkmenistan	674	607	550	550	525	499

Burkina Faso	466	420	374	429	586	557
Tanzanya	400	348	460	568	454	409
Türkiye	365	280	380	542	496	372
Dünya	30.656	30.293	33.330	36.042	34.687	31.540

Kaynak: ICAC cotton This month- aralık 2012 (*)Tahmin (**) Projeksiyon

2.2.2.2 Dünya pamuk verimleri

Çizelge 2.2’de görüldüğü gibi altı dönemin ortalamalarına göre Türkiye dünya pamuk verimi sıralamasında altıncı, önemli pamuk üretici ülkeler arasında ise verim yönüyle Çin’den sonra ikinci konumdadır. Ancak, Türkiye’nin GDO’suz üretim yapan ülkeler sıralamasında birinci konumda olduğu göz önünde bulundurulması gereken önemli bir husustur [6].

Çizelge 2. 2 : Dünya lif pamuk verimleri (Kg/Ha).

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12*	2012/13**	2013/14**
Avustralya	2.006	1.861	1.522	1.800	1.982	2000
İsrail	1.667	1.762	1.860	1.930	1.786	1.821
Brezilya	1.439	1.429	1.475	1.352	1.469	1.437
Meksika	1.235	1.313	1.357	1.407	1.323	1.344
Çin	1.311	1.300	1.226	1.339	1.379	1.330
Türkiye	1.333	1.357	1.184	1.384	1.310	1.229
Dünya ort.	770	733	734	757	752	735

Kaynak: ICAC cotton This month- aralık 2012 (*)Tahmin (**) Projeksiyon

2.2.2.3 Dünya pamuk üretimi

Çizelge 2.3’de görüldüğü gibi dünyada en büyük pamuk üretimi Çin’de gerçekleşmektedir. Çin’i pamuk üretiminde artış gösteren Hindistan izlemekte, bu ülkeleri ise A.B.D, Pakistan, Brezilya, Avustralya, Özbekistan ve Türkiye takip etmektedir [6].

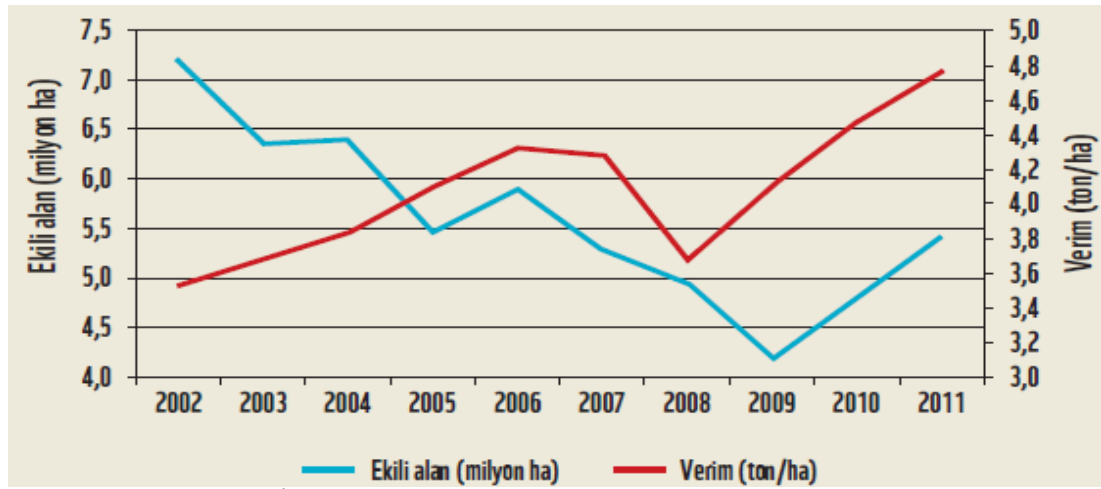
Çizelge 2. 3 : Dünya lif pamuk üretimi (1.000 Ton).

Ülkeler	2008/09	2009/10	2010/11	2011/12*	2012/13**	2013/14**
Çin	8.025	6.925	6.400	7.400	6.860	6.090
Hindistan	4.930	5.185	5.865	6.001	5.642	5.570
ABD	2.700	2.654	3.942	3.391	3.799	2.820
Pakistan	1.926	2.070	1.907	2.294	2.146	1.950
Brezilya	1.214	1.194	1.960	1.884	1.535	1.470
Avustralya	329	389	898	1.080	971	833
Özbekistan	1.000	850	910	880	1.000	869
Türkiye	500	475	618	750	650	457
Dünyada	23.503	22.247	25.365	27.284	26.079	23.190
Toplam						

Kaynak: ICAC cotton This month- aralık 2012 (*)Tahmin (**) Projeksiyon

2.2.2.4 Türkiye pamuk üretimi ve tüketimi

Şekil 2.3’de görüldüğü gibi, yıllara göre Türkiye’de pamuk üretiminde önemli oranda azalış görülmektedir. 2011 yılında 2002 yılına göre pamuk üretim alanı yaklaşık % 30 azalma gözlemlense de, aynı dönemlerde verim yaklaşık % 40 oranında artmıştır. Başlıca pamuk üretim alanlarının Türkiye’de azalmasının nedenleri; artan üretim maliyetleri, iklim koşulları, dalgalanan ürün fiyatları ve iklim koşulları gösterilmektedir. Ayrıca, 2011 yılında verimde yaşanan artış sayesinde, neredeyse on yıl önceki üretim hacmine ulaşılmıştır [1].



Kaynak: Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 2. 3 : Türkiye’deki pamuk ekili alan ve verim.

Çizelge 2.4’de görüldüğü gibi Türkiye’de pamuk tarımı genelde Güneydoğu Anadolu Bölgesi, Ege Bölgesi ile Çukurova ve Antalya yörelerinde yapılmaktadır [6].

Çizelge 2. 4 : Bölgeler itibariyle Türkiye pamuk ekim alanları (Bin Ha).

Sezon	Ege	Çukurova	G.Doğu Anadolu	Antalya	Toplam
2008/09	82.6	95.2	313.1	3.9	494.9
2009/10	81.1	99.5	235.8	3.4	419.9
2010/11	83.3	105.3	287.7	4.2	480.5
2011/12	98.1	124.1	313.9	5.9	542

Kaynak: TÜİK

Çizelge 2.5’e göre 2011/12 sezonunda tüm bölgelerde üretim miktarı artmıştır. Ege Bölgesinde % 17, Güneydoğu Anadolu Bölgesinde % 15.5, Çukurova Bölgesinde % 18.8, Antalya Bölgesinde ise % 53.2 oranında artış olmuştur [6].

Çizelge 2. 5 :Bölgeler itibariyle Türkiye lif pamuk üretimi (Bin Ton).

Sezon	Ege	Çukurova	G.Doğu Anadolu	Antalya	Toplam
2008/09	95	150.1	423.1	6.1	673.4
2009/10	113.9	170.4	348.7	5.2	638.2
2010/11	143.9	201.3	464.2	7.3	816.7
2011/12	168.4	239	535	11.2	954.6

Kaynak: TÜİK

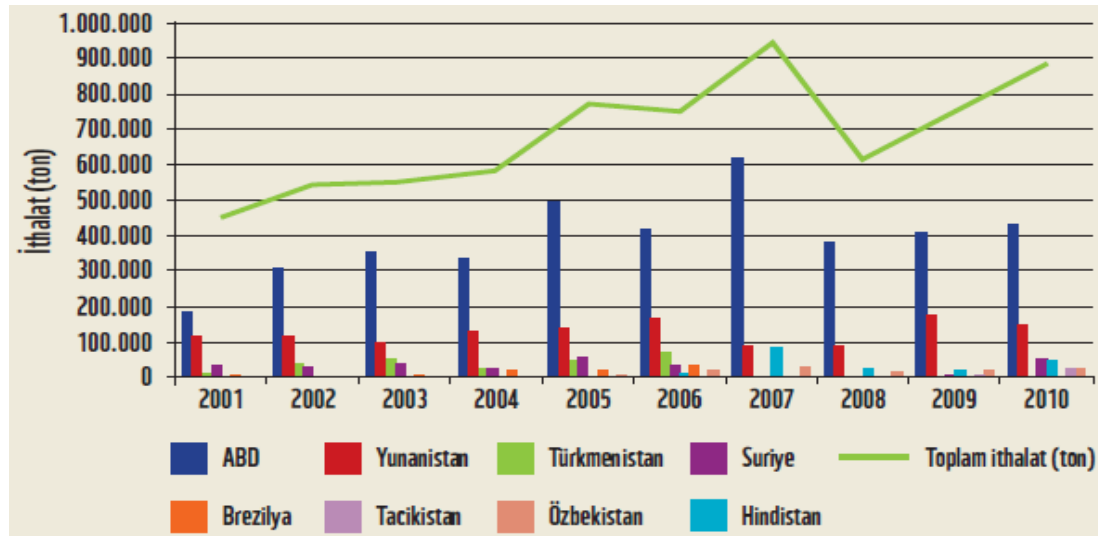
Çizelge 2.6' ya göre Uluslararası Pamuk Danışma Kurulu'nun projeksiyonuna göre, 2012/2013 sezonunda 650 bin ton olan lif pamuk üretimimizin 2013/14 sezonunda % 30'luk bir azalışla 457 bin ton olarak gerçekleşeceği tahmin edilmektedir [6].

Çizelge 2. 6 :Türkiye üretim ve tüketimi (1000 Ton/lif).

Yıl	Üretim	Tüketim	Fark	Üretimin Tüketimi Karşılama oranı (%)
2008/09	500	1.175	-675	42.5
2009/10	475	1.350	-875	35.2
2010/11	618	1.300	-682	47.5
2011/12 (*)	750	1.300	-550	57.7
2012/13 (**)	650	1.325	-675	49
2013/14(**)	457	1.365	-908	33.4

Kaynak: TÜİK

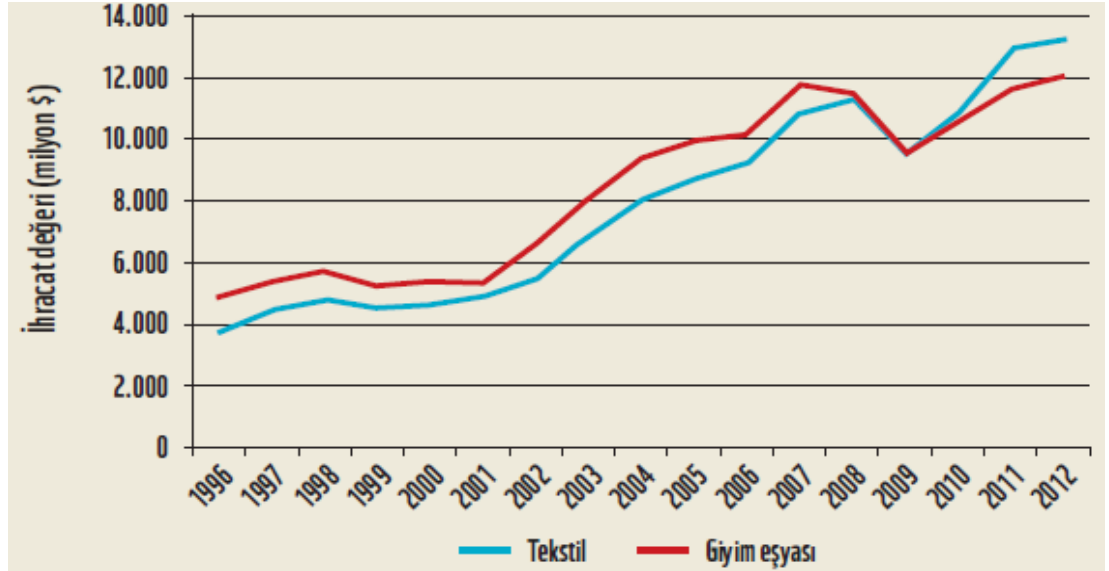
Türkiye Çin'den sonra dünyanın en büyük pamuk ithalatçısıdır, ayrıca ithal ettiği pamuğun yaklaşık %10'unu ihraç etmektedir. Şekil 2.4'de Türkiye'nin toplam pamuk ithalatı ve Türkiye'ye pamuk ihraç eden başlıca ülkeler gösterilmektedir [1].



Kaynak: Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 2. 4 :Türkiye'ye pamuk ihraç eden başlıca ülkeler .

Hızla büyüyen tekstil ve giyim sektörü, Türkiye’de üretilen pamuğun büyük bir kısmını kullanmaktadır. Şekil 2.5’de, son 15 yıldaki Türkiye’nin tekstil ve giysi ihracatının artışını belirtmektedir. Türkiye’de üretilen tekstil giysileri ve ürünlerin çoğu Doğu ve Orta Avrupa ile Birleşik Krallık’a ihraç edilmektedir [1].



Kaynak: Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 2. 5 : Tekstil ve giysi ihracatı (TUIK).

Türkiye’de üretilen pamuğun maliyetin fazla olması, önemli pamuk üretimi yapılan özellikle Çukurova ve Ege bölgelerinde çiftçinin üretim yapabileceği alternatif ürün çeşidinin fazla olması, destekleme priminin rakip ülkelere göre azlığı ve ABD, Çin gibi ülkelerin uygulamaya soktuğu politikalar sonucunda dünya fiyatları ile rekabet edilememesi sonucu pamuk ekilen alanlarda üreticinin alternatif ürünlere yönelmesi, hasadı ve üretimi daha zor olan pamuğa çiftçinin geri dönmeyi istememeleri gibi faktörler ile üretim kritik bir duruma gelmiştir. 2001/02 ile 2007/08 arası yedi yıllık ortalamasına göre dünya pamuk üretiminin Türkiye yaklaşık %4’ünü gerçekleştirirken, oran 2011/12 yılında % 2.7, 2012/13 yılında % 2.5, 2013/14 yılında ise % 2’lere gerileyeceği tahmin edilmektedir [6].

2.3 ‘Tekstil’, ‘Hazır Giyim ve Konfeksiyon’ Sektörüne Genel Bakış

‘Tekstil ve hazır giyim sektörü’ Dünya’da tarih boyunca en fazla gelir getirici sektörlerdendir. Japonya, İngiltere ve Kuzey Amerika’da erken sanayileşme dönemlerinde tekstil sektörü önemli ölçüde rol almıştır. Fakat 1970’lerden beri tekstil ihracatı ve üretiminin gelişmiş ülkelere doğru kayma göstermiştir. 1970’lerde istihdamda görülen kısıtlar ve maliyetlerin

yükselmesi nedeniyle Japon tekstil ve hazır giyim firmalarının üretim yatırımları Asya ülkelerine yönlendirdiği bilinen bir gerçektir. Japonya'nın bu akımı etkisiyle Tayvan, Güney Kore, Hong Kong Asya'nın yeni sanayileşen ülkeleri haline gelmiştir. Ayrıca, Endonezya ve Bangladeş gibi az gelişmiş ülkeler düşük işgücü maliyetlerini kendi lehine avantaja dönüştürerek dünya pazarında yer almaya başlamışlardır [9]. Şekil 2.6'da Tekstil ve hazır giyim sektörüne yönelik genel bir gösterim yapılmaktadır.



Şekil 2. 6: Tekstil ve hazır giyim sektörü.

1980'lerden beri ivme kazanan küreselleşme eğilimi hazır giyim ve tekstil sektöründe ticaret akışını hareketlendirmiş, son 30 yıl içerisinde sektörün toplam kapasitesinin yarısı gelişmiş ülkelere doğru kayma göstermiştir. Sektör doğal olarak, günümüzde en çok 'küreselleşmiş endüstrilerden' biri olarak lanse edilmektedir [7].

Küreselleşme tekstil ve hazır giyim sektöründe, bir ürünün Milano'da tasarlanması, Bangladeş'te imal edilen, Endonezya'da kesilen bir kumaşın kullanılarak Çin'de üretilmesi ve Almanya'da dağıtılması anlamına gelmektedir. Bu yüzden üreticiler ülkenin durumuna göre sadece strateji belirlememekte, küresel dünya pazarındaki şartları da dikkate almaktadır [7].

Tekstil ve hazır giyim sektörü günümüzde büyük oranda iş gücündeki maliyetlerin şekillendirdiği, küresel pazarda genelde daha çok az gelişmiş ülkelerin ekonomilerinin büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Hindistan, Bangladeş,

Endonezya, Çin, Hong Kong gibi iş gücü maliyetlerinin fazla az olduğu ülkeler imalat kısmında üst sıralarda yer almaktadır. Avrupa perakende şirketlerinin tercih sebebi olan Türkiye konumu itibariyle rekabet içinde olduğu bu sınıf ülkelerden oldukça farklı durumdadır. Maliyetlerin avrupa imalatına göre daha düşük olması ve yurt içinde kaliteli işlerin ortaya konulması ülkemizi daha yukarlara taşımış, perakende şirketlerinin güvenini kazanarak ticaret ortamında önemli bir pozisyona gelmesini sağlamıştır [7].

Çizelge 2.7'e göre tekstil ihracatında Çin'in, tekstil ithalatında ise ABD'nin en büyük paya sahip olduğu görülmektedir [7].

Çizelge 2. 7 : Dünya'da en çok tekstil ihracatı ve ithalatı yapan ilk 10 ülke.

SIRA	ÜLKE	TEKSTİL İHRACAT MİKTARI(\$)	PAY	SIRA	ÜLKE	TEKSTİL İTHALAT MİKTARI(\$)	PAY
1	Çin	76.900.205.562	30,6	1	ABD	23.375.439.561	8,8
2	Almanya	13.766.178.027	5,5	2	Çin	17.667.196.091	6,6
3	İtalya	12.957.236.000	5,2	3	Almanya	12.535.425.053	4,7
4	Hindistan	12.872.000.000	5,1	4	Hongkong	11.265.398.082	4,2
5	ABD	12.167.791.733	4,8	5	İtalya	8.453.932.578	3,2
9	Türkiye	8.963.669.627	3,5	9	Türkiye	6.539.559.000	2,4
	Dünya	250.652.446.48 1	100		Dünya	265.242.960.35 1	100

Dünyanın pamuk üreticisi olarak ikinci en büyük ülkesi Hindistan, son zamanlarda üretimin düşmesi nedeniyle birçok bölgesinde yurtdışına pamuk satışını yasaklayarak ihracatı durdurmuştur. Yükselen pamuk fiyatları piyasalarda tedirginlik yaratmıştır. İhracatının % 80'ini Hindistan, dünyanın en çok pamuk ithal eden ülkesi olan Çin'e yapmaktadır. Çin ucuz tekstil ürünleri ihracatında lider durumundadır, pamuk fiyatlarından olumsuz etkilenebileceği öngörülmektedir. Yüksek pamuk fiyatlarında Türk tekstiline olumsuz etki yaratacağı aşıkardır [7].

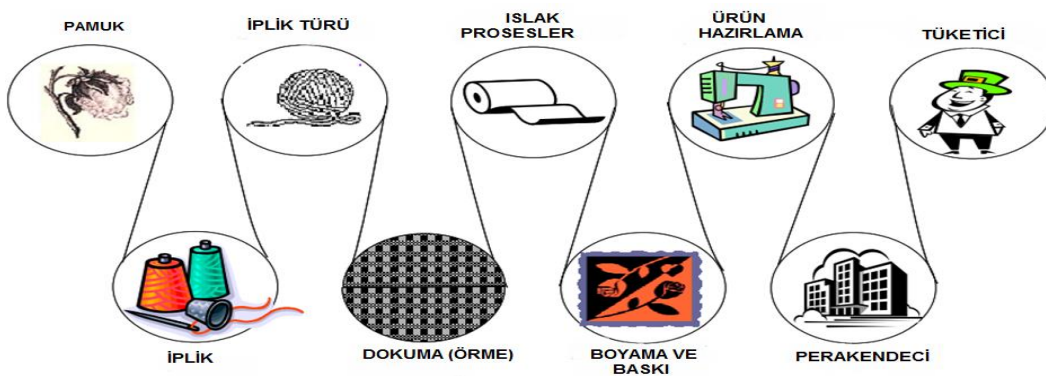
2.3.1 Tekstil ve hazır giyimde Türkiye'nin avantajları

Dünyanın önde gelen tekstil ihracatçı ülkeler arasında olan Türkiye'nin bazı konularda gözardı edilemeyecek avantajları vardır. Bunlar;

- ✓ Büyük pazarlara coğrafi yakınlık,
- ✓ Hızlı moda yapabilmek,
- ✓ Yaratıcılık,
- ✓ Kalite Kontrol ve Test Laboratuvarları,
- ✓ Kalite, Sağlık ve Çevreye Verilen Önem,
- ✓ Çalışanların Sosyal Koşulları Konusunda Hassasiyet,
- ✓ Eğitimli ve Kalifiye İnsan Kaynağı,
- ✓ Çalışanların Sosyal Koşulları Konusunda Hassasiyet,
- ✓ Ürün Çeşitliliği,
- ✓ Gelişmiş Tekstil Terbiye Sanayii,
- ✓ Hammadde Açısından Zenginlik: Türkiye, dünyanın en büyük 7. pamuk üreticisi konumundadır. Türk pamuğunun yaklaşık % 30'u yüksek kaliteli ve uzun elyaflıdır. Sentetik iplik kapasitesi de dikkate değer büyüklüktedir,
- ✓ AB ile Gümrük Birliği ve çok sayıda ülke ile Serbest Ticaret Anlaşmaları şeklindedir [7].

2.4 Tekstil Prosesi

Genel olarak tekstil sektörü proses şeması Şekil 2.7'de görüldüğü gibidir.



Şekil 2. 7: Genel tekstil proses şeması.

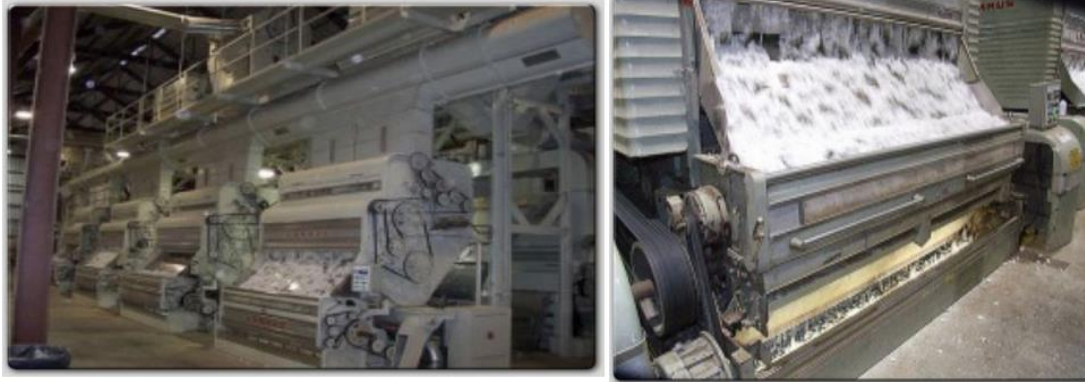
2.4.1 Lif pamuk üretimi (çırçırılama) prosesi

Tarladan toplanan ham pamuk işlenmeden hemen önce çekirdek ve lifi barındıran koza şeklindedir. Bu hammadde kütlü pamuk olarak isimlendirilir ve iplik fabrikasına gönderilmeden bu hammaddenin ilk başda çekirdeklerinden ve tarımsal artıklardan (yaprak, toz, vb.) ayrılması gerekmektedir. Artıklar ve çekirdekden temizlenmiş pamuk elyafı (lif) üretmek amacıyla kurgulanmış bu prosese çırçırılama adı verilir (Dikici ve Aydın, 2007). Bu işlem özel olarak sadece bu iş için kurulmuş çırçırılama tesislerinde yapılmaktadır [8].

İlk işlem çırçırılama tesisinde kütlü pamuğun temizlenerek ayrılmasıdır. Depolama yerinden vakumlu bir şekilde emilerek aspiratöre bağlı borular yoluyla alınan kütlü pamuk, klineler ve seperatör yardımıyla hasattan gelebilecek toprak, çöp, yaprak vb. gibi yabancı maddelerden temizlenir. Bu bölümde % 1.5 oranında bitki ve elyaf parçalarından oluşan kayıp verilmektedir. Daha sonra pamuk helezondan geçerek kaba temizlik işlemine tutulmaktadır. %1 civarında atık helezonda ayrılmaktadır (Dikici ve Aydın, 2007). Temizlendikten sonra kütlü pamuk çırçırılama makinelerine verilir. Şekil 2.8 ve Şekil 2.9’da görüldüğü üzere Saw-gin ve roller-gin olmak üzere iki çeşittir çırçırılama işleminin gerçekleştirildiği makineler. Makine ile toplananlar pamuklar saw-gin, el ile toplananlar roller-gin makinelerinde çırçırılanmaktadır. Ülkemizde büyük bir çoğunlukla pamuk hasadı el ile yapıldığı için çırçırılama yöntemi roller-gin yöntemidir (Güngör vd. , 2009) [8].



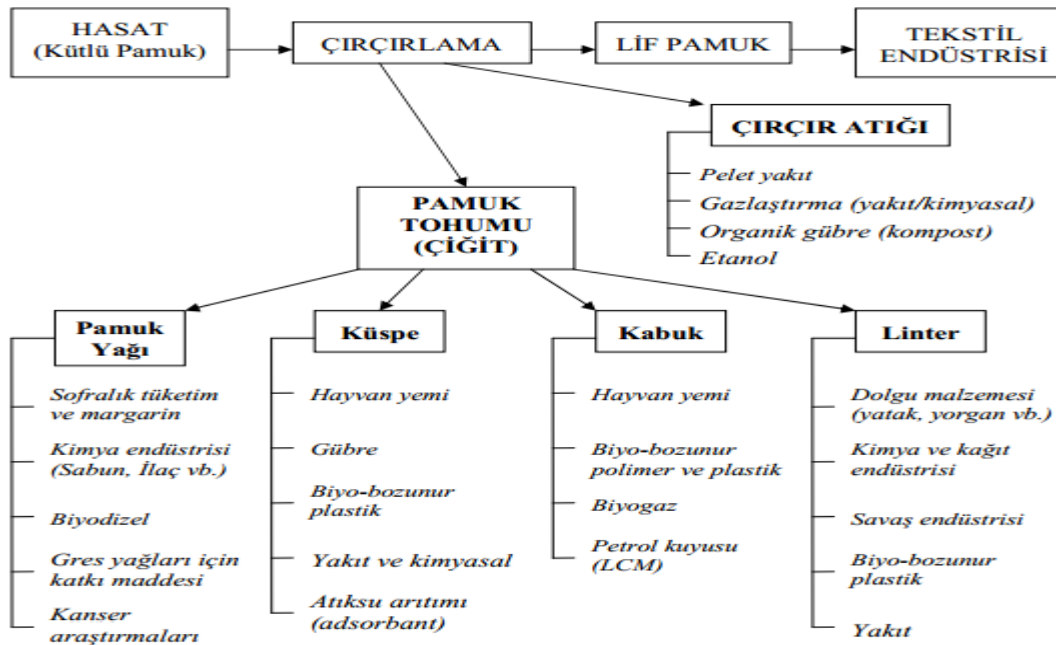
Şekil 2. 8: Toplu çırçır (rollergin) makinesi.



Şekil 2. 9: Testereli çırcır (Sawgin).

Çırcır makinelerince toplandıktan sonra ana ürün olan pamuk elyafı balyalanmak üzere otomatik balyalanmak üzere otomatik balyalama presine gönderilir. Pamuk elyafları 250 şer kg lık balyalar halinde balyalanır. Daha sonra balyalanmış lif pamuk depolanır pazara gönderilmek için. Ayrıca, yağ fabrikalarına gönderilmek üzere çırcır tesisinde ara ürün olarak toplanan pamuk tohumları depolanmaktadır [8].

Kütlü pamuğun lif oranı iklim, pamuğun cinsi ve hasat biçimi gibi birçok faktörden etkilenmektedir. Kütlü pamuğun içeriği genel olarak ortalama kütlece: % 35 lif % 60 çiğit % 5 çırcır artığıdır. Şekil 2.10'da kütlü pamukdan lif pamuk üretmede prosesinde oluşan yan ürünler ve çırcırlama artıklarının kullanıldığı alanlar ve ilgili alanlarda gelişmekte olan uygulamalardan sözedilmiştir [8].



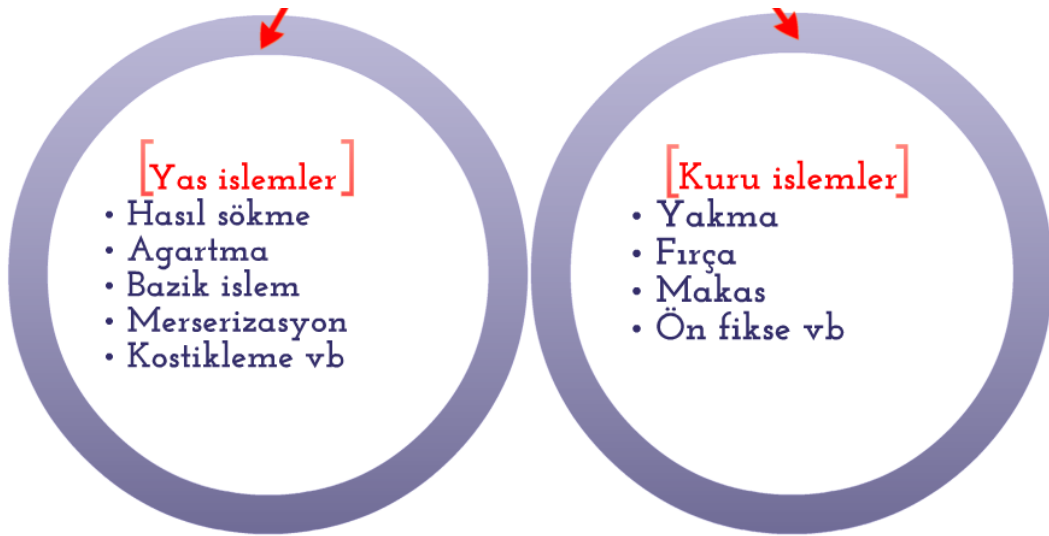
Şekil 2. 10: Lif pamuk üretim prosesinde üretilen yan ürünlerin kullanım alanları.

2.4.2 Tekstilde terbiye işlemleri

Ham tekstil malzemeleri kullanışlılık ve görünüş olarak satılabilir durumda değildirler. Bunların kullanışlılığını ve albenisi artırarak piyasada satışa hazır hale getirme işlemlerinin tümüne Terbiye denir [9].

2.4.2.1 Ön terbiye işlemleri (Kasar)

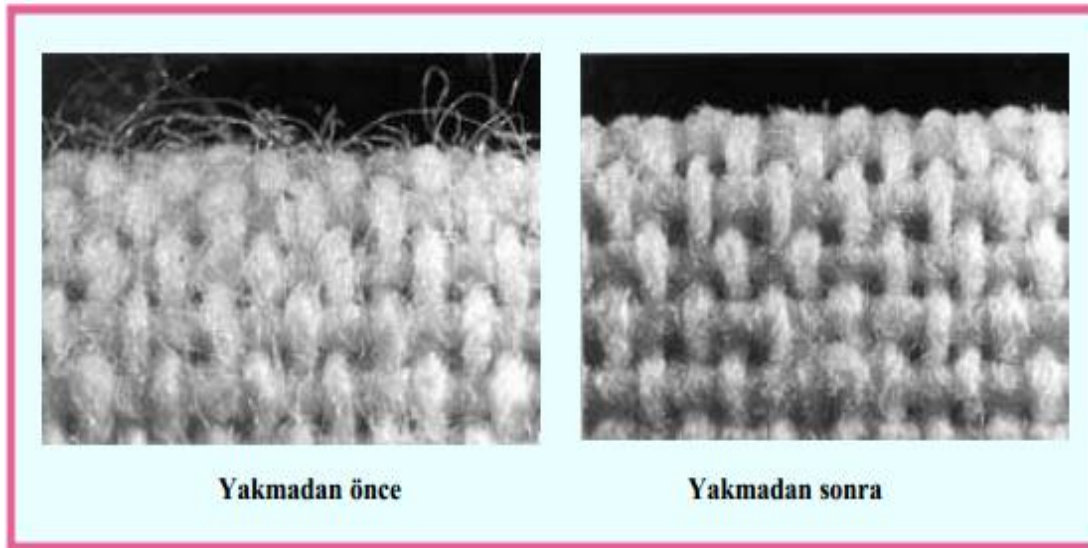
Kumaşın örgü makinesi veya dokumadan çıktıktan sonra basılma veya boyanmaya kadar gördüğü bütün işlemlere ön terbiye denir. Şekil 2.11’de ön terbiye işlemleri gösterilmiştir. Terbiye teknolojisindeki ön terbiyenin önemi büyüktür. Terbiye edilen tüm tekstil malzemelerinin hemen hemen hepsi ön terbiye işlemine uğramaktadır. Baskı ve boyamada görülen hataların neredeyse % 60-70’i yetersiz veya yanlış ön terbiyeden dolayı kaynaklanır. Mamuldeki yabancı maddeleri uzaklaştırmak, mamülün görünümünü güzelleştirmek ve terbiye işlemlerine hazırlığın genel adıdır. Ön terbiyeden kaynaklanan hemen tespit edilemez, fakat renklendirmeden sonra farkedilir [9].



Şekil 2. 11: Ön terbiye işlemleri.

➤ Yakma

Şekil 2.12’de görülen yakma, kumaş üzerinde olan tüycükleri (hav tabakası) yok etmek için yapılır. Böylece, tüycükler ortadan kaldırılarak kumaş yüzeyine bir düzgünlük kazandırılır. Ayrıca dokuma prosesinde iplikleri sağlamlaştırmak ve kayganlaştırmak için yapılan haşıllama işlemi sonucunda kumaş üzerinde kalmış nişastalı maddelerin de uzaklaştırılması sağlanır [10].



Şekil 2. 12 :Yakma öncesi ve yakma sonrası kumaş yüzeyi.

➤ **Haşıl sökme**

Çözgü iplikleri kumaşların dokunması sırasında, mekiğin gidip gelmesi ve diğer mekanik zorlamalarla karşılaşır. Bu iplikleri kopmalarını azaltabilmek ve belirli bir derecede koruyabilmek için haşılama yöntemi uygulanır. Haşıl maddeleri hidrofobik (su sevmeyen) özelliktedir. Bunun yanında tekstil malzemesine dökümü engelleyen ve sert bir tutum verir. Bu sebeplerle pamuklu mamul üstündeki haşılın uzaklaştırılması gerekmektedir. Haşıl sökme işleminin sonucunda mamulun sertliği giderilmiş olur ve liflere hidrofil özellik kazandırılır [10].

➤ **Bazık işlem (Hidrofilleştirme)**

Bu işlemin esası, pamuk lifleri üzerinde ve içerisinde bulunan tüm yabancı maddelerin uzaklaştırılması, ham pamuklu ürünlerin alkali çözeltiyle uygulanması esasına dayanır. Bazık işlem sonucu ürün yüksek oranda su emici hal alır (hidrofilleşme). Bu işlemde lifdeki doğal boyar maddelerin bir kısmı bozulduğundan ve lifdeki yabancı maddeler uzaklaştığından, ham bezin sarımtırak rengi biraz açılır, beyazlaşır [10].

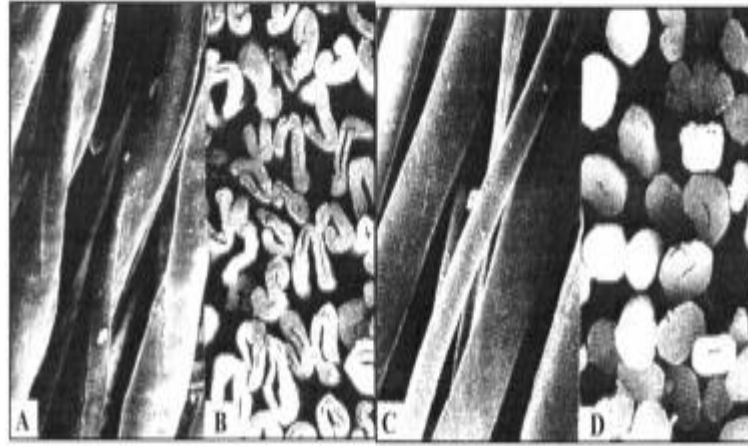
➤ **Pamuklu mamullerin ağartılması**

Ham halde pamuklu mamuller sarımtırak bir renge sahiptir. Gerek boyanacak ve basılacak pamuklu mamullerin gerekse beyaz olarak kullanılacak malların ağartılması gereklidir. Ağartma boyamanın parlaklığı ve canlılığı için gerekli bir prosesdir. En önemli pamuk ağartma kimyasalları şunlardır [10];

- NaClO_2 (sodyum klorit)
- H_2O_2 ve Na_2O_2 (Hidrojen peroksit ve sodyum peroksit)
- NaOCl (sodyum hipoklorit)

➤ **Merserizasyon**

Şekil 2.13’de görülen merserizasyon, sadece pamuk elyafına özgü bir işlem olup dokuma, örme kumaşlarda veya pamuklu iplikde kalıcı bir parlaklık kazandıran ön terbiye işlemidir. Kalıcı parlaklık kazandırmanın dışında merserizasyon ile yıkanabilirlik, boyut değıştirmeçlik, boyar madde alımı ve mukavemet de artar. Merserizasyon işlemi, pamuklu kumaşı kuvvetli soğuk sudkostik çözeltisi ile iyice emdirmek ve gerilim altındayken su ile sudkostiğı uzaklaştıırılarak stalize etmek şeklinde gerçekleştirilen bir işlemdir [10].

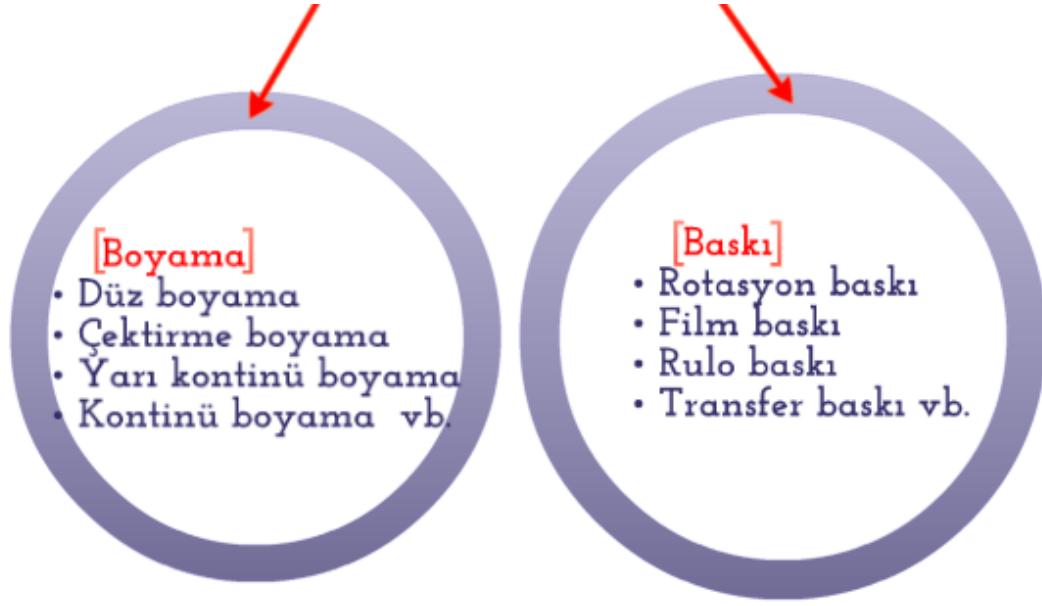


Merserize İşlemi Görmemiş (A-B) ve Merserize İşlemi Görmüş (C-D) Pamuk Liflerinin Enine ve Boyuna Kesitleri

Şekil 2. 13 : Merserizasyon işlemi öncesi ve sonrası.

2.4.2.2 Renklendirme

Tekstil mamulünü renklendirmesinde kullanılan ve mamule kimyasal bağlarla bağlanan bileşiklere boyar madde denir. Boyanan lifin silme, yıkama, kazıma gibi fiziksel işlemlerle başlangıçtaki renksiz duruma gelmesi mümkün değildir [9]. Şekil 2.14’de boyama ve baskı türleri gösterilmektedir.



Şekil 2. 14 :Boyama ve baskı türleri.

2.4.2.3 Bitim işlemleri

Üretilen tekstil ürününe yıkamaya dayanıklılık, su geçirmezlik, giyimde rahatlık, güzel görüntü ve spesifik bazı özellikler vermek amacıyla ürünün üzerine bu özelliği sağlayacak bazı maddeler uygulamıştır. İşte bu işlemlerin hepsine bitim işlemleri denilmiştir. Bitim işlemleri genelde ön işleminden geçmiş boyanmış tekstil ürünlerine uygulanır. Bunlar;

- Mekanik
- Kimyasal
- Termofiksaj
- Kaplama . [10]

2.4.3 Türkiye’de sanayide su kullanımı ve tekstil sektörünün yeri

Çizelge 2.8 incelendiğinde, ülkemizde 2004 yılı itibariyle sanayinin kayıtlı olarak yılda 1.2 milyar m³’ün üstünde su kullanıldığı görülmektedir. Kullanılan suyun büyük bir denizlerden (% 54) ve yeraltı suyundan (% 22) karşılanmıştır. Ayrıca akarsu (% 5.5), şehir şebekesinden (% 4), ve barajlardan (% 7) oranında su temini sağlanmıştır. Bu oranlara bakıldığında deniz suyunun en büyük kaynağı teşkil ettiği görülsede aslında bu oranın çıkmasının temel nedeni, toplam su tüketiminde en büyük paya sahip olan metal sanayisinin soğutma suyu olarak % 60 deniz suyunu kullanmasıdır [11].

Çizelge 2. 8 :Sanayi gruplarına göre su temin kaynakları ve miktarları
(x10.000 m³/yıl).

İmalat Sanayi	Toplam	Şehir şebekesi	Deniz	Akarsu	Baraj	Kuyu	Diğer
Gıda	13.293	741	28	2.055	161	9.391	350
Tekstil	9.356	626	-	30	48	218	15
Kağıt ürünleri	1.799	31	-	-	-	1.704	47
Kimyasal Madde ürünleri	8.830	245	1.317	54	2.686	1.314	1.758
Metal Sanayi	75.501	546	64.300	4.475	4.430	1.663	43
Ülke toplamı	122.362	5.033	65.645	6.827	8.647	26.722	4.928

Kaynak:TÜİK

Çizelge 2.9’a göre toplam temin edilen su miktarı sanayide en çok metal sektöründe soğutma suyu olarak kullanılırken, tekstil sanayisi %7,6’sını oluşturur. Kuyudan temin edilen suyun %24,6’sı ve şehir şebekesinden sağlanan suyun %12,4’u tekstil ürünlerinde kullanılmaktadır [11].

Çizelge 2. 9 :Temin edilen su miktarlarının yüzdesi (x10.000 m³/yıllık).

İmalat Sanayi	Toplam temin edilen Su (122,362 * 10000 m ³ /yıllık)	Kuyudan sağlanan su (26,722 * 10000 m ³ /yıllık)	Şehir şebekesinden sağlanan su (5033 * 10000 m ³ /yıllık)
Tekstil Ürünleri	% 7,6	%24,6	%12,4
Metal Sanayi (soğutma Suyu)	% 62	% 6,2	%10,8
Gıda	% 11	%35,1	%14,7
Kimyasal madde	% 7,2	%4,9	%4,8

Çizelge 2.10’ da görüldüğü üzere, Tekstil proses suyu kullanımı diğer sanayi grubuna göre yüksekken, yeniden suyu kullanım miktarı çok düşüktür.

Çizelge 2. 10 : Sanayi grubu ve kullanım durumuna göre tüketilen su miktarı
(x10.000 m³/yıl).

İmalat Sanayi	Toplam	Proses Suyu	Kazan suyu	Soğutma suyu	Evsel su	Diğer	Yeniden kullanılan su
Gıda	13.204	7.879	643	2.700	979	1.003	3.452
Tekstil	9.196	7.330	523	235	740	368	425
Kağıt ürünleri	1.783	1.394	105	122	135	27	374
Kimyasal Madde ürünleri	8.563	3.239	1.188	3.061	587	488	124
Metal Sanayi	75.458	4.022	795	67.543	2.249	849	35.733
Ülke toplamı	121.506	31.255	4.679	74.678	7.241	3.653	41.030

Kaynak:TÜİK

Çizelge 2.11'e göre sanayide tüketilen suyun %61,4'ü soğutma suyu iken %25,7'si proses suyu olarak kullanılmaktadır. Tekstil sektörü tüketilen proses suları içinde %23,4 dilime sahiptir, yani neredeyse dörtte biridir.

Çizelge 2. 11 : Sanayi'de tüketilen su miktarlarının yüzdesi.

	Toplam tüketilen Su (121,506 * 10000 m ³ /yıllık)	İmalat Sanayi	Tüketilen proses suyu (31255 * 10000 m ³ /yıllık)
Proses suyu	% 25,7	Tekstil Sanayi	% 23,4 (%79,7'si proses suyu)
Soğutma suyu	% 61,4	Metal Sanayi	% 12,9
Evsel su	% 5,9	Gıda	% 25,2
Kazan suyu	% 3,8	Kimyasal Madde	% 10,4

Türkiye genelinde endüstriyel yeniden su kullanımı oranı % 34 olup, % 26'sı Kağıt endüstrisinde, % 2'si Gıda, % 47'si Metal endüstrisinde olurken ne yazık ki sadece % 1'i Tekstil sanayisinde gerçekleştirilmektedir. Bunun yanında, tekstil endüstrisinde en yüksek su kullanımı PROSES SUYU kullanımıdır [11].

Tekstil sektöründe iplik ve yarı mamüllerin yıkanması, ağartma, yapağı, durulama, boyama ve son ürünlerin yıkanması gibi işlemlerde prosesin başından sonuna kadar yüksek hacimlerde su kullanımı gerçekleşmektedir [11].

Başlıca ıslak prosesler şu şekildedir;

- Merseizasyon,
- Haşıl sökme,
- Boyama işlemleri,
- Ağartma

Başlangıçta büyük miktarlarda kullanılan suyun az bir kısmı üründe bulunmaktadır ve sonuçta üründe kullanılmayan kısım büyük hacimde çıktı olarak karşımıza çıkmaktadır [11].

Tekstil endüstrisi, proseslerde kullandığı suyun büyük bir kısmını önce yeraltı su kaynaklarından daha sonra da bu kaynaklar yetersizse uygun kalitedeki göl, akarsu ve nehirlerden alınmaktadır [11].

Yüksek olan atık su maliyetinin büyük bir kısmını arıtma masrafı oluşturmaktadır. Bu yüzden göstermelik olarak kurulmuş arıtma tesisi çalıştırmayan veya arıtma tesisi olmayan işletmeler, yurtdışında Türkiye'nin geri kalmış bir ülke imajı sahip olmasına, haksız rekabete ve çevre kirlenmesine neden olmaktadır [11].

Tekstilde sanayide kullanılan suyun % 24 olduğu ve bu oranın yaklaşık olarak % 80'nin proses suyu olarak tüketildiği gözönüne alınırsa, Tekstil sektöründe IPPC (Entegre Kirlilik Önleme ve Kontrol) direktifleri doğrultusunda geliştirilerek suyun yeniden kullanımı artırılması ve tesis içi kontrol uygulaması çalışmaları kurumlar tarafından desteklenmelidir [11]. Şekil 2.15'de görüldüğü üzere 1 t-shirt üretmek için toplam 2,700 L su kullanılmaktadır.



[Hoekstra & Chapagain, 2008]

Şekil 2. 15 :Bir T-Shirt için harcanan su miktarı.

3. SU AYAK İZİ

3.1 Su Ayak İzi Tarihçesi ve Tanımı

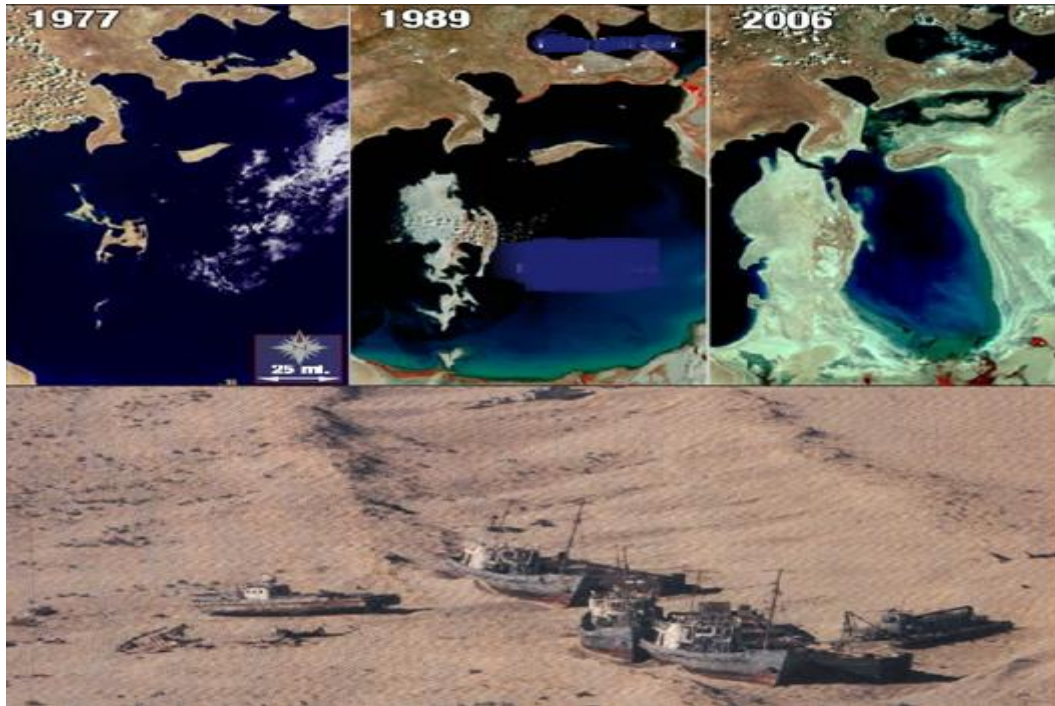
Şekil 3.1’de görülen, ‘Su Ayak İzi’ terimi, 2002 yılında ilk kez Arjen Hoekstra tarafından UNESCO-IHE’de ortaya çıkarılan bir terimdir. Su ayak izi bir ürünün; ürünün saklı su içeriği veya ürünün sanal, harici, gölge ya da gömülü suyu diye adlandırılan terimlerle büyük benzerlik göstermektedir. Gömülü su içeriği veya sanal su, sadece ürünün içerisinde bulunan saklı, gizli suyu ifade eder. Bu kavram, bölgeler arası veya uluslararası görünen su akışları için kullanılan ifadedir. Bir bölge veya ülke herhangi bir ürünü ihraç veya ithal ediyorsa, suyunu da sanal bir biçimde ihraç/ithal etmektedir. Bu da genel bir ifadeyle sanal su ticareti veya akışı olarak isimlendirilmektedir [1].



Şekil 3. 1: Su Ayak İzi .

Su ayak izi ise sadece suyun hacmini değil, kullanılan suyun aynı zamanda türünü (yeşil, mavi, gri), nerede ve ne zaman kullanıldığını da gösterir. Su ayak izi bir ürünün, çok boyutlu bir ifadesidir. Gömülü su veya saklı su içeriği ise sadece kullanılan suyun miktarını gösterir. Miktar, kullanılan suyun sadece bir boyutudur. Kullanılan suyun zaman, yeri, türü de miktar kadar önemlidir. Bir üreticinin ya da tüketicinin saklı su içeriğinden değil, su ayak izinden bahsetmek mümkündür [1].

Su ayak izi terimi, Su Ayak İzi Ağı (Water Footprint Network-WFN) ile Hollanda'daki Twente Üniversitesi tarafından ortaya koyulmuştur. Bir hizmet veya mal üretmek için tüm tedarik zinciri içerisindeki gerekli tatlı su miktarının ölçümünü gösteren su ayak izi; tüketicinin ürünü kullanmasından hammadenin işlenmesinden ve doğrudan operasyonlara kadar geçen tüm süreçleri kapsar. Su ayak izi kavramı böylece hem üretim sürecinde dolaylı su kullanımını hem de doğrudan su kullanımını hesaba katar. Su ayak izi çalışmaları ilk olarak, sanal su çalışmalarına benzer bir biçimde, herhangi bir ülkenin su kaynaklarını ve doğrudan üretimdeki suya olan ihtiyacı karşılayacak miktarı belirlemek için tüm ülkede yapılmıştır. Günden güne daha çok popüler olan su ayak izi çalışmaları; şirketler, ticari mallar ya da ürünler özelinde gerçekleştirilerek, özel sektör tarafından da şirketlerin tedarik zincirlerinin incelenmesinde kullanılmaya başlanmıştır [1]. Şekil 3.2'de görülen Aral Denizi'nin büyük bir kısmı kurumuştur.



Şekil 3. 2 : Aral Denizi.

Bir bireyin, toplumun veya sanayinin su ayak izi; Üreticinin mal üretimi için kullandığı veya bireyin veya toplumun tükettiği malların ve hizmetlerin üretimi için kullanılan toplam temiz su kaynaklarının miktarıdır. Kısaca su ayak izi; birim zamanda tüketilen (buharlaştırma dahil) ve/veya kirletilen su miktarıdır [12].

Sistemden çekilen su miktarı yerine tüketilen su miktarını araştıran su ayak izi, su kullanımına yönelik farklı bir göstergedir. Mavi, yeşil ve gri su ayak izi; su ayak izinde su kalitesini ve kullanımını temsil eden üç ana öğedir .

Şekil 3.3’de görüldüğü üzere, Mavi Su Ayak İzi, bir ürünü üretmek için ihtiyaç duyulan yeraltı (akifer) ve yüzey tatlı su (nehir, göl) kaynaklarının toplam hacmidir [12].



Şekil 3. 3: Mavi Su Örnekleri.

Şekil 3.4’de görüldüğü üzere, Yeşil Su Ayak İzi, bir ürünü (malı) üretmek için kullanılan toplam yağmur suyudur. Fakat, yağmur suyu yeraltı suyuna karışmaz veya kaybolmaz. Geçici bir süre toprakta, toprak üstünde veya bitki örtüsünde saklanır. Bir bölgenin yeşil su ihtiyacını değerlendirirken yağış miktarı direkt yeşil su talebini etkilediği için, iklimde ki değişkenlik ve değişiklik göz önüne alınmalıdır [12].



Şekil 3. 4: Yeşil Su Örnekleri.

Şekil 3.5’de görüldüğü üzere, Gri Su Ayak İzi, kirliliği belirtir. Mevcut su kalite standartlarına göre, kirlilik yükünün azaltılması veya bertaraf edilmesi için kullanılan tatlı su miktarıdır. [12].



Şekil 3. 5 : Gri Su Örnekleri.

Şekil 3.6’da mavi, yeşil, gri su ayak izleri tanımlanmıştır.



Kaynak: Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 3. 6 : Genel Tanımlar.

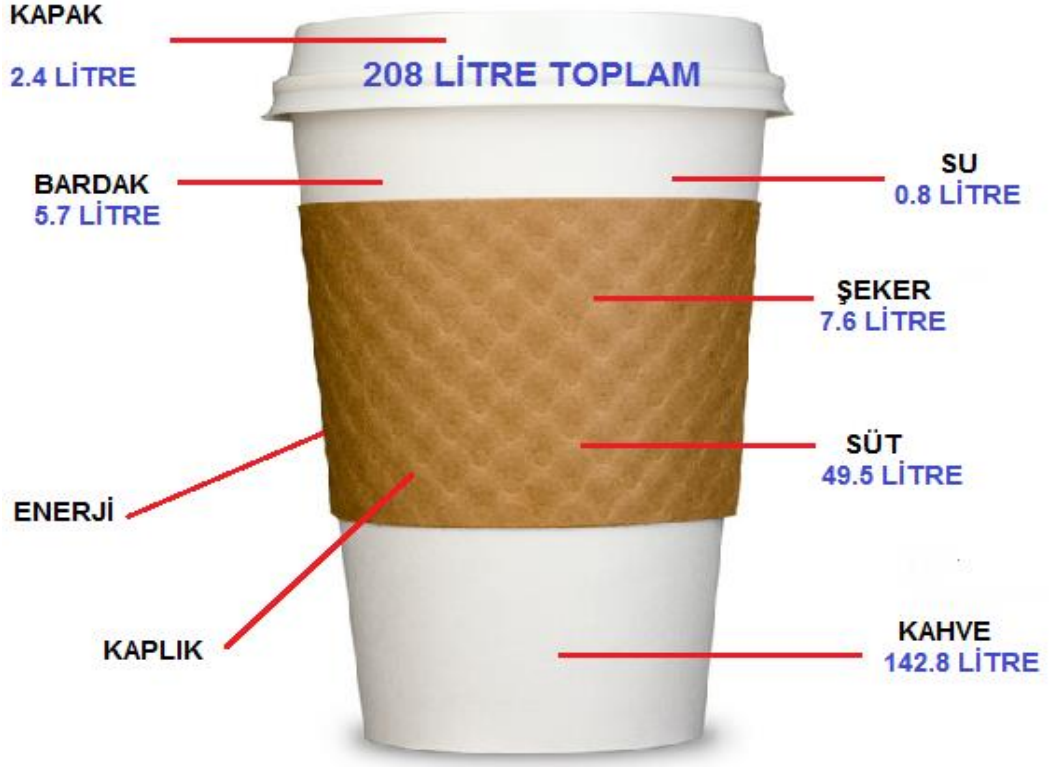
Şekil 3.7’de bazı ürünlere ait su ayak izleri belirtilmiştir.



Kaynak : WWF-Türkiye

Şekil 3. 7 :Ürünlerin su ayak izleri.

Şekil 3.8’de görüldüğü üzere, bir basit örnek olarak bir bardak kahve içtiğimizde yaklaşık 200 mil su tükettiğimizi düşünebilir. Fakat bu kahvenin üretim aşamalarını hesaba kattığımızda su miktarının yaklaşık 208 litreye çıktığını görürüz.



Şekil 3. 8 : Bir bardak kahvenin su ayak izi .

Çizelge 3.1’de çeşitli yiyeceklerin su ayak izleri gösterilmiştir.

Çizelge 3. 1 : Çeşitli yiyeceklerin su ayak izleri.

Yiyecek Kalemi	Birim	Global ortalama Su Ayak İzi (litre)
Elma veya Armut	1 kg	700
Muz	1 kg	860
Sığır Eti	1 kg	15.500
Ekmek (buğdaydan)	1 kg	1.300
Lahana	1 kg	200
Peynir	1 kg	5.000
Tavuk	1 kg	3.900
Çikolata	1 kg	24.000
Salatalık	1 kg	240
Hurma	1 kg	3000
Yerfıstığı	1 kg	3100
Marul	1 kg	130
Mısır	1 kg	900
Mango	1 kg	1.600
Zeytin	1 kg	4.400
Portakal	1 kg	460

Şeftali veya Nektarin	1 kg	1.200
Domuz eti	1 kg	4.800
Patates	1 kg	250
Pirinç	1 kg	3.400
Şeker	1 kg	1.500
Domates	1 kg	180

Kaynak: URL-<http://topraksuenerji.org/GIVE_THE_FOOT_IN_THE_WATER.pdf>

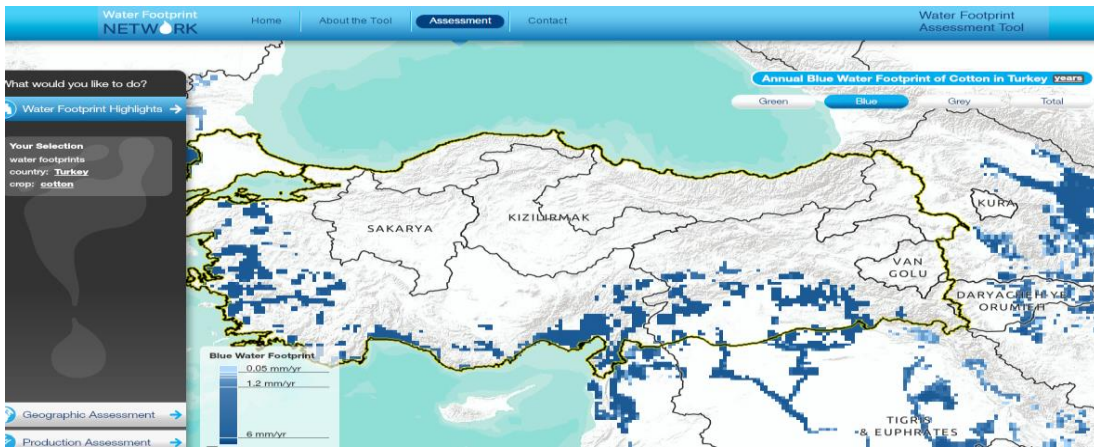
3.2 Su Ayak İzi Ağı (Water Footprint Network)

2008'in sonlarında kurulan su ayak izi ağı, Twente Üniversitesi'nden Profesör Arjen Hoekstra'nın öncülüğünü ettiği su ayak izi veriler, araçlar, metodolojisi ve istatistiklerin üzerine koyarak çalışmaya başlamıştır. Amaç standartları geliştirme, araştırma, iletişimi teşvik, araçlar, politika belirlemek için danışmanlık yapmaktır [13]. Çizelge 3.2'de su ayak izinin olumlu ve olumsuz taraflarından bahsedilmektedir.

Çizelge 3. 2 : Su ayak izi ağı'nın olumlu ve olumsuz yönleri

OLUMLU YÖNLERİ	OLUMSUZ YÖNLERİ
Yüksek kapasite, paydaşların yoğun katılımı.	Akademik yaklaşım, çok sayıda veri ve kaynak gereksinimi.
Verilerin sıklıkla referans noktası ve temel olarak alınması.	Su ölçümlerinin tartışması.
Mavi, yeşil, gri sulara odaklanma.	Tarımsal olmayan sektörler için o kadar faydalı değil.
Tarım ve yiyecek/içecek sektörleri ayak izi hesaplama bağlantıları.	ISO ile tam olarak örtüşmüyor.

Şekil 3.9' da su ayak izi ağından alınmış, pamuğun mavi su ayak izine ait şekil gösterilmektedir.



Şekil 3. 9 : Su ayak izi ağı, pamuğun mavi su ayak izi görünümü (WFN).

3.3 Türkiye'nin Su Ayak İzi

Türkiye su zengini olan bir ülke değildir. Gelişen sanayi, hızla büyüyen kentleriyle ve artan nüfusuyla Türkiye'nin 2030 yılında su bakımından sıkıntı çeken bir ülke olacağı öngörülmektedir. Ayrıca, su kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi ve kullanımı Türkiye için önemi büyüktür. Su kaynakları üzerindeki tartışmaları anlamlı kılmak ve zenginleştirmek için Türkiye'nin su ayak izi önemle araştırılmalıdır [1]. Çizelge 3.3'de Türkiye'nin su potansiyelinden bahsedilmektedir.

Nüfus : 75.627.384 (TÜİK, 2012)

Kişi başı GSYH (SAGP): 16.940 ABD doları (Dünya Bankası, 2011)

Türkiye'nin yüzölçümü: 785.557 km²

Çizelge 3. 3 : Türkiye'nin su potansiyeli.

Kaynak: Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

SU POTANSİYELİ	MİKTAR
Yıllık ortalama yağış (mm/yıl)	643 mm/yıl
Buharlaşma (milyar m ³ /yıl)	274 milyar m ³ /yıl
Yeraltına sızma m ³ /yıl	41 milyar m ³ /yıl
Yüzey suyu akışı m ³ /yıl	186 milyar m ³ /yıl
Yıllık yağış miktarı	501 milyar m ³ /yıl
Kullanılabilir yüzey suyu	98 milyar m ³ /yıl
Yeraltı suyu çekilmesi	14 milyar m ³ /yıl
Net kullanılabilir tatlı su kaynağı	112 milyar m ³ /yıl
Kişi başına düşen tatlı su miktarı	1.519 m ³ /kişi/yıl

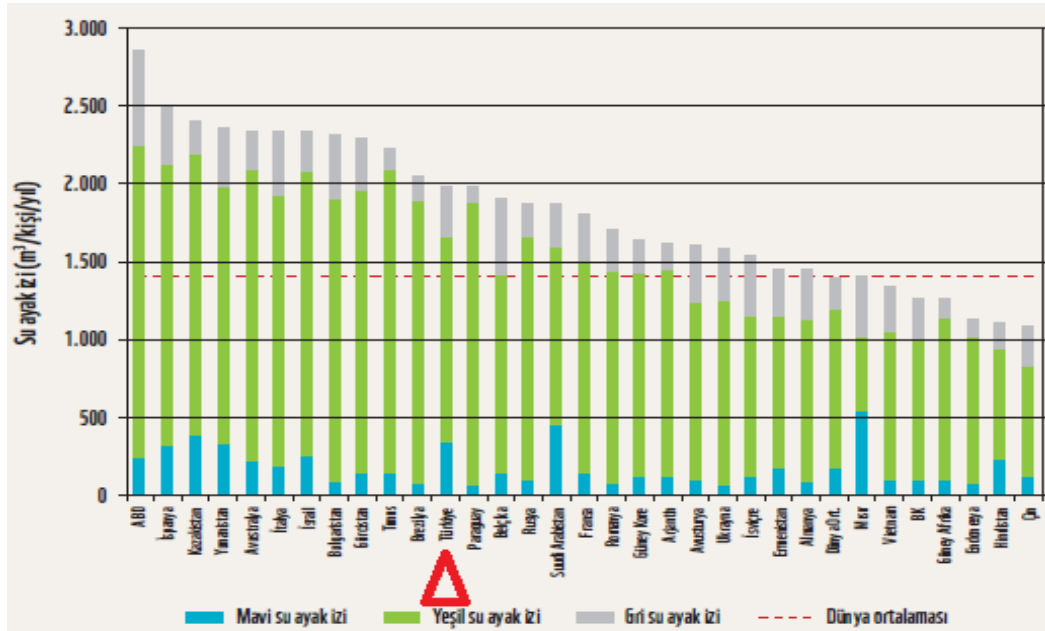
Ülkemizin tarımda su tüketimi % 75 civarında olduğu bilindiğinden, Şekil 3.10’da görüldüğü üzere tarımda sulama hayati önem teşkil etmektedir.



Şekil 3. 10 : Tarımda sulamanın önemi.

1996-2005 yılları verilerine göre, Türkiye’nin su ayak izi kişi başına düşen 1.642 m³/yıl olup, 1.385 m³/yıl olan dünya ortalamasının yaklaşık olarak % 20 üstündedir.

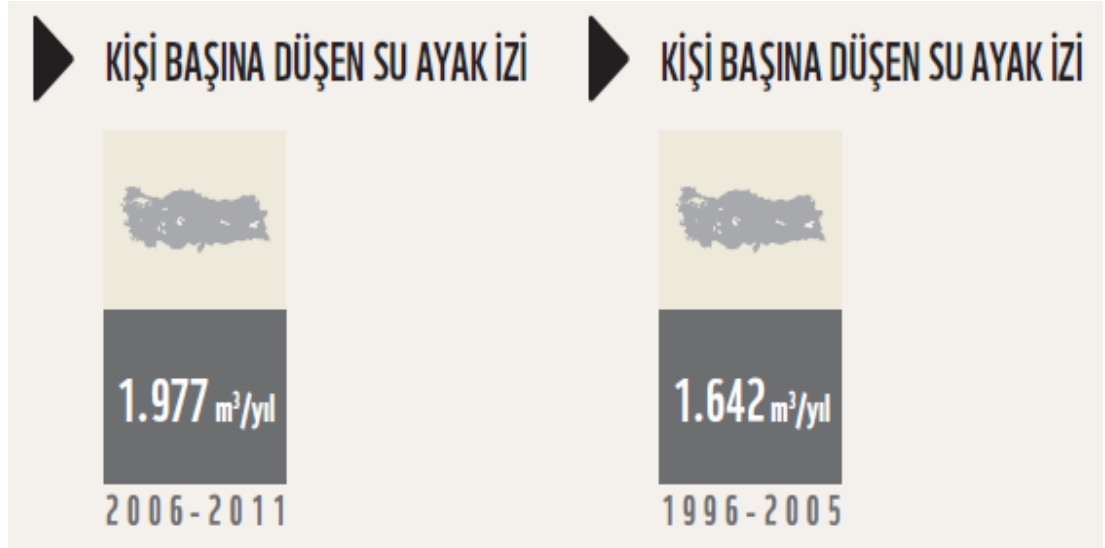
Şekil 3.11 incelendiğinde Türkiye’nin kişi başına düşen mavi su ayak izinin dünya ortalamasının üzerinde olduğu farkedilmektedir. Bu ifade, diğer ülkelere kıyasla Türkiye’de tüketilen ürünlerin mavi su yoğunluğunun daha fazla olduğunu ifade eder. Mavi su ayak izi, tüketilen ürünlerin yetiştirildiği iklim koşullarına ve türüne bağlıdır [1].



Kaynak: Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 3. 11 : Ülkelere göre kişi başına düşen tüketimin su ayak izi (WFN).

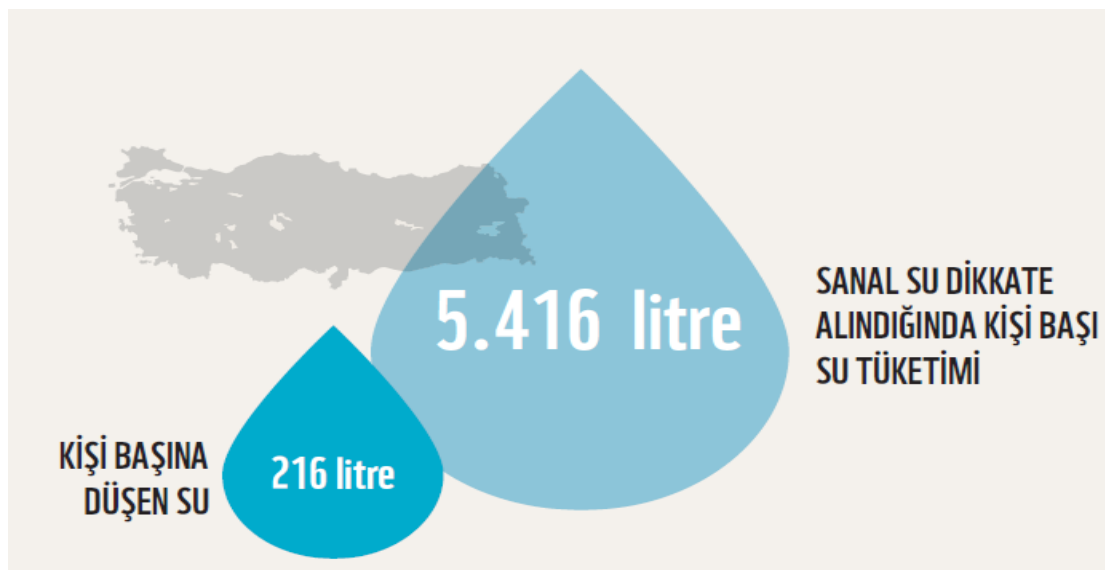
Şekil 3.12’de görüldüğü üzere, Türkiye’de 2006-2011 verileri kullanılarak hesaplanan su ayak izinde kişi başına düşen su ayak izi $1.977 \text{ m}^3/\text{yıl}$ yükseldiği görülmüştür. Kişi başına düşen su ayak izi miktarındaki artış, artan üretim hacmine ve değişen tüketim alışkanlıklarına bağlıdır [1].



Kaynak: Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu, 2014

Şekil 3. 12 : Kişi başına düşen su ayak izi.

Şekil 3.13’de görüldüğü üzere, Türkiye’de kullanma ve içme amacıyla günlük olarak birey başına düşen su tüketimi 216 litredir (TÜİK). Sanal su dikkate alındığında su ayak izi yaklaşımı çerçevesinde Türkiye’de bir bireyin günlük dolaylı veya doğrudan su tüketiminin 5.416 litre olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, dolaylı tüketimin yanı sıra doğrudan hizmetler ve mal aracılığıyla tüketilen su miktarını gösterir [1].



Kaynak: Türkiye’nin Su Ayak İzi Raporu, 2014.

Şekil 3. 13 : Kişi başına düşen su tüketimi.

3.4 Pamuk Üretiminin Su Ayak İzi

Dünya’da toplam su ayak izi içerisinde pamuk su ayak izi %3.14’ünü oluşturuyor . 1kg pamuklu kumaş üretmek için ortalama 11.000 litre su harcanırken coğrafi konum bu değerleri etkilemektedir. Çinde 6.000 L, Amerika’da 8.100 L, Hindistan’da 22.500 L, Pakistan’da 9.600 L ve Üzbekistan’da 9.200 litredir [14].

Çizelge 3.4’de çeşitli ülkelerin yeşil, mavi, gri su ayak izleri Cropwat yazılımıyla hesaplanmıştır. Burda etkili olan en önemli faktör ülkelerin coğrafik konumlarıdır. Su ayak izlerini etkileyen ülkelerin iklim çeşitliliği, yeraltı ve yerüstü su kaynakları en önemli faktörlerdir.

Çizelge 3. 4 : Ülkelerin pamuk su ayak izleri.

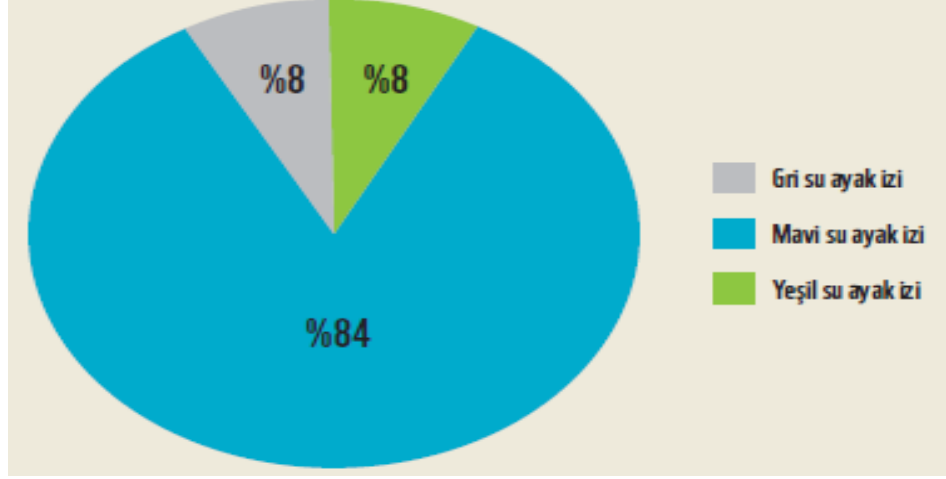
Ülkeler	Yeşil Su Ayak İzi (m ³ /ton)	Mavi Su Ayak İzi (m ³ /ton)	Gri Su Ayak İzi (m ³ /ton)	Toplam Su Ayak İzi (m ³ /ton)
Çin	3258	558	1477	5294
İspanya	902	4876	0	5778
Türkiye	1076	5271	490	6836
Amerika	4781	2043	483	7307
Üzbekistan	794	7556	0	8350

Kaynak: Mekonnen ve Hoekstra (2010).

Türkiye, %7’lik payıyla dünyadaki en önemli pamuk üreticilerinden biridir. Bunun yanında, tekstil, Türkiye’nin toplam ihracatının %20’sini ve GSYİH’nin %8’ini oluşturur. Ayrıca, Çin’in ardından en büyük pamuk ithalatçısıdır [1].

Pamuğun tarladan fabrikaya kadar üretimine kadar su yoğun kullanılır. Ayrıca, tekstil sektörü, su ayak izi yüksek olan pamuğun, ithal edildikten sonra ülke içerisinde işlenerek katma değer yaratılmasına örnek olabilecek bir tedarik zincirine sahip olduğu görülmektedir [1].

Ülkemizde yetişen endüstriyel bitkilerden, pamuk en yüksek su ayak izine sahip bitkidir. Şekil 3.14’de, Pamuğun su ayak izinin %84’lük kısmını mavi su ayak izi olduğu görülmektedir. Bu çerçevede pamuk üretiminde yeraltı ve yüzey su kaynaklarının en önemli unsur olduğu bir kez daha anlaşılmaktadır [1].



Kaynak: Türkiye'nin Su Ayak İzi Raporu, 2014.

Şekil 3. 14 : Pamuğun su ayak izi (TUIK, WFN, CROPWAT).

Türkiye ekonomisinde hayati bir yer tutan tekstil sektörünün hammadresi olan pamuğun % 50'sinin ithal edilmesi sektörle alakalı tüm sanayi kolları bakımından büyük risk teşkil etmektedir. T.C Ekonomi Bakanlığı Girdi Tedarik Stratejisi Tekstil ve Deri Eylem Planı çerçevesinde ithalat bağımlılığının azaltılması, tekstil sektöründe daha fazla katma değer Türkiye'de bırakılması, küresel rekabet gücü artışı ile tedarik sürekliliğinin önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamdaki hedeflere ulaşılması için Türkiye'de pamuk üretiminin sosyal, çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik penceresinden değerlendirilmesi hayati önem taşır. Bu konuda, İyi Pamuk uygulamaları (Better Cotton Initiative) gibi yenilikçi yaklaşımların dünyada pamuk üretiminde özellikle sosyal ve çevresel sürdürülebilirliğe odaklanan uygulamaların Türkiye'de hayata geçirilmesi ve su ayak izi bakımından pamuk üretiminin etkilerinin özenle yönetilmesi önemlidir [1].

Tekstil için pamuğun işlenmesinde su yoğun olarak kullanılır. Pamuğu işlemek, üretmek ve son ürünü dağıtmak için toplam kullanılan suyun hemen hemen % 60'ı, bu tedarik zincirinde 'işleme' kısmında tüketilmektedir. Bu sebeple, Türkiye işlemeyi sürdürdüğü müddetçe, tekstil sektörünün kullandığı su miktarı artmaya devam edecektir. Bunun yanında, pamuğu işledikten sonra oluşan atık suyun bertaraf edilmesi, başka bir deyişle, önemli bir etki olarak gri su ayak izi önümüze çıkacaktır [1].

Su kaynakları bakımından Türkiye, tekstil imalatını ülkeye çekmekte ve tekstil sektöründe rekabet içinde olduğu Bangladeş, Hindistan ve Çin gibi ülkelere göre oldukça iyi bir durumdadır. Ayrıca, çevresel ve sosyal konulara gittikçe daha duyarlı hale gelen şirketler ve tüketiciler dikkate alındığında, Türkiye’de tekstil endüstrisinin önderleri pazarlama amaçlarına ulaşabilmek için tedarik zincirindeki risklere ve sürdürülebilirliğe daha fazla önem vermesi gerekmektedir. Türkiye, ayrıca, dünyada hızla yükselen bir sektör olan organik pamuk üretiminde dünyanın ilk dört ülkesi arasında sayılmaktadır. Hem pamuk imalatçısı hem de üreticisi olması nedeniyle ülkemiz, ‘hızlı moda iş modeli’ geliştirebilecek durumdadır. Bu iş modeli büyük moda perakendecileri tarafından kullanılır, tekstil imalat sürecini geliştirerek zamandan kazanmayı amaçlar [1].

3.5 Pamuk Üretimi ve Tekstil Sektöründe Su Kullanımı Azaltım Yolları

3.5.1 İyi Pamuk Üretimi (Better Cotton Initiative)

Pamuk üretiminin üreticilere daha iyi olanak sağlamaya, sektörün güvenliğini daha iyi getirmeye, sosyal ve olumsuz çevresel etkileri azaltmayı hedefleyen çok paydaşlı uluslararası bir organizasyondur. İyi pamuk üretimi (BCI), ‘Better Cotton’u’ yaygınlaştırarak sürdürülebilir bir ticari ürün olarak dünya çapında pamuk üretimini dönüştürmeyi amaçlar [15].

➤ İyi Pamuk Üretimi Amaçları

- Pamuk üretiminin oluşturduğu olumsuz çevre etkisini en aza indirmek,
- Better Cotton’un sürdürülebilirliğini ve güvenilirliğini sağlamak,
- Pamuk üreten bölgelerde ekonomi ve geçimi iyileştirme,
- Tedarik zincirinin tüm safhalarında Better Cotton’un akışını artırmak.

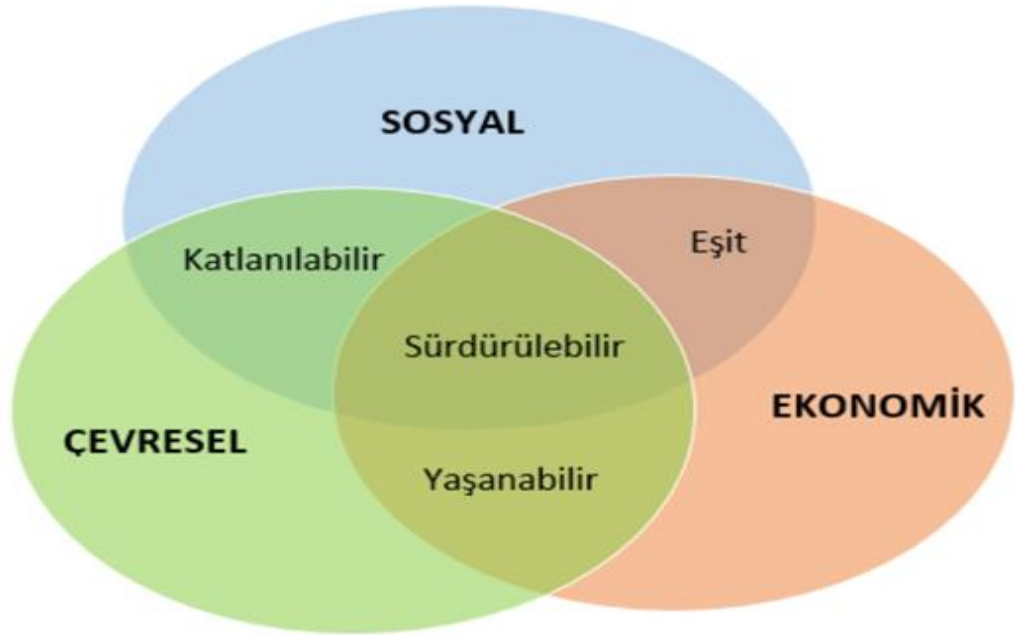
‘Better Cotton’ sektörü dönüştürmek isteyen tarımsal bir yönetim sistemidir [15].

➤ **Nasıl ?**

- Arz ve talebi birleştirerek,
- Pamuk üretimini iyileştirerek,
- Bütün aktörlere ‘olur durumu’ sunarak,
- Diğer standartları kabul ederek,
- Tarla düzeyinde güvenilir ve ölçülebilir değişim oluşturarak.

3.5.1.1 İyi pamuk (Better Cotton)-standart sistemi

Bu sistem sürdürülebilir pamuk üretimi sistemine bütünsel bir yaklaşımla ifade eder. Sistem sürdürülebilirliğin üç ana ögesini kapsar ;Çevresel, Ekonomik ve Sosyal [15].



Kaynak: İyi Pamuk Uygulamaları Derneği, 2014.

Şekil 3. 15 : Sürdürülebilirliğin temel ögeleri.

İyi pamuk standart sistemi; üretim kriterleri, sonuç ve bunun etkilerini gösteren takip ve izleme mekanizmaları, iyi olan örneklerin paylaşımını ve bilgi aktarımını sağlıklı bir şekilde sağlayarak, İyi Pamuk’un (Better Cotton) standart olarak güvenilirliğini ve sürdürülebilir ana ticaret ürün olarak artmasını hedef edinir [15].

Şekil 3.16’da, Better Cotton üretimi için uygulanmak istenen asgari ilkeler, sembolleri ile birlikte belirtilmiştir.



Toprak sağlığına önem vermek



Lif kalitesine önem vermek ve lif kalitesini korumak



Ürün koruma uygulamalarının olumsuz etkilerini en aza indirmek



Suyu etkin kullanmak, ve suyun gelecekte de bulunmasına ve erişilebilirliğine önem vermek



İnsana yakışır iş uygulamalarını yaygınlaştırmak



Doğal yaşam alanlarını korumak

Kaynak: İyi Pamuk Uygulamaları Derneği, 2014.

Şekil 3. 16 : İyi pamuk (Better Cotton) asgari üretim ilkeleri.

3.5.1.2 İyi pamuk uygulamaları derneği (IPUD)

Dernek Türkiye’de pamuk üretimini, pamuğun yetiştirildiği çevre için, pamuğu üreten kesimler ve sektörün geleceğini daha iyi hale getirmek için 25 Eylül 2013 tarihinde kurulmuştur.

BCI (Better Cotton Initiative) ile stratejik ortaklık anlaşması imzalayan IPUD Türkiye’de “İyi Pamuk (Better Cotton)” üretiminden sorumlu kuruluştur.

- Farklı kurumlarla işbirliği yaparak Türkiye’de Better Cotton üretiminin sürdürülebilir gelişmesinin yürütülmesi.
- Lisanslamadan raporlamaya, eğitim ve denetime kadar Better Cotton üretiminin yaşanan tüm süreçlerinin sağlıklı bir şekilde yürütülmesinin sağlanması.
- Türkiye’de üretim stratejisinin belirlenmesi.
- Better Cotton üretimi aşamasında birlikte çalışılan paydaşların yöntemleri standartlara uygun kullanmaları için denetim, takip ve eğitim basamaklarının kurulması [15].

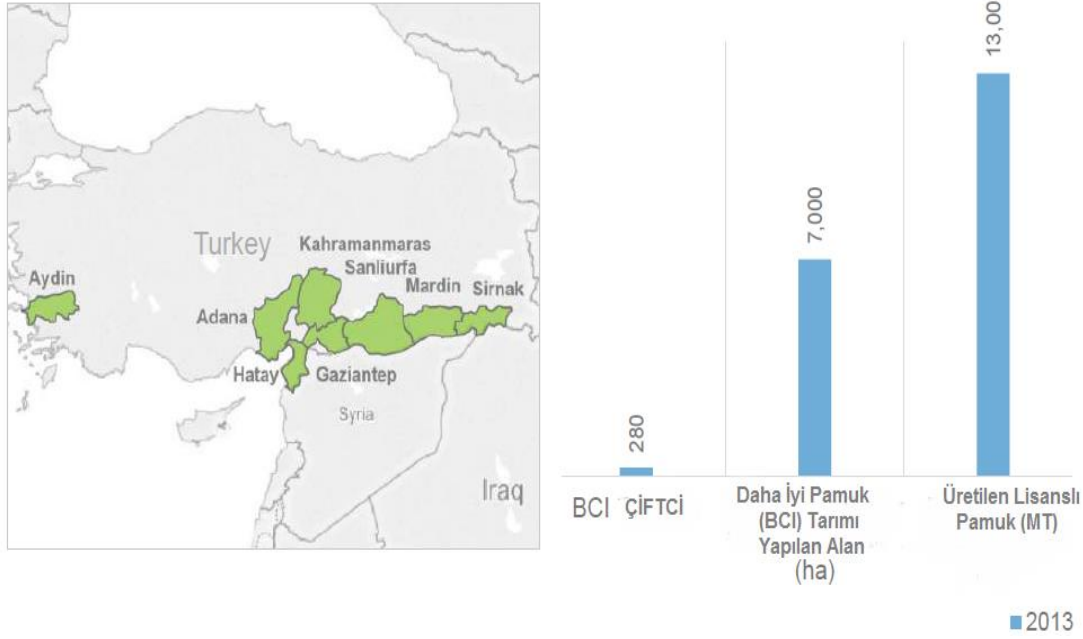
3.5.1.3 İyi pamuğ'un (Better Cotton) üreticiye katkısı

İyi pamuk uygulamalarının pamuk üretimi yapan bölgelere ve pamuk üreticisine katkıları şunlardır ;

- Örgütlenme sayesinde çiftçinin güçlenmesi,
- Yüksek kalite standardı,
- Pazar talebinin karşılanabilirliği,
- Girdi maliyetinin azaltılması,
- Bilgiye erişim artması,
- Katılımcı yaklaşım,
- Şeffaflık ve daha iyi satın alma uygulamaları,
- Tarımsal faaliyetlerin uzun dönemli sürdürülebilirliği (çevre sağlığı, toprak verimi),
- Sağlık koşullarının işçilerde, çiftçilerde ve pamuk üretimi yapan bölgelerde iyileşmesi [15].

3.5.1.4 Türkiye'nin 2013 yılı iyi pamuk (Better Cotton) üretimi sonuçları

Türkiye'nin ilk hasatı 2013 yılında yapılmış ve şekil 3.17'de pilot iller seçilmiş bu anlamda 280 lisanslı çiftçi ile başlanılmış ve tarım için kullanılan 7,000 ha araziye karşılık 13,000 (MT) lisanslı pamuk üretilmiştir. Daha önceleri büyük tekstil ve giyim markaları ürünlerinde İyi Pamuk (Better Cotton) kullanılmasını istediği için yerli üretici firmalar pamuğu Mali, Çin, Tacikistan gibi İyi Pamuk Üretimine (Better Cotton) geçmiş ülkelere almak zorunda kalıyordu, fakat ülkemizin bu üretim şekline geçmesiyle bu sorun ortadan kalkmıştır [16].



Şekil 3. 17 : Türkiye’de pilot bölgeler ve ilk hasat sonuçları.

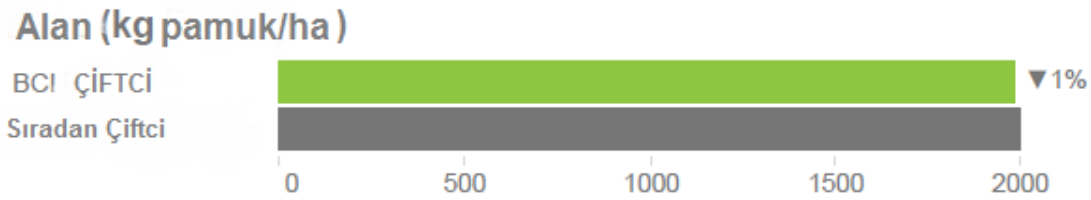
Şekil 3.18’de ülkemizdeki 2014’e ait veriler, 2015 ve 2016 yıllarına ait hedefler gösterilmektedir. İyi Pamuk (Better Cotton) üretimine kademe kademe artırılarak geçilmesi hedeflenmektedir [16].

	2014	2015	2016
Pamuk Ekim Alanı (he)	16,000	32,000	64,000
Çiftçi Sayısı	600	800	1000
Lisanslı Lif Pamuk Üretimi (MT)	30,000	60,000	120,000
Better Cotton Yetişen İl Sayısı	10	12	14



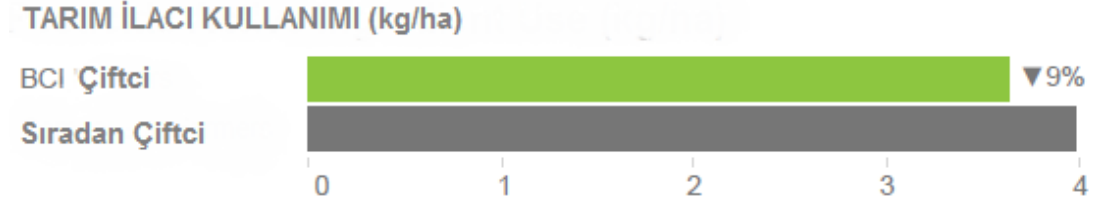
Şekil 3. 18 : İyi Pamuk (Better Cotton) üretimi ve hedefleri.

Şekil 3.19’da, BCI (Better Cotton Initiative) çiftçisi sıradan bir çiftçiye göre daha az ilaç ve sentetik ilaç kullanmaktadır; fakat neredeyse birim hektar başına aynı pamuk elde edilmektedir [16].



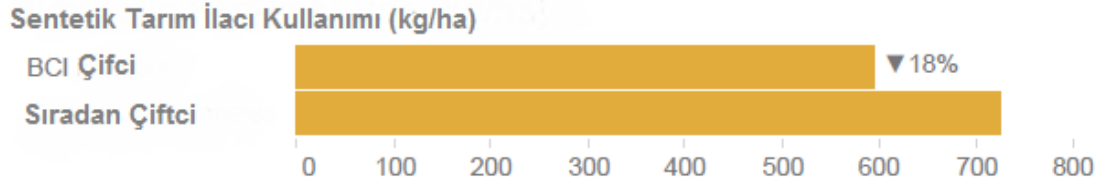
Şekil 3. 19 : Alan.

Şekil 3.20’de, birim hektar başına tarım ilacı kullanımında İyi Pamuk (Better Cotton) üreten çiftçi diğer çiftçilere göre %9 oranında daha az tarımsal ilaç kullanımı gerçekleştirmiştir [16].



Şekil 3. 20 : Tarımsal ilaç kullanımı.

Şekil 3.21’de birim hektar başına sentetik tarım ilacı kullanımında İyi Pamuk (Better Cotton) üreten çiftçi diğer çiftçileri göre %18 oranında daha az sentetik tarımsal ilaç kullanımı gerçekleştirmiştir [16].



Şekil 3. 21 : Sentetik tarım ilacı kullanımı.

2013 yılında ilk hasatla birlikte su kullanımındaki azalış-artış ile ilgili herhangi bir data tutulmamıştır. İlerki yıllarda sistemin oturmasıyla birlikte su kullanımıyla ilgili veriler elimizde olacaktır. Diğer ülkelere bakıldığımızda %14-23 arasında su tasarrufu sağlandığı görülmüştür [16].

Şekil 3.22’de birim hektar başına İyi Pamuk (Better Cotton) üreten çiftçi diğer çiftçileri göre %2 oranında daha fazla kar elde etmiştir [16].



Şekil 3. 22 : Kar.

3.5.2 Tekstil’de su ve enerji yönetimi

Bu bölümdeki Avrupa Birliği tarafından hazırlanan veriler Çevre ve Şehircilik Bakanlığı tarafından Türkçe’ye çevrilerek ‘Tekstil Sanayii için En Uygun Teknikler (BAT) Referans Dökümanı’ Kasım 2002 tarihli raporda, Tekstil sanayisi için mevcut

en iyi tekniklerden bahsedilmiştir. Bu dökümanın, tez konumuzu ilgilendiren kısımlar hakkında yapılan alıntı ve değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

3.5.2.1 Tekstil işlemlerinde su tüketim optimizasyonu

Tekstil sanayi suyun yoğun olarak kullanıldığı bir endüstri koludur. Bu bölümde optimal su kullanımı için birinci derece önemli olabilecek faktörlerin özetlenmesi gaye edinilmektedir.

➤ Su tüketimi kontrolü

Proseslerde tüketilen su miktarı hakkında bilgi toplanması, gereksiz su kayıplarının önlenmesi için uygulanacak herhangi bir programın ana materyalidir. Su tüketimi ile ilgili işletmenin elindeki veriler, mevcut su tüketiminin fazla olup olmadığıyla ilgili iyi bir referans değeri olmaktadır ve prosesdeki gelişmeleri karşılaştırıp ölçmek için de iyi bir temel veridir. Ayrıca, potansiyel kirlilik önleme seçeneklerin tanımlanması ve önceliklerin saptanması için proses analizi çok önemlidir. Su kullanımı makine bazında izlenmeli kaydedilmeli ve su sayaçlarının düzenli olarak kalibrasyonu ve bakımı gereklidir [17].

➤ Su tüketiminin azaltılması

✓ Geliştirilmiş çalışma uygulamalarıyla

Otomatik kontrol sistemlerinin bulunmaması ve uygun olmayan çalışma yöntemlerinin kullanılması, önemli su israfına yol açabilmektedir. Örneğin;

- Tekstil materyali makineye alınırken, flotteye daldırılması sırasındaki yer değiştirme ile dökülen su miktarı, bir boyama döngüsünde kullanılan toplam su hacminin % 20'sine karşılık gelebilmektedir. (boyalar ve tehlikeli kimyasallar, lifler ile suyun yer değişimi sonucu oluşan su taşmasından önce flotteye koyulmuşlar ise, bunların da kayıplarına yol açmaktadır).
- Durulama ve doldurma esnasında, sadece manuel su kontrol valfleri ile donatılmış makinelerde aşırı doldurma potansiyeli vardır.

✓ Flotte oranının azaltılması ile

Günümüzde tüm büyük makine üreticilerinin düşük flotte oranında çalışan boyama üniteleri bulunmaktadır. Bu yapıdaki ünitelere yapılan yatırımlar, işlem maliyetlerini (su, kimyasallar, boyalar, enerji vs.) düşürmeleri ve işlem süresini kısaltarak

verimliliği artırmaları nedeniyle , yatırım maliyetleri kısa sürede geri ödemektedir [17].

✓ **Yıkama etkinliğinin geliştirilmesi ile**

Hem kesintisiz hem de kesintili işlemlerde, yıkamalar için tüketilen su miktarı asıl terbiye işlemlerinden (örneğin, boyama vs.) büyük miktarda daha yüksek olmaktadır. Modern kesintisiz yıkama makinelerinin büyük oranda yıkama etkinliği geliştirilmiştir, fakat aynı konu kesintili yıkama için söz konusu değildir. Kesintili yıkamada az su ile kısa sürede ve yüksek etkinlikde yıkama kolay olmamaktadır. Teknolojide son gelişmeler, kesintili yıkamadaki özgül su tüketimlerini, kesintisiz işlemlerde bilinen değerlere kadar düşürmüştür [17].

✓ **İşlemlerin birleştirilmesiyle**

İşlemlerin programlanması ve birleştirilmesi, kimyasal boşaltım sayılarını azaltmaktadır. Bu durum genelde ön terbiye işlemlerinde (örneğin, haşıl sökme/hidrofilleştirme, ağartma/hidrofilleştirme/haşıl sökme) uygulanabilmektedir [17].

➤ **Suyun tekrar kullanımı**

Piyasada atık su akımlarını ayıran ve toplayan entegre donanımlara sahip makineler bulunmaktadır. Örneğin, bir önceki partiden gelen yıkama suyu geri kazanabilmekte ve suyun tamamı o anda ağartma banyosundan kullanıldıktan sonra da, bir sonraki partinin hidrofilleştirme işleminde de kullanılabilir. Bu tarzda her banyo üç kez kullanılabilir [17].

3.5.2.2 Su ve enerji yönetimi

Herhangi bir prosesteki atık miktarının minimuma indirilebilmesi için, işletme proseslerinin ve atıklarının detaylı olarak bilinmesi gerekir. Prosesle ilgili bu bilgiler eşliğinde bir takım düşük teknoloji önlemler alınabilir. Yaş işlemlerde uygulanabilen önlemler (enerji ve su tüketimi çoğunlukla birbiriyle alakalıdır, zira enerji genelde proses banyosunu ısıtmada kullanılmaktadır):

- Üretim programının optimizasyonu (örneğin, boyamada: koyu tonların açık tonlardan sonra boyanması, makine temizliği için harcanan kimyasal madde ve su tüketimini azaltmaktadır).

- Ön terbiyedeki işlemlerin, daha sonraki proseslerdeki kalite gereksinimlerine uygun olarak ayarlanması (örneğin, koyu tonlar üretiliyorsa, çoğu zaman ağartma gerekli olmamaktadır).
- Su akış hızını ana tahrik mekanizmasına bağlayan otomatik durdurma valflerinin ve akış kontrol cihazlarının kurulması (örneğin, kesintisiz yıkama makineleri).
- Flotte sıcaklığının ve hacminin doğru kontrolünü kolaylaştıran otomatik kontrol mekanizmalarının kurulması (örneğin yöntemine göre çalışan boyama makineleri).
- Taşırarak yıkama yöntemi yerine, akıllı durulama veya doldurup boşaltmalı yıkama seçilmesi.
- Çeşitli yaş işlemlerin tek adımda birleştirme kombinasyonu (örneğin, haşıl sökme ve ağartma kombinasyonu, hidrofilleştirme ve hasıl sökme kombinasyonu).
- Soğutma suyunun proses suyu olarak yeniden kullanılmasıdır.
- Suyun tekrar kullanımı (örneğin, boya flottelerinin tekrar kullanımı, son yıkama flottelerinin tekrar kullanımı, kesintisiz yıkamalarda ters akım uygulaması, soğutma suyunun prosesde tekrar kullanılması).
- Buhar kayıplarına engel olmak için, makinelerin tam kapanmasını sağlayan kapaklar kullanılmalıdır.
- Isı kayıplarını en aza indirmek için makineler, vanalar, borular izole edilmelidir.
- Atık gazlar için ısı geri kazanım sistemleri kurmaktır [17].

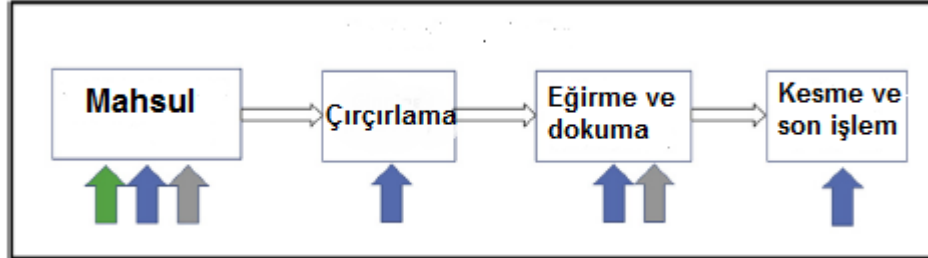
3.6 Örnek Tekstil Tesisi Uygulamaları

3.6.1 İspanya’da denim pantolon imalatında su ayak izi

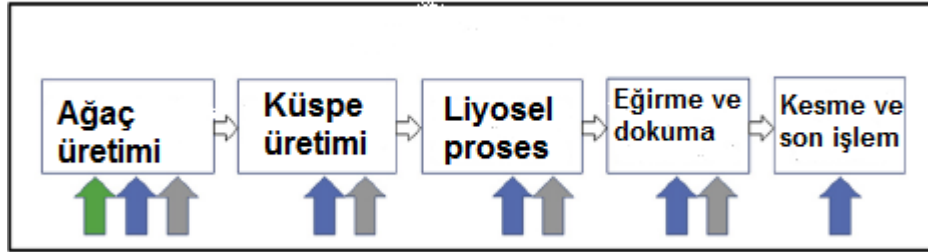
İspanya’da yapılan bir çalışmada denim pantolon imalatı için su ayak izi çıkarılmıştır. Bu çalışmada, su ayak izi hem pamuk lif hem de liyosel lif * için ayrı ayrı hesaplanmıştır. Çalışma, İspanya’nın güneyinde 3 nehir havzasında yapılan pamuk üretimi üzerinde yoğunlaştırılmıştır [18].

*Liyosel, odun hamurundan üretilen **selülozik lif**’tir.

Şekil 3.23’de İspanya’da pamuklu tekstil proses akış şemasından, Şekil 3.24’de Liyosel üretim prosesinden bahsedilmektedir.



Şekil 3. 23 : İspanya’da pamuklu tekstil üretim süreci.



Şekil 3. 24 : Liyosel üretim zinciri.

Bu bölgede pamuk, zeytin ağacından sonra en fazla sulama isteyen tarım bitkisi. Guadalquiver, Guadalete, Barbate nehir havzasında pamuğun mavi ve yeşil su ayak izi Cropwat yazılımı ile hesaplanmıştır. Gübredeki nitrojen gri suyun ana bileşeni olarak hesaplanmıştır. Nitrojen limiti Avrupa Birliği Nitrat Direktifine göre 50 mg NO_3^- /l olmalıdır (EC,2002; EU 91/676/EEC). Her aşama su ayak izine katkıda bulunmaktadır (eğirme, boyama, dokuma ve son işlem). Fabrikanın gri su ayak izi kimyasal oksijen ihtiyacının (KOİ) yönetmelikte izin verilen değerle karşılaştırarak ölçülmüştür [18].

Çizelge 3.5 ve Çizelge 3.6’ da pamuk ve liyosel için ayrı ayrı maksimum, minimum ve ortalama su ayak izi hesaplanmıştır. Liyosel üretimi ağaçlara bağımlı olduğundan genel olarak yeşil su ayak izi fazladır. Maksimum değerler Avrupa’nın merkezinde geniş yapraklı ormanlar, minimum değerler Güney Afrika’da okaliptüs ormanlarını baz alınarak liyosel üretimi için hesaplanmıştır. Pamuklu pantolon üretiminde eğirme ve dokuma boya daha koyu tonluya maksimum değerde boya daha açık tonluya minimum değer olarak hesaplanmıştır [18].

Çizelge 3. 5 : Kumaş pantolon su ayak izi.

Pamuk üretimi	Pamuk lif (m ³ /ton)			Çırçırılama (m ³ /ton)		Eğirme ve dokuma (m ³ /ton kumaş)			Toplam pamuklu pantolon su ayak izi(m ³ /parça)			
	Yeşil	Mavi	Gri	Yeşil	Mavi	Yeşil	Mavi	Gri	Yeşil	Mavi	Gri	Toplam
Maksimum	879	6339	550	0	30	0	134	0	544	4008	341	4894
Minimum	302	3862	272	0	60	0	53	0	188	2439	169	2797
Ortalama	422	4380	326	0	40	0	92	0	263	2767	203	3233

Çizelge 3. 6 : Liyosel pantolon su ayak izi.

Liyosel üretimi	Ağaç üretimi (m ³ /ton)			Lif üretimi (m ³ /ton)		Eğirme ve dokuma (m ³ /ton kumaş)			Toplam liyosel pantolon su ayak izi(m ³ /parça)			
	Yeşil	Mavi	Gri	Yeşil	Gri	Yeşil	Mavi	Gri	Yeşil	Mavi	Gri	Toplam
Maksimum	1012	0	0	0	371	0	104	0	1653	47	175	1875
Minimum	682	0	0	0	272	0	104	0	1115	46	2.4	1164
Ortalama	847	0	0	0	56.7	0	104	0	1384	34.5	35.3	1454

Çizelge 3.5 ve 3.6 karşılaştırıldığında liyosel bazlı pantolon üretmek pamuklu pantolona göre daha az su tüketmektedir.

3.6.2 Özel tekstil

Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı (UNIDO) ve Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı'nın (TTGV) yürütücülüğünü üstlendiği, proje danışmanlığını Prof. Dr. Göksel N. Demirer'in (ODTÜ) yaptığı 'UNIDO Eko-verimlilik programı' çerçevesinde pilot tesis belirlenmiş ve Haziran 2008 ile Aralık 2011 arası proje sürmüştür [19].

➤ Firma Bilgisi

Sektör: Tekstil sektörü – Tekstil boyama ve apreleme

Firma adı: Özel Tekstil Sanayi ve Ticaret Ltd. Şti.

Şehir: Bursa

Kuruluş yılı : 1940

Çalışan sayısı: 150

Proje öncesi yıllık su tüketimi: 300.000- 350.000 m³

➤ Proje öncesi durum

• Tekstil boyama ve apreleme prosesleri

Yıllık yaklaşık olarak 260.000 m³ su bu prosesler için kullanılmaktadır. Bu tüketim değeri firmanın toplam tüketiminin %80-85'ini oluşturmaktadır [19].

• Su yumuşatma sistemi

Proseslerde kullanılan distile su eski teknoloji su yumuşatma ekipmanı ile üretilmekte olup bu ekipman manuel olarak çalıştırılmaktadır. Su yumuşatma cihazının rejenerasyonu sırasında tüketilen tuz miktarı 450 kg/rej iken su miktarı 15 m³/rej'dur [19].

➤ Gerçekleştirilen uygulamalar

• Tekstil boyama ve apreleme prosesleri

- ✓ Yıkama sürelerinin azaltılması, terbiyede kullanılan taşarlı yıkamadaki taşar yıkama vanalarının kapatılması.
- ✓ Boyama makinelerinin soğutma suyu bölümlerindeki giriş-çıkış vanalarının yenilenmesi.
- ✓ Her bir proses için optimum su tüketim değerlerinin belirlenmesi ve su tüketim değerlerinin daha iyi kontrol edilmesi.
- ✓ Kumaş açma makinesinde kullanılan suyun optimum debisinin belirlenmesi.

- ✓ Kumaş tüy yakma makinesi soğutma suyunun yeniden kullanılmak üzere yumuşak su havuzuna gönderilmesi.
- ✓ Kurutma makinesi soğutma sularının toplanarak yeniden kullanılmak üzere yumuşak su havuzuna gönderilmesi [19].

- **Su yumuşatma sistemi**

Eski teknoloji olan su yumuşatma cihazı tam otomatik ve üretilen suyun kalitesini de artıran yeni sistem bir su yumuşatma ünitesi ile değiştirilmiştir [19].

➤ **Sağlanan kazanımlar**

Şekil 3.25’de görüldüğü üzere, Proje bütçesi olarak 12.000 dolar firma tarafından 10.000 dolar UNIDO (Birleşmiş Milletler Sınai Kalkınma Teşkilatı) tarafından karşılanmıştır [19].

Kazanım	Miktar		(TL/yıl)
Enerji	%22 (3,17 kWh/kg)	Yatırım Maliyetleri	
Su	% 54 (61,5 L/kg)	Su yumuşatma üniteleri ve hidrofor	34.659
		Toplam	34.659
		Ekonomik Kazanımlar	(TL/yıl)
		Enerji (Pompa)	17.435
		Enerji (Isıtma)	327.726
		Toplam	345.161

Toplam Yatırım Tutarı	Yıllık Mali Kazanç	Geri Ödeme Süresi
34.659 TL	345.161 TL	2 aydan kısa

Şekil 3. 25 : Sağlanan Kazanımlar.

Yatırımlar sonucu şirkette enerjide %22 su da %54’lük bir tasarruf oluşmuştur. Yatırım tutarı olarak 34.659 TL harcanmış ve bu miktar 2 aydan kısa sürede kendini amorte etmiştir, ayrıca yıllık mali kazanç miktarı 345.161 TL’dir [19].

3.6.3 Emre tekstil

Çerkezköy OSB’de faaliyetde bulunan Emre Tekstil boyar madde pazarında ülkemizde % 20’lik paya sahiptir ve 23 yıldır sektörde faaliyet göstermektedir. 2010 yılında tesis modernizasyon çalışmaları için yol haritası çizdi ve bu yol haritası daha sonra, MET (Muhtemel En iyi Teknikler)’in temellerini oluşturmuştur [20].

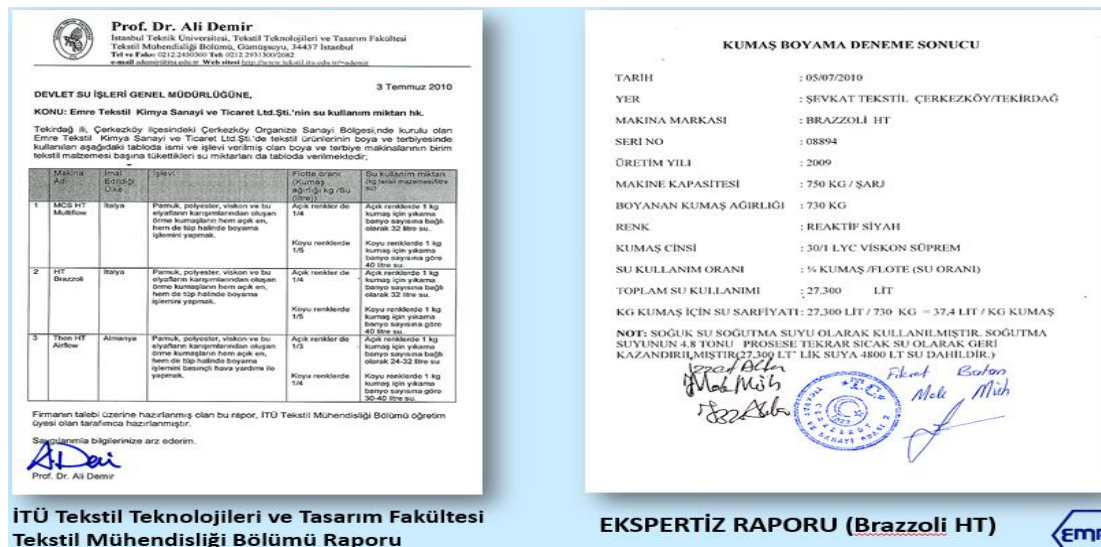
Emre Tekstil Modernizasyon Çalışmaları;

- İstanbul Teknik Üniversitesi Tekstil Teknolojileri Kürsüsünden bahsi edilen teknolojik makinelerin belgelendirilmesi,
- Bir Sanayi Odası’ndan ekspertiz raporu ile enerji, kimyasal madde, su kullanım oranlarının denenerek tespit edilmesi,
- Denemeleri yapılan ve onay alınan makine markalarının garanti sözleşmesi yapılması,
- Gerekli ÇED sürecinin başlatılması.

Sonuç;

- Su tüketimini
- Enerji tüketimini
- Kimyasal tüketimini
- Atık tüketimini minimize eden teknolojiyi hayata geçirmek.

Şekil 3.26’a göre kg su sarfıyatı 37,4 lt/ Kg kumaştır. Soğuk su soğutma suyu olarak kullanılmıştır. Soğutma suyunun 4.8 tonu prosese tekrar sıcak su olarak geri kazandırılmıştır (27300 lt suya 4800 lt su dahildir) [20].



Şekil 3. 26 : Emre tekstil modernizasyon çalışmaları.

Şekil 3.27’de görülen tesis yapılan çalışmalar sonucunda, fabrika atık su kanalları tamamen yenilenmiştir. Yağmur suları ile atık suların karışımı önlenmiştir [20].



Şekil 3. 27 :Yıkım ve tadilat çalışmaları.

Şekil 3.28’de gösterilen kimyasal otomasyon sistemi ile, %30’luk kimyasal tasarrufu sağlanılmıştır. Sistem dışardan müdahaleyi ortadan kaldırıp kaliteli ve hatasız üretim olanağı sağlanılmıştır. Çevre kirliliğine yol açacak atıkların kaynağında azaltılması sağlanılmıştır [20].



Şekil 3. 28 : Kimyasal otomasyon sistemi.

Şekil 3.29’da görülen, kimyasal maddelerin 60 kg’lık tek kullanımlık bidonlardan alınmasına vazgeçilmiştir. Kimyasallar direkt 25 ton’luk tanklara aktarılıp, otomasyon sistemine bağlanılmıştır. Böylece aylık 5 ton polietilen atığı oluşumu önlenilmiştir [20].



Şekil 3. 29 : Paslanmaz Tank.

Şekil 3.30’da görülen, salamura sisteminin devreye alınması ile, jüt çuvallarda nakliyesi gerçekleşen aylık 500 ton (10.000 çuval) tuz kullanımı önlenilip, 2 ton çuval atığının oluşması önlenilmiştir [20].



Şekil 3. 30 : Tuz ve Jüt Çuvalları.

Şekil 3.31’de görülen, önceden 0,98 sm³ doğalgaz ile 1 kg kumaş boyanırken, şuan 0,48 sm³ doğalgaz ile 1 kg kumaş boyamaya başlanıldı ve % 50 doğalgaz tasarrufu sağlanılmıştır [20].



Şekil 3. 31 : Doğalgaz Tüketimi.

Önceden 150 L su ile 1 kg kumaş boyanırken, yenilenen makinelerle 40 L su ile 1 kg kumaş boyamaya başlanılmıştır ve %70 su tasarrufu sağlanılmıştır. Doğal kaynak ve enerji tüketimi azaltılıp, verimlilik artırılmıştır [20].

4. HESAPLAMALAR, TARTIŞMA ve SONUÇLAR

4.1 Cropwat Programı Yardımıyla Pamuk İçin Su Ayak İzi Hesaplaması

Cropwat 8.0 yazılımı FAO (Gıda ve Tarım Örgütü) tarafından geliştirilen, bitkinin su ihtiyacını belirleyen bir programdır. Pamuğun su ihtiyacını Cropwat programı ile belirleyerek excel ortamında su ayak izi hesaplanmıştır.

➤ Cropwat programı tanıtımı

Şekil 4.1’de görüldüğü gibi cropwat kullanım aşamaları gözükmemektedir;

- İklim özellikleri (Minimum ve maksimum sıcaklık (°C), nem, rüzgar (m/s), güneş alma saati)
- Yağan yağmur miktarı (mm)
- Tarım ürününün seçilmesi
- Toprak çeşidinin seçilmesi
- Grafikler

Tarım alanında günlük evapotranspirasyon (mm/gün) Penman-Menteith Metodu ile hesaplanır ve Cropwat yazılımının ana formülüdür.

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(Rn - G) + \frac{900}{T + 273} * u_2(e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34 u_2)} \quad (4.1)$$

ET_o = Referans evapotranspirasyon (mm/gün),

Rn = Bitki yüzeyindeki net radyasyon (MJ/m².gün),

G = Zemin ısı değişim yoğunluğu (MJ/m².gün),

T = 2 m yükseklikte günlük ortalama hava sıcaklığı (°C),

u₂ = 2 m yükseklikteki ortalama rüzgar hızı (m/s),

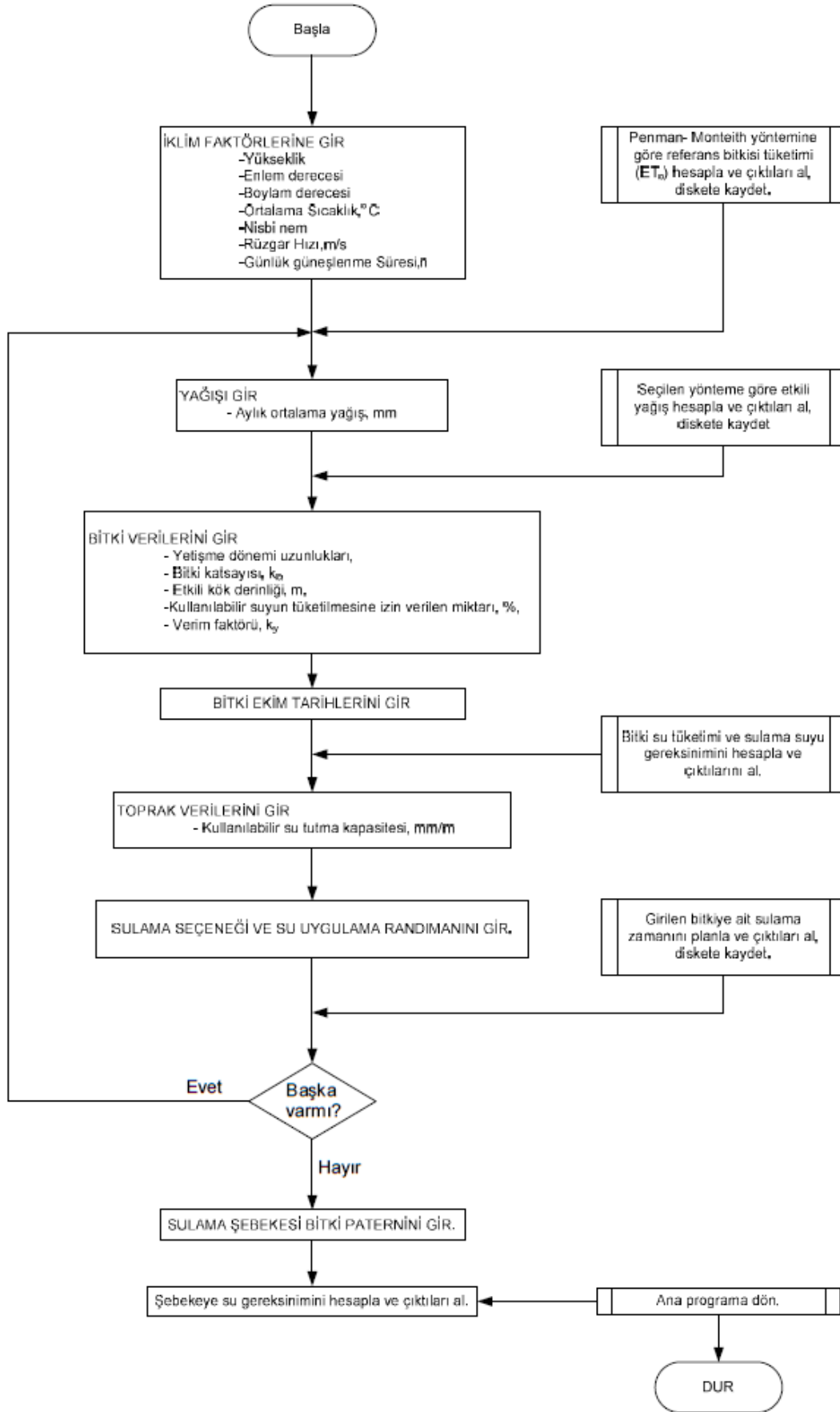
e_s =Doymuş buhar basıncı (kPa),

e_a = mevcut buhar basıncı (kPa),

e_s-e_a = doymuş buhar basıncı açığı (kPa),

Δ = Buhar basıncı eğrisinin eğimi (kPa / °C)

γ = Psikrometrik sabit (kPa / °C)'dir.



Şekil 4. 1: Cropwat kullanım aşamaları [21].

Cropwat programında veri girişi 4 adımda gerçekleşmiştir. Birinci adım “aylık iklim verisi”dir. Çizelge 4.1’de Şanlıurfa ili için meteorolojiden alınan veriler gösterilmiştir. Bu verilerden program bitki yüzeyindeki net radyasyon ve referans evapotranspirasyonu (buharlaştırma+terleme) hesaplar. (Not: Bold ve italik rakamlar yazılım tarafından hesaplanmıştır).

Çizelge 4. 1 : Şanlıurfa ili için meteorolojik veriler.

Aylar	Minimum Sıcaklık (°C)	Maksimum Sıcaklık (°C)	Nem (%)	Rüzgar (m/sn)	Güneş alma süresi (saat)	Net Radyasyon MJ/m ² /gün	Et _o (mm/gün)
Ocak	2.2	10	74	1.3	4.1	7.5	0.92
Şubat	2.9	11.9	66	1.4	5.1	10.4	1.4
Mart	6.1	16.5	59	1.6	6.2	14.5	2.36
Nisan	10.5	22.2	58	1.8	7.5	18.9	3.58
Mayıs	15.5	28.6	43	1.9	10.1	24.2	5.47
Haziran	20.8	34.7	35	2.4	12.2	27.8	7.54
Temmuz	24.3	38.7	33	2.4	12.3	27.5	8.24
Ağustos	24	38.2	39	2.4	11.3	24.6	7.53
Eylül	20	33.8	43	2.2	10.1	20.1	5.78
Ekim	14.7	26.9	50	1.9	8.6	14.9	3.66
Kasım	8.4	18.5	59	1.4	5.5	9.1	1.83
Aralık	4.1	11.9	75	1.2	4	6.8	0.94
Ort.	12.8	24.3	53	158	8.1	17.2	4.11

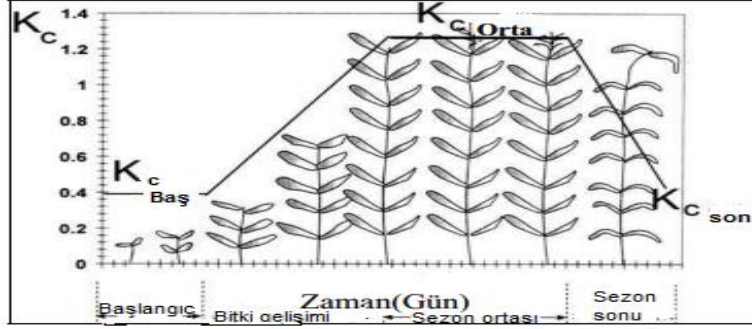
İkinci adım “yağış”tır. Çizelge 4.2’de Şanlıurfa için meteorolojiden alınan yağış miktarı (mm) gösterilmiştir. Etkili yağış miktarı ölçülür.

$$P_{et} = \frac{P_{ay} * (125 - 0.2 * P_{ay})}{125} \quad P_{ay} < 250 \text{ mm} \quad (4.2)$$

Çizelge 4. 2 : Şanlıurfa ili için yağış verileri.

Aylar	Yağış (mm) (Pay)	Etkili yağış (mm/ay)(Pet)
Ocak	92.2	73.8
Şubat	69.3	55.4
Mart	65.6	52.5
Nisan	48.4	38.7
Mayıs	26.1	20.9
Haziran	3.4	2.7
Temmuz	0.6	0.5
Ağustos	0.7	0.6
Eylül	2.1	1.7
Ekim	25.8	20.6
Kasım	46	36.8
Aralık	79.4	63.5
Toplam	459.6	367.7

Cropwat programı veri girişinde üçüncü adım; Şekil 4.2’de görüldüğü üzere, bitki katsayıları, kök derinlikleri ve gelişim süreleri gibi bitki verileridir.



Şekil 4. 2 : Kc (bitki katsayısı).

Çizelge 4.3’de görüldüğü üzere, K_c =Bitki katsayısıdır. Pamuk için $K_{c_{baş}}=0.35$, $K_{c_{orta}}=1.20$, $K_{c_{son}}=0.6$ alınmıştır. Başlangıç= 30 gün, Bitki gelişimi= 50 gün, Sezon ortası= 60 gün, Sezon sonu= 55 gün ve ekim tarihi= 21 Nisan, Hasat zamanı= 1 Kasım olarak alınmıştır.

Çizelge 4. 3 : Bitki katsayıları ve gelişim süreleri.

Bitki türü	Başlangıç (gün)	Bitki Gelişimi (gün)	Sezon Ortası (gün)	Sezon sonu (gün)	$K_{c \text{ bas}}$	$K_{c \text{ orta}}$	$K_{c \text{ son}}$
Pamuk	30	50	60	55	0.35	1.20	0.6

Dördüncü adım olarak toprak tipi seçilir. Normal toprak tipi seçilmiştir.

Çizelge 4.4’de Şanlıurfa ili için Cropwat yazılımından elde edilen sonuçlar gösterilmektedir.

Çizelge 4. 4 : Şanlıurfa ili için Cropwat ile elde edilen sonuçlar.

Aylar	Aralık dilimi	Aşama	Bitki Katsayısı K _c	Su Tüketimi ET _c mm/gün	Bitki Su Tüketimi ET _c mm/dekar	Etkili (verimli) Yağmur mm/dekar	Sulama İhtiyacı mm/dekar
Nisan	3	Başlangıç	0,35	1,47	14,7	11	3,7
Mayıs	1	Başlangıç	0,35	1,69	16,9	8,9	8
Mayıs	2	Başlangıç	0,35	1,92	19,2	7	12,2
Mayıs	3	Büyüme	0,45	2,8	30,8	4,9	25,8
Haziran	1	Büyüme	0,63	4,39	43,9	2,5	41,5
Haziran	2	Büyüme	0,81	6,17	61,7	0,2	61,5
Haziran	3	Büyüme	0,98	7,69	76,9	0,2	76,7
Temmuz	1	Büyüme	1,15	9,3	93	0,4	92,6
Temmuz	2	Orta Devre	1,21	10,12	101,2	0,1	101,1
Temmuz	3	Orta Devre	1,21	9,8	107,7	0,1	107,6
Ağustos	1	Orta Devre	1,21	9,51	95,1	0,2	94,9
Ağustos	2	Orta Devre	1,21	926	92,6	0,2	92,5
Ağustos	3	Orta Devre	1,21	8,52	93,7	0,3	93,4
Eylül	1	Orta Devre	1,21	7,68	76,8	0,1	76,8
Eylül	2	Son Devre	1,12	6,47	64,7	0	64,7
Eylül	3	Son Devre	1,01	5,11	51,1	1,8	49,3
Ekim	1	Son Devre	0,89	3,91	39,1	4,8	34,2
Ekim	2	Son Devre	0,78	2,86	28,6	7	21,6
Ekim	3	Son Devre	0,66	2,03	22,3	8,7	13,5
Kasım	1	Son Devre	0,6	1,42	1,4	1	1,4
Toplam					1131,5	59,4	1073,1

Şanlıurfa ili için teorik mavi ve yeşil su ayak izi, TÜİK tarafından verilen ile ait pamuk üretimi miktarı (797,426 ton) ve ekili alan (191,271 ha) verileri esas alınarak, aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır [22]. Elde edilen sonuçlar Çizelge 4.5’de gösterilmiştir.

$$\text{Verim} \left(\frac{\text{ton}}{\text{ha}} \right) = \frac{\text{Üretim (ton)}}{\text{Ekili alan (ha)}} \quad (4.3)$$

$$\text{Teorik mavi Su Ayakizi} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ton}} \right) = \frac{\text{Toplam Sulama İhtiyacı} \times 10}{\text{Verim}} \quad (4.4)$$

$$\text{Teorik Yeşil Su Ayakizi} \left(\frac{\text{m}^3}{\text{ton}} \right) = \frac{\text{Toplam Etkili yağmur} \times 10}{\text{Verim}} \quad (4.5)$$

Çizelge 4. 5 : Şanlıurfa ili teorik mavi ve yeşil su ayak izi hesaplama sonuçları.

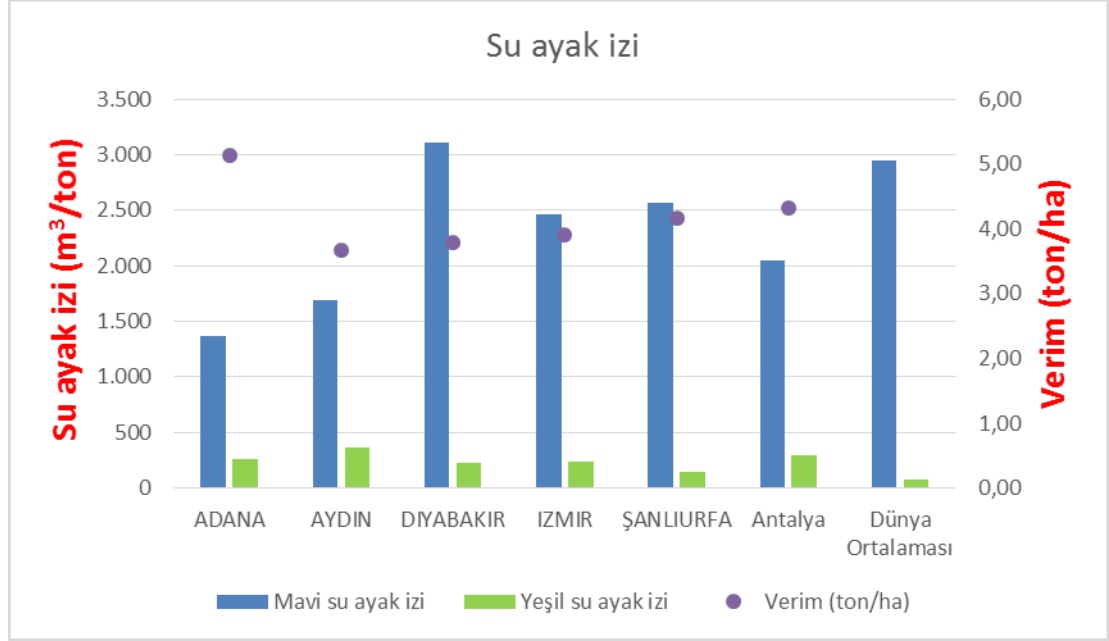
Verim (ton/ha)	Toplam Sulama İhtiyacı (mm/dec veya mm/ha)	Toplam Etkili (verimli) yağmur (mm/dec veya mm/ha)	Teorik Mavi Su Ayak İzi (m³/ton)	Teorik Yeşil Su Ayak İzi (m³/ton)
4,17	1073,1	59,4	2573,4	142,4

Çizelge 4.6’da Adana, Aydın, Diyarbakır, İzmir, Şanlıurfa, Antalya için ayrı ayrı mavi ve yeşil su ayak izleri hesaplanarak toplu şekilde gösterilmiştir.

Çizelge 4. 6 : Şehirlerin mavi ve yeşil su ayak izleri.

Şehir	Mavi Su Ayak İzi (m³/ton)	Yeşil Su Ayak İzi (m³/ton)	Toplam (Yeşil +Mavi) (m³/ton)	Verim (ton/ha)
Adana	1.366	265	1631	5.13
Aydın	1.687	360	2.047	3.68
Diyarbakır	3.114	231	3.345	3.79
İzmir	2.459	235	2.694	3.90
Şanlıurfa	2.573	142	2.716	4.17
Antalya	2047.8	291.1	2.339	4.33
Dünya Ort.	2.955	82	3.037	

Pamuk, Ülkemizin en batısından başlayarak Güneydoğu Anadolu Bölgesine kadar uzanan bir yol boyunca yetiştirilir. Şekil 4.3’de görüleceği gibi, dünyada olduğu gibi Türkiye’nin tüm bölgelerinde mavi su ihtiyacı yeşil su ihtiyacından fazladır. Ayrıca, Adana ili yüksek verimi ve düşük su ayak iziyle diğer üretim yerlerinden kendini ön plana çıkarmaktadır.



Şekil 4. 3 : Türkiye’de pamuk yetiştirilen başlıca illerin pamuk su ayak izi.

4.2 Tartışma ve sonuç

Pamuk bitkisini incelediğimizde dünyada mavi su ayak izinin, yeşil su ayak izinden oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Cropwat yazılımı ile hesaplanan Aydın, Adana, Diyarbakır, İzmir ve Antalya illeri için pamuk su ayak izleri Şekil 4.3’de gösterilmektedir. Tabloya bakıldığında Adana ili 5,13 ton/ha verimi ile en yüksek verime sahip ildir. Mavi ve Yeşil su ayak izleri toplamına baktığımızda en düşük ildir. Bu sonuçlara göre eğer pamuğu Adana’da üretimini artırırsak diğer illere göre su tasarrufunu da artırılmış olunur. Aynı şekilde tükettiğimiz suyun %75’i tarımda kullanıldığı düşünüldüğünde, aynı hesaplar her tarım bitkisi için ayrı ayrı hesaplanarak bir su politikası oluşturulabilir.

İyi pamuk uygulamaları (Better Cotton) gerçekleştirildiği takdirde, Türkiye’de su tasarrufu ile ilgili data tutulmamasına rağmen, dünyada %14-23 arası su tasarrufu sağlandığı görülmektedir. Ayrıca % 9 daha az tarım ilacı kullanımı, % 18 daha az

sentetik tarım ilacı kullanılmaktadır. Bunun yanında, diğ er pamuk üreten  ift cilere göre % 2 daha fazla kar elde edildiğı görülmektedir.

  Tekstil Sanayi için En Uygun Teknikler (BAT) Referans D k manı n   referans alıp prosesde iyileşmeye gitmek su tüketimini önemli ölçüde azaltılır.  rnek tesislerde proseslerde iyileştirmeye gidilerek, özel tekstilde % 54 su , % 22 enerji tasarrufu sağlanılmı tır. Emre tekstilde de % 30 kimyasal, % 50 doğalgaz tasarrufu sağlanılmı  olup, önceden 150 L su ile 1 kg kumaş boyanırken, yenilenen makinelerle 40 L su ile 1 kg kumaş boyamaya ba lanılmı tır ve % 70 su tasarrufu sağlanılmı tır.

KAYNAKLAR

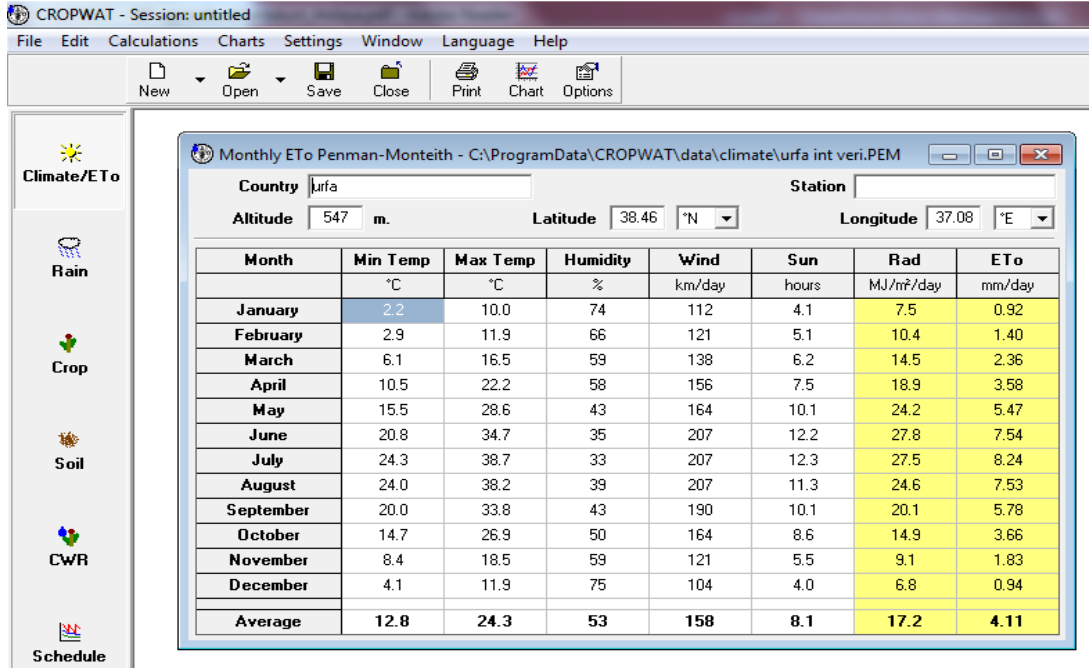
- [1] **Türkiye'nin Su ayak izi raporu**, (2014). WWF-Türkiye. (Sf- 6, 7, 11, 12, 16, 32, 33, 52, 54, 55)
- [2] **[Url-1]** < http://topraksuenerji.org/GIVE_THE_FOOT_IN_THE_WATER.pdf> , alındığı tarih: 10. 7.2014
- [3]**[Url-2]**<(http://www.eco-mach.com.tr/images/ori_b6c19296-d63a-44a2-990f-0472fc6655bf.pdf)> , alındığı tarih: 20.7.2014
- [4]**[Url-3]** <<http://includes.gap.gov.tr/files/sayfalar/proje-ve-faaliyetler/ekonomik-kalkinma-ve-girisimcilik-genel-koordinatörlugu/tarim-orman-ve-kirsal-kalkinma/mevcut-durum/gap-bitkisel-uretim/gap-bolgesi-bitki-yetistirme-teknikleri/guneydogu-anadolu-bolgesi-tarla-bitkileri-yetistirme-teknikleri/pamuk.html>> Alındığı tarih: 01.09.2014
- [5] **[Url-4]** <<http://www.jains.com.tr/uploaded/pamuk-yetistiriciligipdf1.pdf>> , alındığı tarih 15.09.2014
- [6] **GTB**, Ocak 2013. 2012 yılı pamuk raporu. Gümrük ve Ticaret Bakanlığı, Kooperatifçilik Genel Müd.
- [7] **ÇKA**, 2012. Hazır Giyim ve Konfeksiyon Raporu.Çukurova Kalkınma Ajansı .
- [8]**[Url-5]** <(http://www.ttgiv.org.tr/content/docs/alkaya,-e.,-2010.-ttgv-pamuk-artigicalismasi_ukay2010.pdf)> , alındığı tarih: 20.09.2014
- [9] **[Url-6]** < <https://prezi.com/nqjis366zulp/copy-of-tekstilde-bitim-islemleri/>> , alındığı tarih: 27.09.2014
- [10] **[Url7]** <http://www.megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/moduller_pdf/Temel%20Boyama.pdf.> , alındığı tarih: 29.09.2014
- [11] **Günay Y.T**, Tekstil sektörü su sorunu ve su ihtiyacı, Namık kemal University Environmental Engineering Department & Cross Jeans,Dünya su forumu
- [12] **[Url-8]** <<http://www.waterfootprint.org/?page=files/Glossary>> , alındığı tarih:10.08.2014
- [13] **Hartlin B.**, Ocak 2013. Su Ayak İzi Nasıl Hesaplanır? Yöntemler Nelerdir?
- [14] **Makennon ve Hoekstra**, 2010 ve 2011.
- [15] **Bayçura Ş.**, Mart 2014. Pamuk üretiminde sürdürülebilirlik sorunlar ve yenilikler. İyi Pamuk Uygulamaları Derneği.

- [16] [Url-9] **Better Cotton**, 2014. Better cotton initiative 2013 harvest report
<www.bettercotton.org> , alındığı tarih: 20.05.2014
- [17] **ÇSB**, Kasım 2002. Tekstil sanayii için en uygun teknikler (BAT) referans dokümanı. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı.
- [18] **Daniel C. , Maite M. A. , Alberto G.**, 2013. A water footprint assessment of a pair of jeans: the influence of agricultural policies on the sustainability of consumer products.
- [19] **Ulutaş F. ve Demirer N.G.**, 11 Şubat 2014. UNIDO Eko-verimlilik programı. Türkiye Teknoloji Geliştirme Vakfı.
- [20] **Emre Tekstil**, 2014. Kişisel görüşme.
- [21] **Balaban A. ve M. Beyribey**, 1995. Gökçeada Sulamasının İzleme ve Değerlendirilmesi. Tarım Bilimleri Dergisi 1(1), 17-25.
- [22] [Url-10] <http://www.tuik.gov.tr/PreTablo.do?alt_id=1001> , alındığı tarih: 28.08.2014

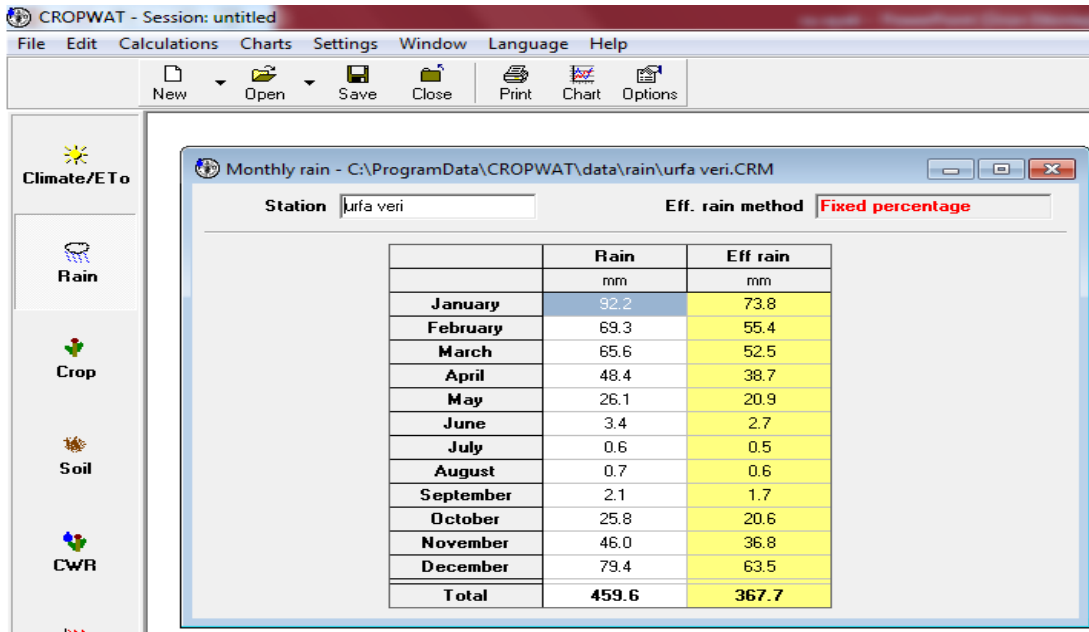
EKLER

EK A: Cropwat yazılımı ekran görüntüleri.

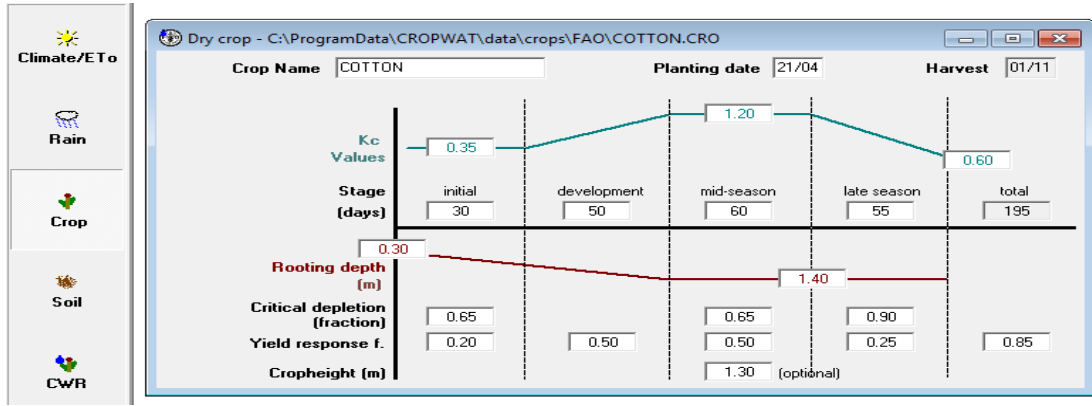
EK A



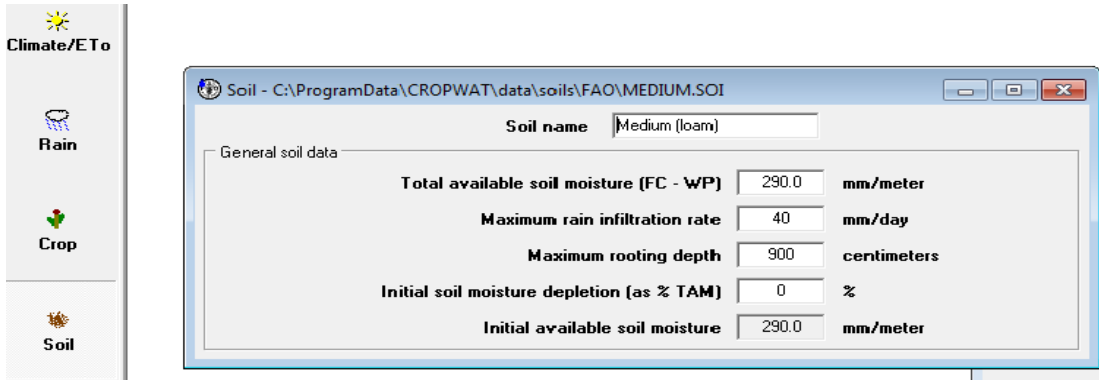
Şekil A. 1 : Cropwat İklim Verileri.



Şekil A. 2 : Cropwat Yağmur Verileri.



Şekil A. 3 : Cropwat Pamuk Verileri.



Şekil A. 4 : Cropwat Toprak Verileri.

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Fırat ALPER

Doğum Tarihi : 30/05/1988

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim Durumu

Lise : Zeytinburnu Mensucat Santral Süper Lisesi (2002-2006)

Lisans : Cumhuriyet Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi

Çevre Mühendisliği (2008-2009)

Sakarya Üniversitesi , Mühendislik Fakültesi

Çevre Mühendisliği (2009-2012) (G.P.A 3.43)