

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**YÜN ENDÜSTRİSİNDE TEMİZ ÜRETİM
YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
Meliha Evşen ELMACI**

Anabilim Dalı : KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

Programı : KİMYA MÜHENDİSLİĞİ

OCAK 2003

**YÜN ENDÜSTRİSİNDE TEMİZ ÜRETİM
YÖNTEMİNİN UYGULANMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya Müh. Meliha Evşen ELMACI

(506991055)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 26 Aralık 2002

Tezin Savunulduğu Tarih : 15 Ocak 2003

Tez Danışmanı :

Prof.Dr. Ekrem EKİNCİ

Diğer Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Selma TÜRKAY

Yrd. Doç. Dr. Nilgün KIRAN CILIZ (Boğaziçi Ü.)

OCAK 2003

ÖNSÖZ

Türk Tekstil Endüstrisi'nde “Temiz Üretim” çalışmalarının desteklenebileceğini gösteren bu tez; Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş.'nin laboratuvar altyapısını kullanımı sunması ile gerçekleştirilebilmiştir. Kumaş numunelerine uygulanan analizler ise Intertek Testing Services firmasının laboratuvarlarında yürütülmüştür.

Hayatımın ve tez çalışmalarımın her aşamasında sıcak sevgileriyle bana destek olan aileme sonsuz teşekkürler...

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen tez danışmanım ve değerli hocam Prof. Dr. Ekrem EKİNCİ'ye teşekkürü bir borç bilirim.

Tüm çalışma evrelerinde katkılarıyla yön veren ve destek olan Yrd. Doç. Dr. Nilgün KIRAN CİLİZ'a içtenlikle teşekkür ederim.

Tez çalışmamın deneylerini yürütmem için Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş. laboratuvar altyapısını kullanmamı sağlayan tüm yöneticilere ve deneylerin gerçekleştirilmesinde emeği geçen tüm çalışanlara sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Gerekli analizlerin yapılması için yardımcı olan Intertek Testing Services yönetici ve çalışanlarına teşekkür ederim.

Tez çalışmamın her aşamasında yardımlarını ve desteğini esirgemeyen arkadaşım Kimya Yük. Müh. Nazmi ÖZTÜRK'e tüm kalbimle teşekkür ederim.

Ocak 2003

Meliha Evşen ELMACI

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR	vi
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK TARAMASI.....	4
2.1. Temiz Üretim Yöntemi	4
2.1.1. Planlama ve organizasyon.....	4
2.1.2. Ön-değerlendirme	5
2.1.3. Değerlendirme.....	5
2.1.4. Ekonomik ve çevresel değerlendirme	7
2.1.5. Uygulama	7
2.1.6. İzleme ve değerlendirme	8
2.2. Temiz Üretim için Tekstil Endüstrisinin Seçilmesi	8
2.3. Yün ve Yünlü Tekstil Endüstrisi Prosesleri.....	9
2.3.1. Yün.....	9
2.3.2. İplik yapımı	12
2.3.3. Dokuma.....	12
2.3.4. Boyama öncesi işlemler (Kasar)	13
2.3.5. Boyama	18
2.3.6. Apre.....	21
2.3.7. Yünlü tekstil proseslerinde su ve enerji tüketimleri.....	21
2.3.8. Kullanılan hammaddeler, kimyasallar ve boyarmaddeler.....	22
2.4. Türkiye’de Tekstil Endüstrisi ve Yün.....	26
3. ALTINYILDIZ MENSUCAT ve KONFEKSİYON A.Ş.’DE TEMİZ	
ÜRETİM YÖNTEMİNİN UYGULANMASI.....	31
3.1. İşletme Hakkında Genel Bilgiler	31
3.2. Planlama ve Organizasyon.....	32
3.2.1. Yönetimin katılımının ve onayının alınması.....	32

3.2.2. Proje ekibi kurulması	32
3.2.3. Gerekli insan kaynağı ve mali gereksinimin sağlanması	32
3.2.4. Temiz üretim hedeflerinin belirlenmesi	32
3.2.5. Engellerin aşılması	33
3.3. Ön-değerlendirme Aşaması	33
3.3.1. Ürün bilgisi	39
3.3.2. Boyahane üretimi	40
3.4. Değerlendirme Aşaması	42
4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR	44
4.1. Neolan Boyama Prosesi	44
4.2. Yıkama ve Kuru Temizleme Haslık Testleri	47
4.2.1. Yıkama haslığı testi	48
4.2.2. Kuru temizleme haslığı testi	51
5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER	54
5.1. pH Değişimi Sonuçları	54
5.1.1. pH – renk değişimi ilişkisi	54
5.1.2. pH - yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	55
5.1.3. pH - yıkama haslığı kirlenme değeri ilişkisi	55
5.1.4. pH – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	56
5.1.5. pH- kuru temizleme haslığı kirlenme değeri ilişkisi	57
5.2. Banyo Oranı Değişimi Sonuçları	57
5.2.1. Banyo oranı – renk değişimi ilişkisi	57
5.2.2. Banyo oranı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	58
5.2.3. Banyo oranı – yıkama haslığı kirlenme değeri ilişkisi	59
5.2.4. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	60
5.2.5. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı kirlenme değeri ilişkisi	61
5.3. CH ₃ COONa ile Yıkama Süresi Değişimi Sonuçları	62
5.3.1. CH ₃ COONa ile yıkama süresi – renk değişimi ilişkisi	62
5.3.2. CH ₃ COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi ..	63
5.3.3. CH ₃ COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı kirlenme değeri değişimi ilişkisi	63
5.3.4. CH ₃ COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	64

5.3.5. CH_3COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi.....	64
5.4. Na_2SO_4 Değişimi Sonuçları	65
5.4.1. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – renk değişimi ilişkisi	65
5.4.2. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi.....	66
5.4.3. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi	67
5.4.4. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi..	68
5.4.5. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi	68
6. GENEL SONUÇLAR.....	70
7. KAYNAKLAR	75
8. EKLER	78
ÖZGEÇMİŞ.....	84

KISALTMALAR

LD₅₀ : Lethal Dose 50

LC₅₀ : Lethal Concentration 50

EC₅₀ : Effective Concentration 50

COD : Chemical Oxygen Demand

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 2.1: Yün iplik ve kumaş boyama proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri	20
Tablo 2.2: Tops boyama proseslerinde ortalama su ve enerji tüketim değerleri	20
Tablo 2.3: Yün kumaş apre proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri	21
Tablo 2.4: Yünlü tekstil endüstrisi proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri	22
Tablo 2.5: Tekstil elyaflarının sınıflandırılması	24
Tablo 2.6: Boyama ve apre proseslerinde kullanılan yardımcı kimyasalların özellikleri	25
Tablo 2.7: Boyarmadde/elyaf tipleri sınıfları	26
Tablo 2.8: Fasıl bazında Türkiye tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ihracat verileri	29
Tablo 2.9: Fasıl bazında Türkiye tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ithalat verileri	30
Tablo 3.1: Boyama ve apre hatları su tüketim değerleri	34
Tablo 3.2: Tekstil endüstrisi sıvı atık hattı karakteristikleri	39
Tablo 3.3: 1998 yılı ürün çeşitleri ve miktarları	40
Tablo 3.4: En fazla üretilen ürün çeşitlerinin dağılımı	41
Tablo 3.5: Seçilen ürün grupları ve boyarmaddeler için yıllık üretim ve su tüketim değerleri	42
Tablo 4.1: Neolan prosesinde değiştirilen parametreler ve değerleri	47
Tablo 4.2: ECE referans deterjan	50
Tablo 6.1: Neolan boyama prosesi ekonomik ve çevresel değerlendirme genel sonuçları	74

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1.1: Temel “temiz üretim” öğeleri	2
Şekil 3.1: Altınyıldız tekstil işletmesi boyama ve apre sıvı atık sistemi düzenlemesi	36
Şekil 3.2: Altınyıldız işletmesi atıksu tesisi genel yerleşim düzeni	37
Şekil 3.3: Altınyıldız tekstil fabrikasının atıksu islah akım diyagramı	38
Şekil 3.4: Altınyıldız firmasına ait özet süreç akış diyagramı	39
Şekil 3.5: Boyahane akış diyagramı (1998)	41
Şekil 4.1: Ahıba Nuance boyama cihazı	45
Şekil 4.2: Neolan boyama prosesi	46
Şekil 4.3: Gyrowash cihazı	48
Şekil 4.4: X-Rite SP68 spektrofotometre	49
Şekil 4.5: Gri skala	49
Şekil 4.6: Multifiber refakat kumaşı	50
Şekil 4.7: Aşındırmaz çelik diskler	52
Şekil 5.1: pH – renk değişimi ilişkisi	54
Şekil 5.2: pH - yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	55
Şekil 5.3: pH - yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi	56
Şekil 5.4: pH – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	56
Şekil 5.5: pH – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi	57
Şekil 5.6: Banyo oranı – renk değişimi ilişkisi	58
Şekil 5.7: Banyo oranı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	59
Şekil 5.8: Banyo oranı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi	60
Şekil 5.9: Banyo oranı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	61
Şekil 5.10: Banyo oranı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi	62
Şekil 5.11: CH ₃ COONa ile yıkama süresi – renk değişimi ilişkisi	62
Şekil 5.12: CH ₃ COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	63
Şekil 5.13: CH ₃ COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı kirletme değeri değişimi ilişkisi	64
Şekil 5.14: CH ₃ COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	65
Şekil 5.15: CH ₃ COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi	65
Şekil 5.16: Tuz (Na ₂ SO ₄) miktarı – renk değişimi ilişkisi	66
Şekil 5.17: Tuz (Na ₂ SO ₄) miktarı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi	67
Şekil 5.18: Tuz (Na ₂ SO ₄) miktarı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi	67
Şekil 5.19: Tuz (Na ₂ SO ₄) miktarı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi	68
Şekil 5.20: Tuz (Na ₂ SO ₄) miktarı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi	69

YÜN ENDÜSTRİSİNDE TEMİZ ÜRETİM YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

ÖZET

Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na göre Temiz Üretim; üretim süreçlerine, ürünlere ve hizmetlere toplam etkinliği arttırmak ve insanlara ve çevreye yönelik riskleri azaltmak amacıyla uygulanan entegre bir önleyici çevresel stratejinin sürekli olarak uygulanmasıdır.

Temiz üretim yöntemi aşağıdaki başlıkları içerecek şekilde endüstride uygulamaya alınmalıdır.

- Planlama ve organizasyon
- Ön-değerlendirme
- Değerlendirme
- Ekonomik ve çevresel değerlendirme
- Uygulama
- İzleme ve değerlendirme

Türkiye'deki en eski sektörlerden birisi olan tekstil ve hazır giyim sanayinin geçmişi Türkiye Cumhuriyetinin kurulduğu 1920'li yıllardan sonra özel sektörün de devreye girmesiyle artarak devam etmiştir.

2001 yılında, Türk tekstil ihracatının % 3.54'i yün elyaf, iplik ve dokuma kumaşları tarafından karşılanmaktadır. Bu üçlünün tekstil ve konfeksiyon ihracat toplamı içindeki payı ise aynı yıl içinde % 1.04 olarak gerçekleşmiştir. Toplam ihracat içindeki payı ise % 0.34'tür.

2001 yılı tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ithalat rakamları verilerine göre ithal edilen yünün (elyaf, iplik, dokuma kumaş) toplam tekstil ithalatı içindeki payı % 7.39'dur. Aynı yıl içinde ithal edilen yünün toplam tekstil ve konfeksiyon ithalatı içindeki payı % 6.83 ve toplam ithalat içindeki payı % 0.49 olarak gerçekleşmiştir.

Altınıyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş.'de yürütülen “Temiz Üretim” çalışmalarının bir parçası olarak, Neolan yünlü boyama prosesinin incelenmesi ve değiştirilebilen proses parametrelerinin yardımıyla daha düşük işletme giderleri ile daha temiz çevresel koşulların elde edilmesine yönelik çıktıların elde edilmesi amaçlanmıştır.

Bu amaç ortaya konmadan önce, temiz üretim planlama aşaması kriterleri uyarınca yönetimin katılımı ve onayı alınmıştır. Ardından bu amaca uygun bir proje ekibi kurulmuştur. Altyapı ve ekipman sorunları belirlenmiş ve çözüm getirilerek sonuca ulaşılmıştır.

İş akış şemalarının geliştirilmesi, girdi ve çıktıların değerlendirilmesi ve temiz üretim değerlendirmesi yapılacak noktaların seçilmesi faaliyetleri tamamlanarak ön değerlendirme aşaması tamamlanmıştır.

Değerlendirme aşamasında ise Neolan prosesine ait kütle dengesi oluşturulmuş, sebep değerlendirmesi yapılmış, temiz üretim seçenekleri oluşturulmuş ve seçeneklerin elenmesi faaliyetleri yürütülmüştür.

İzleme ve değerlendirme aşamasında, ilgili temiz üretim seçenekleri değerlendirilmiş, önce - sonra karşılaştırması yapılmıştır.

Bu çalışmada; 1:1 metal kompleks özellikteki boyarmaddeler kullanılarak Altınıyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikaları A.Ş. Boyahane Laboratuvarı'nda yün kumaş boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Deneyler; her türlü iplik ya da malzemeyi boyamaya elverişli, normal ya da yüksek ısı enerjisi gerektiren boyamalarda kullanılabilen Ahiba Nuance boyama cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Boyama işlemleri; Temiz Üretim hedeflerine yönelik olarak farklı pH, banyo oranı, CH_3COONa ile yıkama süresi ve Na_2SO_4 miktarları için tekrarlanmıştır. Boyama prosesi sonrasında elde edilen kumaşlarla gerçekleştirilecek analizlerle boyama işleminin bu parametrelere duyarlılığının irdelenmesi amaçlanmıştır.

Temiz Üretim amaçlarına uygun olarak su, kimyasal ve enerji tüketimlerinin belirli bir plan çerçevesinde değiştirilmesi ile Neolan prosesinde boyama işlemine giren tüm yün kumaş numunelerine; ürün kalitesindeki değişimleri incelemek amacıyla

Intertek Test Hizmetleri Laboratuvar Bölümü'nde ayrı ayrı yıkama ve kuru temizleme haslık testleri uygulanmıştır.

Boyanan yünlü kumaşlara uygulanan yıkama haslığı ve kuru temizliği haslığı test sonuçlarına göre normal proses şartı pH=2 olmasına rağmen pH=3 değerinde “yıkama ve kuru temizleme = dry-clean” ifadesi içeren etiket takılarak çalışılabilmektedir.

Banyo oranının azalması durumunda; yıkama haslığı renk değişimi değerlerinin ticari değerlerin altında kalması ve kirletme değerlerinin ticari değerlerin üzerinde olması nedenleriyle mevcut proses su tüketimi (dolayısıyla) banyo değerinin altında bir değerle çalışılması mümkün olmadığı belirlenmiştir. Banyo oranının azaltıldığı durumlarda; elde edilen sonuçlara göre dikili numuneler üzerine etiket talimatı olarak “sadece kuru temizleme = only dry-clean” yazmak şartı ile en düşük banyo oranı olan 1:10 ile, ek su ve enerji tasarrufu yapmak mümkün olduğu belirlenmiştir.

Elde edilen kuru temizleme haslığı ve kirletme değeri test sonuçlarına göre ortama CH_3COONa konmasına rağmen yıkama yapılmaması durumunda su tasarrufu yapılabileceği sonucu ortaya çıksa da yıkama haslığı renk değişimi değerleri açısından, bu zamanın normal proses yıkama süresinden daha kısa olması mümkün görünmemektedir. Ancak; dikilecek numune üzerine “sadece kuru temizleme = only dry-clean” etiket talimatı takılması ile bu durumun mümkün olabileceği ve su tasarrufu sağlanabileceği görülmektedir.

Mevcut proses tuz (Na_2SO_4) miktarından daha az ve daha fazla tuz kullanılması durumunda, yıkama haslığı renk değişimi değerlerinin ticari değerlerin çok altında olduğu, sonuçlar uyarınca; ürün kalitesi açısından, mevcut proses tuz miktarının kullanımının en uygun karar olduğu belirlenmiştir. Farklı tuz (Na_2SO_4) kullanım değerleri için kuru temizleme renk değişimi değerlerinde 0.5 derece azalma meydana geldiği ve boyanmış yün kumaşın diğer kumaşlara renk akıtarak kirletmediği belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda; dikili numune üzerine etiket talimatı olarak “sadece kuru temizleme= only dry-clean ” yazılması durumunda, hiç tuz (Na_2SO_4) kullanılmaması mümkün görünmektedir.

IMPLEMENTATION OF CLEANER PRODUCTION METHODOLOGY IN WOOL INDUSTRY

SUMMARY

According to the UNEP's definition Cleaner Production is; the continuous application of an integrated preventive environmental strategy to applied to processes and products and services to increase overall efficiency and reduce risks to humans and the environment.

Cleaner production method must be applied to industry including titles below.

- Planning and organization
- Pre-assessment
- Assessment
- Economical and environmental assessment
- Implementation
- Monitoring and assessment

The history of textile industry in Turkey goes back to establishment of the Turkish republic in 1920s, and its historical journey goes on with the entrance of private sector.

In 2001, 3.54 % of Turkey's textile export was composed of woolen fiber, yarn and woven textiles. The participation of the trio in the whole textile and ready-made clothing export in the same year had been 1.04% while it had been 0.34 % in the whole export.

According to the import figures of textile, read-made clothing and leather in 2001, wool products (fiber, yarn, and woven textile) has a ratio of 7.39% in the Turkey's whole textile import. The amount of imported woolen products has a ratio of 6.83% in the whole textile and ready-made import and 0.49% in the whole import in 2001.

As a part of the “Cleaner Production” facilities carried out in Altinyıldız, it has been aimed to have lower plant costs and better environmental outputs with investigation of Neolan dyeing process by controlling changeable process parameters.

Before determining the aim, commitment and involvement of management were obtained according to the criteria of planning and organization step. Afterwards, a suitable project team was established. Infrastructure and equipment problems were determined and solutions were found to reach the aim(s).

Pre-assessment step was completed by drawing process flow diagrams, evaluation of inputs and outputs and selecting the points to where cleaner production methodologies could be applied.

In the Assessment step, mass and energy balances of Neolan process were constructed, and also reason evaluation was carried out. Additionally, cleaner production choices were generated and suitable options for implementation were identified.

Monitoring and assessment step was completed by evaluation of cleaner production options and before and after analysis.

In this study, 1:1 metal complex dyes were used to dye woolen textiles in the laboratory of the dyehouse of Altinyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikaları A.Ş.

Experiments were performed in Ahiba Nuance dyeing machine which is suitable for dyeing various kinds of yarn or material at normal or higher temperatures. Dyeing studies were carried out according to Cleaner Production goals, and different pre-determined pH values, liquor ratios, washing time schedules with CH_3COONa and Na_2SO_4 amounts were used during dyeing of woolen textiles. It was aimed to obtain the sensitivity of dyeing process to these parameters after analyzing dyed textiles.

At Intertek Testing Services Laboratories, color fastness to washing and color fastness to dry cleaning quality tests were applied to woolen textiles- dyed in Neolan dyeing process with different amounts of water, chemicals and energy consumption according to cleaner production goals- to observe the changes in quality of products.

Although the normal process pH value is 2, color fastness to washing and color fastness to dry cleaning tests showed that it was possible to use pH value of 3 in the Neolan dyeing process with the expression “wash and dry-clean” in the garment product label.

It was found that it was not possible to perform dyeing process in the case of lowering the liquor ratio below the normal process value of 1:20 since color fastness to washing values were below commercial ones and staining grades were above commercial grades. However, color fastness to dry cleaning test results showed that it was possible to use 1:10 liquor ratio with the expression “only dry-clean” in the garment product label, and thus saving water and energy.

Color fastness to dry cleaning and staining grade test results showed that addition of CH_3COONa in the absence of washing process might help for water saving; but color fastness to washing results showed that it was compulsory to apply washing step for the quality of dyed woolen product. However, it still seems to possible add CH_3COONa and not to apply washing step while using the expression “only dry-clean” in the garment product label, and thus saving water and energy.

Color fastness to washing test results showed that using higher or lower (than the normal process) amount of salt (Na_2SO_4) resulted in worse quality values than commercial values. In terms of quality of the woolen product it firstly seemed that using normal process salt amount was inevitable. Using different amounts of salt (Na_2SO_4) yielded in 0.5 grade decrease in color fastness to dry cleaning and no staining was observed. Thus; it seems that by using the expression “only dry-clean” in the garment product label it is possible to save money and have better environmental friendly process by not using salt (Na_2SO_4).

1. GİRİŞ

Birleşmiş Milletler Çevre Programı'na göre Temiz Üretim [1]; üretim süreçlerine, ürünlere ve hizmetlere toplam etkinliği arttırmak ve insanlara ve çevreye yönelik riskleri azaltmak amacıyla uygulanan entegre bir önleyici çevresel stratejinin sürekli olarak uygulanmasıdır [2]:

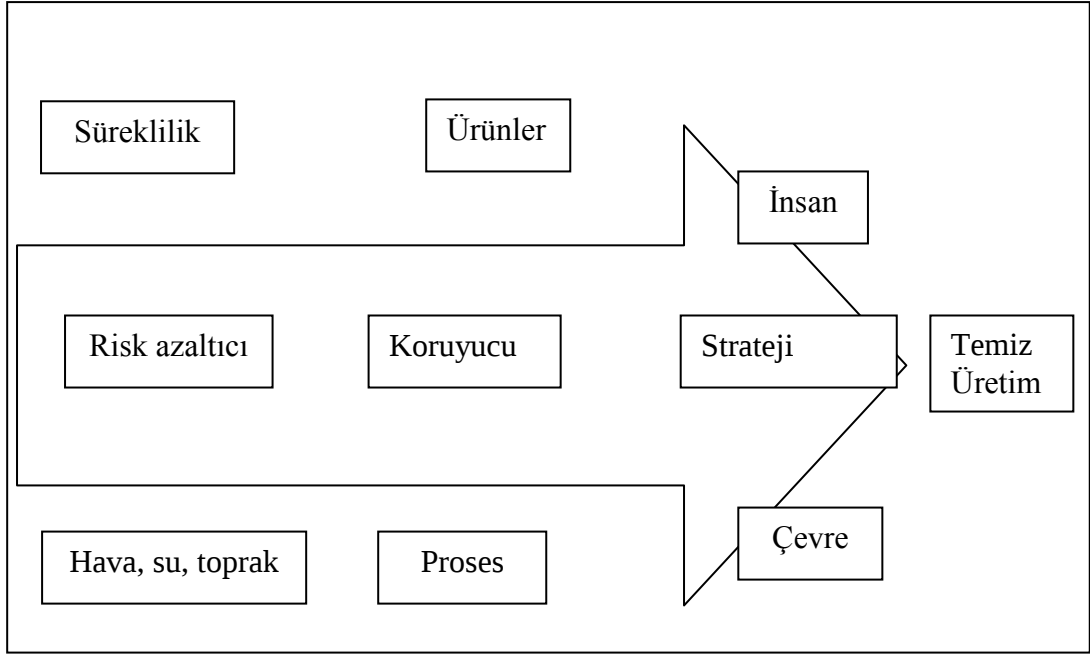
- Üretim süreçleri: Temiz Üretim; bir süreci terketmeden önce, hammadde ve enerjinin azaltılması, zehirli hammaddelerin kullanılmaması, tüm emisyonların ve atıkların miktarının ve zehirliliğinin azaltılmasını içerir.
- Ürünler: Temiz Üretim stratejisi ürünlerin tüm hayat döngüleri boyunca (hammadde alımından ürünün tümüyle kullanım dışı kalmasına dek) etkilerinin azaltılmasına odaklanır.
- Servisler: Temiz Üretim çevresel endişelerin tasarım ve teslimat hizmetlerine yansıtılması ile ilgilenir.

Temiz Üretim değişen davranışlar, sorumlu çevresel yönetim ve teknolojiyi iyileştirme seçimlerini gerektirir. Eko-etkinlik gibi diğer önleyici yaklaşımlar ve kirlenmeyi önleme aynı amaca hizmet etmektedir [2].

Kirlenme kontrol yöntemleri [3] ile temiz üretim arasındaki ana fark zamanlamadır. Kirlenme kontrolü proses sonrası atık için “işle ve arıt” yaklaşımı iken temiz üretim bir ileri-bakış, “tahmin et ve önle” felsefesidir. Önlemek, iyi bilindiği üzere sorun ortaya çıktıktan sonraki düzeltmeden daha kolaydır [2].

Ancak bu boru sonu arıtma teknolojilerine bir daha ihtiyaç duyulmayacağı anlamını taşımamaktadır. Yeni yaklaşım; problemleri azaltmak için teknolojinin daha iyi seçimi ve planlamasını sağlayabilecek daha temiz üretim felsefesini kullanmaktadır. Bu da boru sonu arıtma teknolojilerine duyulan ihtiyacı azaltabilecek ve bazı durumlarda onlara duyulan ihtiyacı tümüyle ortadan kaldıracaktır [2].

Temiz Üretim tanımının temel ögeleri Şekil 1.1’de verilmiştir [2].



Şekil 1.1. Temel “temiz üretim” ögeleri

Temiz Üretim’e ulaşmak için gerekli olan üç önemli adım aşağıda verilmiştir [2]:

- **Davranışların Değişimi**

Temiz üretim sadece teknolojinin değişimi değil aynı zamanda davranışların da değişimidir. Endüstriyel bir sürecin ya da ürünün basitçe yeniden ele alınması, teknolojinin yenilenmesini gerektirmeden, sadece basit proses değişimleri ile istenilen sonuçların elde edilmesine yardımcı olabilir.

- **Yeniliklerin Uygulanması**

Bu; etkinliğin artırılması, daha iyi yönetim tekniklerinin uygulamaya alınması, temizleme işlemlerine ait uygulamaların değişimi ve gerekli olduğunda politikaların, prosedürlerin ve teşkilatların (ilgili kurumlar) yeniden düzenlenmesi demektir.

- **Teknolojinin İyileştirilmesi**

Teknoloji; süreçlerin değiştirilmesi, ürün değişiklikleri, hammaddelerin ve üretim teknolojisinin değiştirilmesi, son ürünün değiştirilmesi ve

malzemelerin bulundukları yerde yeniden kullanılması (tercihen süreç içinde) gibi birçok yöntem ile iyileştirilebilir.

Bu çalışmada; Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş.'de yürütülen “Temiz Üretim” çalışmalarının bir parçası olarak, Neolan yünlü boyama prosesinin incelenmesi ve değiştirilebilen proses parametrelerinin yardımıyla daha düşük işletme giderleri ile daha temiz çevresel koşulların elde edilmesine yönelik çıktıların elde edilmesi amaçlanmıştır.

2. KAYNAK TARAMASI

2.1. Temiz Üretim Yöntemi

2.1.1. Planlama ve organizasyon

Planlama ve organizasyon aşamasının adımları aşağıda verilmiştir [2]:

- Yönetimin onayının ve katılımının sağlanması
- Proje ekibinin oluşturulması
- Hedeflerin belirlenmesi
- Engeller ve çözümler

Planlama ve organizasyon aşamasının amacı; firma/fabrika yönetimini ve çalışanlarını Temiz Üretim ihtiyacı için ikna etmektir [2].

Beklenen sonuçlar ise aşağıda sıralanmaktadır [2]:

- Üst yönetimin katılımının ve onayının sağlanması
Yönetimin ikna edilmesi ve katılımının sağlanmasıyla konu ile ilgili niyet ve kararlılığın ortaya konması.
- Yönetimin ve çalışanların temiz üretimin amaçları hakkında bilgilendirilmesi
- Proje ekibinin kurulması
Projenin sorumluluğunu üstlenecek ve yetkilendirilecek bir ekip liderinin seçilmesi. Projenin gözönünde bulundurulması ile ekip üyelerinin seçilmesi, sayılarının ve çalışma alanlarının belirlenmesi
- Gerekli mali kaynakların ve insan kaynaklarının sağlanması
- Bilişim kaynaklarının tanımlanması ve bu yerlerle temasa geçilmesi
- Temiz üretim hedeflerinin belirlenmesi
Projenin başarılı olması için çok sayıda fikrin sentezi ile kısa ve uzun dönemli temiz üretim hedeflerinin oluşturulması

- Karşılaşılan engellerin aşılması

Temiz üretim değerlendiricilerinin, temiz üretim değerlendirme projesi boyunca karşılaştıkları engellerin açık şekilde ortaya konulması

- İşletme tarafından, işletme içinden bir kişinin Temiz Üretim sorumlusu olarak atanması olarak belirlenebilir.

2.1.2. Ön-değerlendirme

Ön-değerlendirme aşamasında, proje ekibi işletmeyi kolayca tanıyabilir ve önemli noktaları görebilir. Ön-değerlendirme aşamasında göz önüne alınacak üç önemli basamak vardır. Bu basamaklar şu şekilde sıralanmaktadır [2]:

- İş akış şemalarının geliştirilmesi
- Girdi ve çıktıların değerlendirilmesi
- Temiz Üretim Değerlendirmesi yapılacak noktaların seçilmesi

Bu aşamanın amacı değerlendirme fazında üzerinde durulacak noktaları belirlemektir [2].

Beklenen sonuçlar ise aşağıda sıralanmaktadır [2]:

- Genel olarak işletmenin tanınması
- İş akış şemalarının geliştirilmesi
- Değerlendirme fazı için üzerinde durulacak noktalara karar verilmesi
- “Önce-ve - Sonra” karşılaştırması yapmak için bilgi toplanması
- Öncelikli konuların belirlenmesi
- Maliyetsiz ve/veya düşük maliyetli Temiz Üretim seçeneklerinin oluşturulmasıdır.

2.1.3. Değerlendirme

Değerlendirme aşamasının basamaklarını şu şekilde sıralamak mümkündür [4]:

- Kütle dengesinin oluşturulması
- Sebep değerlendirmesi
- Temiz üretim seçeneklerinin oluşturulması ve

- Seçeneklerin elenmesidir.

Bu aşamanın amacı temiz üretim seçeneklerinin geliştirilmesi, ileride daha detaylı analiz gerektirecek olan seçeneklerin tanımlanmasıdır [4].

Beklenen sonuçları aşağıda verilmiştir [4]:

- Kütle dengelerinin çıkartılması ve kontrol edilmesi.
- Atık ve emisyon oluşumlarının nedenleri ve kaynaklarının detaylı bir anlatımla elde edilmesi.
- Ayrıntılı temiz üretim seçenekleri oluşturularak, öncelik sırasına göre listelenmesidir.

Raporlama/Özetleme

Değerlendirme aşamasında Teknik Rapor ve Yönetici Raporu olarak iki ayrı rapor verilmelidir [4].

a) Teknik Rapor şu kısımlardan oluşmalıdır:

Ön Değerlendirme Kısmı için;

1. Genel Bilgi

- Firma adı
- Yıllık üretim kapasitesi
- Ürünler
- Esas hammaddeler (kumaş, elyaf, iplik gibi)
- Genel girdi ve çıktı bilgileri (su, enerji, kimyasal, boyarmadde tüketimi ve atıksu, emisyon, katı atık gibi)

2. Yasal yönetmelik ve mevzuatlar

3. Yerleşim

4. Proses Akış Şemaları

5. Belirgin Açık ve Net Kayıplar

6. Nihai Temiz Üretim Noktalarının Seçimi

Değerlendirme Kısmı İçin;

1. Kütle Dengesi

2. Belirlenmiş Problemlerin Kaynağı ve Sonuçları

3. Temiz Üretim Seçeneklerinin Oluşturulması

Teknik Rapor, detaylı bilgi içermelidir. En fazla 25 sayfa olmalıdır.

b) Yönetici raporu sadece yapılan çalışmanın sonuçlarını içermelidir. [4];

1. Genel Bilgi

2. Yıllık Genel Girdi ve Çıktı Bilgileri

3. Nihai Temiz Üretim Noktalarının Seçimi

4. Temiz Üretim Seçeneklerinin Oluşturulması

2.1.4. Ekonomik ve çevresel değerlendirme

Ekonomik ve çevresel değerlendirme aşamasının basamakları aşağıda verilmiştir [4]:

- Ön Değerlendirme
- Teknik Değerlendirme
- Ekonomik Değerlendirme
- Çevresel Değerlendirme
- Uygulanabilir Seçeneklerin Belirlenmesi

Bu aşamanın amacı uygulamaya konulacak temiz üretim seçeneklerinin belirlenmesidir ve beklenen sonuçları hakkında aşağıda bilgi verilmiştir [4].

Beklenen sonuçları aşağıda verilmiştir [4]:

- Ön değerlendirmenin yapılması.
- Teknik, ekonomik ve çevresel değerlendirme yapılarak uygun seçeneklerin belirlenmesi.
- Her seçenek için beklenen sonuçların belirlenmesidir.

2.1.5. Uygulama

Uygulama aşamasının basamakları şu şekilde sıralanabilir [4]:

- Temiz Üretim Planının Hazırlanması
- Temiz Üretim Seçeneklerinin Yürütülmesi

- Gözlemler ve Değerlendirme
- Temiz Üretim Faaliyetlerinin Tedarik Edilmesi

Bu aşamanın amacı seçilmiş temiz üretim seçeneklerinin gerçekleştirilmesi ve devam eden temiz üretim faaliyetlerinin devamlılığının sağlanmasıdır [4].

Beklenen sonuçları aşağıda verilmiştir [4]:

- Uygulanabilir temiz üretim seçeneklerinin hayata geçirilmesi.
- Uygulanan seçeneklerin gözlemlenmesi ve değerlendirilmesi.
- Sürekli olacak temiz üretim faaliyetlerinin planlanmasıdır.

2.1.6. İzleme ve değerlendirme

İzleme ve değerlendirme aşamasının basamakları aşağıda verilmiştir [4].

- Seçeneklerin Değerlendirilmesi
- Önce - Sonra Karşılaştırmasının Yapılması
- Temiz Üretim Faaliyetlerinin Devam Ettirilmesi
- Temiz Üretim Programının Tasarlanması

Bu aşamanın amacı uygulanan temiz üretim seçeneklerinin performansını izlemek ve değerlendirmektir [4].

Beklenen sonuçlar şu şekilde açıklanabilir [4]:

- Seçeneklerin değerlendirilmesi ve sonuçların rapor edilmesi.
- Önce - Sonra karşılaştırmasının yapılması.
- Temiz Üretim Çalışmalarında süreklilik sağlanması.
- Temiz Üretim Programının tasarlanmasıdır.

2.2. Temiz Üretim için Tekstil Endüstrisinin Seçilmesi

Tekstil endüstrisi çevresel kirlenme problemine büyük katkıda bulunmaktadır. Büyük miktarda atık suya neden olan ve büyük miktarda su kullanan sektörlerden birisidir. Bununla birlikte; Temiz Üretim uygulamalarında ele alınan problemlerden biri de

problemli olmayan büyük miktardaki sıvı atıklarla sonuçlanan çevresel sorunların farkında olmayan işletmelerdir. Çevre ve insanlar için zehirli ve/veya zararlı olan kimyasalların birçoğu tekstil endüstrisinde kullanılmaktadır [2].

Tekstil endüstrisinde temiz üretimin temel amacı; hammaddelerinin kullanımının %100'e yükseltilmesini ve daha da ötesinde, doğrudan arıtıma yollanan yardımcı kimyasalların ve atıkların geri-dönüşümünü/yeniden-kullanımını sağlamaktır [2].

Böylece, hem arıtma maliyeti hem de hammadde tüketimi azaltılabilir [2].

Tekstil endüstrisinde Temiz Üretim'in yararları aşağıda verilmiştir [2]:

- Su ve enerji tüketiminin azaltılması ile doğal kaynakların korunması
- Çevresel kirlenmeye katkının azaltılması
- Pazar payının arttırılması (Uluslararası ticarete uyulması gereken çevresel yükümlülükler vardır. Örneğin, Eko-Tex 100, ISO 14001, EMAS. Temiz Üretim çalışmaları bu standartlara uyuma yardımcı olmaktadır.)
- Maliyetlerin azaltılması
- Çok az bir yatırımla geri-dönüşümün arttırılması
- Yasal yükümlülüklerle kolayca uyum sağlanması ve
- Firmanın kamuoyundaki imajının artmasıdır.

2.3. Yün ve Yünlü Tekstil Endüstrisi Prosesleri

2.3.1. Yün

Yünün Fiziksel Yapısı

Yün diğer tekstil elyaflarına göre daha karmaşık bir fiziksel yapıya sahiptir. Yün elyafın enine kesitinde üç tabaka görülür [5, 6, 7]:

1. Kütikül: Bu tabaka; üst üste binmiş sert,boynuzsu pullardan oluşmuştur. Pulların 1/3'ü dışa doğru çıkıntı yapmış, pul ucu elyafın uç kısmına doğru yönelmiştir. Yünün pullu yapısı, bu elyafın diğer elyaf türlerinden ayırt edilmesini sağlar. Kütikül tabakası dıştan içe doğru epikütikül, eksokütikül ve endokütikül olmak üzere üç kısımdan oluşur. Kütikül tabakası,

boyarmaddenin elyafa nüfuz etmesine karşı direnç gösterir. Özellikle epikütikül tabakası boyama bakımından çok önemlidir. Çünkü bu tabaka bütün lifi kaplayan hidrofob bir tabaka olduğundan boyarmadde çözeltilerinin lif içine girmesini engeller. Fakat son derece ince (50-100 nm) oluşu nedeniyle dış etkenlere maruz kalan elyaf uçlarında bulunan kısmı tahrip olmuştur. Ayrıca fiziksel ve kimyasal işlemlerle de kolayca uzaklaştırılır. Tahribatın derecesi boyama kolaylığını tayin eder.

2. Korteks: Kütikül tabakasının altında korteks tabakası bulunur. Bu tabaka fibriler yapıda kortikal hücrelerinden meydana gelmiştir. Yün elyafın %90'ı kortikal hücrelerinden ibaret olup, elyafın esas kısmını bu hücreler oluşturur. Yünün doğal rengi, esneklik özellikleri, gerilme kuvveti kortikal hücrelerinin karakterine bağlıdır. Korteks tabakası ortokorteks, parakorteks olmak üzere iki ayrı yarım silindirden meydana gelmiştir. Ortokorteks ve parakorteks hücreleri kimyasal maddelere karşı farklı davranırlar. Ortokorteks hücrelerinin reaksiyon gücü, parakorteks hücrelerinininkinden daha yüksektir. Elyaf kıvrımlarının iç tarafında bulunan ortokorteks (asidofil kısım) asidik boyarmaddelere karşı büyük afinite gösterir. Kıvrımın dış tarafında bulunan parakortekse katyonik boyarmaddeler daha kolay nüfuz eder. Bu farklı davranış, her iki tabakanın izoiyonik noktasının farklı oluşundan ileri gelir.
3. Medulla: En iç tabaka medulla (kanal) tabakasıdır. Bu tabaka sadece kalın kılarda bulunur. İnce kılarda bulunmaz.

Yünün Kimyasal Yapısı

Yün de diğer hayvansal kıllar, boynuz ve tırnak gibi keratin denilen özel bir proteinden meydana gelmiştir. Bu protein kükürt içeriğinin yüksek olmasıyla diğer proteinlerden ayrılır. İşlenmemiş yünde %30-70 arası safsızlık bulunabilir. Çeşitli ırktan koyunların yapaklarındaki saf yün %'si şöyledir [7]:

İngiliz Hampshire	%60
Avustralya merinos (yağlı)	%40-45
Alman yünü (yağlı)	%25

Safsızlık kir, ter, yün yağı, anorganik tuzlar, ot ve pıtırak gibi kuru bitkisel maddelerden ibarettir. Kuru yünün yaklaşık olarak bileşimi şöyledir:

Keratin	% 33
Kir	% 26
Ter (tuzları)	% 28
Yağ	% 12-47
Anorganik tuzlar	% 1

Keratin

Bütün safsızlıklar uzaklaştırıldıktan sonra geriye keratin kalır. Keratin, kuru yünün laboratuvarında sokslet cihazının eterle ekstraksiyonunda, yağların uzaklaştırılması sonucu kimyasal olarak saf halde ele geçer. Sonra alkolle çalkalanarak sabunlar uzaklaştırılır. Arta kalan kısım kurutulur. Terin çözülmesi için ılık destile suya konur. Kalmış olabilen magnezyum ve kalsiyum sabunlarının parçalanması için %1'lik HCl'e daldırılır. Tekrar destile suda çalkalandıktan sonra kurutulur. Serbest hale geçen yağ asitlerini uzaklaştırmak için bir kez daha eterle ekstrakte edilir. Asit kalmayınca kadar seyreltik amonyakla çalkalanır.

Keratin,protein sınıfı bileşikler grubuna girer. Proteinler, organik maddelerin canlı doku haline geçmeden önceki son halleridir.

Kir

Yün elyaf, doğal halde oldukça fazla kir içerir. Bu kirler yün yağının çekici kuvveti sayesinde tutulur. Yıkamakla gres yağı uzaklaştırılınca, kir de çıkar.

Ter

Ter, suda çözündüğünden ham yünden su ile ekstrakte edilebilir. Terde oleik asit, starik asit gibi organik yağ asitleri potasyum tuzları halinde; asetik asit, laktik asit, bütirik asit, valerik asit, kaproik asit gibi basit organik asitler ve oksalik asit, malik asit, tartarik asit, sülsinik asit gibi dibazik asitler hem serbest halde, hem potasyum tuzları halinde bulunurlar.

Yün yağı

Doğal yağların pek çoğu yağ asitleri ile gliserinden meydana gelen esterlerdir. Fakat yün yağı, yağ asitleri ile karmaşık bir monoalkol olan kolesterin ($C_{27}H_{45}OH$) ve onun izomeri olan izokolesterinden türer. Daha doğru bir deyişle buna yağ değil, vaks (balmumu) demek gerekir. Çünkü yağların hepsinde alkol komponenti gliserindir.

Yün yağı organik çözücülerde çözünen, sarımsı, balmumu benzeri bir maddedir. Diğer vakslar gibi sabunlaşması güçtür. Yün yağı fazla miktarda su absorblama gücüne sahiptir.

Anorganik Tuzlar

Yündeki doğal anorganik madde miktarı %1.5'a erişip, bileşimi koyunun otladığı toprağa bağlı olarak az çok değişir. Genellikle Na, K, Ca tuzları ve S bileşimleri içerir.

2.3.2. İplik yapımı

Bir iplik yapılırken iki yöntem uygulanabilir [8, 9]. Birincisinde; bir yığın elyafın didilmesi, kabartılması ve çekilmesiyle oldukça düzgün bir bant oluşturulur. Daha sonra, bu bantın inceltip çekilmesi ile iplik elde edilir. İkincisinde; ince bir iplik elde edilmesi istendiğinde, elyaf yığını didilir, iki tel fırça ile taranır ve elyafa kısmen yön verilir. Her bir elyaf diğer bir elyafa paralel bir hale getirilir, inceltir ve büküm verilerek iplik elde edilir. Yün iplik; *taranmamış* (*Ştrayhgarn*), *taranmış* (*Kamgarn*) ve *yarı taranmış* olarak üç grup altında toplanabilmektedir.

2.3.3. Dokuma

Uygun ekipman ve cihazlarla, atkı ve çözgü ipliklerinin dokunması ile bir kumaşın elde edilmesi işlemi üç operasyondan oluşmaktadır [10, 11]:

1. Ağızlık açma: Çözgü iplikleri tünel şeklinde tabaka haline getirilir.
2. Atkı atma: Atkı iplikleri çözgü ipliklerinin arasından geçirilir.
3. Tefeleme: Atkı iplikleri çekilerek sıkılaştırılır.

Atkı atma ve tefeleme işlemleri tekrarlanarak dokuma işlemi sonucunda kumaş yapımı gerçekleştirilir.

Bu üç işlemi sürekli kılan yardımcı işlemler ise aşağıda anlatılmaktadır:

Çözgü Salma: Bu hareket ile çözgü iplikleri, sarıldıkları levendlerden çözülerek istenilen hız ve uygun sabit gerilim altında dokuma alanına ulaştırılır.

Kumaş Sarma: Bu hareket ile kumaş, dokuma alanından belirli bir toplama boşluğu da sağlayan sabit bir hız ile çekilerek bir bobine sarılır.

2.3.4. Boyama öncesi işlemler (Kasar)

Bütün lif cinsleri için tekstil malzemesini boyamaya ve/veya baskıya hazır hale getirmek üzere bazı ön işlemler uygulanmalıdır. Bu ön işlemler: yabancı maddelerden arıtma, yıkama, yüzey temizleme, boyut fiksajı vb. işlemlerdir [7].

Yün, zayıf alkali ortamda, yüksek sıcaklıklarda yıprandığından yünün terbiyesinde alkali ortamda çalışırken çok dikkatli olmak gerekir. Sulu ortamda yapılan germe, sıkma, ovuşturma gibi her türlü mekanik işlem de yünün keçeleşmesine neden olur. Yün daha çok renkli olarak kullanıldığından ağartılması pamuğunki kadar önem taşımaz [7].

Yıkama [7]

Yünün yıkanması genellikle az miktarda amonyak veya soda konulan sabunlu suyla 40-50°C’da yapılır. Bundan önce kirin büyük bir kısmının ve terin çıkması için gerekirse biraz soda ilave edilmiş soğuk suyla ön yıkama yapılır. Koyunların işaretlenmesi için zift sürülmüşse, bu zift önce zift çözücü bir sabunla uzaklaştırılmalıdır.

Tabaklama ile çıkarılmış yünlerde kireçlenmeden kalan kalsiyum karbonat bulunduğu için seyreltik hidroklorik asitle muamele gerekir. Canlı koyun yıkandıktan sonra yünü kırılmışsa bu yüne “sırtta yıkanmış yün” denir. Bunun kirinin büyük bir kısmı çıkmıştır.

Yağlar yüne yapışkanlık vererek eğirme işlemini zorlaştırdıkları için önemli ölçüde uzaklaştırılmaları gerekir. Ancak %1 kadar yağ kalması elyafın esnekliği için zorunludur.

Yıkama, ardarda sıralanmış teknelerde yapılır. Yün, metal tırmıklar aracılığıyla bir tekneden diğerine aktarılır. Her iki tekne arasında sıkma silindirleri bulunur.

Yıkama üç metoda göre yapılır:

- Alkali yıkama
- Nötr yıkama
- İzoelektrik noktada yıkama

Yağlama [7]

Yün elyaf, yapısı nedeniyle yağlama yapılmadan iyi eğirilemez. Uygun bir sıvı yağ kullanılarak yağlanması gerekir. Yağlamanın amacı bir taraftan elyafı kayganlaştırmak, diğer taraftan da liflerin birbirine yapışmasını kolaylaştırmaktır. Yün yeterince kaygan değilse, elyaf tarak makinalarında fazla yıpranır. Yapışma yeterli değilse iplik yapımı zorlaşır. Yağlama aynı zamanda statik elektrik birikmesini de önler.

Karbonize Etme [7]

Karbonize işleminin amacı, yünde bulunan çalı, diken, ot, saman, pamuk v.b. gibi bitkisel maddeleri uzaklaştırmaktır.

Bunun için yün sülfirik asit ile oda sıcaklığında 0.5-3 saat ıslatılır. Asit banyosuna 1g/l kadar aside dayanıklı bir ıslatıcı madde ilavesiyle asit konsantrasyonu düşürülerek işlem süresi oldukça kısaltılabilir, sonra sıkılır veya santrifüjlenir. Karbonizasyon sobalarında yarım saat 80-100°C’da ısıtılır. Bu esnada suyun buharlaşması sonucu kalan derişik sülfirik asit selülozu kömürleştirir. Sobadan çıkan yünün dövülmesiyle toz halindeki kömür partikülleri uzaklaştırılır. Çalkalanır, 8-10g/l soda ile nötralleştirilir.

Karbonizasyondan sonra kuvvetli asitli banyolarda boyama yapılacaksa nötralleştirme yapılmaz.

pH 2'nin altında ise sülfirik asidin aşırısı sodyum asetatla asetik aside dönüştürülerek pH istenilen değere ayarlanılır.

Karbonizasyon boyamadan önce veya sonra yapılabilir. Sonra yapılacak ise karbonizasyon haslığı yüksek boyarmaddeler seçilir. Önce yapılacaksa karbonizasyonun çok homojen olmasına dikkat edilir. Çünkü karbonizasyon yünün boyarmadde afinitesini değiştirdiğinden homojen olmayan karbonizasyon, dalgalı boyamaya neden olur. Karbonizasyon banyolarına konulan ıslatıcının görevi, asit çözeltisinin materyale düzgün ve çok iyi nüfuz etmesini sağlamaktır. Asit emdirilmiş materyalin kısım kısım kurutulmasından veya sadece bir kısmın güneş ışınlarının etkisi altında kalmasından kaçınılmalıdır.

Karbonizasyon alüminyum klorür çözeltisiyle de yapılabilir. İşlem sülfirik asitte olduğu gibidir. Bu karbonizasyonun üstünlüğü renkleri değiştirmemesi ve asetat elyafın Al_2Cl_3 çözeltisine karşı dayanıklı olmasıdır. Bu nedenle yün/asetat ipeği karışımları bu şekilde karbonize edilir.

Dinkleme [7]

Dinkleme, yün kumaşa uygulanan terbiye işlemleri arasında en önemlilerinden biridir. Dinkleme sayesinde kumaşın hem dış görünüşüne, hem de kalitesine geniş ölçüde etki edilir. Dinkleme kumaşa yalnız keçemsi görünüm kazandırmaz, aynı zamanda onun sıkışmasına neden olur ki, dokuma tekniği sayesinde bunu sağlamak hiçbir şekilde mümkün değildir. Sıklık kumaşa hem sağlamlık, hem de rüzgar ve havadan koruyucu özellik kazandırır.

Dinklemenin esasını yünün keçeleşme yatkınlığı meydana getirir. Kumaşın sıkışması yalnız keçeleşmesinin değil, aynı zamanda şişmesinden ileri gelen çekmesinin, daralmasının bir sonucudur. Çekme miktarı yün kumaşlarda pH'a bağlıdır. İzoelektrik alanın dışında, izoelektrik alanından daha büyük ölçülere erişir. İzoelektrik alan içerisinde keçeleşme yatkınlığı az olduğundan dinkleme ya zayıf asidik, ya da zayıf bazik ortamda yapılır. Dinkleme hızı sıcaklığa da bağlıdır. Sıcaklığın yükselmesiyle keçeleşme yatkınlığı artar.

Yün cinsi de keçeleşmeye etki eder. İnce ve çok kıvrıkcık yünler, kaba ve düz olanlara oranla daha fazla keçeleşir.

Dinkleme çözeltilisine yünün kayganlığını ve yumuşaklığını arttıran maddelerin ilavesiyle çözeltinin keçeleştirme gücü yükseltilir. Çünkü bu koşullar altında liflerin göçü ve birbiri içine girmesi, düğümlemesi en iyi şekilde mümkün olur.

Fiksaj (Kaynatma ve Dekatür) [7]

Yün, nemli ve ılık ortamda şekil alabilme özelliğine sahip olup, şekil verici maddeler yeterince uzun süre etki ettiklerinde aldığı şekli devamlı olarak korur. Buna yünün fiksajı denir. Buhar veya sıcak su ile yapılan fiksaj esnasında polimer zincirleri arasındaki bağlar kopar. α - Keratinde bulunan kıvrımlar açılarak düz zincir (β -Keratin) meydana getirdikten sonra nem ve ısıнын uzun süre etkisi altında moleküller arasında yeni çapraz bağları oluşur. Nemin uzaklaştırılmasıyla suyun çözdüğü tuz bağlarının ve hidrojen köprülerinin tekrar oluşması sonucu kurutma ve soğutmadan sonra fiksaj daha da artar. Yünün bu özelliğinden yün tekstil materyalin apre edilmesinde yararlanılarak kumaşa buruşmama özelliği kazandırılır. Fikse edilen yün kumaş ileriki terbiye işlemlerinde ve kullanılma esnasında bozulmadan kalır.

Kaynatma [7]

Kaynatmada yünlü kumaş tahta bir silindir üzerine sarılarak sıcak su içerisinde döndürülürken, ikinci bir silindir bunun üzerine basınç yapar. Sıcak suda döndürme sona erdikten sonra birinci silindirden çekilen kumaş soğutma silindirine alınır. Sıcak suyun sıcaklığı mümkün olduğu kadar yüksek olmalıdır. Fakat renkli kumaşların kaynatılmasında boyamanın haslığına uygun bir sıcaklık seçilmesi gerekir.

Parça halinde boyanacak materyalde kaynatmanın, özellikle boyamada meydana gelen çekmeye engel olmak, yün elyafın keçeleşmemesini, buruşmamasını sağlamak gibi görevi vardır. Daha önceki terbiye işlemlerinden birinde, örneğin yıkama ve dinklemede buruşukluk ve kat yeri meydana geldiyse, kaynatma teknelerinde basınç silindirinin etkisi altında bu buruşukluklar giderilir.

Dekatür [7]

Dekatür prensip olarak kaynatma ile aynı amaca hizmet eder. Çeşitli şekillerde yapılır.

En şiddetli fiksaj metodundan olan yaş dekatür(potting)de kumaş delikli silindirler üzerine sarılır. Silindir içerisinden önce sıcak su basılır, sonra soğuk su ile ürkütülür; yani yeni alınan şeklin eskisine dönüşmeden fikse edilerek korunması sağlanır.

Kazan dekatürü de denilen kuru dekatürde delikli silindirler üzerine sarılan kumaş içerisinden kapalı kazanlarda kuru buhar geçirilir.

Finish dekatür denilen ve materyale en son uygulanan dekatür işlemi yaş buharla yapılır. Finish dekatür hem kumaşın çekmesine engel olur; hem de meydana gelen parlaklığı azaltır.

Renkli materyalin fiksajında boyarmaddenin haslığı gözönünde tutularak uygun sıcaklık ve işlem seçilmelidir.

Klorlama [7]

Klorlama, yünün keçeleşmemesi için yapılan bir işlemdir. Ya sulu hipokloritle asidik veya zayıf bazik ortamda, ya da klor suyu ile yapılır. Gaz şeklindeki klor da %5'lik klor/hava karışımı şeklinde başarı ile uygulanır.

Asidik ortamda hipokloritle yapılan klorlama, daha sonra yapılacak olan boyamanın düzgün olmasını sağlar. Aynı zamanda alkali işlemin aksine yünün daha az sararmasına neden olur.

Klorlamada keratinin yan zincirlerinde bulunan amino ($-NH_2$) gruplarındaki hidrojen atomları yerine klor atomları geçerek kloramin ($-NCl_2$) olduğu gibi disülfid bağlarının da bazıları kopar.

Klorlamadan sonra klor artıklarının uzaklaştırılması için materyal sodyum bisülfid çözeltisiyle çalkalanır. Klorlama dikkatli yapılırsa elyaf özelliklerinde aleyhte bir değişme olmaz. Fakat şiddetli koşullar altında disülfid bağlarının kısmen kopması sonucu yünün şişme gücü ile asit ve alkalilerdeki çözünürlüğü artarak yaş haldeki sağlamlık biraz azalır. Krom tuzlarıyla son işlem sayesinde bu sakınca kısmen giderilirse de çok şiddetli klorlama yündeki peptid bağlarını da kopardığından yünün az veya çok yıpranmasına neden olur.

Klorlama, yünün şişme ve ıslanma gücünü artırdığından elyafın boyarmadde alma gücü de yükselir. Hızlı ıslanabilmesi ve boyarmadde alma gücünün artması nedeniyle klorlanmış yünün boyanmasında çok dikkat etmek gerekir. Yine aynı nedenle iyi egalize olabilen boyarmaddeler kullanılır. Boyarmaddelerin yalnız başlangıçtaki adsorbsiyonu büyük olup, elyafa bağlanmaları gevşek olduğundan uzun süre kaynatmakla düzgünleşme meydana gelir. Bununla ilgili olarak klorlanmış yün üzerindeki yağ haslıklar düşüktür.

Klorlama boyamadan sonra yapılacaksa, kullanılan boyarmaddelerin klor haslığının yüksek olmasına dikkat edilir.

Klorlama boyarmaddenin çekim gücünü artırdığından baskı yapılacak yün materyalin de klorlanması gerekir. Aynı şekilde sodyum kloritle muamele ile de yünün keçeleşmesi engellenir.

Klorlama koşullarının uygun şekilde değiştirilmesiyle yün, ipek parlaklığı ve hışırtılı bir tutum (tuşe) kazanır. Bu tür yüne ipek yün denir.

2.3.5. Boyama

Kasar işlemlerinden sonra geçilen boyama işlemleri tekstil malzemesinin renklendirilmesi için uygulanır. Böylece tekstil malzemesinin çekiciliği geliştirilmiş olur. Baskı, boyamanın özel bir şekli olup tekstil malzemesinin bölgesel olarak renklendirilmesidir. Boyama işlemi ile genellikle tek renkte ürün elde edilir [12, 13].

Boyama işlemleri genellikle üç aşamada yapılır [12, 13]:

- a. Tekstil malzemesini boya banyosu ile muamele etmek
- b. Sabitleme (Fiksaj)
- c. Yıkama

Tekstil malzemesini boya banyosu ile muamele etmekteki amaç boya çözeltisi içindeki boyarmaddeyi tekstil lifine nüfuz ettirmektir [12, 14]. Tekstile nüfuz işlemi; şu üç aşamadan meydana gelmektedir [12, 14, 15, 16]:

1. Konvektif difüzyon ile boyanın tekstil yüzeyine taşınması

2. Boyanın tekstil yüzeyine adsorpsiyonu

3. Boyanın tekstil lifi içine difüzyonu

Bu üç aşamada yer alan tüm fiziksel ve kimyasal mekanizmalara ait literatürde bir çok teori yer almaktadır [12, 14, 15, 17].

Asıl boyama veya baskı diyebileceğimiz bu nüfuz ettirme işlemini genelde bir fikse işlemi takip eder. Sabitleme işlemindeki amaç life nüfuz eden boyarmaddeyi lif içinde veya üzerinde sabitleştirmektir. Sabitleme işlemi ya özel hallerde buhar muamelesiyle ya özel kimyasal maddeler kullanarak kimyasal muamelelerle, ya da yüksek sıcaklıkta kuru ısı muamelesiyle (termofikse) sağlanır [12, 13].

Boyama ve baskı işlemlerinin son basamağı olan yıkama işleminden amaç sabitlenmemiş boyarmaddenin fazlasını tekstil malzemesinden uzaklaştırmaktır. Bazı özel hallerde yıkama işlemi sırasında ilave kimyasal maddelerle sabitlemenin (fiksajın) tamamlanması da sağlanmaktadır [12, 13].

1:1 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Boyama [18, 19]

Bu tip boyarmaddelerin yün elyafa ilgileri fazla olduğundan ve life sağlam bağlarla bağlandığından, sonradan düzgünleşmesi zordur. Bu nedenle düzgün aldırılmaları zorunludur. Düzgün alınma boyarmaddenin liflere ilgisinin en az olduğu kuvvetli asidik ortamda mümkündür. Bunun prensibi, boyarmaddenin liflere güçlü elektrostatik bağlarla bağlanmasını ve egalize boyarmaddesi gibi davranmasını sağlamaktır.

Boyama bittikten sonra durulamada, amonyum grupları amino gruplarına dönüşür ve boyarmaddenin koordinatif bağı da gerçekleşir. Flotte oranına ve mamul ağırlığına bağlı olarak sülfirik asit ilave edilerek pH 1.9-2.4'e ayarlanır. Kumaş ve iplik boyamada (elyaf ve tops boyamada gerekmez) boyama koyuluğuna göre %5-10 kalsine sodyum sülfat ilavesi düzgün alınma için gereklidir.

Boyamaya 50°C'de asit, tuz içeren banyoda mamulü bir süre muamele etmekle başlanır. Daha sonra boyarmadde ilave edilir ve bir müddet sonra kaynama sıcaklığına çıkılır. Boyama bu sıcaklıkta 1.5 saat devam eder. Koyu tonlarda asit porsiyonlar halinde ilave edilir (başlangıçta ve kaynama sıcaklığında). Boyama

bitiminde iyi bir durulama yapılır. Yünde kalan sülfirik asit tuşeyi olumlu etkilediğinden nötrleştirme yapılmaz. Diğer liflerde nötrleştirme gereklidir.

1:2 Metal Kompleks Boyarmaddelerle Boyama

Yün ve protein liflerinin boyanması için reaktif grup içeren 1:2 metal kompleks boyarmaddeleri yüksek haslıkları açısından ilginç bir gruptur. Boyama zayıf asidik ortamda pH 6-6.5'ta yapılır. Egaliz maddesi ilavesi düzgün boyama açısından önem taşır. Boyamaya 40-70°C'de başlanır, kaynama sıcaklığında devam edilir [18, 19].

Metal kompleks boyarmaddeleri ve parlak canlı renkler eldesi için geliştirilen 1:2 metal kompleks , reaktif boyarmadde karışımı olan Lanaset boyarmaddeleri (Ciba-Geigy) yünün yüksek haslıklarda ve canlı renklerde boyanmasına olanak sağlamaktadır [18, 19].

Kullanılan kimyasallara ve nihai üründe istenen özelliklere bağlı olarak yünlü tekstil boyama proseslerinde, su tüketim değerlerinde büyük değişimler meydana gelebilmektedir [20].

Hem boyama prosesleri hem de temel işlemler girdi ve çıktıları; ürünün iplik, kumaş ve tops olmasına göre değişim göstermektedir. Öte yandan, kumaşın üretimi için gereken toplam tüketim geniş bir skalada değişim göstermektedir. Altınyıldız işletmesinde, yün iplik ve yün kumaş boyama prosesinde gerçekleşen su ve enerji tüketimi değerleri Tablo 2.1 ve Tablo 2.2'de verilmektedir [20].

Tablo 2.1. Yün iplik ve kumaş boyama proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri

Aşama	Enerji Tüketimi (MJ/kg tekstil)	Su Tüketimi (lt/kg tekstil)
İplik Boyama	Elektrik: 2.8 Isı: 12.6 - 15.8	45 - 95
Kumaş Boyama	Elektrik: 1.8 Isı: 20	20 - 80

Tablo 2.2. Tops boyama proseslerinde ortalama su ve enerji tüketim değerleri

Su Tüketimi (lt/kg)	13.5 - 40
Elektrik Tüketimi (kWh/kg)	0.14 - 0.34 0.49 - 1.22
Isıl Enerji Tüketimi (MJ/kg)	6.1 - 14.2

2.3.6. Apre

Apre işlemleri ön terbiye, boyama ve/veya baskı işlemleri görmüş tekstil malzemesini kullanıma sunmadan önceki son işlemdir. Bazen sadece terbiye işlemi görmüş (kasarlı) tekstil malzemeleri aprelenerek satışa sunulurlar. Apre işlemleriyle tekstil malzemesinin tutunumu ve görünümü yanında kullanışlılığını da geliştirmek mümkündür. Örneğin; yumuşaklık, sertlik, tokluk, parlaklık, kayganlık ve kabartma (gofraj) efektleri tutum ve görünümü geliştirmek üzere uygulanan apre işlemleri iken, su geçirmezlik, kir-yağ iticilik, yanmazlık, buruşmazlık, küflenmezlik, güve yemezlik, çekmezlik, tüylenme ve kaplama kullanışlılığı geliştirmek üzere uygulanan apre işlemleridir. İşlemlerin bir kısmı mekanik yollarla yapılırken, önemli bir kısmı kimyasal yolla yapılır [13].

Kullanılan kimyasallara ve nihai üründe istenen özelliklere bağlı olarak Altınyıldız işletmesinde uygulanmakta olan yünlü tekstil apre proseslerinde, su ve enerji tüketim değerlerinde meydana gelebilen büyük değişimler Tablo 2.3’de gösterilmiştir [20].

Tablo 2.3. Yün kumaş apre proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri

Aşama	Enerji Tüketimi (MJ/kg tekstil)	Su Tüketimi (lt/kg tekstil)
Yıkama	Elektrik: 0.06 - 0.43 Isı: 1.29	2.4 - 11.8
Kurutma	Elektrik: 0.24 - 0.29 Isı: 6.4 - 6.8	-
Buharlama	Elektrik: 0.08 - 0.09 Isı: 0.78 - 0.92	0.3 - 0.4
Dekatür	Elektrik: 0.18 Isı: 1.6 - 2.3	0.6 – 1.0

2.3.7. Yünlü tekstil proseslerinde su ve enerji tüketimleri

Yünün değerlendirilmesine yönelik iplik yapımı, kumaş üretimi, boyama ve apre gibi tekstil prosesleri hakkında gerekli özet bilgi yukarıda verilmiştir. Bu proseslerin herbirinde gerçekleşen su ve enerji tüketimlerinin tüm tüketim değerlerine oranları (% olarak) ve tüketim noktaları ile ilgili bilgiler Tablo 2.4’de verilmiştir [21].

Tablo 2.4. Yünlü tekstil endüstrisi proseslerinde su ve enerji tüketim değerleri

Aşama	Enerji Tüketimi (MJ/kg tekstil)	Su Tüketimi (lt/kg tekstil)	İlgili Bilgiler
İplik Yapımı	X	X	Elektrikli makinalar
Kumaş Üretimi	XX	X	Elektrikli makinalar Şardonlama ve haşıl (dokumalar için)
Boyama	XXXX	XXXXXX	Boya banyolarında büyük miktarda su kullanımı Birçok boyama prosesi yüksek sıcaklık gerektirdiği için ısıtıl enerji tüketimi yüksektir
Apren	XXX	XXXXXX	Elektrikli makinalar Birçok prosenin yüksek sıcaklıkta gerçekleşmesi zorunluluğu vardır Su tüketimi belirgindir
XXXXX: Bu aşamada tüketim, toplam tüketimin % 35'inden fazladır. XXXX : Bu aşamada tüketim, toplam tüketimin % 18'inden fazladır. XXX : Bu aşamada tüketim, toplam tüketimin % 12'sinden fazladır. XX : Bu aşamada tüketim, toplam tüketimin % 5'inden fazladır. X : Bu aşamada tüketim, toplam tüketimin % 4'ünden azdır.			

2.3.8. Kullanılan hammaddeler, kimyasallar ve boyarmaddeler

Tekstil hammaddeleri [4]

Tekstil sektöründe kullanılan hammaddeler, proseslere göre farklılıklar gösterir. Örneğin; iplik imalatçısının hammaddesi elyaf, dokuma veya örgü kumaş üretenin hammaddesi iplik, terbiye işletmecisinin veya konfeksiyon imalatçısının hammaddesi ise değişik türdeki kumaşlar olacaktır. Ancak temiz üretim, tekstil sektöründe daha çok tekstil yaşı işlem proseslerinde uygulandığını düşünülürse, hammadde elyaf, iplik, kumaş ve konfeksiyon olabilir. Tekstil elyaflarının sınıflandırılması Tablo 2.5'de verilmiştir.

Kimyasallar [4]

Tekstil endüstrisinde kullanılan kimyasallar genellikle aşağıda belirtilen gruplara ayrılabilir :

1. Deterjanlar
2. Apren kimyasalları

3. Yardımcı kimyasallar (boyama ve baskı)
4. Oksidasyon kimyasalları
5. İndirgeyici kimyasallar
6. Asitler
7. Alkaliler
8. Tuzlar
9. Optik beyazlatıcılar
10. Baskı işlemindeki kalınlaştırıcılar

Boyama ve apre proseslerinde kullanılan yardımcı kimyasalların birçok özelliği Tablo 2.6’da özetlenmiştir.

Tablo 2.5. Tekstil elyaflarının sınıflandırılması

DOĞAL LİFLER	KİMYASAL LİFLER	
	A) DOĞAL POLİMERLERDEN ELDE EDİLEN LİFLER (REJENERE LİFLER)	B) SENTETİK POLİMERLERDEN ELDE EDİLEN LİFLER (SENTETİK LİFLER)
A) BİTKİSEL LİFLER 1. Tohum lifleri (pamuk ,kapok) 2. Gövde lifleri (keten, kenevir, jüt, rami) 3. Yaprak lifleri (sisal, abaka) 4. Meyve lifleri (hindistan cevizi, kakao) B) HAYVANSAL LİFLER 1. Yün (Koyundandan) 2. Spesiyal lifler · Keçi soyuna ait lifler (kaşmir, moher) · Tavşan soyuna ait lifler (angora) · Deve soyuna ait lifler (deve, lama) · Sığır soyuna ait lifler (yak) 3. Salgı ürünü lifler · İpek · Tussah ipeği (yabani ipek) C) MİNERAL LİFLER · Asbest (Amyant)	1. BİTKİSEL REJENERE LİFLER 1.1. Selüloz esaslı · Selüloz nitrat · Viskoz · Selüloz asetat · Selüloz triasetat · Bakır ipeği 1.2. Kauçuk lifleri 1.3. Yosun lifi (Alginat) 1.4. Bitkisel protein esaslı · Zein (mısırdan) · Ardil(yerfistığından) · Silkool (soya fasulyesinden) 2. HAYVANSAL REJENERE LİFLER · Kazein (sütten) 3. ANORGANİK LİFLER · Kayadan elde edilen lifler · Metalden elde edilen lifler · Seramikten elde edilen lifler · Cam lifleri · Karbon lifleri	1. POLİMERİZAT LİFLER 1.1. Poliakrilonitril lifleri · Akrilik (PAC) · Modakrilik 1.2. Polivinillorit lifleri · Polivinillor (PVC) · Polivinilidenklorür (PeCe) 1.3. Poliviniliden dinitril lifleri 1.4. Polivinilalkol lifleri (PVA) 1.5. Polivinilasetat lifleri 1.6. Poliviniliden siyanür lifleri 1.7. Politetrafloroetilen lifleri (PTFE) 1.8. Poliolefin lifleri · Polipropilen (PP) · Polietilen (PE) 2. POLİKONDENZAT LİFLER 2.1. Poliester lifleri (PES) 2.2. Poliamid lifleri (PA 6, PA 6.6, PA 6.10, PA 6.11) 3. POLADİSYON LİFLERİ 3.1. Poliüretan lifleri (PUR Elastomer) 3.2. Poliürea lifleri

Tablo 2.6. Boyama ve apre proseslerinde kullanılan yardımcı kimyasalların özellikleri

Yardımcı Kimyasallar	Fiziksel Durum	Kimyasal Yapı	Zarar Sembolü	EEC Biyolojik Elemesine Göre	LD ₅₀ (mg/kg, fare ağızdan)	LC ₅₀ (mg/kg, balık zehirliliği)	EC ₅₀ (mg/kg, OECD 209)	COD (mgO ₂ /g)	Zararlı Madde
Uniperol SE	Sıvı	Anyonik ve noniyonik	X _n , X _i	30-70%	>2000	1-10	>100	1050	
Lanasan PW	Sıvı	Formaldehit, nonionogenik		60%	>5000	>1000			
Cibafluid C	Viskoz sıvı	Akrilamid, akrilik asit, kopolimer	Yok	<10%	>5000	>150	>2500	<100	Metal miktarı ETAD'ın önerdiği limitin altındadır
Albegal SET	Sıvı	Amfoterik	Yok	50-60%	>5000	28	>300	885	Metal miktarı ETAD'ın önerdiği limitin altındadır
Albegal NF	Sıvı	Katyonik	Yok	10-20%	>5000	45	>300	475	Metal miktarı ETAD'ın önerdiği limitin altındadır
Albegal FFA	Sıvı	Anyonik		70-80%	>5000	125	>300	465	Metal miktarı ETAD'ın önerdiği limitin altındadır
Irgasol P	Viskoz sıvı	Noniyonik	Yok	>90%	>5000	6	>300	550	Metal miktarı ETAD'ın önerdiği limitin altındadır
Dilatin Poe	Sıvı	Ftalik asit, imid, karışım anyonik		100%	>2000	10-100	>100	1831	
Sandoclean PC	Sıvı	Alkol Poliglükoleter Nonionogenik	X _i	97%	>2000	3.5	>100	1321	
Lyocol WPN	Sulu çözelti	Yağ asidi amid türevi, Yağ asit esterleri		80%	>5000	70	>100		
Imacol S	Sıvı	Poliglükoleter türevleri, katyonik		18%	>2000	>1000	>100	292	
Baylan NT 02	Sıvı	Bütildiglikol içeren alkil poliglükoleter,	X _i	50-100%	>2000	1-10			
Sirrix 2 UD	Sıvı	Organik asit, Anyonik		77%	>2000	>100	>100	207	
Imerol XN	Sulu-organik çözelti	Poliglükoleter Anyonik		64%	>2000	22	>100	1460	

Boyarmaddeler [4]

Tekstilde kullanılan boyarmaddeler boyarmadde/elyaf tipi sınıflarına göre Tablo 2.7'de verilmiştir.

Tablo 2.7. Boyarmadde/elyaf tipleri sınıfları

Boyarmadde Tipi	Elyaf Tipi
Bazik (katyonik) boyalar	Akrilik ve ipek elyafları
Direkt boyalar	Pamuk, viskoz
Asit boyalar	Yün, ipek ve poliamid elyafları
Metal mordant veya metal kompleks boyalar	Yün ve poliamid elyafları
Vat boyalar	Pamuk, viskoz ve diğer selülozik elyaflar
İndigo boyalar	Pamuk
Elyaf-reaktif boyalar	Pamuk ve yün
Sülfür boyalar	Pamuk ve diğer selülozik elyaflar
Azoik boyalar	Pamuk ve diğer selülozik elyaflar
Dispers boyalar	Polyester, poliamid, asetat (akrilik)
Pigment boyalar	Her çeşit elyaf

2.4. Türkiye’de Tekstil Endüstrisi ve Yün

Türkiye’deki en eski sektörlerden birisi olan tekstil ve hazır giyim sanayinin geçmişi Türkiye Cumhuriyetinin kurulduğu 1920’li yıllardan sonra özel sektörün de devreye girmesiyle artarak devam etmiştir [22].

1980 yılından itibaren başlayan dışa açık büyüme politikaları ile sektör ağırlıklı olarak Avrupa Birliği pazarına yönelik iplik ve kumaş ihracatına başlamıştır. Dışa açılmayla birlikte sektör miktar kısıtlamaları ve anti damping soruşturmaları ile yüzyüze gelmiştir. İlk kez Temmuz 1982’de Türkiye’nin Avrupa Topluluğu’na yönelik pamuk ipliği ihracatını fiyat ve miktar bakımından esaslara bağlayacak şekilde Topluluklar Komisyonu ile sektör temsilcileri arasında idari işbirliği anlaşması imzalanmıştır [22].

Tekstil ve konfeksiyon ihracatımızda milat olarak kabul edilebilecek bu anlaşmayı bilahare içine diğer tekstil ve hazır giyim ürünlerini de kapsayacak şekilde düzenlenen değişik anlaşmalar izlemiştir [22].

1980 yılında toplam 430 milyon dolar olan Avrupa Topluluğu’na yönelik tekstil ve hazır giyim ihracatımız miktar kısıtlamalarına rağmen 1985 yılında 1 milyar 237 milyon dolar seviyesine ulaşmıştır. Aynı dönem içinde toplam tekstil ve hazır giyim ihracatımız ise 777 milyon dolardan 2 milyar 87 milyon dolara yükselmiştir [22].

Türkiye'nin ihracatındaki bu hızlı artış önce ABD, daha sonra Kanada, İsveç ve Avusturya'yı da benzer önlemler almaya yöneltmiş ve 1985 yılından başlayarak bu ülkelerle de ikili kısıtlama anlaşmaları imzalanmıştır. Bütün bunlara rağmen Dünya Ticaret Örgütü Tekstil ve Giyim Anlaşması'nın yürürlüğe girdiği 1995 yılında toplam tekstil ve hazır giyim ihracatımız 8 milyar 319 milyon dolara yükselmiş ve aynı yıl AB'nin payı da % 65 olmuştur. 1996 yılında Avrupa Birliği ile Türkiye arasında yürürlüğe giren Gümrük Birliği çerçevesinde AB tüm miktar kısıtlamalarını kaldırmıştır. 1990'lı yıllardan sonra ihracatçılarımızın ABD pazarına da yönelmeye başlamaları ile 1993 yılından sonra bu pazara yönelik ihracatta da ciddi oranda artışlar sağlanmış ve 2001 yılı sonu itibariyle 1 milyar 450 milyon dolara yükselmiştir [22].

2000'li yıllara kadar ihracatın lokomotifi olan tekstil ve hazır giyim sektörü ihracatı son dönemlerde dünyadaki gelişmelere paralel olarak hız kesmişse de ihracattaki ağırlığını halen sürdürmektedir [22].

Yıllar içinde % 40'ların üzerine çıkan toplam ihracatımız içinde tekstil ve hazır giyimin payı son yıllarda azalmış ve 2001 yılı sonunda % 33,3'e gerilemiştir. Ancak gerek yarattığı istihdam (tahmini 2,6 milyon kişi) gerekse GSMH içindeki payı (% 10,7) dikkate alındığında Türkiye'nin en önemli sektörlerinden biri olmaya devam etmektedir [22].

Tekstil ve hazır giyim ürünlerine uygulanan miktar kısıtlamaları ve diğer engellemelere rağmen Türk tekstil ve hazır giyim sektörü çok büyük bir performans göstererek 1980 yılından bu yana dünya tekstil ve hazır giyim ticaretindeki artış üzerinde bir artış sağlamıştır [22].

Bunun yanında son yirmi yılda sektör ürün kompozisyonunda da önemli mesafeler olarak katma değeri yüksek ürünlerin üretimine ve ihracatına yönelmiştir. 1980 yılında toplam tekstil ve hazır giyim ürünleri ihracatı içinde tekstilin payı % 88 iken 2000 yılında bu oran % 38'e gerilemiştir [22].

Tekstil ve hazır giyim ihracatımızın 2001 yılı verileri ışığında ürünleri itibariyle dağılımına bakıldığında, örme giyim eşyasının % 35, dokuma giyim eşyasının % 25, pamuklu ve sentetik mensucatin % 24, sentetik ipliğin % 4,6, pamuk ipliğinin % 2,7 oranında bir paya sahip olduğu görülmektedir [22].

Türkiye artık basit ve ucuz mallar üreten ülke kategorisinden çıkmış, kaliteli ve katma değeri yüksek ürünler üreten ülkeler grubuna girmiştir. Ancak, sektörün bununla da yetinmeyip moda ve markalı ürünlerin üretimine yönelmesi gerekmektedir [22].

Dünyada başta gelen yün üretici ülkeler, üretim miktarlarına göre şu şekilde sıralanmıştır [23]: Avusturalya, (Eski) Sovyetler Birliği, Yeni Zelanda, Çin, Arjantin, Güney Afrika, Uruguay ve Türkiye.

Türkiye’de, koyun başına yün veriminin düşük olması nedeniyle tür-ıslah çalışmaları uygulanmakta olduğu ancak olumlu sonuç elde edilemediği; bu nedenle, yün hammadde ihtiyacının ithalat yolu ile giderildiği belirtilmektedir [23].

Fasıl bazında Türkiye tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ihracatını gösteren Tablo 2.8’de elyaf, iplik ve dokuma kumaş toplamı olarak Türk Yün Endüstrisi’nin ihracat verileri gösterilmiştir [24].

Tablo 2.8’den görüleceği üzere 2001 yılında, Türk tekstil ihracatının % 3.54’i yün elyaf, iplik ve dokuma kumaşları tarafından karşılanmaktadır. Bu üçlünün tekstil ve konfeksiyon ihracat toplamı içindeki payı ise aynı yıl içinde % 1.04 olarak gerçekleşmiştir. Toplam ihracat içindeki payı ise % 0.34’tür.

Tablo 2.9’da ise 1999, 2000 ve 2001 yıllarına ait tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ithalat rakamları verilmiştir [25]. 2001 yılı verilerine göre ithal edilen yünün (elyaf, iplik, dokuma kumaş) toplam tekstil ithalatı içindeki payı % 7.39’dur. Aynı yıl içinde ithal edilen yünün toplam tekstil ve konfeksiyon ithalatı içindeki payı % 6.83 ve toplam ithalat içindeki payı % 0.49 olarak gerçekleşmiştir.

Tablo 2.8. Fasıl bazında Türkiye tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ihracat verileri

Fasıl	1999 Yıllık		2000 Yıllık		2001 Yıllık	
	Miktar(kg)	Değer(\$)	Miktar(kg)	Değer(\$)	Miktar(kg)	Değer(\$)
İpek (elyaf,iplik,d.kumaş)	184.492	1.471.350	210.680	2.002.638	133.378	1.789.704
Yün (elyaf,iplik,d.kumaş)	12.562.942	107.929.428	14.135.729	114.838.356	18.674.035	108.264.755
Pamuk (elyaf,iplik,d.kumaş)	312.518.783	777.064.554	234.257.724	712.531.649	273.549.724	842.540.022
Bitkisel lifler (elyaf,iplik,d.kumaş)	396.621	3.170.420	777.365	6.512.966	693.147	4.351.207
Sent.-suni fila.(elyaf,iplik,d.ku maş)	154.257.823	404.101.445	204.500.919	490.065.432	194.976.178	470.301.005
Sent.-suni stap.(elyaf,iplik,d.ku maş)	170.145.306	605.282.399	169.392.404	607.775.746	198.790.629	640.085.267
Vatka - keçe	13.568.995	29.376.942	16.094.763	33.806.605	24.528.072	56.373.610
Halı ve yer döşemeleri	58.500.322	270.037.257	71.991.164	295.397.001	82.840.905	263.254.084
Özel dokuma mensucat	24.049.994	186.413.234	32.213.120	232.059.262	43.718.717	288.786.778
Emdirilmiş,lamine kumaş	27.891.156	125.664.803	30.724.222	138.115.077	35.690.878	146.252.738
Örme mensucat	40.519.044	223.142.961	39.126.292	212.220.815	48.353.084	238.947.970
Toplam tekstil ihracatı	814.595.478	2.733.654.793	813.424.382	2.845.325.547	921.948.747	3.060.947.140
Örme giyim eşyası	10.389.549	3.787.215.610	11.196.537	3.728.649.685	13.120.150	3.641.200.082
Dokuma giyim eşyası	49.922.337	2.413.679.046	58.784.120	2.506.401.522	54.720.597	2.639.429.317
Diğer hazır eşya	209.203.284	944.158.806	228.704.540	1.021.264.521	240.976.376	1.055.226.830
Toplam konfeksiyon ihracatı	269.515.170	7.145.053.462	298.685.197	7.256.315.728	308.817.123	7.335.856.229
Toplam tekstil + konfeksiyon ihracatı	1.084.110.648	9.878.708.255	1.112.109.579	10.101.641.275	1.230.765.870	10.396.803.369
Ham postlar,deriler, köseleler	8.244.336	47.615.585	8.957.340	62.724.265	10.211.827	68.555.608
Deri saracıye ve giyim eşyası	5.209.689	265.096.122	5.759.187	306.957.449	5.311.321	327.651.914
Postlar,kürkler ve mamülleri	1.026.824	85.554.852	901.159	82.843.091	882.247	100.365.537
Ayakkabılar	4.097.967	109.542.360	4.755.807	114.184.806	4.342.347	126.116.480
Toplam deri ve mamülleri ihracatı	18.578.816	507.808.919	20.373.493	566.709.611	20.747.742	622.689.539
Tekstil + konfeksiyon + deri ihracatı	1.102.689.464	10.386.517.174	1.132.483.072	10.668.350.886	1.251.513.612	11.019.492.908
Türkiye genel ihracatı		26.587.225.000		27.774.906.000		31.339.991.000

Tablo 2.9. Fasıl bazında Türkiye tekstil, konfeksiyon ve deri mamul ithalat verileri

Fasıl	1999 yıllık		2000 yıllık		2001 yıllık	
	Miktar(kg)	Değer(\$)	Miktar(kg)	Değer(\$)	Miktar(kg)	Değer(\$)
İpek (elyaf,iplik,d.kumaş)	306.846	8.799.815	434.620	10.774.419	342.823	8.690.389
Yün (elyaf,iplik,d.kumaş)	54.837.059	223.933.675	49.070.234	243.062.189	34.821.520	202.811.561
Pamuk (elyaf,iplik,d.kumaş)	346.742.063	671.387.283	670.505.517	1.079.791.123	550.915.330	950.069.741
Bitkisel lifler (elyaf,iplik,d.kumaş)	53.119.871	57.444.880	57.017.341	61.786.721	45.254.525	58.871.184
Sent.-suni fila. (elyaf,iplik,d.kumaş)	159.801.775	639.813.553	185.767.183	694.773.660	156.140.401	566.606.748
Sent.-suni stap. (elyaf,iplik,d.kumaş)	240.464.464	552.591.069	316.366.953	665.156.803	266.169.906	549.676.466
Vatka - keçe	19.560.900	84.807.591	23.264.970	92.566.500	22.553.688	88.678.464
Halı / yerdöşemeleri	10.172.312	45.223.748	15.180.882	62.922.489	10.757.843	51.655.414
Özel dokuma mensucat	8.498.166	96.221.651	10.824.777	112.055.493	10.625.590	113.137.869
Emdirilmiş,lamine kumaş	13.678.207	117.562.454	14.422.961	103.005.634	13.605.370	81.309.305
Örme mensucat	8.284.474	75.549.271	11.232.977	88.031.696	8.298.513	74.260.878
Toplam tekstil ithalatı	915.466.137	2.573.334.990	1.354.088.415	3.213.926.727	1.119.485.509	2.745.768.019
Örme giyim eşyası	338.776	79.397.922	680.315	111.926.789	489.245	83.730.542
Dokuma giyim eşyası	856.665	96.965.186	1.015.635	118.747.844	929.599	113.055.717
Diğer hazır eşya	6.521.187	23.269.700	9.551.800	25.742.645	9.798.616	26.209.580
Toplam konfek. ithalatı	7.716.628	199.632.808	11.247.750	256.417.278	11.217.460	222.995.839
Toplam tekstil + konfeksiyon ithalatı	923.182.765	2.772.967.798	1.365.336.165	3.470.344.005	1.130.702.969	2.968.763.858
Ham postlar, deriler, köseleler	25.232.375	195.381.133	31.316.439	382.700.732	22.793.524	427.272.366
Deri saraciye ve giyim eşyası	4.304.977	41.403.626	4.950.462	47.598.904	4.630.014	55.127.573
Postlar,kürkler ve mamülleri	46.257	31.768.696	67.535	70.940.905	46.038	94.183.771
Ayakkabılar	1.506.587	79.745.938	1.799.351	116.317.967	1.296.261	84.222.227
Toplam deri ve mamülleri ithalatı	31.090.196	348.299.393	38.133.787	617.558.508	28.765.837	660.805.937
Tekstil + konfek. + deri ithalatı	954.272.961	3.121.267.191	1.403.469.952	4.087.902.513	1.159.468.806	3.629.569.795
Türkiye genel ithalatı		40.671.272.000		54.502.821.000		41.399.085.000

3. ALTINYILDIZ MENSUCAT VE KONFEKSİYON A.Ş.'DE TEMİZ ÜRETİM YÖNTEMİNİN UYGULANMASI

3.1. İşletme Hakkında Genel Bilgiler

Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikaları A.Ş.; Boyner Grubu'nun ilk şirketidir. Altınyıldız'ın kurulmasıyla 1952 yılında ticaretten sanayiciliğe geçiş yapılmıştır [26].

İlk ihracatını 1956 yılında yapan Altınyıldız, tekstilin yanı sıra konfeksiyona da yönelmiş ve ilk kez Beymen markasıyla hazır giyim üretimine başlamıştır. 1977 yılında Yenibosna'daki yeni tesislerine taşınan fabrika, yünlü tekstil üretiminde dünyanın en genç makine parkına ve teknolojisine sahip, türünün sayılı örneklerinden biridir [26].

Altınyıldız, % 80'i Avrupa'ya, %15'i ABD'ye ve %5'i Uzakdoğu'ya olmak üzere dünyanın önemli firmalarına yılda 55 milyon doları aşan ihracat gerçekleştirmektedir. Türkiye'de ISO 9001 belgesi alan ilk tekstil üreticisi Altınyıldız, erkek giyiminden sonra 1999 yılında kadın giyimi üretmeye başlamıştır [26].

Üretimin gerçekleştirildiği fabrika, nakliyat açısından müşterilerinin rahatça ulaşabileceği tekstil üreticileri bölgesinde (Yenibosna) bulunmaktadır [20].

Fabrika alanı yaklaşık 75,000 m² olup bazı fabrika alanları aşağıda verilmiştir [20]:

Arıtma tesisi alanı : 1,350 m²

Katı atık depolama alanı : 500 m²

Ko-jenerasyon tesisi alanı : 1,800 m²

Fabrikada, yaklaşık 800 kişi yılda 300 gün çalışmaktadır.

3.2. Planlama ve Organizasyon

Planlama ve Organizasyon aşamasının sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda özetlenmiştir:

3.2.1. Yönetimin katılımının ve onayının alınması

Yönetim incelenecek olan proses (Neolan boyama), inceleme sırasında uygulanacak farklı koşullar ve elde edilecek çıktıların olumlu sonuçlar vermesi halinde firmanın kazanımları hakkında bilgilendirilmiştir. Böylece yönetimin katılımı ve onayı sağlanmıştır. Ayrıca; birlikte çalışılacak olan personel temiz üretimin amaçları ve uygulamaları hakkında bilgilendirilmiştir.

3.2.2. Proje ekibi kurulması

Çalışma sırasında ekibin aşağıdaki kişilerden oluşması uygun bulunmuştur:

Ekip Lideri: Eylem MERAL (Boyahane Laboratuvar Müdürü)

Ekip Üyeleri: M. Evşen ELMACI, Boyahane Laboratuvar Teknisyenleri

3.2.3. Gerekli insan kaynağı ve mali gereksinimin sağlanması

Seçilen prosesin incelenmesi için Altınyıldız üretim fabrikasındaki insan ve cihaz kaynaklarının ve kimyasalların kullanımı konusunda yönetim onay vermiştir.

Farklı proses şartları ile elde edilen numunelerin ürün kalitelerinin incelendiği testler, Intertek Testing Services (ITS) firması laboratuvar yönetiminin onayı ile bu firmada gerçekleştirilebilmiştir. Testlerin yürütülmesi için gereken tüm insan ve cihaz kaynağı ile test malzeme giderleri için gerekli mali kaynaklar ITS tarafından sağlanmıştır.

3.2.4. Temiz üretim hedeflerinin belirlenmesi

Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon A.Ş.’de yürütülen “Temiz Üretim” çalışmalarının bir parçası olarak, Neolan yünlü boyama prosesinin incelenmesi ve değiştirilebilen proses parametrelerinin yardımıyla daha düşük işletme giderleri ile

daha temiz çevresel koşulların elde edilmesine yönelik çıktıların elde edilmesi amaçlanmıştır.

3.2.5. Engellerin aşılması

Çalışmaların yürütülmesi sırasında boyama cihazı arızalanmıştır. Cihazın onarımının uzun sürmesi ve maliyet yükü nedeniyle yeni bir cihaz alınamaması çalışmaların uzun sürede tamamlanmasına neden olmuştur. Ayrıca; cihazın kullanıma hazır hale gelmesinden sonra da Altınyıldız A.Ş.'nin ticari öncelikli faaliyetleri nedeniyle cihaz kullanılamamıştır.

Yürütülen çalışmanın; belirli bir zaman çerçevesinde tamamlanması zorunluluğu ve olumlu sonuçların elde edilmesi durumunda firmanın kazanımları yönetime hatırlatılarak cihazın kullanılması sağlanmıştır.

Neolan boyama prosesinde; farklı proses koşullarında boyanarak elde edilen yün kumaş numunelerinin ürün kalitelerinin incelenmesine yönelik testlerin gerçekleştirilmesinde, ITS firmasının ticari öncelikleri nedeniyle zaman, insan ve cihaz kaynağı temininde güçlükler yaşanmıştır. Bu güçlükler, zaman kaybı olmasına rağmen mesai dışı çalışmalarla aşmaya çalışılmıştır.

3.3. Ön-değerlendirme Aşaması

Bu aşamada, ekip Neolan prosesinin girdilerini ve çıktılarını değerlendirmiştir. Takip edilen üç temel adım şu şekilde sıralanmıştır:

- Neolan prosesi akım diyagramının geliştirilmesi
- Neolan prosesi girdi ve çıktılarının değerlendirilmesi
- Temiz üretim odak noktalarının seçimi

Ön-değerlendirme aşamasının sonunda elde edilen sonuçlar aşağıda verilmiştir:

- Neolan prosesi genel bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur
- Proses akış diyagramı hazırlanmıştır
- Değerlendirme aşaması odak noktaları belirlenmiştir

- Önce ve Sonra kıyaslaması için koşullar belirlenmiştir
- Öncelikler sıralanmıştır

Şekil 3.1’de verilmiş olan işletmede mevcut genel üretim hatları [20], aşağıdaki şekilde özetlenebilmektedir:

- Elyaf, iplik ve tops boyama işleminin yer aldığı yüksek sıcaklık (HT) hattı
- Tops boyama (Lizöz) hattı
- Kumaş boyama hattı
- Kumaş apre hattı

Fabrika; herbiri, akış dengeleyici, flaş ve yavaş karıştırma, kimyasal dozajlama ve sedimentasyon faaliyetlerini içeren kombine kurutma hatlarına ve apre atık hattı için iki farklı atık hattına ve fizikokimyasal atıksu arıtma tesisine sahiptir. Kanalizasyon hatlarının altyapısı, ihtiyaç duyulduğunda, imalat operasyonlarından ya da fazlarından kaynaklanan atıksu içeriğindeki kirlenmenin derecesine göre üretim cihazlarından gelen akışı her iki kanala yönlendirecek şekilde kurulmuştur. Böylece, atıksu geridönüşüm uygulamalarının hayata geçirilmesi için gerekli yatırım sermayesi miktarı en az seviyelerde tutulmaktadır. Şekil 3.1’de verilmiş olan işletmedeki genel üretim hatları su tüketim değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir [20].

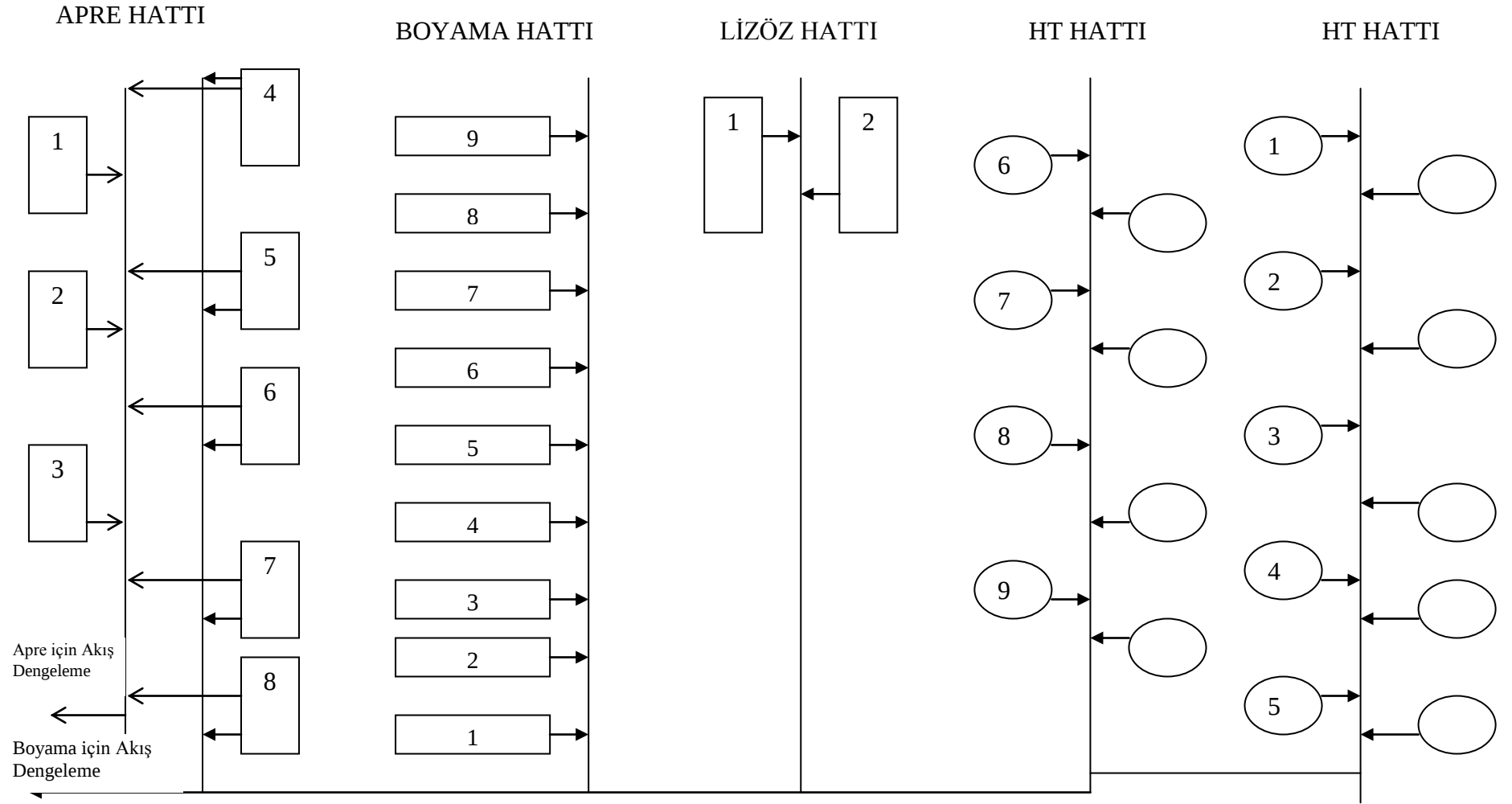
Tablo 3.1. Boyama ve apre hatları su tüketim değerleri

Proses	Su Tüketimi (m ³ /gün)
Boyama	1299.2
Thies	387.8
Jumbo	143
Lizöz Hattı	94.4
HT Hattı	674
Apre	1400-1500

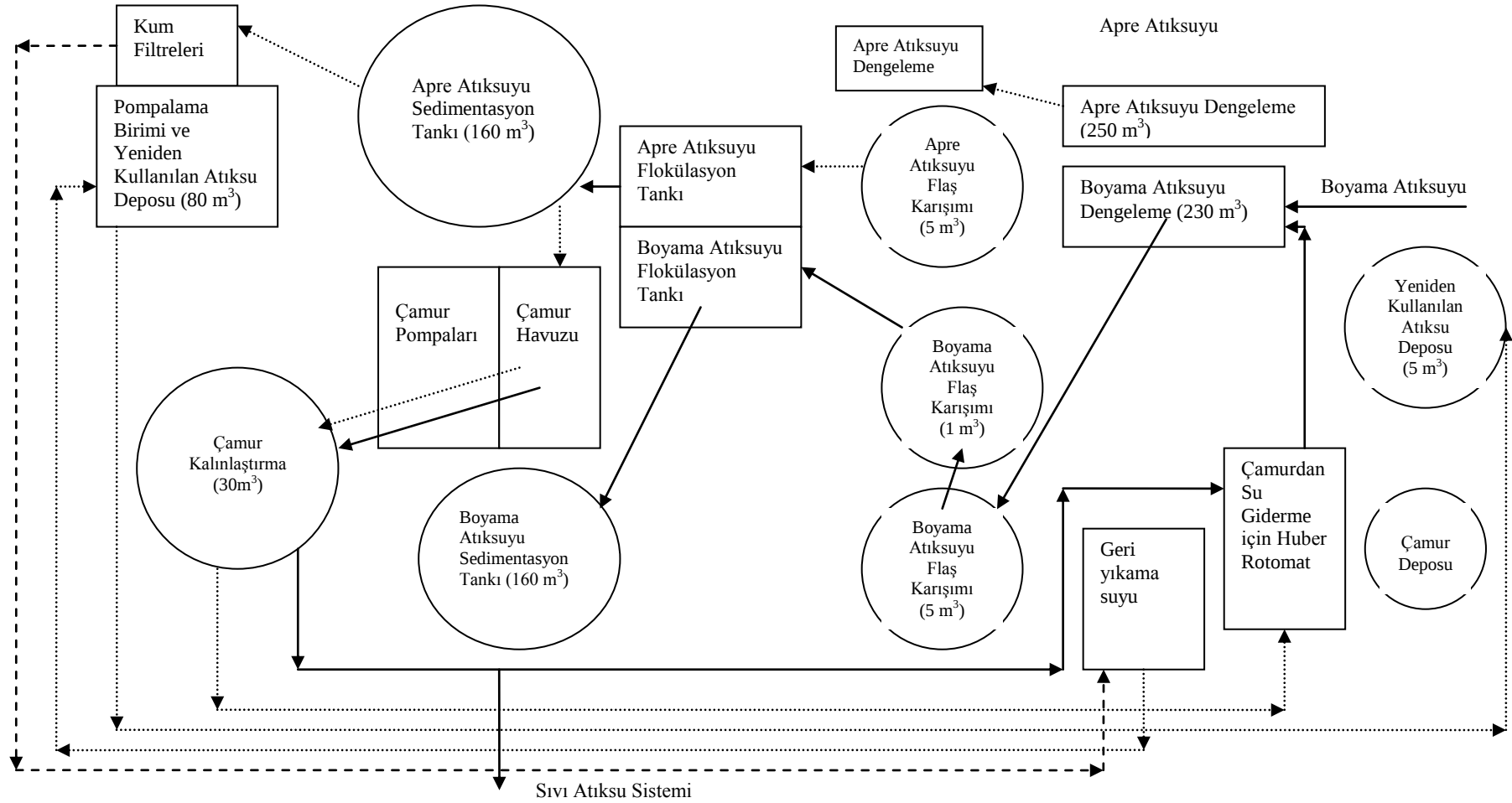
Altınyıldız Tekstil İşletmesi’nin atıksu arıtma tesisinin genel yerleşim düzeni Şekil 3.2’de, atıksu arıtma tesisi akım şeması ise Şekil 3.3’de gösterilmiştir [20].

Boyahane atıksuyununun; kompleks, oldukça geniş bir skalada ve farklı miktarlarda boya, seyreltici, dengeleyici kimyallar, asitler, alkaliler, tuzlar ve bazen ağır metalleri içeren bir karışım olduğu belirtilmektedir [27].

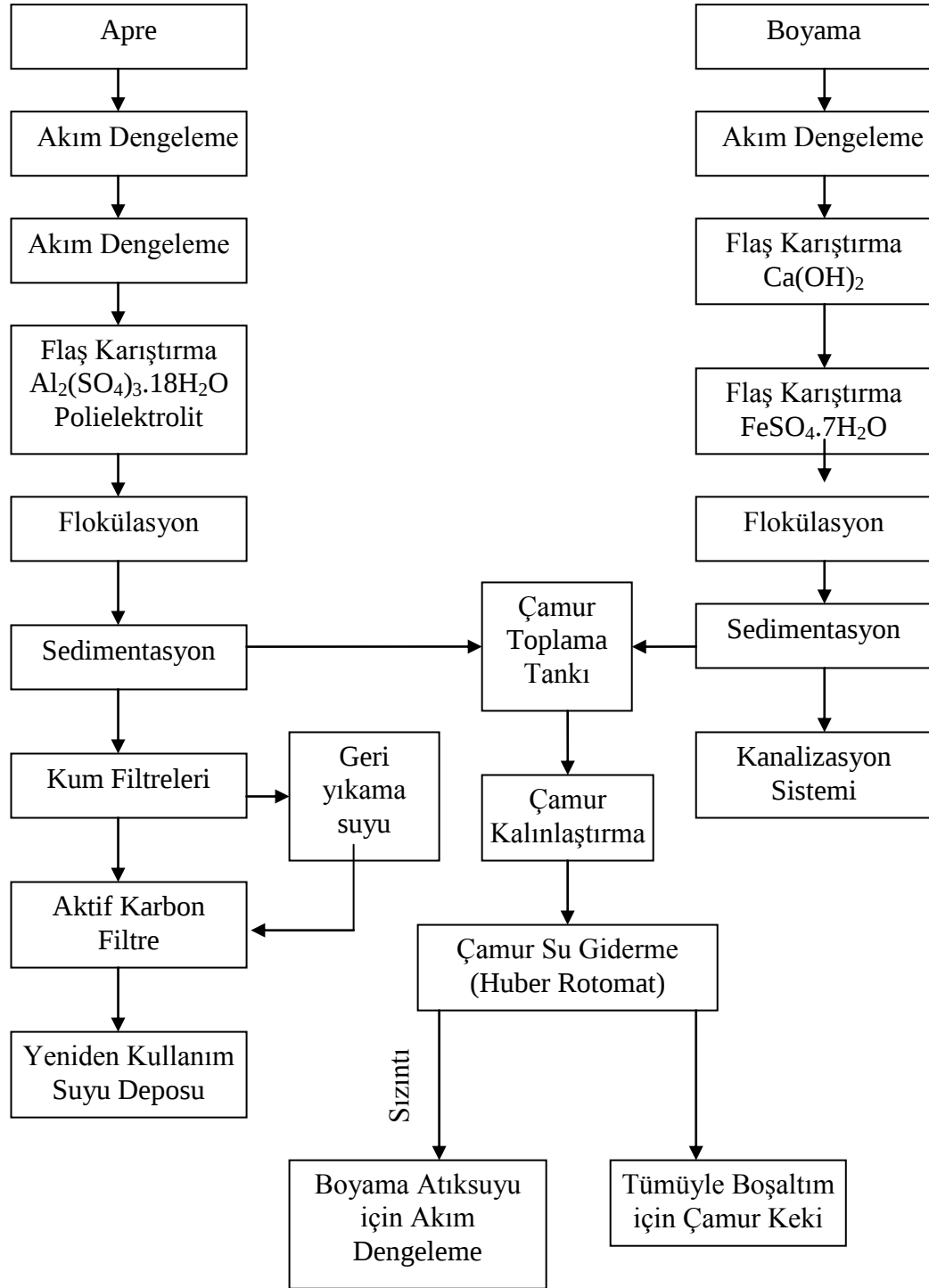
Tekstil endüstrisinden çıkan sıvı atık hattının tipik kirletici karakteristikleri Tablo 3.2’de gösterilmiştir [28, 29, 30].



Şekil 3.1.Altinyıldız tekstil işletmesi boyama ve apre sıvı atık sistemi düzenlemesi



Şekil 3.2. Altınyıldız işletmesi atıksu tesisi genel yerleşim düzeni
(— Boyama atıksuyu , Apre atıksuyu, ---- Geriyıkama Suyu)



Şekil 3.3. Altinyıldız tekstil fabrikasının atıksu islah akım diyagramı

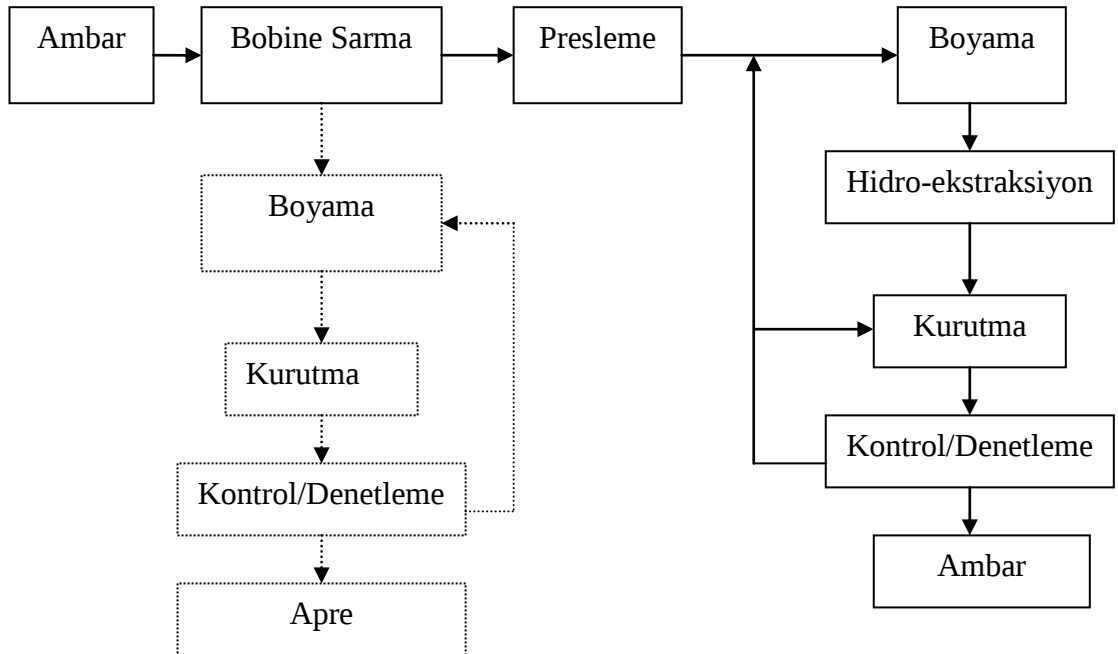
Tablo 3.2. Tekstil endüstrisi sıvı atık hattı karakteristikleri

Proses	Bileşim	Karakter
Haşıl	Nişasta, vakslar, karboksimetil selüloz, polivinil alkol	Yüksek BOD ve COD
Haşıl Giderme	Nişasta, glikoz, , karboksimetil selüloz, polivinil alkol, yağlar ve vakslar	Yüksek BOD, COD, Askıda katı maddeler, çözünmüş katılar
Tarama	Kostik soda, vakslar, madeni yağ, soda külü, sodyum silikat, elyaflar, yüzey aktifler, sodyum fosfat	Koyu renk, yüksek pH, yüksek COD, çözünmüş katılar
Ağartma	Hipoklorit, klor, kostik soda, hidrojen peroksit, asitler, yüzey aktifler, sodyum silikat, sodyum fosfat	Alkali ve askıda katı maddeler
Merserizasyon	Kostik soda	Yüksek pH, düşük COD, yüksek miktarda çözünmüş katılar
Boyama	Çeşitli boyalar, mordantlar, indirgeyiciler, asetik asit, sabun	Kuvvetli boyanmış, yüksek COD, çözünmüş katılar, düşük miktarda askıda katı maddeler, ağır metaller
Baskı	Boya çamuru, nişasta, yapıştırıcı, yağ, mordant, asitler, sabunlar	Oldukça renkli, yüksek COD, yağlı görünüm, askıda katı maddeler
Apren	İnorganik tuzlar, zehirli bileşimler	Zayıf alkali, düşük BOD

3.3.1. Ürün bilgisi

Süreç bilgisi

Ürönlere iplik yapma, dokuma, boyama ve apre süreçleri uygulanmaktadır. Şekil 3.4’de süreç akım diyagramı verilmiş olan Altınyıldız, apre işlemleri için tüm elyafların dokunduğı entegre bir işletmedir [20].



Şekil 3.4. Altınyıldız firmasına ait özet süreç akış diyagramı

(..... : Kumaş Boyama, __ : Tops ve İplik Boyama)

Ürün bilgisi

Süreçler aşağıdaki ürünler için işlemektedir [20].

- Yünlü
- Yünlü ve yünlü karışımları (kaşmir, v.b.)
- Yünlü - polyester (PES)
- Yünlü – diğer insanyapımı malzemeler (likra, v.b.)
- İnsan yapımı (Orlon)
- Pamuklu

Tablo 3.3'den [20] görüleceği üzere, yün ve yünlü karışımları %45.5'lik toplam yıllık üretim payı ile Altınyıldız işletmesinin önde gelen ürünleridir. Yünlü ürünlere ek olarak yün-PES karışımları da %36'lık toplam yıllık üretim payı ile Altınyıldız'ın pazarı için önemli bir rol oynamaktadır. Diğer üretim tiplerinin toplam üretim içindeki payı % 18.5 olduğu için su, enerji, kimyasal tasarrufu amacıyla herhangi bir kütle dengesi çalışması yürütülmemiştir. Ürün bilgilerine yönelik toplanan bilgilere bağlı olarak, yün ve yün-PES ürünleri boyahane bütçesinin araştırılması için seçilebilmektedir. Öte yandan, Değerlendirme Aşaması için gerekli temel işlemleri belirlemek için boyahanenin mutlaka değerlendirilmesi gerekmektedir.

Tablo 3.3. 1998 yılı ürün çeşitleri ve miktarları

Ürün / Malzeme	Üretim Miktarı (kg/yıl)	Üretim Oranı (%)
Yün ve yün karışımları	1,380,000	45,5
Yünlü karışımları	6,000	0,1
Yün – polyester	1,085,000	36,0
İnsanyapımı (Orlon)	224,000	7,4
Yünlü- diğer insan yapımı malzemeler	312,000	10,3
Pamuklu	22,000	0,7
TOPLAM	3,029,000	100,0

3.3.2. Boyahane üretimi

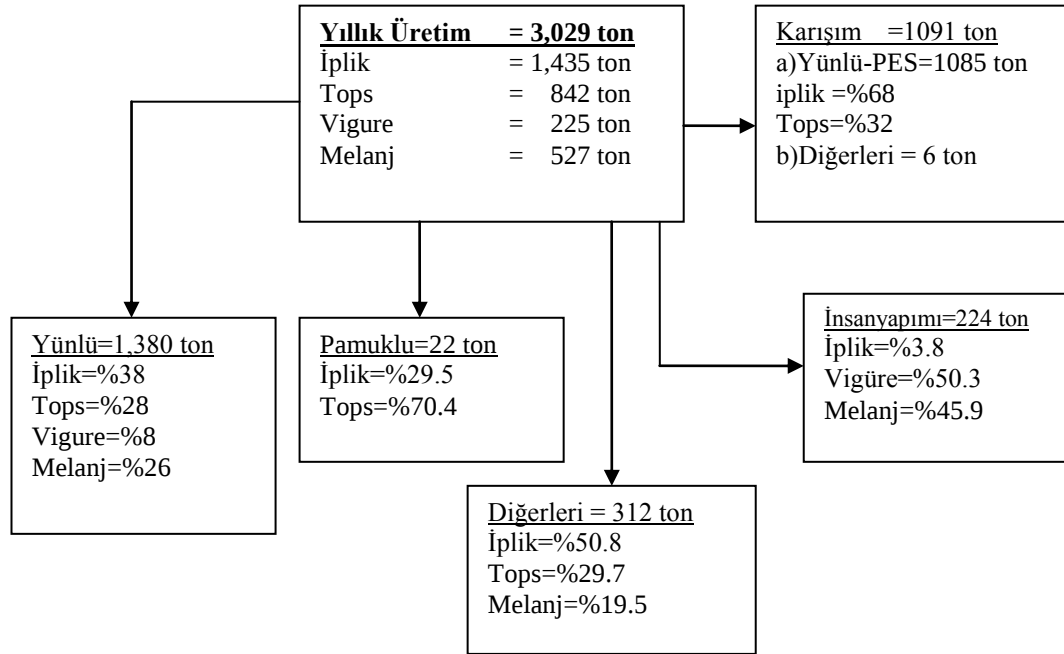
Tablo 3.4'de Altınyıldız işletmesinde yıllık ağırlıklı olarak üretilen ürün tipleri özet halinde verilmektedir. Yün ve yün-PES ürünleri toplam üretimde çok büyük bir

yüzdeye sahip oldukları için aşağıda verilmiş olan bilgiler yalnızca bu ürünleri kapsamaktadır [20].

Tablo 3.4. En fazla üretilen ürün çeşitlerinin dağılımı

Ürün Tipi	Miktar (ton/yıl)	Ürün Malzemesi (ton/yıl)	
		Yün	Yün-PES
Bobin	1262,2	524,4	737,8
Tops	733,6	386,4	347,2

Yıl içinde üretilen ürünlere ve ürün çeşitlerinin dağılımlarına ait bilgiler Şekil 3.5’de gösterilmiştir [20].



Şekil 3.5. Boyahane akış diyagramı (1998)

Tablo 3.3 ve 3.4 ile Şekil 3.5, üretim kapasitesinin en büyük bölümünü yün ve yünlü-karışımli ürünlerin oluşturduğunu açıkça bir şekilde göstermektedir. Bu ürünler için iplik ve tops süreçleri oldukça etkindir.

Seçilen ürün grupları ve boyarmaddeler için yıllık üretim ve ilgili su tüketim oranları Tablo 3.5’de gösterilmiştir [20].

Tablo 3.5. Seçilen ürün grupları ve boyarmaddeler için yıllık üretim ve su tüketim değerleri

Malzeme	Boya Malzemeleri		Yıllık Üretim (%)	Boyahane Yıllık Su Tüketimi (%)
	Grup	Yıllık Tüketim (%)		
Yün				
İplik	○ Metal kompleks ○ Krom	3.59 33.42	17.1	20.8
Kumaş	Metal kompleks	14.86	12.69	14.2
Yün-Polyester (PES)				
İplik	Metal kompleks & Dispers	9.97	24.19	10.6
Kumaş	Metal kompleks	9.46	11.58	14.4
Toplam		71.3	65.56	60

Tablo 3.3’den görüleceği üzere; metal kompleks, dispers , krom boyarmaddeleri ile karışımlarının ana olarak kullanıldığı ve % 60 su tüketiminin gerçekleşmesinden sorumlu olan üretim kısmı boyahanedir. Metal kompleks ve krom boyaların çevre üzerinde geridöndürülemez ters etkiler oluşturması nedeniyle bu maddeleri içeren talimatların değerlendirilmesi son derece büyük önem taşımaktadır.

3.4. Değerlendirme Aşaması

Değerlendirme Aşaması’nın amacı; Temiz Üretim seçeneklerini içeren geniş bir set oluşturmak ve bu seçeneklerden hemen uygulanabileceklerle gelecekte uygulanabilecekleri detaylı bir analizle belirlemektir.

Değerlendirme Aşaması’nın başarılı bir şekilde tamamlanabilmesi için Bölüm 2.1.3’de belirtilen tüm adımların sırası ile yürütülmesi gerekmektedir.

Değerlendirme Aşaması’nın aktiviteleri yürütülmeden önce Ön-değerlendirme Aşaması tamamlanarak aşağıdaki bilgiler ışığında talimatların (proseslerin) seçimi gerçekleştirilmiştir:

- Neolan prosesi kullanılarak yıllık üretilen yünlü kumaş miktarı
- Neolan prosesi için tüketilen su miktarı
- Proses için kullanılan boya ve yardımcı kimyasalların miktarı

- Proses için kullanılan boya ve yardımcı kimyasallarının karakterleri
- Temiz Üretim hedeflerine yönelik olarak farklı pH, banyo oranı, CH_3COONa ile yıkama süresi ve Na_2SO_4 miktarları için boyama işlemleri
- Boyama prosesi sonrasında elde edilen kumaşlarla gerçekleştirilecek analizlerle ürün kalitesinin incelenmesi

Konu ile gerçekleştirilen tüm çalışmalar ve sonuçları 4, 5, 6 numaralı bölümlerde tüm ayrıntıları ile verilmiştir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

4.1. Neolan Boyama Prosesi

Bu çalışmada; 1:1 metal kompleks özellikteki boyarmaddeler kullanılarak Altınyıldız Mensucat ve Konfeksiyon Fabrikaları A.Ş. Boyahane Laboratuvarı'nda yün kumaş boyama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Deneyler; her türlü iplik ya da malzemeyi boyamaya elverişli, normal ya da yüksek ısı enerjisi gerektiren boyamalarda kullanılabilen Ahıba Nuance boyama cihazı [31] kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.1). Cihazda, yüksek ısı iletim özelliğine sahip biri referans tüp olmak üzere 150 ml hacimli 12 adet tüp bulunmaktadır. Hazırlanan boyama çözeltisi ve boyanacak malzeme bu tüplere yerleştirilir ve tüplerin kapakları kapatılır. Tüpler cihaz içinde yer alan dikey bir diske tutturulur. Boyama için gereken ısı enerjisi 4 adet infrared quartz lamba ile sağlanmakta olup sıcaklık 20 – 140 °C arasında değişmektedir [32].

Cihazın kumanda panosu ile sıcaklık, zaman ve (varsa) eklenecek yardımcı maddelerin ekleme zamanı gibi boyama parametrelerine ait bilgiler girilir. Cihaz kapağının kapatılması ile disk dönerek boyama prosesini başlatır. Eklenecek kimyasallar tüp kapaklarında yer alan enjeksiyon delikleri ile boyama ortamına aktarılabilmektedir. Boyama prosesi sonunda; tüpler iki fanın beslediği soğuk hava ile soğutulur ve boyanan malzemeler tüplerden çıkarılır[32].

Tablo 4.1'de verilmiş kalın puntolarla verilmiş olan değerler, boya üreticilerinin tavsiye ettiği ortam koşullarını temsil etmektedir. Bu değerler, sonuçların değerlendirilmesi sırasında standart olarak kabul edilmiştir.

Boyama işlemi; 10 gram ağırlığındaki yün kumaş numunesinin, 5 ml %1'lik boya çözeltisi ile Ahıba Nuance boyama cihazında boyanması ile gerçekleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Ahiba Nuance boyama cihazı

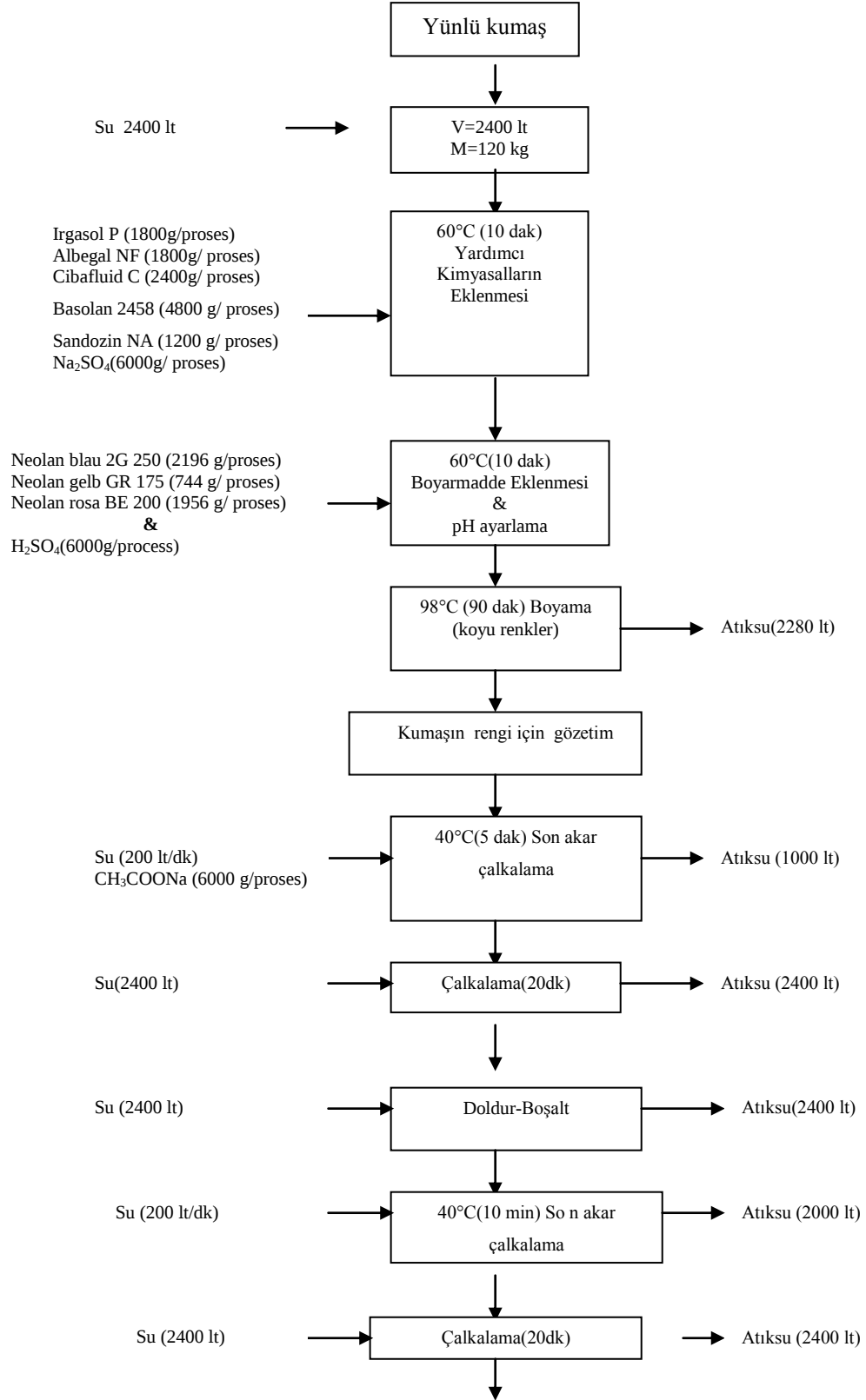
%100 yün kumaş, 1:1 metal-kompleks özellikteki [33]

- % 1.83 Neolan Blau 2G (250)
- % 1.63 Neolan Rose BE (200)
- % 0.62 Neolan Gelb GR (175)

boyarmaddeleri kullanılarak boyama prosesine sokulmuştur.

Prosesle giren yardımcı kimyasallar ve miktarları ise aşağıda verilmiştir:

- % 1.5 Irgasol P (Yumuşatıcı, kir sökücü)
- % 1.5 Albegal NF (Egalize edici)
- % 5 Na_2SO_4 (Dispergator, homojen boyama sağlayıcı)
- % 5 H_2SO_4 (pH ayarlayıcı)
- 2 g/l Basolan 2458 (Yün koruyucu)
- 1 g/l Cibafluid C (Kırık önleyici)
- 0.5 g/l Sandozin NA (Köpük kesici)
- % 5 CH_3COONa (pH dengelemesi için son yıkamada kullanılmıştır)



Şekil 4.2. Neolan boyama prosesi

Boyama işlemleri; Temiz Üretim hedeflerine yönelik olarak farklı pH, banyo oranı, CH_3COONa ile yıkama süresi ve Na_2SO_4 miktarları için tekrarlanmıştır. Boyama prosesi sonrasında elde edilen kumaşlarla gerçekleştirilecek analizlerle boyama işleminin bu parametrelere duyarlılığının irdelenmesi amaçlanmıştır.

Boyama prosesinde değiştirilen parametrelere ait bilgiler Tablo 4.1’de verilmiştir.

Tablo 4.1. Neolan prosesinde değiştirilen parametreler ve değerleri

pH DEĞİŞİMİ							
Sıcaklık (°C)	98	98	98	98	98	98	
pH	2	1.8	3	4.2	5.6	6.8	
Banyo Oranı	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	
CH_3COONa ile Yıkama Süresi (dk)	5	5	5	5	5	5	
Na_2SO_4 (%)	5	5	5	5	5	5	
BANYO ORANI DEĞİŞİMİ							
Sıcaklık (°C)	98	98	98	98	98	98	
pH	2	2	2	2	2	2	
Banyo Oranı	1:20	1:18	1:16	1:14	1:12	1:10	
CH_3COONa ile Yıkama Süresi (dk)	5	5	5	5	5	5	
Na_2SO_4 (%)	5	5	5	5	5	5	
CH_3COONa İLE YIKAMA SÜRESİ DEĞİŞİMİ							
Sıcaklık (°C)	98	98	98	98	98	98	98
pH	2	2	2	2	2	2	2
Banyo Oranı	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20
CH_3COONa ile Yıkama Süresi (dk)	5	8	5	2	0	15	20
Na_2SO_4 (%)	5	5	5	5	5	5	5
Na_2SO_4 DEĞİŞİMİ							
Sıcaklık (°C)	98	98	98	98	98	98	98
pH	2	2	2	2	2	2	2
Banyo Oranı	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20	1:20
CH_3COONa ile Yıkama Süresi (dk)	5	5	5	5	5	5	5
Na_2SO_4 (%)	5	8	10	15	3	1	0

4.2. Yıkama ve Kuru Temizleme Haslık Testleri

Temiz Üretim amaçlarına uygun olarak su, kimyasal ve enerji tüketimlerinin belirli bir plan çerçevesinde değiştirilmesi ile Neolan prosesinde boyama işlemine giren tüm yün kumaş numunelerine; ürün kalitesindeki değişimleri incelemek amacıyla Intertek Test Hizmetleri Laboratuvar Bölümü’nde ayrı ayrı yıkama ve kuru temizleme haslık testleri uygulanmıştır.

Yıkama ve kuru temizleme haslığı testleri Şekil 4.3’de gösterilmiş olan Gyrowash cihazı kullanılarak yürütölmüştür.



Şekil 4.3. Gyrowash cihazı

Renk Değışimi Değerlendirmeleri Şekil 4.4’de gösterilmiş olan X-Rite SP68 Spektrofotometre ve Şekil 4.5’de verilmiş olan Gri Skala ile gerçekleştirilmiştir. Kirlenme değerlerinin belirlenmesinde ise sadece Gri Skala’dan yararlanılmıştır.

4.2.1. Yıkama haslığı testi

Bu testin [34] amacı, tüm tekstil numunelerinin yıkama işlemi sonucunda renk değışimi ve kirlenme değerlerini belirlemektir. Test; test numunesi ve refakat kumaşının belirli deterjan ve bilye miktarıyla birlikte yıkanması, durulanması ve kurutularak gri skala ile değerlendirilmesi prensibine dayanır. Hassas kumaşlarda, yün ve ipek elyaf içeren içeren kumaşlarda 6 mm çapındaki çelik bilyeler kullanılmamaktadır.



Şekil 4.4. X-Rite SP68 spektrofotometre

Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

Yıkama Makinası (Gyrowash): Su banyosu içinde alt kısmı dönen şaftın 45 ± 10 mm altında olacak şekilde takılabilen yıkama tüplerinden oluşur.

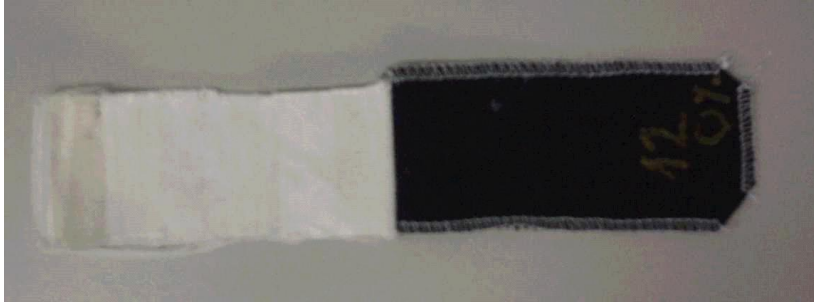
Paslanmaz çelik malzemeden yapılan yıkama tüpleri; $75 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ çaplı, $125 \text{ mm} \pm 10 \text{ mm}$ yükseklikli ve $550 \text{ ml} \pm 50 \text{ ml}$ kapasitelidir.



Şekil 4.5. Gri skala

Refakat Kumaşı (DW)

Multifiber refakat kumaşı (Şekil 4.6): Asetat, pamuk, nylon, PES, akrilik, yün içerir. 40, 50, 60°C’de test edilebilir.



Şekil 4.6. Multifiber refakat kumaşı

Deterjan (ECE Referans deterjan)

Optik beyazlatıcı içermeyen türdür (Tablo 4.2). Her kullanım için en az 1 lt'lik deterjan solüsyonu hazırlanmalıdır.

Tablo 4.2. ECE referans deterjan

Karışım	Kütle Yüzdesi
Linear sodium Alkylbenzenesulfonate (mean length of alkane chain 11.5)	8.0 ± 0.02
Ethoxylated tallow alcohol (11 EO)	2.9 ± 0.02
Sodium Soap, Chain Length C12-C16:13%-26% C18-C22:74%-87%	3.5 ± 0.02
Sodium tripolyphosphate	43.7 ± 0.02
Sodium silicate ($\text{SiO}_2/\text{Na}_2\text{O}=3.3/1$)	7.5 ± 0.02
Magnesium silicate	1.9 ± 0.02
Carboxymethylcellulose (CMC)	1.2 ± 0.02
Ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA), sodium salt	0.2 ± 0.02
Sodium sulfate	21.2 ± 0.02
Su	9.9 ± 0.02

Sodyum perborat tetrahidrat ($\text{NaBO}_3 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$)

Saf su (Grade 3, ISO 3696'ya uygun)

Gri skala (Renk değişimi ve kirlenme oranlarını değerlendirmek için)

Test edilecek numune

100 mm x 40 mm ebatlarında kumaş ile aynı boyuttaki multifibre ile yüzyüze gelecek şekilde kısa kenarından düz makinada dikilir.

Testin Yapılışı

4 g ECE deterjan ve 1 g sodyum perborat tartılır. 40°C’de 1 lt saf su alınır. 4 g ECE deterjan ve 1 g sodyum perborat çözününceye kadar saf su ilave edilerek iyice karıştırılır ve 1 lt’ye tamamlanır.

Eğer yıkama çözeltisi perborat içeriyorsa, test edilecek sıcaklıkta, maksimum 60°C’de ve 30 dak içinde kullanılacak şekilde hazırlanmalıdır.

Yıkama makinasının sıcaklığı 40 °C’ye (± 2 °C tolerans içinde) ayarlanır. Tüpler makina yerleştirilir ve tüplerin makina sıcaklığına ulaşması beklenir. Makina ısıdıktan sonra her bir tüpe bir test numunesi ve 150 ml deterjan solüsyonu konur. Tüpler kapatılarak yıkama makinası 30 dakikaya ayarlanarak çalıştırılır.

Test solüsyonunun belirtilen sıcaklığa getirilebilmesi için su banyosu sıcaklığı termostatik olarak kontrol edilebilir.

Süre sonunda tüplerden çıkan her bir numune; bir beher içinde, 40°C sıcaklıktaki 100 ml su ile iki kez durulanır.

Sudan çıkarılan numuneler; numune ile multifiber birbirine değmeyecek şekilde dikiş yerlerinden ikiye ayrılarak maksimum 60°C ortam sıcaklığında multifiberden asılarak kurumaya bırakılır.

4.2.2. Kuru temizleme haslığı testi

Bu testin [35] amacı, her çeşit tekstilin her formdaki kuru temizlemeye karşı renk direncinin belirlenmesini sağlamaktır. Bu yöntem apre dayanıklılığının değerlendirilmesi veya kuru temizlemecilerce kullanılan leke giderme prosedürlerine karşı renk direncinin değerlendirilmesinde uygun değildir. Test sadece kuru temizlemeye karşı renk haslığını içerir. Su, çözücü lekelemesi, buhar presi gibi diğer operasyonları içeren ticari kuru temizleme uygulamaları buna dahildir. Tam “kuru temizlenebilirlik” yapılacak ise değerlendirme için başka test metodları mevcuttur. Kumaşa veya kuru temizleme solüsyonunda absorblanmış su veya deterjan ve su varlığının renk haslığı değerlendirilmesinde kritik bir etkisi yoktur. Test, ticari kuru temizlemede elde edilen sonuçlarla uyuşan sonuçlar vermektedir. Kuru temizlemeye

karşı haslık perkloretilende yapılan kuru temizlemeye karşı renk haslığı anlamına gelmektedir. Bununla beraber gerekirse başka çözücüler kullanılabilir.

Test; test numunesinin pamuklu kumaştan torba içerisinde aşındırmaz çelik disklerle (Şekil 4.7) beraber perkloretilende işleme tutulması, sıkılması veya santrifüjlenmesi, sıcak havada kurutulması ve numunelerdeki renk değişikliğinin gri skala ile değerlendirilmesi prensibine dayanır.



Şekil 4.7. Aşındırmaz çelik diskler

Kullanılan Cihazlar ve Malzemeler

Yıkama Makinası(Gyrowash): Cihaz su banyosu içermekte olup tabanları kendilerini taşıyan rotasyonel şafttan 45 mm $\pm$ 10 mm uzaklıkta bulunan paslanmaz çelik tüplerden oluşmaktadır. Şaft/Tüp 40 dk⁻¹ $\pm$ 2 dk⁻¹ sıklıkta dönmelidir. Test solüsyonunun sıcaklığını 30 °C $\pm$ 2 °C tutmak için su banyosu sıcaklığı termostatik olarak kontrol edilmelidir.

Yıkama tüpleri; 75 mm $\pm$ 5 mm çaplı, 125 mm $\pm$ 10 mm yükseklikli, 550 ml $\pm$ 50 ml kapasiteli ve çözücü dirençli contalar kullanarak kapatılan cam veya paslanmaz çelikten yapılmaktadır.

Çelik Diskler: 30 mm $\pm$ 2 mm x 3 mm $\pm$ 0.5 mm boyutlu, 20 g $\pm$ 2 g kütleli, pürüzsüz ve köşesiz korozif olmayan (paslanmaz) çelik diskler

Pamuklu Kumaş: 270 g/m² ± 70 g/m² kütleli, aprelenmemiş, 120 mm x 120 mm boyutlarında kesilmiş pamuklu kumaş

Perkloretilen Solüsyonu: Oluşmuş hidroklorik asiti nötralize etmek için susuz sodyum karbonat ile saklanmalıdır.

Testin Yapılışı

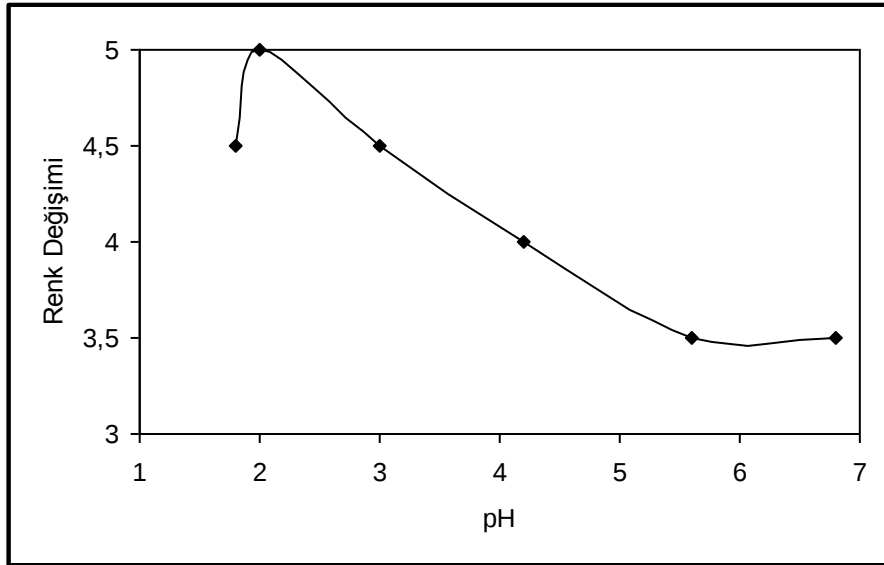
Boyanmamış pamuklu kumaş kullanılarak iç boyutları 100 mm x 100 mm olan torba hazırlanıp, üç kenarından dikilir. 40 mm x 100 mm boyutlu numune ve 12 adet çelik disk içine yerleştirilir. Uygun şekilde torbanın ağzı kapatılır. Torba tüpün içine yerleştirilir ve 30 °C ± 2 °C’de 200 ml perkloretilen eklenir. Numuneye 30 °C ± 2°C de 30 dk süre ile işlem uygulanır. Torba tüpten alınır. Fazla solüsyonu gidermek için sıkılır veya santrifüjlenir. Gri skala ile değerlendirilir.

5. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRMELER

Temiz Üretim amaçlarına uygun olarak su, kimyasal ve enerji tüketimlerinin belirli bir plan çerçevesinde değiştirilmesi ile Neolan prosesinde boyama işlemine giren tüm yün kumaş numunelerine; ürün kalitesindeki değişimleri incelemek amacıyla uygulanan testlere ait sonuçlar aşağıda verilmiştir.

5.1. pH Değişimi Sonuçları

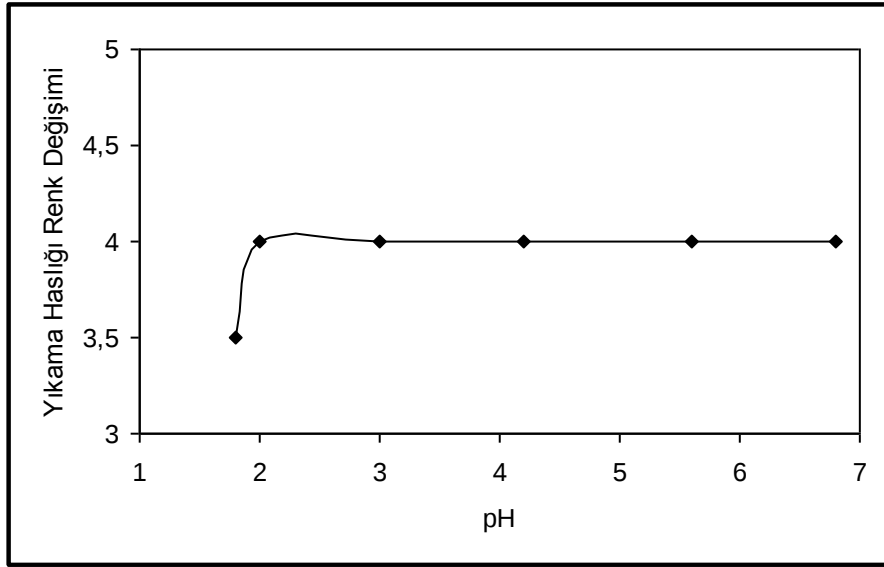
5.1.1. pH – renk değişimi ilişkisi



Şekil 5.1. pH – renk değişimi ilişkisi

Standart olarak, pH değeri 2 olduğunda, karşılaştırma yapılabilmesi için elde edilen renk değişimi değerinin 5 olması gerektiği kabul edilmiştir. Şekil 5.1’de azalan pH değeri için renk değişimi değerinin 0.5 azalırken artan değerler için hızla azaldığı ve 5.6 pH değerinden sonra sabit kaldığı (3.5) görülmektedir. Bu sonuçlar uyarınca, pH değerinin değişmemesi gerektiği anlaşılmaktadır. Temiz üretim amaçlı değişimler ele alındığında bu özelliğe önem verilmesi gerektiği görülmektedir.

5.1.2. pH - yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi



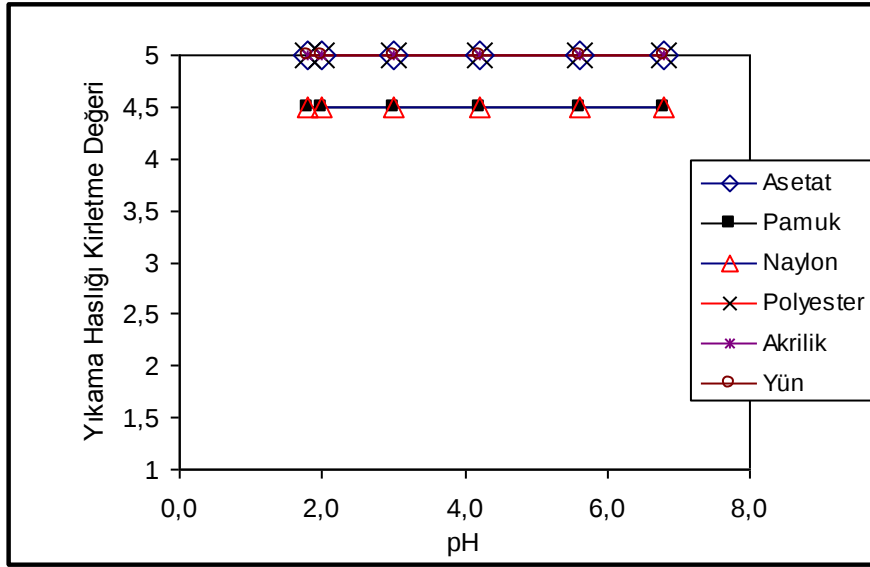
Şekil 5.2. pH - yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

Şekil 5.2 incelendiğinde, Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında pH değerinin 2 olduğu ve bu durumda, yıkama haslığı renk değişimi değerinin 4 olarak ölçüldüğü görülmektedir. pH değerinin azaltılması durumunda yıkama haslığı değerinin azaldığı, normal değer üstünde ise yıkama haslığı değerinin sabit kaldığı görülmektedir. Temiz üretim için normal proses pH oranının kullanılmasının hem ürün kalitesi hem de çevresel etkiler açısından uygun olduğu anlaşılmaktadır.

5.1.3. pH - yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.3’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip yıkama haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinsilerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde; farklı pH değerleri için boyalı yünlü kumaşın, pamuklu ve naylon kumaşı aynı değerde boya aktararak kirlettiği; asetat, polyester, akrilik ve yün kumaşları ise kirletmediği görülmektedir.

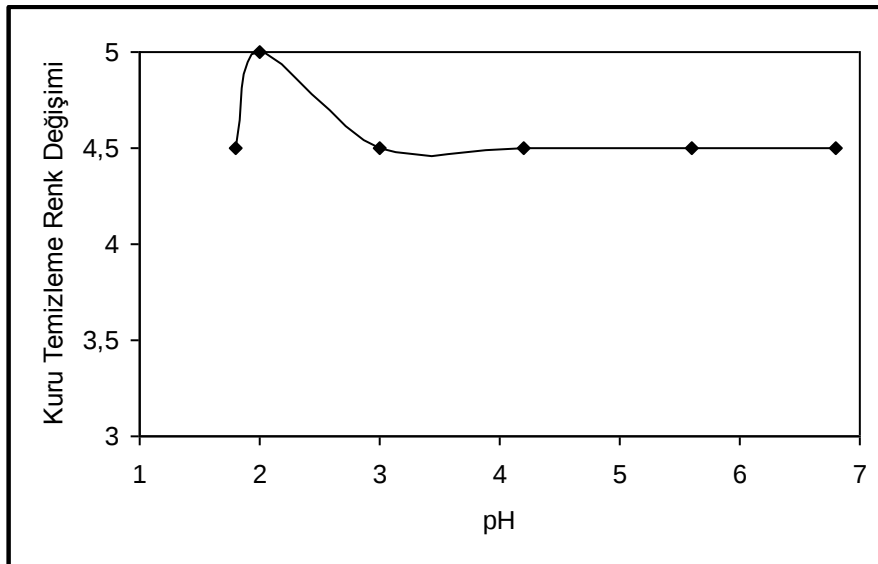
Sonuç olarak; Şekil 5.2- 5.3’deki sonuçlar gözönünde bulundurulduğunda pH = 2 değerinin kullanılması uygun görünmektedir.



Şekil 5.3. pH - yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi

5.1.4. pH – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

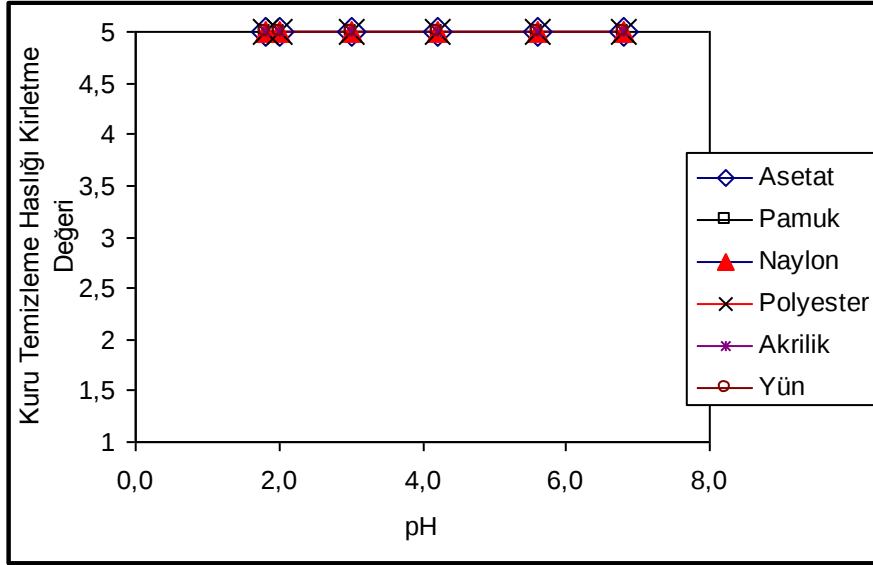
Şekil 5.4’deki veriler incelendiğinde, pH değerinin, normal proses şartlarında, 2 olması durumunda kuru temizleme haslığı renk değişimi değerinin 5 olarak elde edildiği görülmektedir. Farklı pH değerleri için renk değişim değerlerinin 0.5 derece azaldığı görülmektedir.



Şekil 5.4. pH – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

5.1.5. pH- kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.5’de verilen sonuçlara göre hiçbir pH değeri için boyanan yünlü kumaşın diğerkumaş cinslerini kirletmediğı görölmektedir.



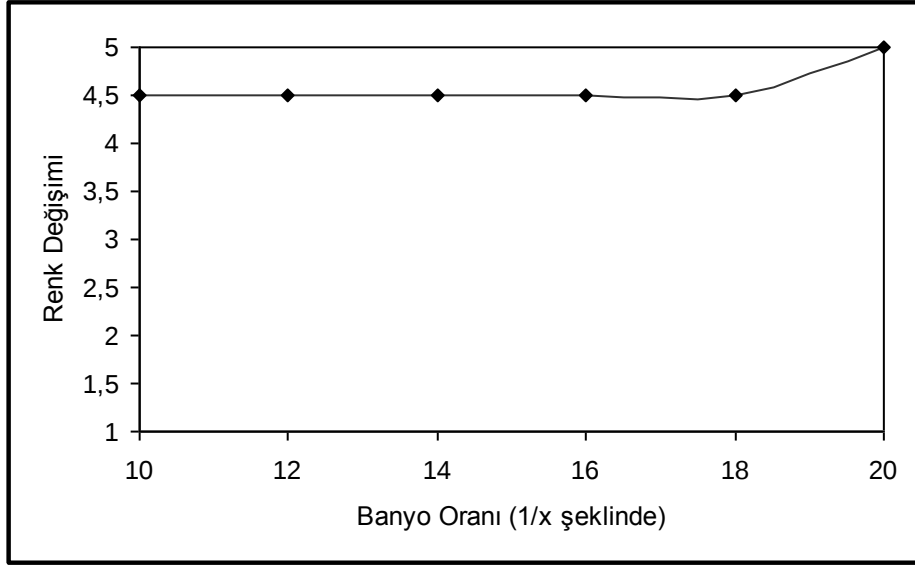
Şekil 5.5. pH – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.4 ve 5.5 uyarınca pH değeriinin boyama kalitesi üzerinde etkisi olmadığı sonucu çıkmasına rağmen Şekil 5.1 verileri ve ilgili değeriendirme uyarınca bu sonuç geçerliliğini yitirmektedir.

5.2. Banyo Oranı Değişimi Sonuçları

5.2.1. Banyo oranı – renk değerişimi ilişkisi

Standart olarak, banyo oranı 1:20 olduğunda, karşılaştırma yapılabilmesi için elde edilen renk değerişimi değeriinin 5 olması gerektiğı kabul edilmiştir. Şekil 5.6 incelendiğinde; azalan banyo oranlarının tümü için renk değerişimi değeriilerinin 0.5 azaldığı; dolayısıyla boyama kalitesinin de azaldığı görölmektedir.



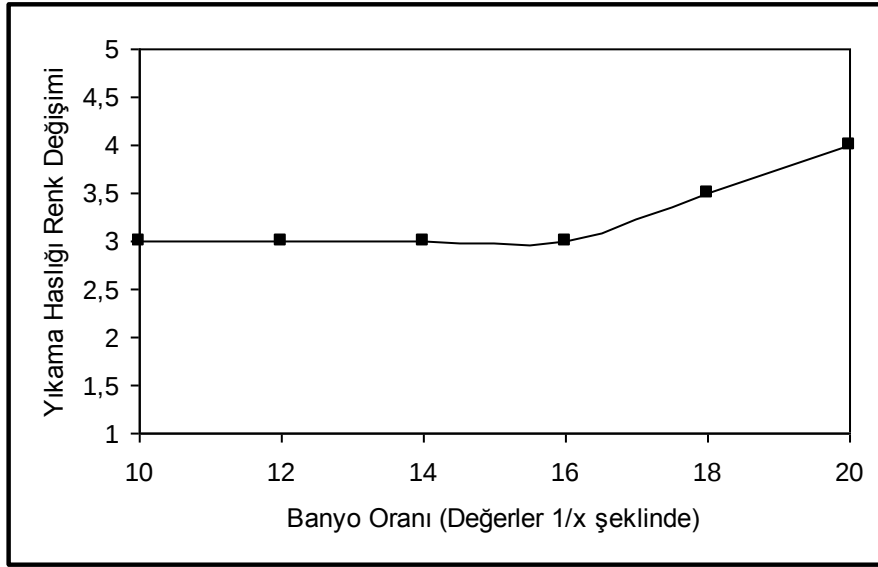
Şekil 5.6. Banyo oranı – renk değişimi ilişkisi

5.2.2. Banyo oranı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında banyo oranı 1:20'dir. Bu durumda yıkama haslığı renk değişimi değeri 4 olarak ölçülmektedir. Su miktarının azaltılması ile elde edilen daha düşük banyo oranlarında ise yıkama haslığı değeri azalmaktadır.

Şekil 5.6'da; renk değişimindeki düşük değer (4.5) boyama kalitesinde meydana getirdiği azalmaya rağmen, 1:10 banyo oranında dahi çalışılması mümkün görülmektedir. Ancak; Şekil 5.7'de görülen sonuçlar ve yukarıdaki değerlendirme ışığında bu olanağın ortadan kalktığı görülmektedir.

Sonuç olarak, düşük banyo oranlarında çalışılması da mümkün görünmemektedir.

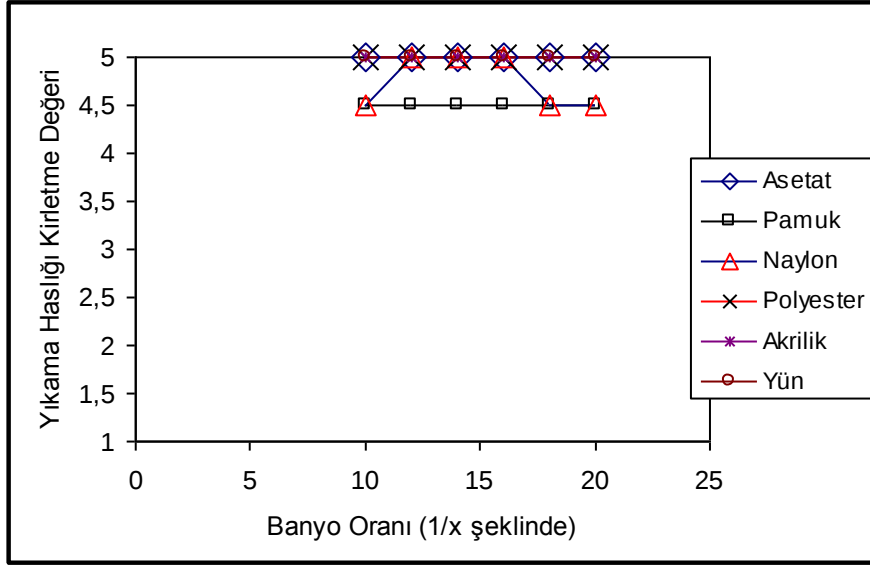


Şekil 5.7. Banyo oranı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

5.2.3. Banyo oranı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.8’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip yıkama haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinslerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, normal proses dahil tüm banyo oranları için boyalı yünlü kumaşın, en fazla pamuklu kumaşa renk aktararak kirlettiği görülmektedir. Naylon kumaşın ise 1:10, 1:18 ve 1:20 (proses normal çalışma koşulu) banyo oranlarında daha fazla kirletildiği görülmektedir. Diğer kumaş cinslerinin ise farklı banyo oranlarında boyama işlemine tabi tutulan yünlü kumaşlardan etkilenmediği görülmüştür.

Sonuç olarak; Şekil 5.8 1:10 ve 1:18 banyo oranlarının normal proses (1:20) ile aynı sonuçları verdiği, bununla birlikte 1:12, 1:14 ve 1:16 banyo oranlarının ise normal prosesten daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır. Ancak renk değişimi sonuçları gözönünde bulundurulduğunda sadece 1:20 banyo oranı uygun değer olarak görülmektedir.

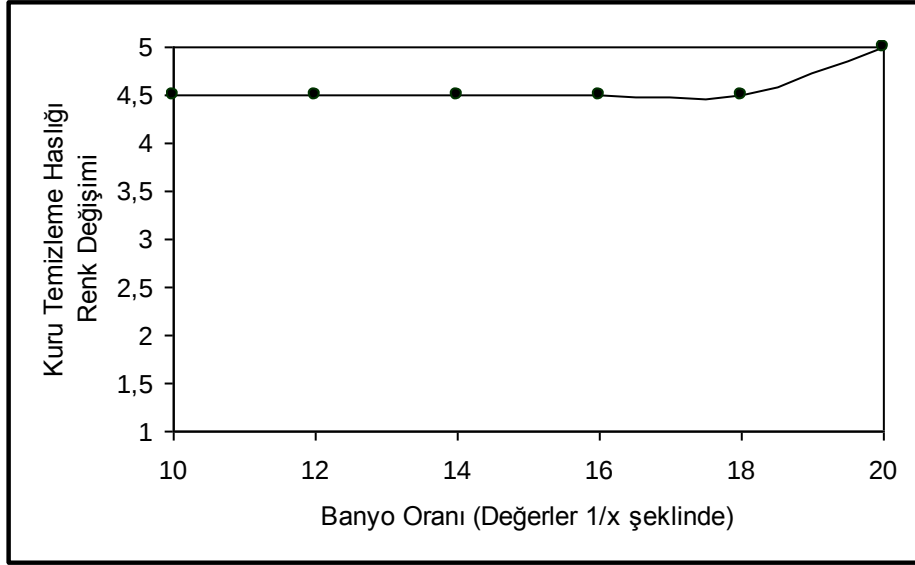


Şekil 5.8. Banyo oranı – yıkama haslığı kirlenme değeri ilişkisi

5.2.4. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında banyo oranı 1:20'dir. Bu durumda kuru temizleme haslığı renk değişimi değeri 5 olarak ölçülmektedir. Su miktarının azaltılması ile elde edilen daha düşük banyo oranlarında ise kuru temizleme haslığı renk değişimi değeri 0.5 derece azalmaktadır.

Şekil 5.9'da; renk değişimindeki düşük değerin (4.5) boyama kalitesinde meydana getirdiği azalmaya rağmen, 1:10 banyo oranında dahi çalışılması mümkün görünmektedir.

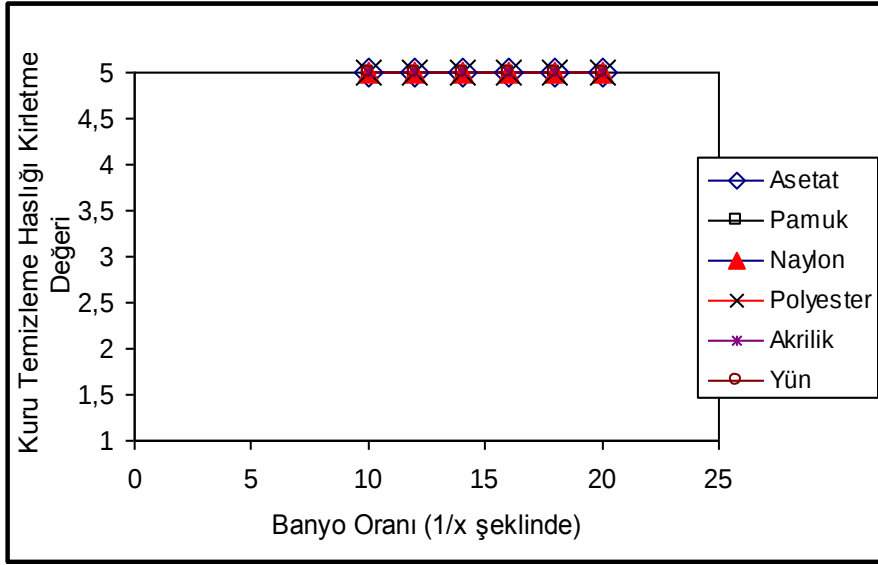


Şekil 5.9. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

5.2.5. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.10’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip kuru temizleme haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinsilerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, normal proses dahil tüm banyo oranları için boyalı yünlü kumaşın, hiç bir kumaşı kirletmediği görülmüştür.

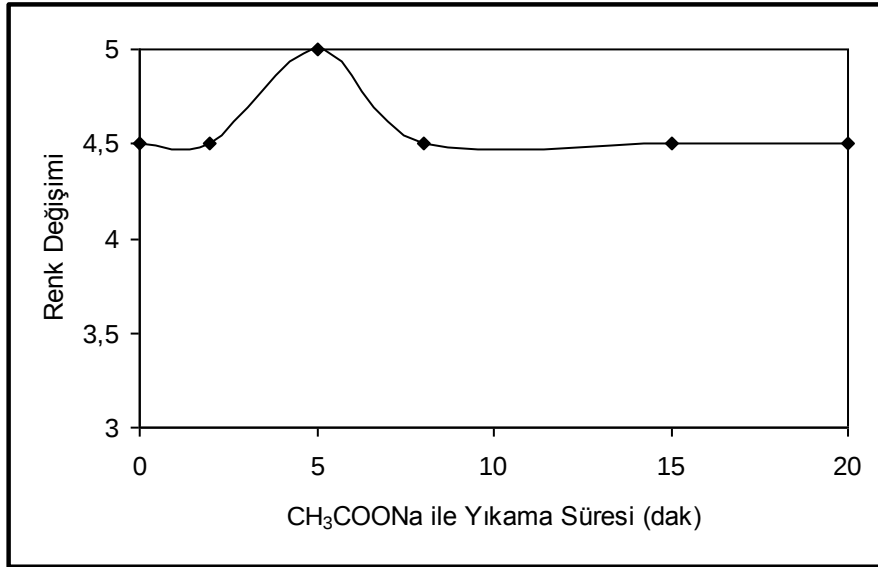
Sonuç olarak; Şekil 5.7, Şekil 5.9 ve Şekil 5.10 verileri ışığında, renk değişimi ve kirletme sonuçları gözönünde bulundurulduğunda etiket talimatı olarak “sadece kuru temizleme yapılabilir (only dryclean)” yazmak koşulu ile 1:10 banyo oranında çalışılması uygun görülmüştür.



Şekil 5.10. Banyo oranı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

5.3. CH_3COONa ile Yıkama Süresi Değişimi Sonuçları

5.3.1. CH_3COONa ile yıkama süresi – renk değişimi ilişkisi



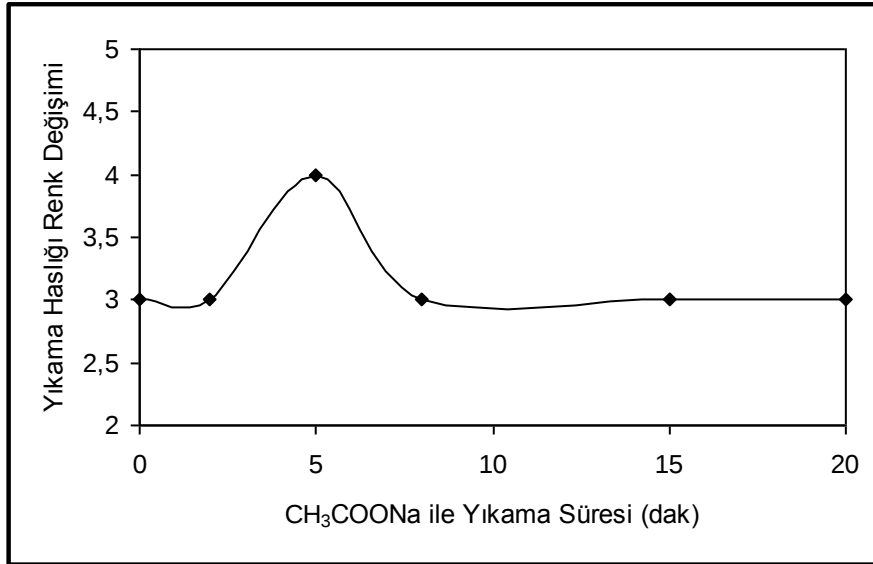
Şekil 5.11. CH_3COONa ile yıkama süresi – renk değişimi ilişkisi

Standart olarak, CH_3COONa ile yıkama süresi 5 dak olduğunda, karşılaştırma yapılabilmesi için elde edilen renk değişimi değerinin 5 olması gerektiği kabul

edilmiştir. Şekil 5.11 incelendiğinde, artan ve azalan CH_3COONa ile yıkama süreleri için elde edilen renk değişimi değerlerinin 0.5 azaldığı görülmektedir.

5.3.2. CH_3COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

Şekil 5.12 incelendiğinde, Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında CH_3COONa ile yıkama süresinin 5 dak olduğu ve bu durumda, yıkama haslığı renk değişimi değeri 4 olarak ölçüldüğü görülmektedir. CH_3COONa ile yıkama süresinin arttırıldığı ya da azaltıldığı koşullarda, yıkama haslığı renk değişimi değeri azalması nedeniyle normal proses yıkama süresinin kullanılmasının gerektiği görülmektedir.

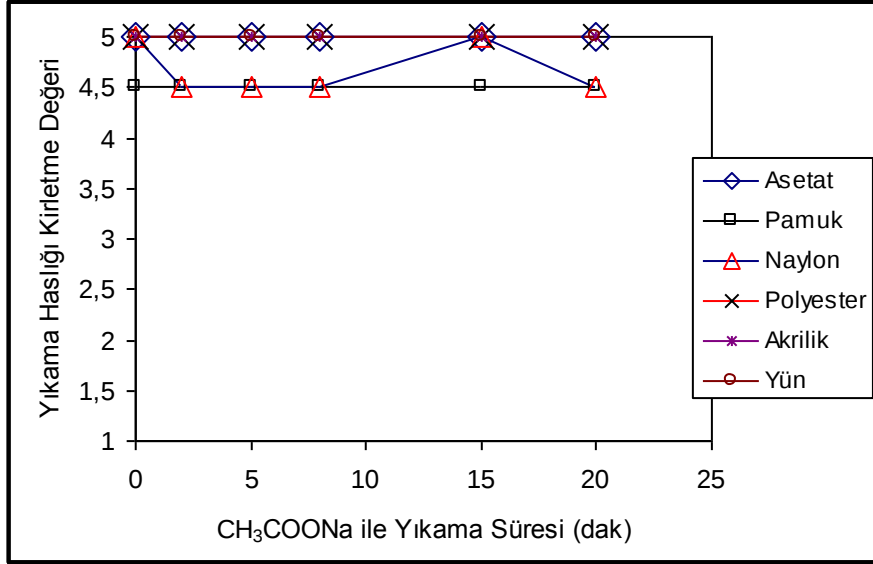


Şekil 5.12. CH_3COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

5.3.3. CH_3COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı kirletme değeri değişimi ilişkisi

Şekil 5.13’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip yıkama haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinsilerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde; farklı CH_3COONa ile yıkama süreleri için boyalı yünlü kumaşın, en çok pamuklu ve naylon kumaşı kirlettiği; asetat, polyester, akrilik ve yün kumaşları ise kirletmediği görülmektedir. 0 ve 15 dakika değerlerinde ise naylonu hiç kirletmediği görülmektedir. Şekil 5.13’deki veriler incelendiğinde; proseste CH_3COONa ile numunenin yıkanmamasında sonuçların daha iyi olacağı

gözlemlense de CH_3COONa ile yıkama süresinin azaltıldığı koşullarda, yıkama haslığı renk değişimi değerinin azalması nedeniyle normal proses yıkama süresinin kullanılmasının gerektiği görülmektedir.



Şekil 5.13. CH_3COONa ile yıkama süresi – yıkama haslığı kirletme değeri değişimi ilişkisi

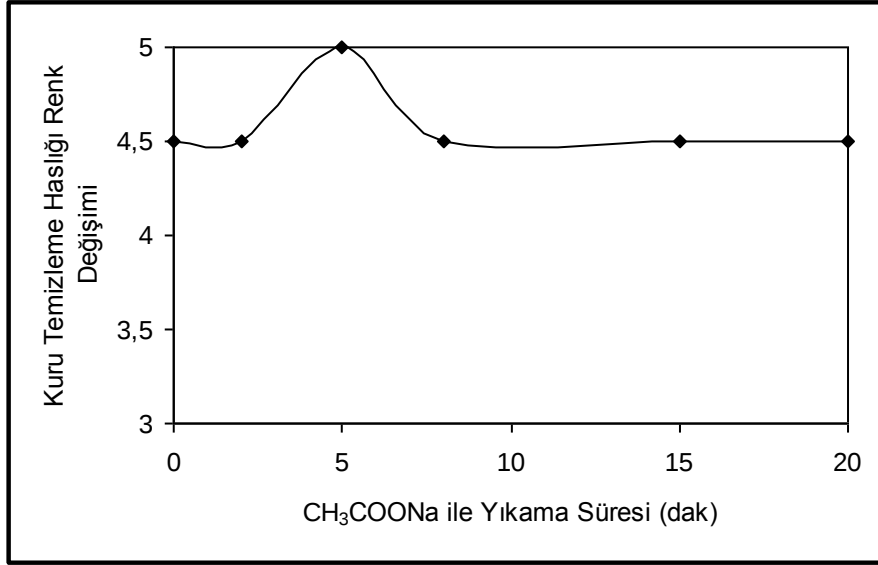
5.3.4. CH_3COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

Şekil 5.14 verileri değerlendirildiğinde; 5 dak yıkama süresi dışındaki yıkama süreleri sonrasında, kuru temizleme haslığı renk değişimi değerlerinin 0.5 derece azaldığı görülmektedir.

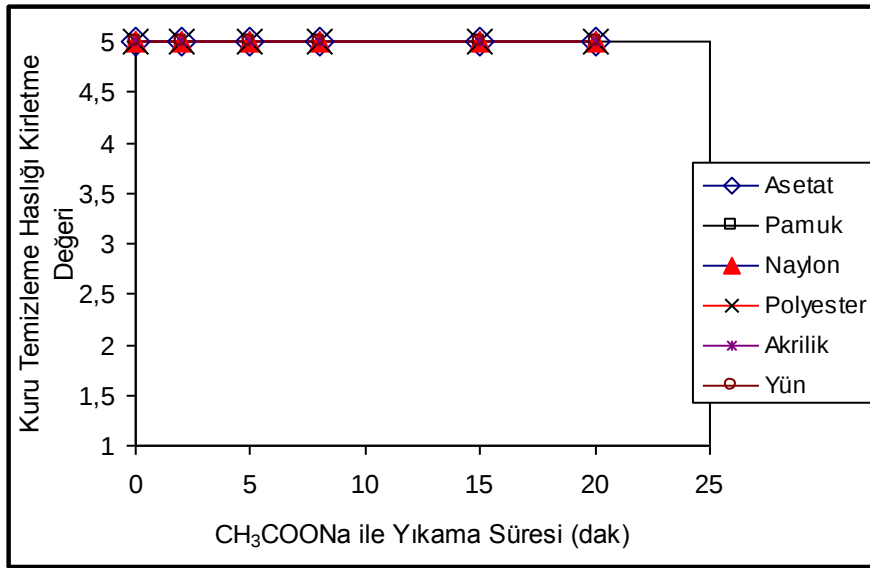
5.3.5. CH_3COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.15’de ise kuru temizleme haslığı kirletme değerlerinin yıkama süresinden bağımsız olduğu görülmektedir.

Şekil 5.14 ve 5.15’den yıkama süresinin kısaltılması ile enerji tasarrufu sağlanabileceği sonucu çıksa da Şekil 5.12’de verilen sonuçlar ışığında durumun mümkün olmadığı, yıkama haslığı renk değişimi değerlerinin kalitesi için yıkama süresinin 5 dak olması gerektiği anlaşılmaktadır.



Şekil 5.14. CH₃COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi



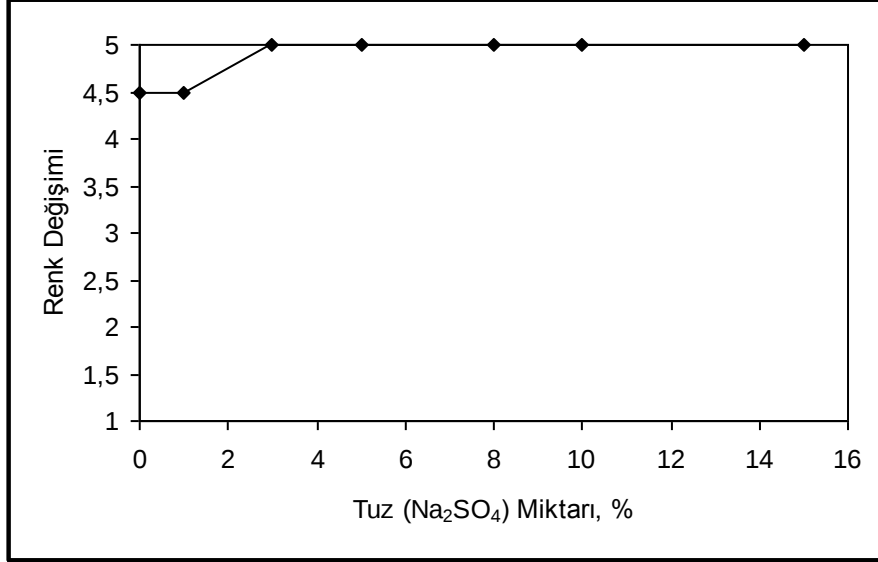
Şekil 5.15. CH₃COONa ile yıkama süresi – kuru temizleme haslığı kirlenme değeri ilişkisi

5.4. Na₂SO₄ Değişimi Sonuçları

5.4.1. Tuz (Na₂SO₄) miktarı – renk değişimi ilişkisi

Standart olarak, tuz (Na₂SO₄) miktarı % 5 olduğunda, karşılaştırma yapılabilmesi için elde edilen renk değişimi değerinin 5 olması gerektiği kabul edilmiştir. Şekil

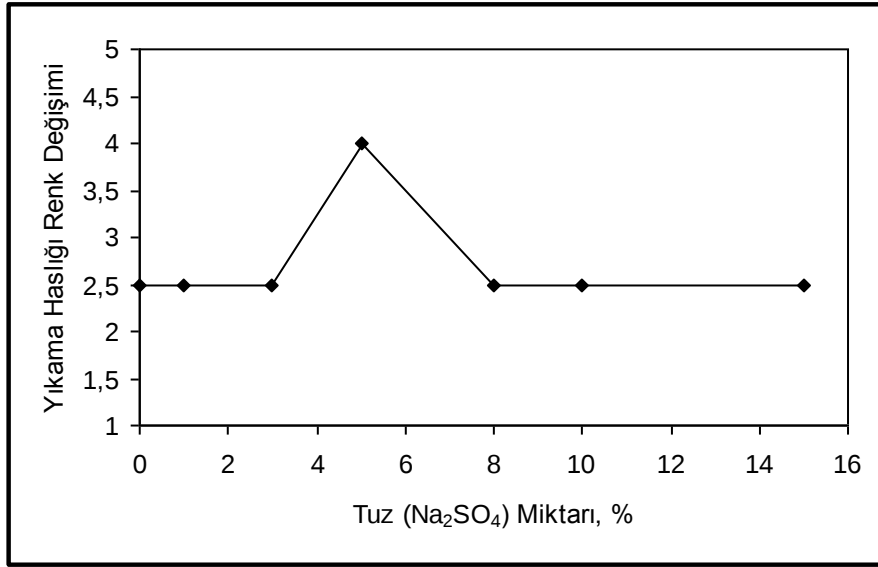
5.16’da; tuz (NaSO_4) miktarının % 3 ve üzerindeki değerlerinde renk değişimi değerlerinin sabit kaldığı (5), bu değerden az kullanıldığında ise renk değişimi değerlerinin 0.5 azaldığı görülmektedir.



Şekil 5.16. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – renk değişimi ilişkisi

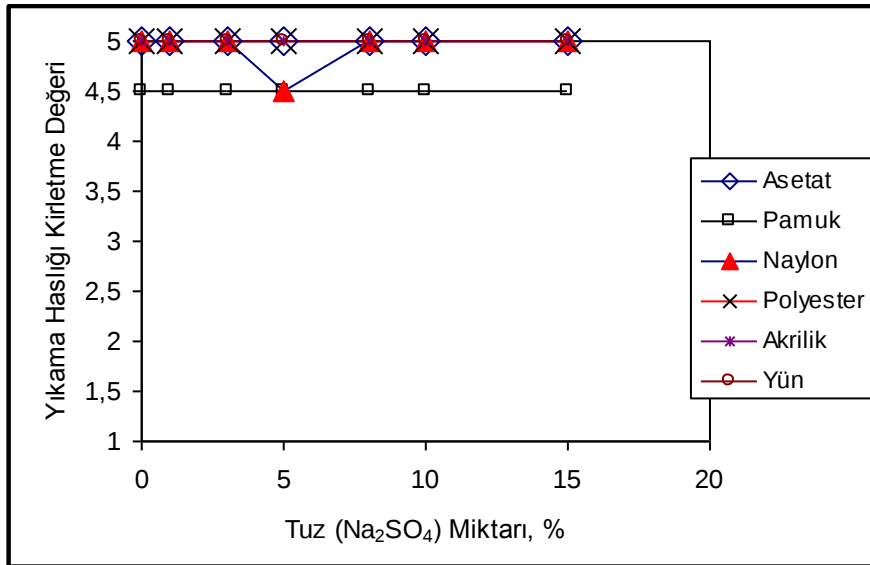
5.4.2. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

Şekil 5.17 incelendiğinde, Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında Na_2SO_4 miktarının % 5 olduğu ve bu durumda, yıkama haslığı renk değişimi değerinin 4 olarak ölçüldüğü görülmektedir. Na_2SO_4 miktarının arttırıldığı ya da azaltıldığı koşullarda, yıkama haslığı değerinin azalması nedeniyle normal proses tuz oranının kullanılmasının gerektiği görülmektedir.



Şekil 5.17. Tuz (Na₂SO₄) miktarı – yıkama haslığı renk değişimi ilişkisi

5.4.3. Tuz (Na₂SO₄) miktarı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi

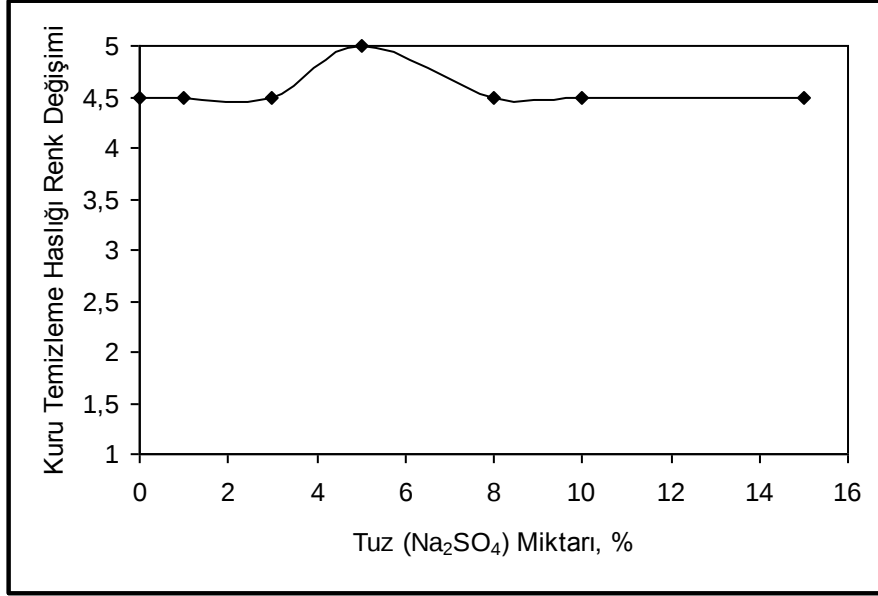


Şekil 5.18. Tuz (Na₂SO₄) miktarı – yıkama haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.18’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip yıkama haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinslerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, normal proses dahil tüm tuz miktarları için boyalı yünlü kumaşın, en fazla pamuklu kumaşa renk aktararak kirlettiği görülmektedir. Naylon kumaşın ise normal proses şartlarından 0.5 derece daha iyi sonuçlar verdiği anlaşılmaktadır.

Sonuç olarak; Şekil 5.17’deki renk değişimi sonuçları gözönünde bulundurulduğunda sadece %5 Tuz (Na_2SO_4) kullanılması uygundur.

5.4.4. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi



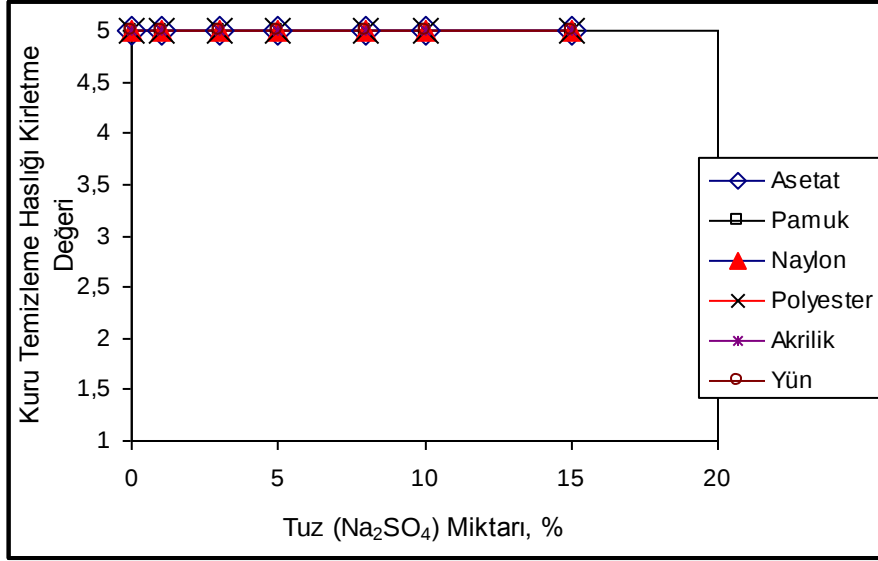
Şekil 5.19. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı renk değişimi ilişkisi

Şekil 5.19 incelendiğinde, Neolan prosesinin normal çalışma koşullarında Na_2SO_4 miktarının % 5 olduğu ve bu durumda, kuru temizleme haslığı renk değişimi değerinin 5 olarak ölçüldüğü görülmektedir. Na_2SO_4 miktarının arttırıldığı ya da azaltıldığı koşullarda, kuru temizleme haslığı renk değişimi değerinin 0.5 derece azalması boyama kalitesinde çok büyük bir değişikliğe neden olmamaktadır. Bu nedenle proste tuz kullanılmaması durumu mümkün görünmesine rağmen Şekil 5.17 verileri ve sonuçları gözönünde bulundurulduğunda, bu durumun mümkün olmadığı anlaşılmaktadır. Ancak sadece kuru temizleme yapılabileceğine dair etiket kullanılması durumunda Na_2SO_4 kullanılmayabileceği öngörülmektedir.

5.4.5. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı kirletme değeri ilişkisi

Şekil 5.20’de boyanan yünlü kumaşlara dikilip yıkama haslığı testine tabi tutulan farklı kumaş cinsilerinin kirlenme değerleri (boyalı yünlü kumaşın kirletme değeri) görülmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, normal proses dahil tüm tuz miktarları için boyalı yünlü kumaşın hiçbir kumaşa renk aktararak kirletmediği görülmektedir.

Dolayısıyla, yukarıda öngörülen hiç Na_2SO_4 kullanılmaması yorumu geçerliliğini korumaktadır.



Şekil 5.20. Tuz (Na_2SO_4) miktarı – kuru temizleme haslığı kirlenme değeri ilişkisi

6. GENEL SONUÇLAR

Neolan boyama prosesinde Temiz Üretim amaçlarına uygun olarak su, kimyasal ve enerji tüketimlerinin belirli bir plan çerçevesinde değiştirilmesi sonucunda elde edilen ekonomik ve çevresel değerlendirme genel sonuçları Tablo 6.1’de özetlenmiştir.

Bu bölümde yer alan yorumlar; dokuma %100 yün tekstillerde yıkama talimatı olarak genellikle “sadece kuru temizleme” etiketi kullanıldığı ve Avrupa Bölgesi’nde geçerli olan ticari değerler dikkate alınarak yapılmıştır. Bu değerler; *yıkama haslığı testi* için renk değişimi için 4, kirletme değeri için 3.5 ve *kuru temizleme haslığı testi* renk değişimi için 4 olarak kabul edilmektedir [36].

pH

pH değerinin 1.8 – 3 aralığında olması durumunda; boyanan yünlü kumaşın renk değişimi değerlerinde, pH=2 normal boyama prosesi değeri renk değişimi değerinden çok az bir sapma meydana gelmektedir. Renk değişimi sonuçları değerlendirildiğinde, boyama ortamında pH=1.8-3 değerinde çalışılması uygun görünmektedir.

Yıkama haslığı renk değişimi değerleri; proses pH değerinin altındaki değerlerde istenen ticari değerin altına düşmekte, artan değerlerde ise sabit kalmaktadır. Farklı pH değerleri için boyalı yünlü kumaşın kirletme değerlerinin ticari değer olan 3.5’in üzerinde olduğu görülmektedir. Renk değişimi ve yıkama haslığı testlerinden elde edilen sonuçlar değerlendirildiğinde, pH=2 değeri dışında sadece pH=3 değerinde çalışılabileceği anlaşılmaktadır. Bu durumda H_2SO_4 miktarında tasarruf yapılabileceği görülmektedir. (Tablo 6.1)

Gerçekleştirilen kuru temizleme testleri sonrasında, farklı pH değerleri için boyanan yünlü kumaşların renk kalitesinde çok az bir düşüş olduğu görülmektedir. Yine kuru temizleme testleri sonrasında, farklı pH değerlerinde boyanan yünlü kumaşın hiçbir kumaş cinsini renk aktararak kirletmediği belirlenmiştir.

Normal proses şartı pH=2 olmasına rağmen pH=3 değerinde “yıkama ve kuru temizleme = dry-clean” ifadesi içeren etiket takılarak çalışılabilmektedir.

Banyo Oranı

Renk değişimi ölçüm sonuçları uyarınca; mevcut proses banyo oranının (1:20) altındaki banyo oranı değerlerinde, boyanan yünlü kumaşların renk kalitesinde 0.5 derece azalma meydana gelmektedir.

Banyo oranının azalması durumunda, yıkama haslığı renk değişimi değerlerinin ticari değerlerin altında kaldığı görülmektedir. Kirletme değerlerinin ise ticari değer olan 3.5’un üzerinde olduğu görülmektedir. Bu nedenle, mevcut proses su tüketimi (dolayısıyla) banyo değerinin altında bir değerle çalışılması mümkün değildir.

Banyo oranının azaltıldığı durumlarda; kuru temizleme haslığı renk değişimi değerlerinde sadece 0.5 derece azalma görülmektedir. Kirletme değerleri ise 5 olarak bulunmuştur yani renk aktararak hiç kirletmediği saptanmıştır. Bu sonuçlara göre dikili numuneler üzerine etiket talimatı olarak “sadece kuru temizleme = only dry-clean” yazmak şartı ile en düşük banyo oranı olan 1:10 ile, ek su ve enerji tasarrufu yapmak mümkün görünmektedir (Tablo 6.1).

Farklı banyo oranları değerleri için teorik ortam pH değerinin, ortamdaki hidrojen iyonlarının tümünün H_2SO_4 tarafından sağlandığı varsayımı ile, 1.59-1.29 arası değişim gösterdiği hesaplanmıştır. Ayrıca; ölçülen ortam pH (2) değeri ile hesaplanan teorik pH (1.59) değeri arasında, ortama eklenen diğer kimyasalların etkisi nedeni ile bir farklılık mevcuttur (Ek B3). Yukarıdaki tüm değerlendirmeler; pH değerinin sabit (2) olduğu varsayılarak yapılmasına rağmen ortam pH değerinin deneysel çalışmalar sırasında sabit tutulmadığı belirlenmiştir. Farklı banyo oranları için teorik pH değerlerinin hesaplanmasıyla maliyetlerdeki değişimler belirlenmiş (Ek B2 ve Ek B3) ve Tablo 6.1’de verilmiştir.

Ayrıca Tablo 6.1’den görüleceği üzere; banyo oranının azaltılması durumunda, atıksu miktarında azalma meydana geleceğinden atıksudan kaynaklanan maliyetlerde düşüş sağlanabilecektir.

CH₃COONa ile Yıkama Süresi

Sodyum asetat (CH₃COONa) ile mevcut proses yıkama süresinden (5 dakika) daha kısa ve daha uzun yıkama süresi değerlerinde, boyanan yünlü kumaşların renk kalitesinde sadece 0.5 derece azalma olmaktadır.

Sodyum asetat (CH₃COONa) ile mevcut proses yıkama süresinden daha kısa ve daha uzun yıkama süresi değerlerinde yıkama haslığı renk değişimi değerleri azalmaktadır. Bulunan değerler ticari değerlerin altındadır. Kirletme değerleri incelendiğinde, sodyum asetat ile yıkama yapılmaması durumunda daha az kirletme değerleri vereceği görülmüşüne rağmen yıkama haslığı renk değişimi değerlerinin düşmemesi için normal proses sodyum asetat ile yıkama değerinin kullanılması zorunlu görülmektedir.

Sodyum asetat (CH₃COONa) ile mevcut proses yıkama süresinden farklı yıkama sürelerinde, kuru temizleme haslığı renk değişimi sonuçlarının 0.5 derece düştüğü görülmüştür. Kirletme değerlerinin, sodyum asetat (CH₃COONa) ile yıkama süresinden bağımsız olduğu görülmüştür.

Bu sonuçlara göre; ortama CH₃COONa konmasına rağmen yıkama yapılmaması durumunda su tasarrufu yapılabileceği sonucu ortaya çıksa da yıkama haslığı renk değişimi değerleri açısından, bu zamanın normal proses yıkama süresinden daha kısa olması mümkün görünmemektedir. Ancak; dikilecek numune üzerine “sadece kuru temizleme = only dry-clean” etiket talimatı takılması ile bu durumun mümkün olabileceği ve su tasarrufu sağlanabileceği görülmektedir (Tablo 6.1).

Na₂SO₄ Miktarı

Mevcut proses tuz (Na₂SO₄) miktarından (% 5) düşük değerlerde boyanan yünlü kumaş renk kalitesi 0.5 derece azalmakta, yüksek değerlerde ise değişmemektedir.

Mevcut proses tuz (Na₂SO₄) miktarından daha az ve daha fazla tuz kullanılması durumunda, yıkama haslığı renk değişimi değerleri ticari değerlerin çok altındadır.

Normal proses tuz miktarından az ve fazla tuz değerleri için kirletme değerleri ticari değerlerin üzerindedir. Bu sonuçlar uyarınca; ürün kalitesi açısından, mevcut proses tuz miktarının kullanımını en uygun karar görünmektedir.

Farklı tuz (Na_2SO_4) kullanım değerleri için kuru temizleme renk değişimi değerlerinde 0.5 derece azalma meydana gelmiştir. Kuru temizleme sonrası, farklı tuz (Na_2SO_4) miktarları için, boyanmış yn kumaşın diğer kumaşlara renk akıtarak kirletmediği belirlenmiştir.

Bu veriler doğrultusunda; dikili numune üzerine etiket talimatı olarak “sadece kuru temizleme= only dry-clean ” yazılması durumunda, hiç tuz (Na_2SO_4) kullanılmaması mümkün görünmektedir. Bu durumda, hammadde maliyetinde azalma meydana geldiğinden kazanç sağlanması mümkün görünmektedir (Tablo 6.1).

Tüm bu değerlendirmeler ve ilgili sonuçları sayısal olarak hesaplanarak Tablo 6.1’de ayrıntısı ile verilmiştir. Aynı anda sadece bir proses parametresinin değiştirebileceği ve maliyet getirisi öngörüsü altında, diğer parametrelerdeki değişimlerden daha fazla kazanç getirdiği için Na_2SO_4 miktarının azaltılması öncelikle alınabilir görünmektedir.

Belirtilen sonuçların uygulamaya alınmasından önce Na_2SO_4 ’ın dispergatr etkisinin olduğunun dikkate alınması ve Na_2SO_4 kullanmamanın bir etkisinin olmadığı sonucunun başka kumaşlarla da denemeler yapılarak teyid edilmesi önerilmektedir.

Tablo 6.1. Neolan boyama prosesi ekonomik ve çevresel değerlendirme genel sonuçları

Temiz Üretim Seçeneği	Uygulama Öncesi	Uygulama Sonrası	Değerlendirmeler	Kazanımlar
pH (Ek A)	Giren H ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)= 24,232-48,464	Giren H ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)= 0 Giren Su Miktarı (m ³ /yıl)= 24-48	Neolan prosesinde ortam pH'ının 2 yerine 3 değerine ayarlanması ile H ₂ SO ₄ kullanımında tasarruf sağlanmaktadır. Kullanılmayan H ₂ SO ₄ hacmi kadar ortama su ilave edilmesi gerekmektedir, bu miktar da gider olarak yer almaktadır.	Giren H ₂ SO ₄ Miktarında Azalma (kg/yıl)= 24,232-48,464 Giren Su Miktarında Artış (m ³ /yıl)= 24-48
	Giren H ₂ SO ₄ Maliyeti (\$/yıl)=1,563-3,125	Giren H ₂ SO ₄ Maliyeti (\$/yıl)=0 Giren Su Maliyeti (\$/yıl)=79-158		Net H ₂ SO ₄ yerine Su Kullanım Kazancı (\$/yıl)=1,483-2,967
Banyo Oranı (Ek B1-B3)	Giren Su Miktarı (m ³ /yıl)= 9,693 - 19,386 Giren Su Maliyeti (\$/yıl)= 31,642 - 63,285 [37]	Giren Su Miktarı (m ³ /yıl)= 4,846 - 9,693 Giren Su Maliyeti (\$/yıl)= 15,821 - 31,642 pH=2 için ortama eksik eklenmesi gereken H ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)=12,116-24,232 H ₂ SO ₄ Kazancı (\$/yıl)=781-1,563	Dikili % 100 yün tekstilinde; “Sadece Kuru Temizleme” etiketi kullanılarak normal proses parametresi olan 1:20 banyo oranı yerine, 1:10 banyo oranında çalışıldığında, su miktarı ve enerji tüketiminde kazanç sağlanmasının yanısıra pH=2 değerini sağlamak için ortama daha az H ₂ SO ₄ eklenmesi ile de kazanç sağlanmaktadır. Atıksu miktarında azalma meydana geldiğinden ayrıca su maliyetinden de kazanç sağlanmaktadır.	Giren Su Miktarında Azalma (m ³ /yıl): 4,846 - 9,693 Giren Su Maliyetinde Kazanç (\$/yıl)= 15,821 - 31,642 H ₂ SO ₄ Kazancının Eklenmesiyle Elde Edilen Nihai Kazanç (\$/yıl)= 16,602-33,205
	Enerji (kWh/yıl)= 930,040 -1,860,079 Enerji Maliyeti (\$/yıl)= 61,653 - 123,305 [38]	Enerji (kWh/yıl)= 490,688 - 981,376 Enerji Maliyeti (\$/yıl)= 32,528 - 65,056		Enerji Tasarrufunda Kazanç (kWh/yıl)= 439,352-878,703 Enerji Maliyetinde Kazanç (\$/yıl)= 29,125-58,250
	Atıksu Miktarı (m ³ /yıl)=50,403-100,805 Atıksu Maliyeti (\$/yıl)=54,939-109,878	Atıksu Miktarı (m ³ /yıl)=45,556-91,112 Atıksu Maliyeti (\$/yıl)=49,656-99,312		Atıksu Miktarında Azalma (m ³ /yıl)=4,846-9,693 Atıksu Maliyetinde Kazanç (\$/yıl)=5,283-10,565
CH ₃ COONa ile Yıkama Süresi (Ek C)	Giren Su Miktarı (m ³ /yıl)= 4,039-8,077 Giren Su Maliyeti (\$/yıl)= 13,184-26,369	Giren Su Miktarı (m ³ /yıl)= 0 Giren Su Maliyeti (\$/yıl)= 0	Dikili % 100 yün tekstilinde; “Sadece Kuru Temizleme” etiketi kullanılarak normal proses parametresi olan 5 dakika CH ₃ COONa yıkama yerine, bu aşamada akar çalkalama yapılmaması durumunda, giren su miktarında kazanç sağlanmaktadır.	Giren Su Miktarında Azalma (m ³ /yıl)= 4,039-8,077 Giren Su Maliyetinde Kazanç (\$/yıl)= 13,184- 26,369
Na ₂ SO ₄ Miktarı (Ek D)	Na ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)= 24,232-48,464 Na ₂ SO ₄ Maliyeti (\$/yıl)= 47,010-92,082	Na ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)= 0 Na ₂ SO ₄ Maliyeti (\$/yıl)= 0	Dikili % 100 yün tekstilinde; “Sadece Kuru Temizleme” etiketi kullanılarak normal proses parametresi olan %5 Na ₂ SO ₄ 'ın kullanılmaması durumunda kazanç sağlanmaktadır	Na ₂ SO ₄ Miktarında Azalma (kg/yıl)= 24,232-48,464 Na ₂ SO ₄ Maliyetinde Kazanç (\$/yıl)= 47,010-92,082

7. KAYNAKLAR

- [1] **UNEP-UNIDO**, 1995. Cleaner Production Assessment Manual, Part Four.
- [2] **TUBITAK MRC**, 1999. Cleaner Production in Textile, *Internal Report*, Kocaeli, Turkey.
- [3] [http://www.nu.ac.za/wasteminclubs/Waste%20Minimisation%20Guide%20for %20the%20Textile%20Industry%20vol.1%20Appendices.pdf](http://www.nu.ac.za/wasteminclubs/Waste%20Minimisation%20Guide%20for%20the%20Textile%20Industry%20vol.1%20Appendices.pdf)
- [4] **TÜBİTAK MAM**, 1999. Tekstilde Temiz Üretim El Kitabı, *İç Rapor*, Kocaeli, Türkiye.
- [5] **Needles, H.L.**, 1986. Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Processes, Noyes Publication, New Jersey.
- [6] **Trotman, S.C. and Trotman, E.R.**, 1948. The Bleaching, Dyeing and Chemical Technoly of Textile Fibers, 2nd Ed, Charles Grittin R. Company Ltd., London.
- [7] **Özcan Y.**, 1984. Tekstil Elyaf ve Boyama Tekniği, Fatih Yayınevi Matbaası, İstanbul.
- [8] **Davaslıgil Ş.**, 1966. Yün İplik Teknolojisi ve Makinaları, Cilt I-A, İstanbul Teknik Üniversitesi Matbaası, İstanbul.
- [9] **SAGEM**, 1993. Yün İplik Teknolojisi, Yayın No:138, Bursa.
- [10] **Marks, R. and Robioson, A.T.C.**, 1976. Principles of Weaving, The Textile Institute, Manchester.
- [11] **Geo Hattersley & Sons, Ltd.**, 1976. Winding, Warping and Weaving Machinery, Manchester.
- [12] **Vigo, T.L.**, 1997. Textile Processing and Properties, Textile Science and Technology, **11**, Elsevier Science B.V., Amsterdam.
- [13] **Hacıhaliloğlu, S.Y.**, 1999. Yün Boyamada Rpt'yi (Tekrarı) Etkileyen Faktörler, *Bitirme Ödevi*, İ.T.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [14] **Bird, C.L.**, 1951. The Theory and Practice of Wool Dyeing, The Society of Dyes and Colourists, Bradford.

- [15] **Rys, P. and Zollinger, H.**, 1972. Fundamentals of the Chemistry and Application of Dyes, Wiley-Interscience, John Wiley&Sons Ltd., Belfast.
- [16] **Vickerstaff, T.**, 1954. The Physical Chemistry of Dyeing - The Adsorption of Dye by Wool, Interscience Publishers Inc., New York.
- [17] **Rattee, I.D. and Breuer, M.M.**, 1974. The Physical Chemistry of Dye Adsorption, Academic Press, New York.
- [18] **Volkan, A.**, 1997. Tekstil Boyarmaddeleri ve Boyama Metodları, *Bitirme Ödevi*, İ.T.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [19] **Özten, A.E. ve Eraslan, Y.**, 1998. Tekstil Boyarmaddeleri, *Bitirme Ödevi*, İ.T.Ü. Kimya Mühendisliği Bölümü, İstanbul.
- [20] **Kiran Ciliz, N., Baban, A.**, February 2001. "On-line Surveying of Multiple Automatic Analysing Stations for Improving Wastewater Management and Environment in Textile Industry", E! 2054, TUBITAK-MRC, ALTINYILDIZ TEXTILE and APPAREL INC., CENTRO TECHNOLOGICO DAS INDUSTRIAS TEXTEIS E DO VESTUARIO DE PORTUGAL, EUREKA Interim Project Report.
- [21] **Hocker, H.**, 1998. Establishment of ecological criteria for textile products, DWI.
- [22] <http://www.tekstil-turkiye.com/dosya/3/upats.htm>
- [23] **Sümerbank Holding A.Ş. Araştırma Geliştirme Ve Eğitim İşletmesi**, Karınca E., Yün Elyaf ve İplik Üretimi - Tüketimi: Dünya’da ve Türkiye’deki Durum, S. 134, Bursa.
- [24] <http://www.itkib.org.tr/res800/Istatistik/yillikihracat/default.htm>
- [25] <http://www.itkib.org.tr/res800/Istatistik/yillikithalat/default.htm>
- [26] http://www.advantage.com.tr/index.asp?frame=/ah_04.asp&
- [27] **Laing, I.G.**, 1991. The Impact of Effluent Regulations on the Dyeing Industry, *Review in Progress Colouration*, **12**, 56-70.
- [28] **Environmental Monitoring Group**, 1993. Clean Production, *A Preliminary Assessment of the Need and Potential for the Introduction on Clean Technology in Some Industrial Sectors in South Africa*, Environmental Monitoring Group: Western Cape, Observatory, South Africa.
- [29] **Kothius, B. and Schelleman, F.**, 1995. Rough Overview of the Textiles Industry and the Environment, *Discussion Paper for the Workshop on Biotechnology for Cleaner Production*, Institute for Applied Environmental Economics, The Netherlands.

- [30] **Cooper, S.G.**, 1978. The Textile Industry, Environmental Control and Energy Conservation, Noyes Data Corporation, New Jersey.
- [31] <http://www.textileindustries.com/LatestNews.htm?CD=149>
- [32] **Diker, N.**, 1997. Altınyıldız İşletmesi Staj Dosyası, Trakya Üniversitesi M.Y.O. Tekstil Bölümü, Edirne.
- [33] <http://www.polyu.edu.hk/~itc/ci11m.htm>
- [34] **BSEN ISO 105-C06**, 1997. Textiles-Test for colour fastness Part C06: Colour fastness to domestic and commercial laundering
- [35] **BSEN ISO 105-D01**, 1995. Textiles- Test for colour fastness Part D01: Colour fastness to dry cleaning
- [36] Intertek Testing Services Hong-Kong Ltd.,1998 , International Apparel Buyer's Quality Guide
- [37] http://www.iski.gov.tr/mhizmet/su_birim10-11-02.phtm
- [38] <http://www.tedas.gov.tr/kasim02.html>

8. EKLER

EK A. pH Parametresinin Değişimine Ait Hesaplamalar

H ₂ SO ₄ (kg prosese giren H ₂ SO ₄ miktarı)	6
Kumaş (kg, prosese giren kumaş miktarı)	120
Toplam üretim (kg, yıllık toplam tüm cins kumaş miktarı)	3.029.000
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280
d(H ₂ SO ₄) = 1.8361 g/cm ³	
1 lt H ₂ SO ₄ = 0.1884 \$	
1836.1 g H ₂ SO ₄ = 0.1884 \$	
H ₂ SO ₄ (\$/kg)	0,064485
Min. H ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)	24.232
Max. H ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)	48.464
Min. H ₂ SO ₄ Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	1.563
Max. H ₂ SO ₄ Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	3.125
\$/m ³ (1 \$ = 1,550,000 TL)	3,26
Min. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Miktarı (kg/yıl)	24.232
Max. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Miktarı (kg/yıl)	48.464
Min. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Miktarı (m ³ /yıl)	24
Max. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Miktarı (m ³ /yıl)	48
Min. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Gideri (\$/yıl)	79
Max. (H ₂ SO ₄ yerine kullanılan) Su Gideri (\$/yıl)	158
Min. Net Gelir (\$/yıl)	1.483
Max. Net Gelir (\$/yıl)	2.967

EK B1. 1:20 Banyo Oranı Parametresine Ait Hesaplamalar

SU TASARRUFLARI İÇİN HESAPLAMALAR	
Su (lt, prosese giren su miktarı)	2.400
Kumaş (kg, prosese giren kumaş miktarı)	120
Toplam üretim (kg, yıllık toplam tüm cins kumaş miktarı)	3.029.000
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280
Min. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	9.692.800
Max. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	19.385.600
Ham Su Maliyeti (\$/m3)	2
Proses Suyu Hazırlama Maliyeti (\$/m3)	0,17
Atıksu Arıtma Maliyeti (\$/m3)	0,08
Atıksu Deşarj Tutarı (\$/m3)	1,01
\$/m3 (1 \$ = 1,550,000 TL)	3,26
Min. 1:20'de Giren Su Maliyeti (\$/yıl)	31.642
Max. 1:20'de Giren Su Maliyeti (\$/yıl)	63.285
ENERJİ TASARRUFLARI İÇİN HESAPLAMALAR	
	m1 (kg, 20-60 °C)
Su	2.400,00
Kumaş	120,00
Irgasol P	1,80
Albegal NF	1,80
Cf C	2,40
Baso	4,80
Sand.NA	1,20
Na2SO4	6,00
H2SO4	
Blau	
Gelb	
Rosa	
TOPLAM	2.538
Min .Neolan Prosesi Sayısı (adet/yıl)	4.039
Max .Neolan Prosesi Sayısı (adet/yıl)	8.077
m1 Adımında Harcanan Isı Enerjisi (kJ/proses)	424.252
m2 Adımında Harcanan Isı Enerjisi (kJ/proses)	404.770
Isıtma Adımında Harcanan Toplam Enerji (kJ/proses)	829.022
Min.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kJ/yıl)	3.348.142.962
Max.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kJ/yıl)	6.696.285.925
	kW/kJ 0,000277778
Min.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kWh/yıl)	930.040
Max.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kWh/yıl)	1.860.079
1 kWh=102,750 TL	
\$/kWh (1\$ = 1,550,000 TL)	0,06629032
Min. Proses Sayısında Isıtma Adımı Enerji Maliyeti	61.653
Max. Proses Sayısında Isıtma Adımı Enerji Maliyeti	123.305

EK B2. 1:10 Banyo Oranı Parametresine Ait Hesaplamalar

SU TASARRUFLARI İÇİN HESAPLAMALAR				
Su (lt, prosese giren su miktarı)	1.200			
Kumaş (kg, prosese giren kumaş miktarı)	120			
Toplam üretim (kg, yıllık toplam tüm cins kumaş miktarı)	3.029.000			
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640			
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280			
Min. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	4.846.400			
Max. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	9.692.800			
\$/m3 (1 \$ = 1,550,000 TL)	3,26			
Min. 1:10'da Giren Su Maliyeti (\$/yıl)	15.821			
Max. 1:10'da Giren Su Maliyeti (\$/yıl)	31.642			
ENERJİ TASARRUFLARI İÇİN HESAPLAMALAR				
	m1 (kg, 20-60 °C)	m2 (kg, 60-98 °C)	ΔT (°C)	
Su	1.200,00	1.200,00	40	
Kumaş	120,00	120,00	38	
Irgasol P	1,80	1,80	Cp (kJ/kg.K)	
Albegal NF	1,80	1,80		
Cf C	2,40	2,40		
Baso	4,80	4,80		
Sand.NA	1,20	1,20	4,179	
Na ₂ SO ₄	6,00	6,00		
H ₂ SO ₄ *		3,00		
Blau		2,196		
Gelb		0,744		
Rosa		1,956		
* pH=2 sabit değerini sağlamak için 3 kg H ₂ SO ₄ ortama eksik konmalıdır.				
Min .Neolan Prosesi Sayısı (adet/yıl)	4.039			
Max .Neolan Prosesi Sayısı (adet/yıl)	8.077			
m1 Adımında Harcanan Isı Enerjisi (kJ/proses)	223.660			
m2 Adımında Harcanan Isı Enerjisi (kJ/proses)	213.731			
Isıtma Adımında Harcanan Toplam Enerji (kJ/proses)	437.391			
Min.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kJ/yıl)	1.766.476.681			
Max.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kJ/yıl)	3.532.953.361			
	kW/kJ	0,000277778		
Min.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kWh/yıl)	490.688			
Max.Isıtma Adımı Enerji Tüketimi (kWh/yıl)	981.376			
1 kWh=102,750 TL				
\$/kWh (1\$ = 1,550,000 TL)	0,06629032			
Min. Proses Sayısında Isıtma Adımı Enerji Maliyeti	32.528			
Max. Proses Sayısında Isıtma Adımı Enerji Maliyeti	65.056			
Min. Proses Sayısında H ₂ SO ₄ Kazancı (Bkz. Ek B3)	12.116			
Max. Proses Sayısında H ₂ SO ₄ Kazancı (Bkz. Ek B3)	24.232			

EK B3. Farklı Banyo Oranı Değerlerinde Ortam pH Değerinin 2 Olması için Eklenmesi Gereken H₂SO₄ Miktarlarının Hesaplanması

Banyo Oranı	m (kg)	V (lt)	m _{H₂SO₄} (g)	Ölçülen pH	[H ⁺] _{gerçek} = C _{H₂SO₄} (mol/lt)	Hesaplanan pH	Ortamdan Alınması Gerekli Fazla H ₂ SO ₄ Konsantrasyonu (mg/lt)	Ortamda Olması Gereken H ₂ SO ₄ Miktarı (kg)	Ortamdan Alınması Gereken H ₂ SO ₄ Miktarı (kg)	H ₂ SO ₄ Kazancı (\$)	Min. Yıllık Ek H ₂ SO ₄ Kazancı (kg/yıl)	Maks. Yıllık Ek H ₂ SO ₄ Kazancı (kg/yıl)	Min. Yıllık Ek H ₂ SO ₄ Kazancı (\$/yıl)	Maks. Yıllık Ek H ₂ SO ₄ Kazancı (\$/yıl)
1:20	120	2400	6000	2	0,0255	1,59	0,0000	6,00	0,00	0,00	0	0	0	0
1:18	120	2160			0,0283	1,55	0,0028	5,40	0,60	0,04	2.423	4.846	156	313
1:16	120	1920			0,0319	1,50	0,0064	4,80	1,20	0,08	4.846	9.693	313	625
1:14	120	1680			0,0364	1,44	0,0109	4,20	1,80	0,12	7.270	14.539	469	938
1:12	120	1440			0,0425	1,37	0,0170	3,60	2,40	0,15	9.693	19.386	625	1.250
1:10	120	1200			0,0510	1,29	0,0255	3,00	3,00	0,19	12.116	24.232	781	1.563

\$/kg (H ₂ SO ₄)	0,064
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280

EK C. CH₃COONa ile Yıkama Süresi Parametresinin Değişimine Ait Hesaplamalar

Su (lt, CH ₃ COONa ile yıkama adımında 5 dak.'da prosese giren su miktarı)	1.000
Kumaş (kg, prosese giren kumaş miktarı)	120
Toplam üretim (kg, yıllık toplam tüm cins kumaş miktarı)	3.029.000
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280
Min. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	4.038.667
Max. (lt/yıl, yıllık prosese giren su miktarı)	8.077.333
\$/m3 (1 \$ = 1,550,000 TL)	3,26
Min. Giren Su Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	13.184
Max. Giren Su Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	26.369

EK D. Na₂SO₄ Miktarı Parametresinin Değişimine Ait Hesaplamalar

Na ₂ SO ₄ (kg prosese giren Na ₂ SO ₄ miktarı)	6
Kumaş (kg, prosese giren kumaş miktarı)	120
Toplam üretim (kg, yıllık toplam tüm cins kumaş miktarı)	3.029.000
Min. (kg/yıl, %16,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	484.640
Max. (kg/yıl, %32,Neolan Prosesinden Çıkan Kumaş Miktarı)	969.280
1 kg Na ₂ SO ₄ =1.94 \$	
Min. Na ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)	24.232
Max. Na ₂ SO ₄ Miktarı (kg/yıl)	48.464
Min. Na ₂ SO ₄ Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	47.010
Max. Na ₂ SO ₄ Maliyeti / Kazancı (\$/yıl)	92.082

ÖZGEÇMİŞ

Meliha Evşen ELMACI, 1978 yılında Kilis’de doğmuştur. İlkokulu bitirdikten sonra Beyoğlu Anadolu Lisesi’nde ortaokul ve lise eğitimlerini tamamlamıştır. 1995 yılında üniversite sınavlarını geçerek İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya Mühendisliği Bölümü’ne girmeye hak kazanmıştır. 1999 yılında bu bölümden mezun olarak Fen Bilimleri Enstitüsü’nde Yüksek Lisans eğitimine başlamıştır. Halen ITS (Intertek Testing Services) firmasında Koordinatör olarak görev yapmaktadır.