

T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TAŞINABİLİR KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA VE ONARIM
ANABİLİM DALI
SUALTI KÜLTÜR KALINTILARINI KORUMA BİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERİN KORUMA
ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ABDURRAHMAN ZENGİN
2501180859

TEZ DANIŞMANI
DOÇ. DR. NAMIK KILIÇ

İSTANBUL-2021

ÖZ

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERİN KORUMA ÇALIŞMALARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

ABDURRAHMAN ZENGİN

Bu tez çalışmasında ıslak olarak ele geçmiş tekstil eserlerin koruma çalışmaları ele alınmıştır. Tekstil liflerinin bileşenlerinin bilinmesi koruma çalışmalarında birincil öneme sahiptir. İlk olarak tekstilin, hammaddeleri ve liflerinin özellikleri tanımlanmıştır. Daha sonra arkeolojik liflerin sınıflandırılması yapılmıştır. Tekstil lifleri doğal ve yapay lifler olarak iki ana gruba ayrılır. Islak arkeolojik tekstil eserler, doğal lifler grubundaki bitkisel (selülozik) ve hayvansal (protein) lifler sınıfında yer alır. Islak arkeolojik tekstil buluntuların, yapılan analizler sonucunda daha çok keten, kenevir, jüt, pamuk, sisal, manila, rami, ipek, keçi kılı, yün gibi liflerden üretildiği bilinmektedir. Sınıflandırma sonrası tekstilin ve halatın ilk üretim yöntemleri teknolojik açıdan değerlendirilmiştir. Islak arkeolojik tekstil eserlerin sualtı ortamındaki bozulmaları incelenmiştir. Bu inceleme sonucu bozulmalar, fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma olarak üç kategoriye ayrılmıştır. Tekstil eserler, sualtı koşullarında yapısal olarak durağan olmayan bir yapıya dönüştüğü için kazı anından itibaren acil müdahale uygulamalarına ihtiyaç duymaktır. Bu müdahaleler durağan olmayan yapıdaki eserin durağan bir duruma dönüştürülmesi süreci için birincil öneme sahiptir. Tez kapsamında ıslak arkeolojik tekstilin, kazı alanından kaldırılması, ilk koruma müdahalesi, tam koruma için konservasyon laboratuvarına taşınması, laboratuvarında yapılan konservasyon çalışmaları ve önleyici koruma çalışmaları değerlendirilmiştir. Konservasyon çalışmaları olan temizlik, tuzdan arındırma, kurutma yöntemleri, konsolidasyon yöntemleri (PEG emdirme, şeker emdirme, silikon yağı emdirme ve diğer polimerler ile yapılan emdirme) literatür taraması yapılarak geçmiş ve güncel koruma uygulamalardan örnekler ile desteklenmiştir. Önleyici koruma çalışmaları kapsamında, konservasyonu tamamlanmış ıslak arkeolojik tekstillerin, bulundukları sergi, depo, müze/laboratuvar ortamlarındaki çevresel etmenlerin (ısı, ışık, bağıl nem) standart değerlerinin ne olması gerektiği değerlendirilmiştir. Ayrıca ıslak arkeolojik tekstillerin, depolama için paketleme yöntemlerinin nasıl olması gerektiği incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Islak tekstil, suya doymuş tekstil, arkeolojik tekstil, ıslak arkeolojik tekstil konservasyonu, konservasyon, restorasyon.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF CONSERVATION PROCESSES OF WET ARCHAEOLOGICAL TEXTILES

ABDURRAHMAN ZENGİN

In this thesis, the conservation processes of wet obtained textile artifacts are discussed. Knowing the components of textile fibers is of primary importance in conservation processes. First of all, the properties of textile raw materials and fibers were defined. Then, the archaeological fibers were classified. Textile fibers are divided into two main groups as natural and synthetic fibers. Wet archaeological textile artifacts are in the vegetable (cellulosic) and animal (protein) fibers class in the natural fiber group. As a result of the analyses, it is comprehended that the wet archaeological textile artifacts are produced from fibers such as linen, hemp, jute, cotton, sisal, manila, ramie, silk, goat hair and wool. After classification, the first production methods of textile and rope were evaluated technologically. The deterioration of wet archaeological textile artifacts in underwater environment was examined. As a result of this examination, the deteriorations were divided into three categories as physical, chemical and biological deteriorations. Textile artifacts turn into a structurally unstable forms in underwater conditions. Therefore, emergency intervention treatments are needed from the moment of excavation. These interventions are of primary importance for the process of stabilizing the unstable artifacts. Within the context of this thesis, the lifting of the wet archaeological textile from the excavation area, the first conservation treatment, its transportation to the conservation laboratory for full conservation, the conservation processes in the laboratory and the preventive conservation works were evaluated. Conservation processes such as cleaning, desalination, drying methods, consolidation methods (PEG impregnation, sugar impregnation, silicone oil impregnation and impregnation with other polymers) were supported by literature review and examples from past and current conservation treatment methods. Within the context of preventive conservation works, what should be the standard values of the wet archaeological textiles whose conservation was completed, and the environmental factors (temperature, light, relative humidity) in their exhibitions, storage, museums / laboratories were evaluated. In addition, the packaging methods of wet archaeological textiles for storage were also examined.

Keywords: Wet textile, waterlogged textile, archaeological textile, conservation of wet archaeological textile, conservation, restoration.

ÖNSÖZ

Bu tez çalışması, ıslak arkeolojik tekstil eserlerin koruma çalışmalarının değerlendirilmesini ele almıştır. Islak arkeolojik tekstil objelerin koruma çalışmaları, geçmişten günümüze yapılan çalışmaların değerlendirilmesiyle ortaya konmuştur. Bu tez çalışmasındaki örnek vakaların konservasyon çalışmaları, benzer durumdaki ıslak arkeolojik tekstil eserlerin koruma çalışmalarında faydalı olacaktır.

Islak arkeolojik tekstil objelerinin koruma çalışması alanında ilk kez çalışılan bu konunun belirlenmesinde, tezin hazırlanma sürecinde kaynaklara erişmemde yönlendirici olan ve bilimsel yönlendirmesiyle destek olan danışman hocam Sayın Doç. Dr. Namık Kılıç'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans eğitimimim başından beri bilimsel olarak bilgi birikimini biz öğrencilerine severek aktaran İstanbul Üniversitesi Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Ufuk Kocabaş hocama; ulaşmakta zorluk çektiğim bilimsel olarak yayımlanmış olan birçok kaynağı bana ulaştıran konservatör Ellen Carlee'ye; lisans döneminden beri birçok alanda desteğini esirgemeyen sayın Doç. Dr. Gülder Emre hocama teşekkür ederim.

Çalışmalarım sırasında ve eğitim hayatım boyunca her zaman desteklerini esirgemeyen ve her türlü fedakârlığı gösteren anneme, babama ve aileme şükranlarımı borç bilirim.

İstanbul, 2021
Abdurrahman Zengin

İÇİNDEKİLER

ÖZ	ii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ.....	vi
TABLolar LİSTESİ	x
ŞEKİLLER LİSTESİ	xi
SEMBOLLER LİSTESİ.....	xviii
KISALTMALAR LİSTESİ	xx
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

TEKSTİLİN TANIMLANMASI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. Tekstil ve Liflerinin Özellikleri.....	3
1.2. Arkeolojik Tekstil Liflerinin Sınıflandırılması.....	7
1.2.1. Bitkisel (Selülozik) Lifler	10
1.2.1.1. Pamuk.....	11
1.2.1.2. Kapok	15
1.2.1.3. Keten	16
1.2.1.4. Kenevir.....	19
1.2.1.5. Jüt.....	21
1.2.1.6. Rami	22
1.2.1.7. Sisal.....	23
1.2.1.8. Manila Keneviri (Abaka)	24
1.2.1.9. Heneguen	25
1.2.1.10. Koko	25
1.2.2. Hayvansal (Protein) Lifler	26
1.2.2.1. Yün	26
1.2.2.2. Moher (Tiftik).....	29
1.2.2.3. İpek.....	30
1.2.2.4. Kaşmir.....	32
1.2.2.5. Deve Tüyü	32

1.3. Tekstil Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi	32
1.3.1. İplik Üretimi	33
1.3.2. Dokuma.....	36
1.3.3. Halat Üretimi	38

İKİNCİ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERDE BOZULMA

2.1. Fiziksel Bozulmalar	46
2.1.1. Selülozik Liflerde Fiziksel Bozulma.....	47
2.1.2. Protein Esaslı Liflerde Fiziksel Bozulma	48
2.2. Kimyasal Bozulma.....	57
2.2.1. Selülozik Liflerde Kimyasal Bozulma	58
2.2.2. Protein Esaslı Liflerde Kimyasal Bozulma	59
2.3. Biyolojik Bozulma.....	61
2.3.1. Selülozik Liflerde Biyolojik Bozulma	62
2.3.2. Protein Esaslı Liflerde Biyolojik Bozulma.....	66

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERİN KORUNMASI

3.1. Kazı Alanında İlk Müdahale ve Kaldırma.....	69
3.2. Konservasyon.....	72
3.2.1. Belgeleme	73
3.2.2. Temizlik.....	79
3.2.2.1. Metal ve Bileşiklerinin Temizlenmesi.....	81
3.2.2.2. Kompozit (Metal İplikli) Tekstillerde Temizlik	83
3.2.2.3. Temizlik Uygulamaları	85
3.2.3. Tuzdan Arındırma	90
3.2.4. Konsolidasyon (Emdirme)	90
3.2.4.1. Polietilen glikol (PEG) Emdirme ve Uygulama Örnekleri	91
3.2.4.2. Silikon Yağı Emdirme ve Uygulama Örnekleri.....	115
3.2.4.3. PVP (Polivinilpirolidon), PVA (Polivinilasetat), PVB (Polivinilbütiral), PVOH (Polivinil Alkol) ile Emdirme ve Uygulama Örnekleri	124
3.2.4.4. Polyox Emdirme ve Uygulama Örneği.....	125
3.2.4.5. E-2250 Emdirme ve Uygulama Örneği.....	125
3.2.4.6. Şeker Emdirme ve Uygulama Örneği	126

3.2.5. Kurutma	128
3.2.5.1. Hava ile Kurutma ve Uygulama Örnekleri.....	128
3.2.5.2. PEG Ön-Emdirmesi Sonrasında Vakumlu Dondurarak Kurutma ve Uygulama Örnekleri	133
3.2.5.3. Çözücülerle Kurutma ve Uygulama Örnekleri.....	135

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERDE ÖNLEYİCİ KORUMA

4.1. Işık	139
4.2. Bağıl Nem ve Sıcaklık.....	140
4.3. Biyolojik Faktörler	143
4.4. Toz, Partikül ve Gazlar	144
4.5. İzleme ve Kontrol	145
4.6. Sergileme	146
4.6.1. Sergileme Örnekleri.....	147
4.7. Depolama ve Paketleme	152
SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER.....	157
KAYNAKÇA.....	164
EKLER	201

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Pamuk lifinin kimyasal yapısı.....	13
Tablo 1.2: Keten lifinin kimyasal bileşimi.	18
Tablo 3.1: İlk deneyde uygulanan tedavilerin listesi.....	99
Tablo 3.2: İlk denemenin sonuçları.....	99
Tablo 3.3: İkinci deneyde uygulanan tedavilerin listesi.	100
Tablo 3.4: İkinci denemedeki 1-6 nolu eser sonuçları.....	101
Tablo 3.5: A'dan F'ye uygulama sonuçları.....	103
Tablo 3.6: Uygulama sonrası sonuçlar.	109
Tablo 3.7: Konservasyonda kullanılan bazı silikon yağları.....	116
Tablo 3.8: Silikon yağı ile birlikte kullanılan bazı çapraz bağlayıcılar.	116
Tablo 3.9: Silikon yağı ile kullanılan bazı katalizörler.....	117
Tablo 3.10: Silikon yağı uygulaması öncesi ve sonrası halat ölçüleri.....	120
Tablo 3.11: Konservasyon öncesi ve sonrası halat parçasının ölçümleri.....	122
Tablo 3.12: Şeker uygulamasında kullanılan şekerlerin özellikleri.	127
Tablo 3.13: Hava ile kurutulan örneğin ölçümleri.....	131
Tablo 4.1: Paketleme yöntemleri ve avantaj/dezavantajları.....	154

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: Şematik olarak (a) filament ve (b) stapel liflerin görünümü.....	5
Şekil 1.2: Lif içinde polimer molekül zincirlerinin düzeni.	6
Şekil 1.3: Tekstil liflerinin sınıflandırılması.	9
Şekil 1.4: Selülozun kimyasal formülü.	10
Şekil 1.5: Pamuk lif yapısının temsili şekli.	12
Şekil 1.6: Pamuk lifinin kimyasal formülü.....	13
Şekil 1.7: Pamuk lifinin enine (sol) ve boyuna (sağ) SEM görüntüsü.	13
Şekil 1.8: Kapok lifinin boyuna (sol) ve enine kesitinin (sağ) SEM görüntüsü.	16
Şekil 1.9: Keten lifinin enine kesitinin SEM görüntüsü (2000x) ve çokgen biçimli lif demetlerinin enine kesit tasviri.	17
Şekil 1.10: Keten lifinin boyuna kesitinin SEM görüntüsü	17
Şekil 1.11: Kenevir lifinin boyuna kesitinin (sol) 1000x, enine kesitinin (sağ) 100x SEM görüntüleri.....	20
Şekil 1.12: Jüt lifinin boyuna kesiti (sol) 1500x, enine kesiti (sağ) 1000x SEM görüntüleri.....	22
Şekil 1.13: Rami lifinin 2000x boyuna kesiti (sol) , polarize mikroskop görüntüsü (orta) ve enine kesit görüntüsü (sağ) 2000x (SEM).	23
Şekil 1.14: Sisal lifinin enine kesitinin (a-b) ve boyuna kesitinin SEM görüntüleri. ...	24
Şekil 1.15: Hindistan cevizi lifinin enine (a) ve boyuna kesitinin görüntüsü (b).....	25
Şekil 1.16: Koyun yün lifinin boyuna kesiti (sol) 2500x, enine kesitinin (sağ) SEM görüntüsü.....	26
Şekil 1.17: İnce bir yün lif yapısının şematik diyagramı.	28
Şekil 1.18: Tiftik lifinin boyuna ve enine kesitinin SEM görünümü.	30

Şekil 1.19: İpek lifinin enine kesiti çizimi (sol), boyuna (orta) ve enine kesiti (sol). ...31	31
Şekil 1.20: El ile iplik üretimini gösteren çizim. 33	33
Şekil 1.21: Bir antik Yunan vazosunun üzerinde tasvir edilen damla iğ ile ip eğiren kadın figürü.....34	34
Şekil 1.22: Öreke ile ip eğirme çizimi.....34	34
Şekil 1.23: El ile çalıştırılan çirkir figürü. 35	35
Şekil 1.24: Saksonya çarkı.....35	35
Şekil 1.25: Çin'de 12. Yüzyılda İmparator Huizon of Son döneminde kadınların ipek kumaş üretimini gösteren çizim.....36	36
Şekil 1.26: Antik dönem dokuma tezgâhları: (a) Çözüğü ağırlıklı, (b) Dikey iki kirişli, (c) yatay tezgâh. 37	37
Şekil 1.27: Atina skyphos'un üzerinde bulunan Penelodpe tezgâhı illüstrasyonu. ...38	38
Şekil 1.28: Antik Mısır'da Chnem-hotep mezarında bulunan yatay tezgâh illüstrasyonu ve tekstil üretim aşamaları.....38	38
Şekil 1.29: İspanya'daki Geç Paleolitik veya Mezolitik döneme ait mağara resmi...39	39
Şekil 1.30: Halatlar ile insanlar tarafından çekilen devasa bir boğa heykeli. 40	40
Şekil 1.31: Antik Mısır dönemine ait bir Mısır mutfak sahnesi.....40	40
Şekil 1.32: Thebes mezarlarında bulunan deriden halat üretimini gösteren tasvir. .41	41
Şekil 1.33: Thebes mezarlarındaki papirüsten halat üretimini gösteren tasvir.....41	41
Şekil 1.34: Açık alanda halat üretimi yapan yer tasviri.....42	42
Şekil 1.35: Geleneksel 3 kollu halat yapım tekniği çizimi. 42	42
Şekil 1.36: H. L. Duhamel du Monceau tarafından çizilmiş halat üretim düzeneği. (a) ip telleri, (b) kızağa sabitlenmiş kanca, (c) dönebilen kancalar ve kolları, (d) süpürgelik, (e) oluklu destek elemanı, (f) kolları döndürenler, (g) bükümü kontrol eden ve düzelten kişiler. 43	43

Şekil 1.37: Halatların “S ve Z” büküm yönü çizimi.	43
Şekil 2.1: Selülozik lifin su ile şişmeden önceki hali (sol) ve şişmiş hali (sağ).	47
Şekil 2.2: Bozulmuş halde olan Lonne Hede yün lifi.	49
Şekil 2.3: Jeanne Elisabeth’in yelkeninde fiziksel nedenlerden kaynaklanan aşınma ve yırtıklar.	51
Şekil 2.4: Çamurlu tortu kaplı halatın <i>insi tu</i> hali.	52
Şekil 2.5: Çamurlu tortu kaplı halat.	52
Şekil 2.6: QAR 345.14 envanter numaralı tekstilin betonlaşmış tortulu hali.	52
Şekil 2.7: Yelkenin demir yüksük kısmında meydana gelen korozyon.	53
Şekil 2.8: Defence batığı demir tuzu tortusuyla kaplı kurşun çantası.	54
Şekil 2.9: QAR 345.14(6) envanter numaralı tekstilin demir temizliği öncesi (sol) ve sonrası (sağ).	54
Şekil 2.10: La Belle batığı katranlı halatlar.	55
Şekil 2.11: La Belle batığı 3100 envanter numaralı katranlı halatı.	55
Şekil 2.12: Lyon Saint-Georges 4 batığının katranlı halatı 3 boyutlu resmi.	55
Şekil 2.13: 3127 envanter nolu halatının hava ile kurutma uygulaması öncesi (sol) ve sonrası hali (sağ).	56
Şekil 2.14: Hava ile kurutma sonrası lifte meydana gelen kırılma ve çatlamanın SEM görüntüsü.	57
Şekil 2.15: Tekstil lifleri üzerindeki tuzların mikroskop ile çekilmiş görüntüsü.	61
Şekil 2.16: Pamuk lifinde meydana gelmiş lokal biyolojik bozulma (sol), mikrobiyal bozulmanın etkisiyle lifte oluşan oyuklar (sağ).	63
Şekil 2.17: Pamuk lifinin üzerindeki mikroorganizmaların SEM görüntüleri.	63
Şekil 2.18: Keten lifinin mikrobiyal bozulmadan önce (sol) ve sonrası (sağ) SEM görüntüleri.	64

Şekil 2.19: Bakteriyel saldırıya uğramış rami lifinin SEM görüntüsü.	64
Şekil 2.20: Mikroskop altında biyolojik bozulmaya uğramış kenevir lifi görüntüsü...	65
Şekil 2.21: Yün lifinin mikroorganizmalardan kaynaklı biyolojik bozulmaya uğramadan önceki hali (sol), bozulmuş hali (sağ).	67
Şekil 2.22: 6263-016 envanter numaralı örneğin SEM görüntüsündeki mikroorganizma ve tuz kristalleri.	68
Şekil 3.1: Kırılgan ıslak tekstile ait örnek bir kaldırma uygulaması.....	70
Şekil 3.2: Polietilen kap (sol), kilitli torba (sağ).	72
Şekil 3.3: Bir halatın kaldırılmadan önceki halinin fotoğrafı.....	74
Şekil 3.4: Mikroskopla incelenen bir tekstil eserin fotoğraf dokümantasyonu.....	75
Şekil 3.5: J. Elisabeth batığından çıkan bir halat parçasının 1/1 ölçekli çizimi.	75
Şekil 3.6: Newport Orta Çağ Batığında bulunan bir halatın 3D görüntüsü.	76
Şekil 3.7: Islak arkeolojik tekstil için oluşturulmuş envanter örneğinin Türkçesi.	78
Şekil 3.8: Islak arkeolojik tekstilin elek desteği ile yıkanıp temizlenmesi.	80
Şekil 3.9: Demir lekeli pamuk tekstillerin temizlik öncesi hali (sol), uygulama sonrası hali (sağ).....	83
Şekil 3.10: Eserin ilk hali (1); 100°C'de ısıtılma aşaması (2); tekstilin açılması sırasında çizimi (3); aseton/ etanol ile temizlenip kurutulmuş hali (4).	86
Şekil 3.11: Bloğun ve kıyafetlerin kazı öncesi (sol) ve sonrası görüntüsü (sağ).	87
Şekil 3.12: Komutana ait bloğun X-ray görüntüsü (cep saati, cep bıçağı, askı tokaları ve düğmeler gibi eserler tanımlanmıştır).	88
Şekil 3.13: Fiberglass ile kalıba sarma.	88
Şekil 3.14: Yün yeleğin açılmış hali.....	89
Şekil 3.15: Daldırma işlemi ile yapılan temizleme işlemi.....	89

Şekil 3.16: Konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) kurşun torbası.	92
Şekil 3.17: Tortu temizliği öncesi ve sonrası kurşun torbası ve ip.	93
Şekil 3.18: Uygulama sonrası kurşun torbası ve ip.	94
Şekil 3.19: Uygulama sonrası kenevir halatlar. Dondurarak kurutulmuş (A), etanol ile kurutulmuş (B), hava ile kurutulmuş (C).	94
Şekil 3.20: Uygulama öncesi (sol) ve sonrası (sağ) 5 numaralı çözelti.	95
Şekil 3.21: Donmuş ip ve ortadaki halat dondurarak kurutma için paketten çıkarılmış hali (sol). Dondurularak kurutulmuş halat (sağ).	97
Şekil 3.22: 1-6 nolu eserlerin ilk hali (sol) ve son hali (sağ).	102
Şekil 3.23: A'dan, F'ye yukarıdan aşağıya eserlerin ilk hali (sol) ve son hali (sağ).	104
Şekil 3.24: Ayakkabının ön ve arka tarafının çizimi (solda). Konservasyon uygulama sonrası ayakkabı (sağda).	105
Şekil 3.25: Temizlik öncesi halat parçası (sol), temizlik sonrası halat parçası (sağ), uygulama sonrası halat parçası (alt).	107
Şekil 3.26: Dondurarak kurutma sonrası dökülmeler ve ufalanmalar.	107
Şekil 3.27: 3127 numaralı çok parçalanmış halatın koruma öncesi durumu.	108
Şekil 3.28: Uygulama öncesi halat örnekleri.	109
Şekil 3.29: PEG emdirme sonrası halat örnekleri.	110
Şekil 3.30: PEG emdirme ve dondurarak kurutma sonrası halat örnekleri.	110
Şekil 3.31: Uygulama öncesi hali (sol); uygulama sonrası hali (sağ).	111
Şekil 3.32: Phanom-Surin halatı, halatın şeması ve şeker hurma lifi.	112
Şekil 3.33: PEG emdirme sonrası lifin kesitinin SEM görüntüsü.	113
Şekil 3.34: Üstte, kaba kenevir lifli halat; altta, üç farklı iple sarılan halat.	114

Şekil 3.35: Aseton uygulaması öncesi Ziploc torbasına sarılmış halatlar.....	118
Şekil 3.36: Kerosen/ CT-32 çözeltisi içine daldırılmış halat temsili: (A) mandallar, (B) Ahşap çubuk, (C) delikli polietilen torba, (D) poşet içinde, silikon emdirilmiş halat, (E) Kerosen/ CT-32 çözeltisi.....	119
Şekil 3.37: Silikon yağı uygulama sonrası Si-1 halatı.	120
Şekil 3.38: Uygulama sonrası pamuk kanvas.....	122
Şekil 3.39: Halatın ilk halinin belgelenmesi (sol); mekanik temizliği (sağ).	123
Şekil 3.40: Emdirme öncesi ip ile sağlamlaştırma (sol); fazla silikon yağının süzdürülmesi (sağ).	123
Şekil 3.41: İlk hali (sol) ve uygulama sonrası hali (sağ).	123
Şekil 3.42: Silikon yağı uygulanmış örneğin SEM görüntüleri.....	124
Şekil 3.43: Uygulama sonrası halatlar; (1-A) su-aseton-su-dondurarak kurutma-E2250, (1-B) su-aseton-hava ile kurutma-E2250, (2-A) su-aseton-su-dondurarak kurutma-E2250, (2-B) su-aseton-hava ile kurutma-E2250, (2-C) su-hava ile kurutma-E2250.....	126
Şekil 3.44: Trehaloz uygulaması öncesi (sol) ve sonrası (sağ) SEM görüntüsü....	128
Şekil 3.45: Parçaları bir araya getirilmiş tekstil.	130
Şekil 3.46: Aslan ve ördek gibi şekiller.	130
Şekil 3.47: İlk hali (sol); hava ile kurutma sonrası hali (sağ).	131
Şekil 3.48: Hava ile kurutma sonrası liflerin SEM görüntüsü.....	131
Şekil 3.49: İpek çantanın ilk hali görüntüsü (a) ve ilk halinin x ray görüntüsü (b), uygulama sonrası hali (c) ve uygulama sonrası x ray görüntüsü (d).....	132
Şekil 3.50: İlk hali (sol); blok dondurarak kurutma sonrası hali (sağ).	134
Şekil 3.51: Kurutulmuş ipek ve yün tekstilin temizleme ve incelenme çalışmaları.	135
Şekil 3.52: Temizlik ve uygulamadan sonra.	135

Şekil 3.53: Çözücü ve hava ile kurutma öncesi (sol); Uygulama sonrası halat parçaları (sağ).	136
Şekil 4.1: Vasa yelkeninin müzedeki sergilenme şekli.	147
Şekil 4.2: Vasa yelkeninin yakın plan çekimi.	148
Şekil 4.3: Llangorse tekstilinin Cardiff Ulusal Müzesindeki sergilenme şekli.	148
Şekil 4.4: Pruva bölümünde bulunan halat ve iskeletin <i>in situ</i> hali.	149
Şekil 4.5: La Belle batığının pruva bölümünde bulunan halat ve iskeletin müzedeki sergilenme şekli.	149
Şekil 4.6: İpek elbisenin görünümü.	150
Şekil 4.7: İpek elbisenin dokunmatik dijital ekranda sergilenmesi.	151
Şekil 4.8: Kaap Skil Müzesi'ndeki ıslak arkeolojik halatların sergilenmesi.	151
Şekil 4.9: Mary Rose Müzesindeki iki boyutlu tekstilin (1) ve üç boyutlu tekstilin (2) sergilenme şekli.	152
Şekil 4.10: Kolaylıkla görülebilen ve etiketi okunabilen paketleme sistemi.	153
Şekil 4.11: Eserin şekline göre kesilmiş gömmeli sisteme örnek.	155
Şekil 4.12: Arkeolojik Tekstil Parçaları için paketleme sistemi örneği.	156

SEMBOLLER LİSTESİ

%	: Yüzde.
µm	: Mikrometre.
cm	: Santimetre.
Denye	: 9000 metre uzunluğundaki tekstilin gram cinsinden ağırlık değeri.
dtex	: 10000 metre uzunluğundaki tekstilin gram cinsinden ağırlık değeri.
g/ gr	: Gram.
g/cm³	: Yoğunluk birimi.
g/mol	: Molekül kütlesi.
inç	: Uzunluğu 2,54 cm olan İngiliz uzunluk ölçü birimi.
Kg/m	: Kilogram/metre.
kgf	: Kilogram kuvveti.
m	: Metre.
mbar	: Milibar.
Mm	: Milimetre.
N	: Newton/Kuvvet birimi.
nm	: Nanometre.
°	: Derece.
Pa	: Basınç birimi.
pH	: Bir çözeltideki proton H ⁺ etkinliğinin eksi logaritmasıdır.

tex : 1000 metre uzunluğundaki tekstilin gram cinsinden ağırlık değeri.

Torr : 1 mm yüksekliğindeki cıvanın basıncı.



KISALTMALAR LİSTESİ

B. mori	: Bombyx mori.
bkz	: Bakınız.
CMC	: Carboxymethyl cellulose/Karboksimetil selüloz.
CST	: Centistoke/Santistok.
DBDTA	: Dibutyltin diacetate/Dibütiltin diasetat.
Ed.	: Editör.
EHEC	: Ethyl Hydroxy-Ethyl Cellulose/Etil hidroksietil selüloz.
ETDA	: Ethylenediaminetetraacetic acid/Etilen Diamin Tetra Asetik Asit.
HEC	: Hydroxyethyl cellulose/Hidroksietil selüloz.
HPC	: Hydroxypropyl cellulose/Hidroksipropil selüloz.
HPMC	: Hydroxypropyl methylcellulose/Hidroksipropil metil selüloz.
MS	: Milattan Sonra.
MTMS	: Methyltrimethoxysilane/Metiltrimetoksisilan.
PAN	: Polyacrylonitrile/Poliakrilonitril.
PD	: Polimerizasyon derecesi.
PEG	: Polyethylene glycol/Polietilen glikol.
PET	: Poliester/Polyester.
PVA	: Polyvinyl acetate/Polivinil asetat.
PVB	: Polyvinyl butyral/Polivinil bütiral.
Örn.	: Örneğin.

GC	: Gas chromatography/ Gaz kromatografisi.
MS	: Mass spectroscopy/ K�tle spektroskopisi.
FTIR	: Fourier-transform infrared spectroscopy/Fourier d�n����ml� kızıll�tesi spektrometresi.
SEM-EDX	: Scanning electron microscope-Energy dispersive spectrometry/ Taramalı elektron mikroskobu-Enerji dağılımı spektrometresi.
AMS	: Accelerator mass spectrometry/ Hızlandırıcı k�tle spektrometrisi.
PVC	: Polyvinyl Chlorid/Polivinilklorür.
PVOH	: Polyvinyl Alcohol/Polivinil Alkol.
PVP	: Polyvinylpyrrolidone/Polivinilpirolidon.
Rh	: Bağıl nem.
s	: Sayfa/sayfalar.
SEM	: Scanning Electron Microscope/Taramalı Elektron Mikroskobu.
TEOS	: Tetraethyl orthosilicate/Tetraetil ortosilikat.
UV	: Ultraviyole.
v.d.	: Ve diğerleri.
�-d	: Beta d.

GİRİŞ

Tekstil, çağlar boyunca insanların yaşamında önemli bir yer bulmuştur. İnsanlar ilk olarak kendilerini soğuktan ya da sıcaktan koruyabilmek, vücutlarını örtmek için hayvanların postlarından yararlanmayı, bitki liflerini işleyip ip yapmayı öğrendikten sonra basit olarak yaptıkları dokumaları zamanla geliştirip hayatlarının her alanına hitap edebilecek özellikte tekstil malzemelerini üretmeye başlamışlardır. Arkeolojik kazılardan çıkarılan tekstil eserler, geçmişle ilgili birçok bilgiyi barındıran değerli buluntulardır. Organik malzemelerden meydana gelen tekstil eserler, hızlı bozulmaya uğrar. Bu organik tekstil malzemeler, sadece çok kuru iklim, çok soğuk iklim, tuz madenleri ve sualtı koşulları altında belli bir korunma düzeyi ile günümüze ulaşabilmektedir.

Sualtı koşullarına uzun yıllar boyunca maruz kalan organik eserler, tamamen yok olmadan belli bir korunmuşluk durumunda günümüze ulaşmıştır. Sualtı koşullarından çıkarılan eserler genellikle yapısal olarak durağan değildir ve koruma uygulamaları bu yapının durumunu stabil hale getirme amacı taşımaktadır. Ancak ıslak arkeolojik tekstil eser korunması, kazıda arkeologlar için müzede veya laboratuvarında konservatörler için birçok sorun oluşturmaktadır. Özellikle uygulama alanındaki tecrübe ve bilgi eksikliği bu problemleri arttırmaktadır.

Ülkemizde ıslak arkeolojik tekstillerin korunması ile ilgili yapılmış çalışmaların azlığı nedeniyle bu tez çalışmasının içeriğinin ileride yapılacak çalışmalara faydalı olması amaçlanmıştır. Bu tezin kapsamı, ıslak arkeolojik tekstil eserlerin konservasyon uygulamalarıdır. Konservasyonun en önemli aşamasından biri eserin yapıldığı malzemenin doğasını bilmektir. Bu kapsamda ilk bölümde tekstilin tanımı, hammaddeleri ve liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerini tanımlayıp, arkeolojik tekstillerin sınıflandırılması ve tekstilin ilk üretim yöntemlerinin teknolojik olarak gelişiminden bahsedilmiştir. Tezin ikinci bölümünde ise ıslak arkeolojik tekstillerde sualtı koşullarında meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalar ile tekstil hammaddeleri olan selülozik lifler ve protein liflerin bozulması araştırılarak verilmiştir. Üçüncü bölümde, yapısal olarak durağan olmayan ıslak arkeolojik tekstillerin yapılan koruma uygulamalarının nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Islak arkeolojik tekstil eserlerin konservasyonu hakkında literatür taraması yapılarak birçok vaka örnek olarak verilmiştir. Tezin dördüncü bölümünde ise ıslak arkeolojik tekstillerde önleyici koruma ve sergileme örnekleri ele alınmıştır. Önleyici koruma kapsamında,

konservasyonu tamamlanmış ıslak arkeolojik tekstillerin depo, sergi ve müze ortamlarında hangi şartlar altında bulundurulması gerektiği ve ıslak tekstillerin paketlenme yöntemlerinin nasıl olması gerektiği anlatılmıştır. Dünyadaki farklı müzelerde bulunan bazı ıslak arkeolojik tekstil eserlerin sergilenmesi örnekleri fotoğraflarla belirtilmiştir.



BİRİNCİ BÖLÜM

TEKSTİLİN TANIMLANMASI VE TARİHSEL GELİŞİMİ

1.1. Tekstil ve Liflerinin Özellikleri

Tekstil, terim olarak Latince kökenli “dokumak” anlamına gelen *textere* sözcüğünden türemiştir. En basit tanımıyla tekstil, dokuma işlemi ile üretilmiş malzemedir. Doğal ve yapay lifler olmak üzere ikiye ayrılır (Bittner, 2004: 2).

Tekstilin hammaddesi liftir. Lif kelimesinin çoğulu olarak elyaf kullanılır ve esneme, bükülebilme, kopmaya karşı direnç, birbiri üzerine yapışma özellikli ve çeşitli boyutlarda bulunan materyallerdir. Tekstil ise genel olarak bu hammaddelerin elde edilmesinden kumaş veya benzeri materyal haline gelmesine kadar olan aşamalarla ilgili bir terimdir (Yıldız, 2015: 3).

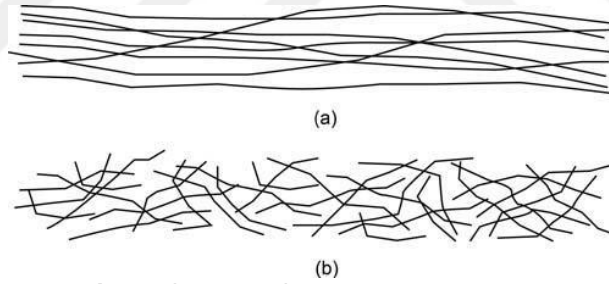
Tekstil liflerinin bileşenleri koruma çalışmalarında birincil öneme sahiptir. Liflerin kimyasal ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi, önleyici koruma ya da iyileştirici koruma uygulamalarında uygun yöntemin ve işlemlerin formüle edilmesi ve gerçekleştirilmesi için bir ön koşuldur. Liflerin özelliklerini anlamak için kimyasını bilmek gerekir; çünkü liflerin özellikleri kimyasal bileşimlerine bağlıdır (Balazsy, Eastop, 1998: 3; Garside, Wyeth, 2003: 269). Lifler kimyasal yapı, kesit şekli, yüzey dağılımı, renk, uzunluk ve genişlik bakımından birbirlerinden farklıdır. Tekstil liflerinin çapı küçüktür, genellikle 0,0004 ila 0,002 inç veya 11–51 mikrometre (μm) arasındadır (Houck, 2009: 9).

Lifin uzunluğu, inceliği, parlaklığı, eğirme yeteneği, mukavemeti, uzama ve esnekliği, ısıdan etkilenme özelliği, nem ve su çekme özelliği, kıvrım ve büküm özelliği, ışıktan etkilenme özelliği, biyolojik özelliği, küflenme özelliği, kimyasallardan etkilenme özelliği ve elektriksel özelliği liflerin fiziksel özellikleridir. Lifler uzunluk özellikleri bakımından “stapel ve filament” olarak ikiye ayrılırlar (Şekil 1.1). Kesikli elyaf olarak da isimlendirilen stapel lifleri tipik olarak 3,75 ile 20 cm (1,5-8 inç) uzunluğundadır (Houck, 2009: 9). Liflin enine kesitinin büyüklüğü incelik olarak belirtilir. Bir lifin inceliği, çeşitli birimlerde ifade edilen birim uzunluğu başına boyutu, çapı, doğrusal yoğunluğu veya ağırlığının göreceli bir ölçüsüdür (Murthy, 2016: 6). Liflerin inceliği bir birim uzunluğun ağırlığıyla (tex, Tt, denye, Td) ya da birim ağırlıktaki liflerin uzunluğuyla (numerus metricus, Nm) karakterize edilebilir (Balazsy, Eastop,

1998: 13). Lifin parlaklığı ile üzerine düşen ışığı yansıtması arasında doğru orantı vardır. Daha az parlak görünümlü olan pamuk ve yün, gelen ışığı saçarak yansıtırlar. Gelen ışığı düzgün yansıtıkları için keten ve ipek parlak görünümlüdür. Teorik olarak enine kesiti dairesel olanlar daha az parlak, enine kesiti oval, fasulye veya üçgen biçiminde olan yapay lifler daha parlaktırlar (Başer, 2002: 13-14). Eğirme yeteneği, liflerin iplik haline gelebilmesi için önemli bir özelliktir. Genellikle liflerin bükülme sırasında birbirine tutunmasını ve sonrasında kütle halindeyken birleşik durumda bulunmasını sağlar (Yıldız, 2015: 16). Herhangi bir malzemenin mukavemeti kopma sırasında desteklediği yükten türetilir. Normalde bir tekstil lifinin mukavemeti, lifin üzerine yüklenen kuvvet ile gerilimi olarak ölçülür; yani kuvvete karşı gösterdiği dirence lifin çekme mukavemeti olarak adlandırılır (Murthy, 2016: 6). Lifler dış kuvvetle gerildiğinde stres konsantrasyonu alanları büyür. Stres-gerilim, liflerin kısa süreli mekanik özelliklerini (uzaman ve esneklik) etkileyen ana faktördür (Rios-Soberanis, 2020: 303). Bir lif az miktarda gerilmeye maruz kalırsa neredeyse mükemmel esneklik özelliği gösterebilir. Yani serbest bırakıldığında orijinal boyutuna geri döner. Ancak uygulanan gerilme kuvvetine daha fazla maruz kalırsa bu sefer kalıcı deformasyonlar meydana gelir ve serbest bırakıldığında lif uzar veya kopar (Cook, 2001: xxi). Sıcaklık pamuk için 150 °C, yün için 130 °C ve ipek için 170 °C'den fazla olunca, tekstil elyafları ya erir ya da bozulmaya başlar. Sıcaklık belirli bir sevide fiziksel olarak etkiler ancak seviye arttıkça kimyasal etkiye neden olarak yanma meydana gelir. Doğal lifler genellikle ısı ile ayrışır (Mather, Wardman, 2015: 21). Çoğu lif, atmosferle temas ettiğinde nemi emme eğilimindedir. Elyafın kimyasal ve fiziksel yapısına ve özelliklerine, çevrenin sıcaklığına ve nemine bağlı olarak emilen nem miktarı farklılık gösterir. Liflerin gerilme özelliklerinin yanı sıra boyutsal özelliklerinin nemden etkilendiği bilinmektedir (Needles, 1986: 7). Liflerde kıvrım ve büküm olması özelliği sayesinde liflerin arasındaki kalan durgun hava ile lifler iyi bir yalıtım maddesi oluştururlar. Bu özellik liflerde kohezyon yeteneğinin artmasına yani liflerin birbirini çekip, keçeleşme özelliği kazanmasına neden olur (Özkan, 2018: 8). Işık, organik bileşime sahip olan lifler üzerinde uzun zaman içinde etkiler meydana getirir. Özellikle güneş ışığı güçlü radyasyon etkisi sebebiyle liflere çok zarar verir. Güneş ışınlarının etkisiyle liflerin bazıları hızlı ayrışıp, bozulacak ve gerilme mukavemetini kaybedip, renk değişimine sebep olacaktır (Cook, 2001: xxiv). Biyolojik özellikler birçok yönden oluşur: mikroorganizmalar ve böcek saldırılarına direnç, biyo uyumluluk ve hatta kontrollü olarak “degradasyon” olarak adlandırılan moleküler ağırlığının azalması ya

da kütle kaybı olarak bozulmaya uğramasıdır (Mather, Wardman, 2015: 21). Tekstil lifi nemli ve karanlık yerlerde küften etkilenirler. Küf kumaşı lekeler, bozar ve üzerinde küf kokusu bırakır. Pamuk, keten ve rayonlar küflenmeye eğilimlidirler. Bunlar dışındaki türler ise küfe karşı dayanıklıdır. İpek ise karanlık ve nemli yerlerde bozulur (Başer, 1983: 14). Kimyasal reaktifler olan asit ve baz lifin polimer yapısından dolayı etki ederler. Asitler, selülozik lifleri parçalayıp zarar verirken, protein lifleri asitlere karşı daha dayanıklıdır. Öte yandan alkaliler, ipek ve yün gibi protein liflerini parçalayabilir ve onlara zarar verebilir, ancak doğal selülozik liflere daha az zarar verir ve hatta bazı durumlarda, pamukta olduğu gibi mukavemetlerini ve görünümünü iyileştirmek için kullanılabilir. Liflerin elektrik yükünü taşıma veya aktarma özelliği yalıtım amaçlı kullanılan tekstillerde önemlidir. Düşük iletkenliğe sahip lifler statik elektrik üretme ve saklama eğilimindedirler. Nem emme özelliği yüksek olan lifler statik elektriği daha az üretir ancak elektriği iyi iletir ve dağılmasına izin verir. Aynı zamanda sıcaklık elektriksel iletkenliğe de etki eder (Sinclair, 2015: 20-22).

Şekil 1.1: Şematik olarak (a) filament ve (b) stapel liflerin görünümü.



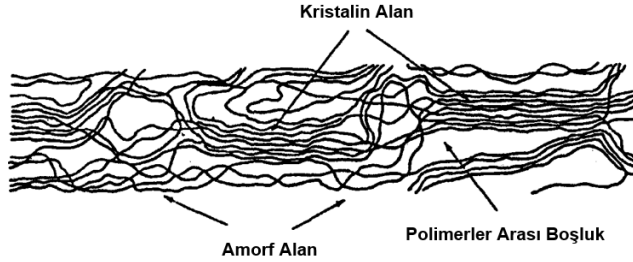
Kaynak: Mather, Wardman, 2015: 8.

Kimyasal olarak hem doğal hem de insan yapımı (asbest, cam ve metal lifler hariç) lifler, küçük tekrar eden birimlerden (monomerler) oluşan polimerlerdir. Lif polimerleri organik esaslı olması nedeniyle ana bileşen atomları karbon ve hidrojenidir. Bu organik bileşiklerde atomlar arasındaki kimyasal bağlar tipik olarak kovalent bağlardır. Liflerin kohezyonu (birleşmesi, bağlanması) sağlar. Ancak liflerin atomları arasındaki bağlar sadece kovalent bağlardan oluşmamıştır aynı zamanda moleküller içi ve moleküller arası ikincil diye tabir edilen fiziksel bağlarla da sağlanır. Bunlardan Van der Waals ikinci kuvveti, genellikle dispersiyon bağları olarak adlandırılır ve molekülleri bir arada tutan fiziksel bir bağdır. Bir diğer ikincil bağ olan Dipol İkinci Kuvveti ise polar moleküller arasında oluşan ve elektrostatik çekim kuvvetine dayanan fiziksel bağlardır. Üçüncü olarak Hidrojen Bağları, selülozik ve protein liflerinin

zincirleri arasındaki kohezyonu sağlar. Yani moleküller arası birleştirici, yapıştırıcı özellik sağlar. Birincil kimyasal bağlar olan kovalent ve iyonik bağlar ikincil bağlardan daha güçlüdür (Balazsy, Eastop, 1998: 3-10).

Lifler kristalin ve amorf bölgelerden oluşmaktadır (Şekil 1.2). Molekül zincirinde bulunan yan dallar ve bunların ebatları kristalin ve amorf bölgelerin varlığını belirler. Kristalin yapı, yan dalların olmadığı bir molekül zincirinde yakın dizilimlerin meydana gelmesi sonucu oluşur. Amorf bir yapı ise kristalin yapının tam tersi olarak yan dalların çokluğu ile polimer zincirinde yakın dizilim olmamasından ibaret olur (Özkan, 2018: 10-11). Amorf ve kristalin bölgelerinin varlığı, molekülleri birbirine bağlayan yan zincirlerin boyutu ve sayısı ile mekanik dayanıklılık, su emme ve esneklik gibi özelliklerini etkiler (Landi, 1998: 8). Amorf özelliğe sahip lifler: emicilik özellikleri daha fazladır, daha dayanıksızdırlar, kimyasal reaktiflerden daha kolay ve fazla etkilenirler, daha kolay boyanırlar, yumuşak bir dokuya ve plastiklik ve bükülmesi kolay bir yapıya sahipler. Kristalin özelliğe sahip lifler: daha az emici, daha dayanıklı, kimyasal reaktiflerden zor etkilenirler, daha zor boyanırlar, daha sert bir dokuya ve plastiklik ve bükülmesi zor bir yapıya sahipler (Özkan, 2018: 11).

Şekil 1.2: Lif içinde polimer molekül zincirlerinin düzeni.



Kaynak: Başer, 2002: 8.

Liflerdeki kristalin bölgelerin oluşturduğu farklı yönlerde yönelip uçlarında saçaklanmış bölgeler oluşturduğu bilinir ve bunlara “misel” adı verilir. Fibril, lif boyunca uzanan ve lif eksenine belli bir açıda birbirine paralel olarak yönelmiş kristalin bölgeler ile bunları birbirinden ayıran amorf bölgelere denir. Fibriler yapı, doğal liflerde görülürken, saçaklı misel yapısı insan yapımı liflerde görülür (Başer, 2002: 11).

Kristalin/amorf bölge oranı (yani kristalin bölgelerin amorf bölgelere oranı), her bir lif için karakteristik özellik gösterir. Liflerin yapısında bozulmada en büyük rol sahibi kristalin/amorf bölgelere oranıdır. Yani aynı koşullar altında bulunun kristalin bölge

oranı fazla olan tekstil liflerinin az olan liflere göre uzun yaşama oranı artar. Liflerin mekanik özellikleri, bir polimer molekülünü oluşturan ortalama birim sayısı olan polimerizasyon derecesine (PD) bağlıdır. Uzun polimer zincirli lifler kısa olanlara göre daha dayanıklıdır. Liflerde yaşlanma ve kimyasal işlemler sonucu PD azalır ve mukavemet kaybı olur (Balazsy, Eastop, 1998: 9-11).

1.2. Arkeolojik Tekstil Liflerinin Sınıflandırılması

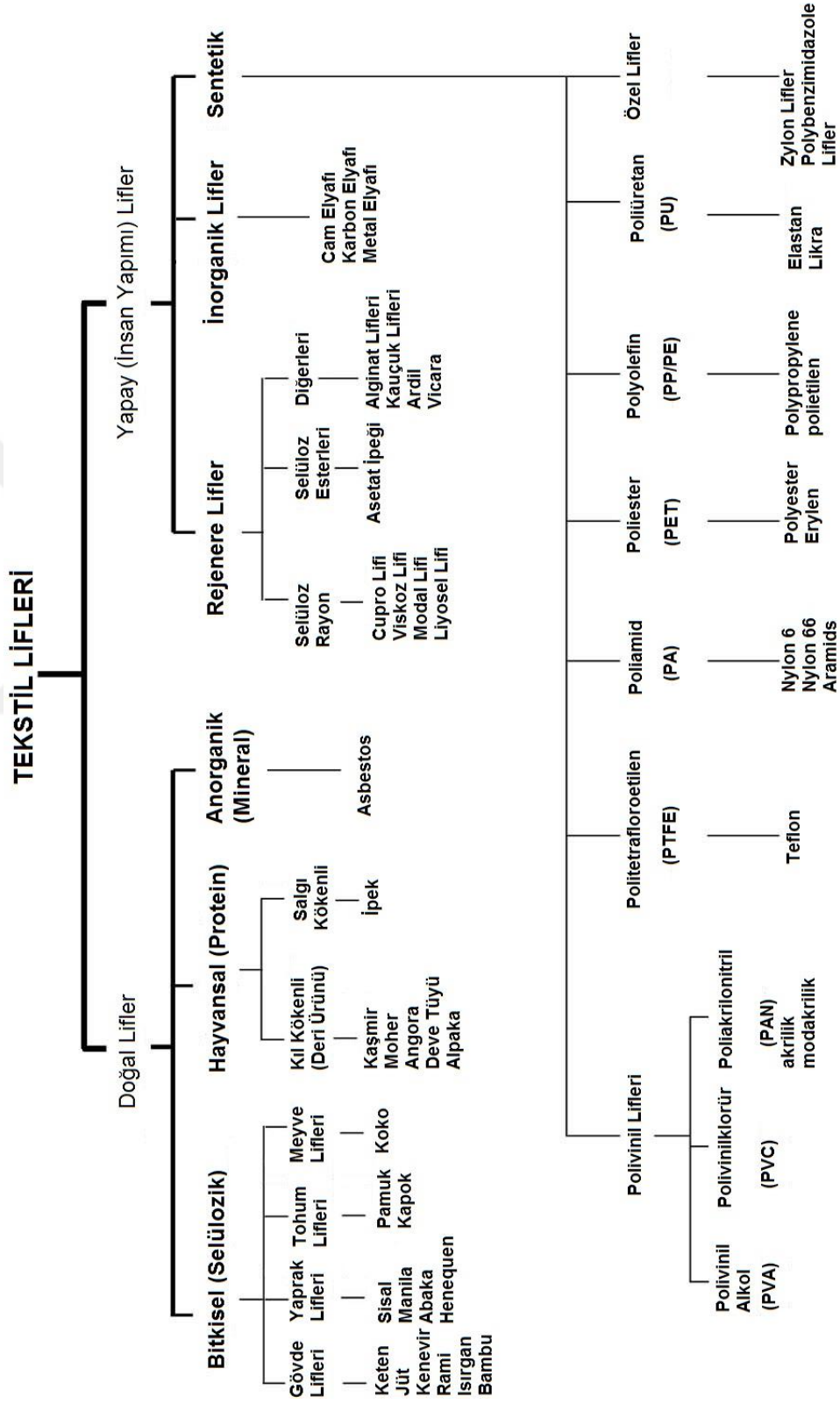
Arkeolojik buluntular tarihe ışık tutan birincil kaynak bilgileri sağlar. Arkeolojik tekstiller, buluntular içerisinde bilgiyi açığa çıkarma ve teşhis malzemesi olarak çok değerli olarak tanımlanmıştır. (Brooks v.d., 1996: 17). Arkeolojik tekstiller kazılarda pek karşılaşılan buluntular olmamakla birlikte özellikle tarih öncesine dayanan tekstiller, nadir buluntu sınıfına girmektedir. Bitkisel ve hayvansal kökenli lifler, organik yapıda malzeme olmaları nedeniyle arkeolojik ortamdaki koşullarda hızlı ayrışmaya maruz kalırlar ve mikroorganizmalar tarafından yok edilirler. Ancak birçok arkeolojik tekstil buluntuları olağan dışı ortam koşullarında hayatta kalabilmiş ve günümüze ulaşmıştır. Bu ortamların koruma etkileri selülozik ve protein esaslı liflerin doğal bir şekilde kalmasında farklı etkiler gösterir. Mısır, Suriye gibi yerlerdeki kuru iklimler tekstilleri kuruma yoluyla korumuştur. Avusturya tuz madenleri ve Çin'deki Tarım çölü buluntuları tuz ile korunmuştur. Islak tekstil eserler, sualtı koşulları sayesinde dünyada birçok yerde korunmuş olarak ele geçmiştir (Strand v.d., 2010: 151-152). Kanada sınırlarında bulunan Beechey Adası'nda yapılan kazılar sonucu buz altında bulunan Torrington'un mezarı keşfedilmiştir. Mezarda bulunan tabutun dışında (bozulmuş halde) ve içinde (iyi korunmuş) donmuş halde yün, keten ve pamuktan üretilmiş tekstil eserler bulunmuştur (Kerr, Schweger, 1989: 30-35). Danimarka'daki Turba bataklık yataklarında tarih öncesi döneme ait ceset ve tekstil eserler bulunmuştur. Özellikle protein esaslı malzemelerin korunduğu Jutland yarımadasında, yün ve hayvan dokumaları neredeyse bozulmadan korunmuş olarak ele geçmiştir (Mannering v.d., 2010: 261).

Tekstil lifleri sınıflandırılırken doğal ve yapay lifler olarak iki ana gruba ayrılır (Şekil 1.3). Islak tekstil buluntuları doğal lifler sınıfında olduğu bilinmektedir. Buluntuların durumu her zaman lifin hammaddesinin analizi için yeterince korunmuş olamamaktadır. Bitkisel lifler sınıfındaki buluntuların daha çok keten, kenevir, jüt, hurma lifi, pamuk, sisal, manila, hint keneviri, rami gibi liflerden üretildiği bilinmektedir (Morris, Seifert, 1978: 37; Mccaskill, 2009: 50-51; Jenssen, 1987: 142-145; Godfrey,

Smith, 1990: 93; Mahapol, 2019: 1-3; Smith, 2003: 91). Ancak kimi zaman bitkisel liflerin hammaddesi tam olarak tespit edilemediğinden bazı yayınlarda sadece selülozik lif, gövde lifi ya da tohum lifi olarak belirtilmiştir. Hayvansal lifler sınıfının içinde tespit edilen buluntuların daha çok ipek, yün, keçi kılı gibi kıl kökenli ve salgı kökenli liflerden üretildiği tespit edilmiştir (Rivera v.d., 2012: 518; Mumford, 2002: 473-474; Muncher, 1991: 347; Surowiec, Quye, Trojanowicz, 2006).



Şekil 1.3: Tekstil liflerinin sınıflandırılması.



Kaynak: Mather, Wardman, 2015: 3.

1.2.1. Bitkisel (Selülozik) Lifler

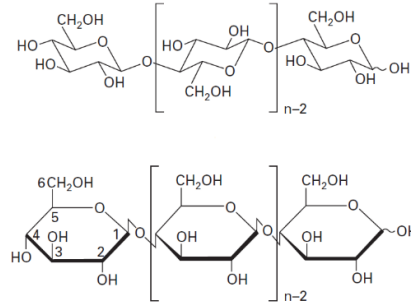
Bitkilerin yapıtaşı selülozdur. Yapıtaşı selüloz olan bitkisel liflere “selülozik lifler” de denilir. Bu lifler doğrudan bitkilerden elde edilir ve tekstil için hammadde olarak kullanılır. Bazı bitkilerin içerisinde barındırdığı hemiselüloz ve ligninler de liflerin özelliklerini etkiler. Bitki üzerindeki yerlerine göre bir sınıflandırma yapılır.

- i. Bitki tohumundan elde edilen; pamuk ve kapok.
- ii. Bitki gövdesinden elde edilen; keten, kenevir, jüt, rami, ısırgan, bambu.
- iii. Bitki yaprağından elde edilen; sisal, manila, abaka, henequen.
- iv. Bitki meyvesinden elde edilen; koko lifi.

Pamuk, yün, keten ve ipek en önemli doğal tekstil lifleridir, bunu jüt ve kenaf gibi lifler izlemektedir. Doğal liflerin uzunluğu ve diğer özellikleri değişir. Homojen değildirler ve orijinal kaynaklarından istenmeyen kirlilikler içerirler (Hari, 2020: 3).

Bitkisel liflerin yapıtaşını oluşturan selüloz, doğada saf halde bulunmaz: kimyasal formülü Şekil 1.4'te görüldüğü gibi $(C_6H_{10}O_5)_n$ 'dir. Formüldeki (n) sayısı bitkinin türüne göre 200 ile 3000 arasında değişkenlik gösterir (Özkan, 2018: 15). Selüloz bir karbonhidrat grubundadır, doğal bir polimerdir; β -D- glikozun çok sayıda bir araya gelmesiyle meydana gelmiş bir polisakkarittir (Balazsy, Eastop, 1998: 19). Polimerizasyon derecesi 10000 civarındadır. Her yinelenen birim üç hidroksil grubu içermektedir (Messiry, 2017: 41). Selüloz, hücreler içindeki enzim komplekslerindeki glikozdan sentezlenir (McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 36).

Şekil 1.4: Selülozun kimyasal formülü.



Kaynak: Ciechanska, Wesolowska, Wawro, 2009: 4.

Su molekülünde bulunan oksijen atomları, selülozun alkol grupları ile hidrojen köprüleri meydana getirir. Bunun sonucunda su ile ıslanmış bir selülozik materyal, su moleküllerini hidrojen köprüleri yardımıyla üzerine bağlar. Su molekülleri polimer zincirlerin arasına girer ve zincirlerin arasını açar. Su ile şişen selülozik malzemeye kimyasal ve biyolojik ajanlar daha kolay ulaşabilir ve bunun sonucunda selülozun bozulması nemli ve ıslak koşullarda hızlanır (Başer, 2002: 31).

Selüloz polimerinde çözücüler, çözücünün türüne, miktarına ve selülozun durumuna bağlı olarak şişme veya çözünme meydana getirebilir. Güçlü bazların ve asitlerin solüsyonları ve belirli tuzların konsantre solüsyonları farklı derecelerde şişmeye neden olabilir. Alkali metal hidroksit çözeltileri (örn. sodyum hidroksit), doğal selülozu çözmez. Selüloz, fotokimyasal bir reaksiyonla ışıktan ve havadaki oksijenle yükseltgenerek oksiselüloz oluşturur. Bunun sonucunda renk, polarite, çözünürlük ve selülozun suya absorpsiyon-desorpsiyon özelliklerinde değişikliklere neden olur.

Hemiselüloz, üç açıdan selülozdan farklıdır: birkaç farklı şeker birimi içerir, yan gruplar içeren zincir dallanması sergiler, polimerizasyon derecesi 50-300 civarındadır. Hemiselüloz çok hidrofiliktir, alkali içinde çözünür ve asitlerde kolayca hidrolize olur.

Lignin, hem alifatik hem de aromatik bileşenleri olan karmaşık bir hidrokarbon polimeridir. Çoğu çözücüde tamamen çözünmezler ve monomerik birimlere bölünemezler. Bitkilere sertlik veren bileşiktir. Doğal liflerdeki lignin yüzdesi, keten ve koko için sırasıyla %2 ila 40 arasındadır. Pektin ise bitkilere esneklik sağlar. Lifteki pektin yüzdesi rami ve abaka için sırasıyla %0,3 ve 3 arasındadır (Messiry, 2017: 42).

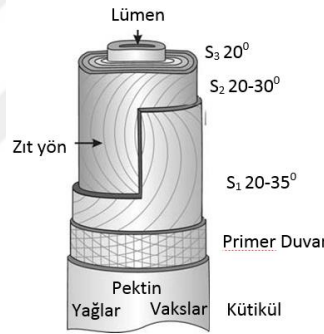
1.2.1.1. Pamuk

İnsan, lif ve tekstil üçlüsünün tarihsel etkileşimi karmaşık bir yapıdadır. İnsan keten ve pamuk gibi selüloz esaslı bitkilerden iplik ve daha sonra kumaş üretme kabiliyetini geliştirdi (Brown, Cox, 2017: xi). Arkeologlar, İndus Nehri kıyısında MÖ 3000 yılına ait bir Hint mezarında pamuklu materyal bulunmasıyla pamuğun kullanımının çok eski zamanlara ulaştığını ileri sürüyor (Parthasarathi, Riello, 2009: 2; Büken, 2005: 68).

Pamuk lifinin yapısına bakıldığında katmanlardan oluştuğu görülmektedir (Şekil 1.5). Birincil duvar ve ikincil duvar olmak üzere iki ana yapısal unsur vardır. Bu yapılar lifin eksenine göre eş merkezli olarak düzenlenmişlerdir. Lif hücresinin içi

protoplasma sıvısıyla doludur ve ince duvarlıdır. Lifi en dış kısmında yağ ve vakslardan oluşan ince bir kütikül tabakası vardır. Kütikül tabakasının altında selüloz esaslı fibrillerden oluşan ve 200 nm kalınlığında bir primer duvar bulunur. Primer duvardaki fibriller eksene 70° açıyla sarmal olarak düzenlenmişlerdir. Primer duvardan sonra üç katman daha vardır. Bu katmanlar selülozdan oluşmuş sekonder hücre duvarlarıdır ve S_1 , S_2 , S_3 olarak isimlendirilirler. Sarmal olarak düzenlenen bu tabakalardaki fibriller, S_1 için $20-35^{\circ}$ 'lik açıyla, S_2 için $20-30^{\circ}$ 'lik açıyla ve S_3 için 20° 'lik açıyla bulunurlar. İkinci bölgedeki fibriller birinci ile ters yönde yerleşim gösterir. Lifi üçüncü bölgesi olarak belirlenen yerde protoplasma kalıntıları olan bir lümen vardır. Lümen, içi protoplasma sıvısı ile dolu olan kanalın çevrelendiği kanaldır. Bu sıvı içerisinde protein, şekerler ve mineraller bulunur (Başer, 2002: 38-39; Murthy, 2016: 146).

Şekil 1.5: Pamuk lif yapısının temsili şekli.



Kaynak: Gordon, 2009: 244.

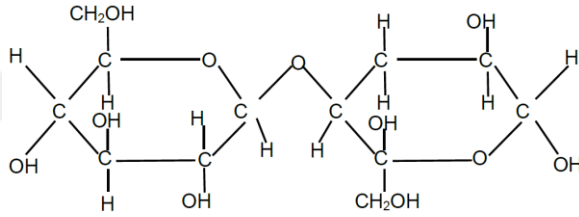
Tablo 1.2'de pamuğun kimyasal yapısı ve şekil 1.6'da kimyasal formülü görülmektedir. Pamuk liflerinin inceliği 1 ila 4 dtex arasında değişir ve uzunlukları 10-60 mm arasında değişir. Pamuk lifi uzunlukları çoğunlukla 25 ila 30 mm arasındadır (Gries, Veit, Wulfhorst, 2015: 36). Mikroskop altında kendi çevresinde helezonik şekilde kıvrılmış olduğu görülür ve kesiti oval şeklindedir (Şekil 1.7). Pamuğun tipi, çevre, toprak ve iklim koşullarından kaynaklı pamuğun rengi beyazdan taba rengine kadar farklılık gösterdiği gibi ayrıca lif içindeki protein ve mineral miktarına da etki eder. Pamuğun yoğunluğu $1,52 \text{ g/cm}^3$ tür (Özkan, 2018: 19-21).

Tablo 1.1: Pamuk lifinin kimyasal yapısı.

Madde	% Miktarı
Selüloz	%88-96
Pektin	%0,7-1,2
Mumlu yapılar (Vaks)	%0,4-1,0
Proteinler	%1,1-1,9
Diğer Organik maddeler	%0,5-1,0
Kül	%0,7-1,6

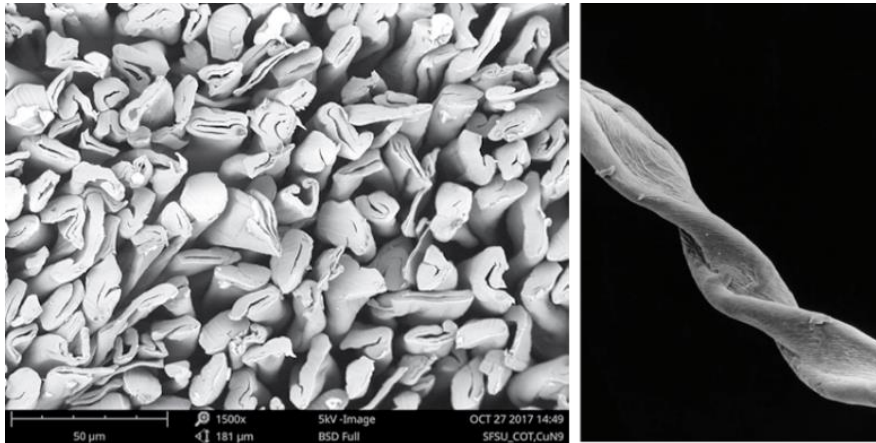
Kaynak: Mather, Wardman, 2015: 29.

Şekil 1.6: Pamuk lifinin kimyasal formülü.



Kaynak: Mather, Wardman, 2015: 30.

Şekil 1.7: Pamuk lifinin enine (sol) ve boyuna (sağ) SEM görüntüsü.



Kaynak: Markova, 2019: 4.

Pamuk lifi hidrofilik ve gözeneklidir; suya daldırıldığında şişme meydana gelir ve iç tarafındaki gözenekleri suyla dolar (Hari, 2020: 4). Nemi hızlı emer ve çabuk

kurur, iyi mukavemet ve dirence sahiptir (Textile Handbook, 2001: 1-4). Pamuğun ana bileşeni olan selüloz suda çözünmez ancak, suyu bağlayabilir. Bu özellik, elyafın üzerine veya içine sulu çözeltiler yardımıyla kimyasalların tutturulması için kullanılır (Gries, Veit, Wulfhorst, 2015: 36).

Pamuk güneş ışığına maruz kaldığında kademeli bir güç kaybı olur ve elyaf sararır. Pamuk, sıcak seyreltik veya soğuk konsantre asitlerle tepkimeye girince bozulmaya uğrar. Alkalilere karşı mükemmel bir dirence sahiptir. Yakıldığında siyah, bir kül bırakır ve yanık kâğıt kokusu yayar etrafa (Cook, 2001: 69-70). Küf ve bakteri gibi mantarlardan zarar görür. Pamukta oluşan küf, kötü koku ortaya çıkarır ve pamuğun çürüyüp bozulmasına neden olur. Pamuğa, güveler ve böcekler saldırıp zarar vermez (Murthy, 2016: 171).

Pamuk, ıslak arkeolojik ortamlarda çok bozulan bir yapıya sahiptir. Bu sebeple koruma durumu iyi olarak pek sık bulunmaz. Ancak Jamaika'daki Port Royal kazısında bulunan ıslak arkeolojik kanvasın, yapılan analizler sonrası pamuklu olduğu belirlenmiştir (Smith, 2003: 90). SS Central Amerika gemisi batığının kazısı sırasında boyalı ve boyasız olarak bulunan giysi parçalarının analizleri sonucunda pamuklu olduğu belirlenmiştir (Chen, Jakes, 2001: 91). Beechey Adası'ndaki Torrington'un mezarı kazısında bulunan tabutun içinde pamuktan üretilmiş donmuş halde tekstil eser bulunmuştur (Kerr, Schweger, 1989: 30-35). 1747 yılında batan Sank Michel gemisinin kargo bölümünde pamuklu kumaşların bulunduğu belirtilmiştir (Vajanto, 2014: 119). İtalya'da MS 79'daki Vesuvian volkanik patlamasının sonucunda gömü alanında kalan ve yapılan kazılar sonucu ortaya çıkarılan tekstil eserlerin arasında pamuğun da olduğu bildirilmiştir (Gleba, 2014: 157). Ürdün'de 1997 yılında MS 1. yüzyıla dönemine ait mezarlıkta yapılan kurtarma kazısı sonucunda birçok tekstil parçası bulunmuştur. Bulunan tekstillerin çoğunun yün olduğu ancak bazılarının pamuklu olduğu belirlenmiştir (Cruickshank, Harrison, Fields, 2002: 44-46). İran'daki Pahian dönemi tekstil kalıntıları arasında 1. yüzyıla tarihlenen kumaş parçasında pamuk astarlı bir keçe giysinin kol parçası bulunmuştur. Nijer ve Orta Sahrada bulunan ve MS 8. yüzyıldan kalma pamuklu tunik tekstiller bulunmuştur (Topuz, 2018: 28-35). Rusya Bilimler Akademisi Mısır Araştırmaları Merkezi, Ocak-Şubat 2018'de Thay'in mezarında (TT 23) 10. arkeolojik ve koruma çalışmaları gerçekleştirmişler. Bu sezonda yaklaşık 300 tekstil çalışılmış ve bunlardan bazılarının pamuklu olduğu belirlenmiştir (Tolmacheva, 2018: 15). 1897'de Maikop Kurganı kazısı sonucunda

bulunan tekstil ipliklerden bir tanesine yapılan analiz sonucunda pamuklu olduğu belirtilmiştir (Shishlina, Orfinskaya, Golikov, 2003: 334). Sinop Balatlar Kilisesi mezarı kazısı sırasında arkeolojik tekstil eserler ele geçmiştir. Buluntuların arasında “Haç Motifli” olarak tanımlanan buluntunun analizi sonucu çözgü ipliğinin lif yapısının pamuk olduğu tespit edilmiştir (Hekim, 2019: 110).

1.2.1.2. Kapok

Kapok ağacı, tropik iklimlerde yetişir. Kimyasal yapısına bakıldığında %63 selüloz ve %13 lignin bulunur. Pamuk ile karşılaştırıldığında pamuğun hacimsel yoğunluğuna göre altıda biri kadar ağırlıktadır. Hafif oluşu suyun üzerinde yüzmesine olanak sağlar ve su içinde uzun süre ıslanmaz. Nem ve su çekme özelliği olmadığı için ıslandığında çabuk kurur (Başer, 2002: 46-47). Mikroskop altında ince lif duvarlı ve büyük lümenli içi boş yapı olarak görülür (Şekil 1.8). Bu yapısı onu pamuktan 6 kat daha hafif bir malzeme yapar (Purnawati v.d., 2018: 396).

MS 79'daki Vesuvian volkanik patlaması sonucunda gömülü kalan alanlarda yapılan kazılar sonucunda birçok tekstil eser bulunmuştur. Bulunan tekstil eserler büyük ölçüde yayınlarda belirtilmemiştir. Ancak yayınlarda belirtilmiş olan tekstil buluntularından bazılarının kapok olduğu bilinmektedir (Gleba, 2014: 157). Sudan'ın başkenti olan Hartum'daki el-Geili'deki mezarlık kazısında MÖ 2. yüzyıla tarihlenen üç tekstil parçası bulunmuş ve bunlardan birinin kapok olduğu tespit edilmiştir (Yvanez, 2018: 86). Pompei, Herculaneum ve Scafati kazılarında bulunan kömürleşmiş tekstil eserlerin morfolojik araştırması yapılmış ve sonucunda tamamının tohum, gövde ve yaprak liflerinden meydana gelen lifler olduğu tespit edilmiştir. İyi durumdaki siyahımsı ve kahverengi olarak ele geçen iki tekstilden birinin kapok olduğu tespit edilmiştir (D'Orazio v.d., 2000: 745).

Şekil 1.8: Kapok lifinin boyuna (sol) ve enine kesitinin (sağ) SEM görüntüsü.



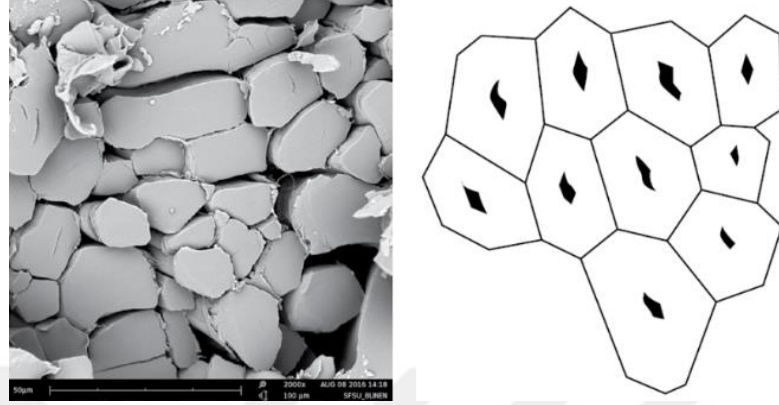
Kaynak: Rijavec, 2008: 323.

1.2.1.3. Keten

Keten tohumu, keten bitkisinin “*Linum usitatissimum L.*” türünden elde edilir. Geçmişten günümüze bu bitki iki nedenden dolayı üretilmiştir: biri lifi diğeri ise bitki tohumundan elde edilen yağıdır (%40-45 oranında bulunur) ve bu yağa bezir yağı adı verilir. Tarihi verilere göre ketenin bilinen eski örneği 8500 yıl önce İsrail’de bulunan Nahal Hemar Mağarası’ndan iğne ağı bir keten başlığıdır. Eski Mısırlıların mumyaların giyim, nevresim örtüleri ve yelkenlerde kullandıkları tespit edilmiştir (Debnath, 2017: 71).

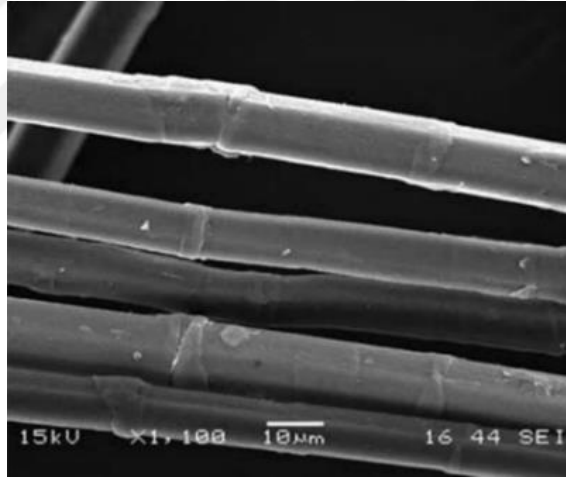
Keten lifleri, kaynaklarına ve kalitesine bağlı olarak bazı şekilsel farklılıklar gösterir ancak bazı ortak özellikleri de paylaşırlar. Mikroskop altında, enine kesiti çokgen biçimlidir (Şekil 1.9), boyuna kesitli keten lifleri ise bambu çubuklarını andırır (Şekil 1.10). Bambu benzeri işaretler, keten liflerinin temel özellikleridir ve onları tohum liflerinden ayırır (Markova, 2019: 12).

Şekil 1.9: Keten lifinin enine kesitinin SEM görüntüsü (2000x) ve çokgen biçimli lif demetlerinin enine kesit tasviri.



Kaynak: Markova, 2019: 15.

Şekil 1.10: Keten lifinin boyuna kesitinin SEM görüntüsü



Kaynak: Baley v.d., 2018: 281.

Esneklik bakımından pamuktan daha az esnektir ancak daha hidrofilitir ve bu nedenle sıcak hava için daha uygundur. Islakken dayanıklılığı çok yüksektir (Textile Handbook, 2001: 1-4). Doğal keten lifleri krem/sarıdan, gri/yeşil gibi birçok renkte olabilirler. Yaklaşık ağırlıklarının %8-10'u kadar su emebilme özelliğine sahiptirler (Özkan, 2018: 22-23).

Keten liflerinin ana bileşeni, selüloz, hemiselüloz, lignin, pektin, yağlar, vakslar dan oluşur. Aşağıdaki tablo 1.3'te oranları verilmiştir ancak bu oranlar lifin olgunluğuna, analiz yöntemine göre farklı sonuçlar gösterebilir (Minotte, Franck, 2005: 101).

Tablo 1.2: Keten lifinin kimyasal bileşimi.

Madde	% Miktarı
Selüloz	%70-85
Hemiselüloz	%18,5
Lignin	%2-3
Pektin	%2,7
Yağ ve vaks	%1-3
Protein	%2-2,5
Anorganik madde	%0,5-1,5

Kaynak: Başer, 2002: 51.

Islak arkeolojik alanlarda en çok bulunan tekstil eserlerden bir tanesi ketendir. 1779 yılında batmış olan Defence batığı buluntuları arasında ıslak tekstil olarak kurşun torbası ortaya çıkarılmış ve yapılan analizler sonucu ketenden üretildiği belirlenmiştir (Morris, Seifert, 1978: 37). Bir başka buluntu, Güney Galler'de bulunan kömürleşmiş, suya doymuş işlemeli bir tekstil parçasının yapılan analizlerinde keten lifi içerdiği tespit edilmiştir (Mumford, 2002: 471-476). İsrail'de Yahudiye Çölü mağaralarında Kalkolitik dönemden kalma keten tekstiller keşfedilmiştir. MÖ 10. yüzyılda Tell El Hama'da, etrafı keten iplerle sarılmış bir mil bulunmuştur. Kadesh Barnea ve Kuntilat Ajrud'da Demir Çağı II döneminden kalma keten kumaşlar bulunmuştur (Shamir, 2002: 19-20). Slovakya'da arkeolojik tekstil buluntularının yeniden incelenmesi ve araştırılması için yapılan projede La Tène tekstillerinin keten olduğu sonucuna varılmıştır (Belanova, 2005: 43). Danimarka'daki Turba bataklık yataklarındaki Himlingeøje Kilisesi yakınında MS 3. yüzyıla ait keten ipliği bulunmuştur (Hald, 1980: 93). Polonya, Lesno'da yapılan kazılar sonucunda 2. yüzyıldan kalma yün ve ketenden yapılmış bir kumaş parçası bulunmuştur (Cybulska, Maik, 2007: 186). Ölü Deniz'in batı kıyısındaki Judean Çölü'nde bulunan Noel Mağarası, 2007 yılında yeniden araştırılmıştır. Araştırmalar sonucunda bu mağaranın arkeolojik buluntuları arasında çeşitli dönemlere ait yün ve keten dokumalar bulunmuştur (Yehuda, Murphy, 2010: 14). Mısır'da MÖ 1346 yılına tarihlenen Tutankamon'un mezarında 2 metre eninde ve 7 metre boyunda bir keten kumaş bulunmuştur. 1962 yılında yapılan Çatalhöyük kazılarında MÖ 6000 yılına ait keten tekstil parçaları bulunmuştur. 1993 yılında Ergani-Çayönü'nde yapılan kazılarda keten tekstil parçası bulunmuştur (Gül, 2013: 6-7).

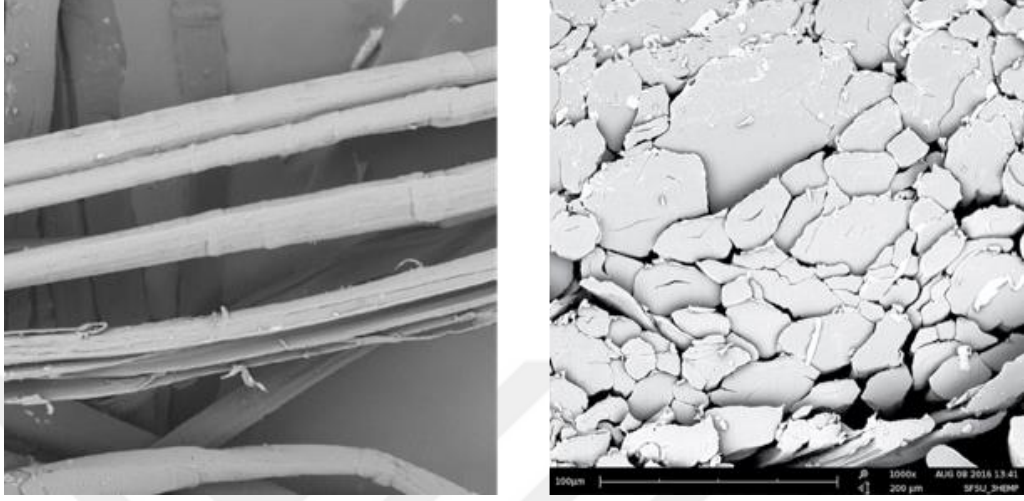
1.2.1.4. Kenevir

Tarih öncesi çağlardan beri Asya'nın birçok bölgesinde kenevir lifi kullanılmış. Eski kayıtlara göre MÖ 2800'de Çin'de kenevir kullanıldığı bilinmektedir (Cook, 2001: 17). On sekizinci yüzyıl boyunca İngiltere'de kenevir yaygın olarak üretilmiştir. Başlıca kullanım alanları halatlar ve yelkenlerdi. Daha sonra tuval kenevirden yapıldı ancak on dokuzuncu yüzyıl boyunca üretim azaldı. Yakın zamanda kenevirin halüsinojenik ilaç etkisiyle imajı kötülendi. Ancak kenevirde halüsinasyonlara neden olan tetrahidrokannabinolün (THC) az miktarda içerir. Diğer çeşitleri ise daha yüksek miktarda THC içerir (Mather, Wardman, 2015: 54).

Kimyasal bileşimine bakıldığında %78 selüloz, %9 kadar da lignin ve pektin içerdiği görülür (Başer, 2002: 53). Koyu renklidir, lifi güçlü ve dayanıklıdır. Esnekliği lif demetinin inceliğine bağlıdır (Sponner v.d., 2005: 181).

Kenevir liflerinin enine ve boyuna kesitleri taramalı elektron mikroskobu (SEM) ile görüntülendiğinde (Şekil 1.11), liflerin boyuna kesiti ketene çok benzeyen şekilde görünür. Ancak büyütme 1000x'in üzerine çıktığında bu ketene benzeyen işaretler daha az görünür hale gelir ve kabuk benzeri çizgiler tanımlanabilir (jüt benzeri). Bu nedenle daha yüksek büyütme daha iyi sonuç vermez. Kenevir liflerinin enine kesit görünümünün çok köşeli şekilde ve ortada bir lümeneye sahip oldukları için keten ve jütünkilere benzer olduğu anlaşılmaktadır. Ketenlerin bazı ayırt edici özellikleri, köşelerinin daha yuvarlak olması ve lümenin ortada uzun bir boşluk gibi görünmesidir. Ancak kenevir, ketenden daha geniş bir lümeneye sahiptir ve çapı, keten ve jütle karşılaştırıldığında çok daha büyüktür (Markova, 2019: 17-20).

Şekil 1.11: Kenevir lifinin boyuna kesitinin (sol) 1000x, enine kesitinin (sağ) 100x SEM görüntüleri.



Kaynak: Markova,2019: 19.

Islak arkeolojik tekstil buluntuları arasında kenevir, geçmişte özellikle halat şeklinde karşımıza çıkar. Michigan Gölü'nde 1891 yılında batan Rockaway batığının buluntuları arasında kenevirden elde edildiği tespit edilen ıslak halat bulunmuştur (Mccaskill, 2009: 50). Londra batığında bulunan ıslak halatların bazılarının kenevirden yapıldığı tespit edilmiştir (Middleton, 2018: 74-75). İtalya'da bulunan Colle Madore kazı alanında ele geçen MÖ 5. veya 6. yüzyıldan kalma bir demir parçasının üzerindeki ipliğin kenevir olduğu tespit edilmiştir. Himera'da MÖ 5. yüzyıla ait bir cenaze töreninde kullanıldığı düşünülen çizgili kenevir kumaş bulunmuştur (Gleba, 2014: 156). İsveç'te bulunan Birka'daki Viking yerleşim yerinde kenevirin izi bulunmuştur. Norveç'te Karm adasındaki bir gemi batığından kenevir dokuma parçaları bulunmuştur. Silezya'daki Thaingen'de Geç Taş Devri dönemine ait bir kenevir kordonu bulunmuştur (Hald, 1980: 129-130). Ölü Deniz'in batı kıyısındaki Judean Çölü'nde bulunan Noel Mağarası kazılarında çeşitli dönemlere ait keten dokumalar bulunmuştur (Yehuda, Murphy, 2010: 14). İskoçya'nın St Andrews kentinde kumlu toprak altında bulunan bir Bronz Çağı metal yığnında kenevir lifi bulunmuştur (Ryder, 2000: 2). Çatalhöyük kazılarında bulunan keten ve kenevirden üretilmiş tekstil eserler yaklaşık 9000 yıl önceye tarihlenir (Cybulska, Maik, 2007: 186).

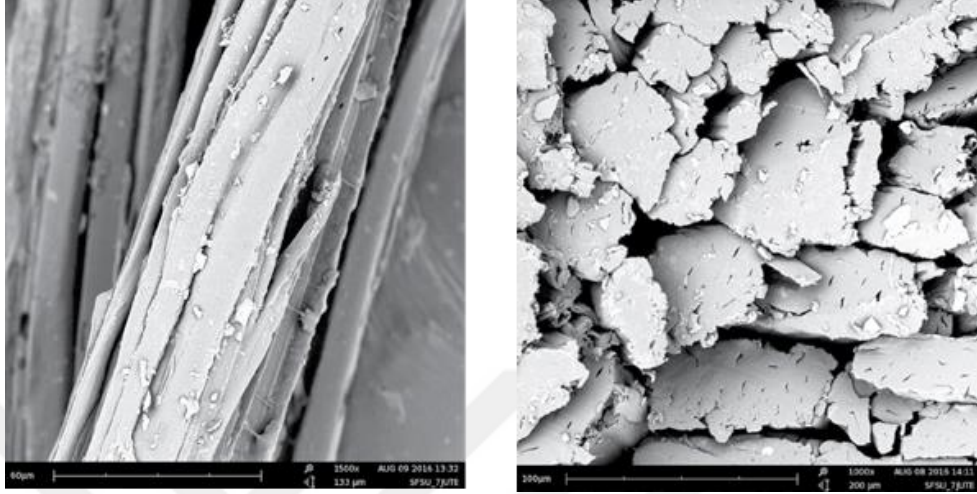
1.2.1.5. Jüt

Jüt, *Corchorus* cinsine ait bitkilerin gövdelerinden elde edilen liflere verilen genel isimdir (Textile Handbook, 2001: 1-5). Jütün 40'tan fazla yabani türü bilinmesine rağmen sadece iki tür lifi için yetiştirilir: *C. capsularis* "beyaz jüt", *C. olitorius* "tossa" jüt (Krishnan, Doraiswamy, Chellamani, 2005: 27). Kimyasal yapısında, %60-64 selüloz, %20 lignin ve %5 pektin bulunur. Jütün lif hücrelerinde bulunan primer ve sekonder duvarda lignin bulunur. (Başer, 2002: 54). Lifin enine kesiti, çokgen şeklindedir. Lif hücrelerinin çapı 20-25 mikron arasında değişmektedir (Murthy, 2016: 205). Şekil 1.12'de jüt lifinin enine ve boyuna kesitlerinin SEM görüntülerini görebilmekteyiz.

Esneklik özelliği az olan bir lif türüdür (Hari, 2020: 4). Mikroorganizmalara ve böceklerle karşı dirençlidir. Eğer neme maruz kalırsa bozulma hızı artar ancak kuru jüt oldukça uzun süre dayanıklılığını korur (Murthy, 2016: 171). Higroskopik bir liftir ve nemli koşullar altında suyun %23'ünü emebilir (Cook, 2001: 15). Rengi ilk elde edildiğinde sarıdan kahverengiye dönüşür. Çuval, örtü kumaşları, ip ve sicim yapımında ve halı tabanı örgüsü olarak kullanılmaktadır (Başer, 2002: 54).

Islak arkeolojik tekstil buluntuları arasında jüt, daha çok halat ve ip olarak ortaya çıkmıştır. Batı Avustralya Denizcilik Müzesi Laboratuvarı deposunda 1977 yılından beri saklanan halatın analiz sonucu jüt olduğu tespit edilmiştir (Godfrey, Smith, 1990: 93-94). Yine Rockaway batığının buluntuları arasında Jüt olduğu tespit edilen ıslak halat bulunmuştur (Mccaskill, 2009: 50). İndus Vadisi Uygarlığı, İndus vadisinde geniş bir bölgeye yayılmıştır. Harappa bölgesinde MÖ 2200-1900 tarihli bir seramik eserin üzerindeki korunmuş bir jüt tekstili bulunmuştur (Wright v.d., 2012: 137).

Şekil 1.12: Jüt lifinin boyuna kesiti (sol) 1500x, enine kesiti (sağ) 1000x SEM görüntüleri.



Kaynak: Markova, 2019: 23-25.

1.2.1.6. Rami

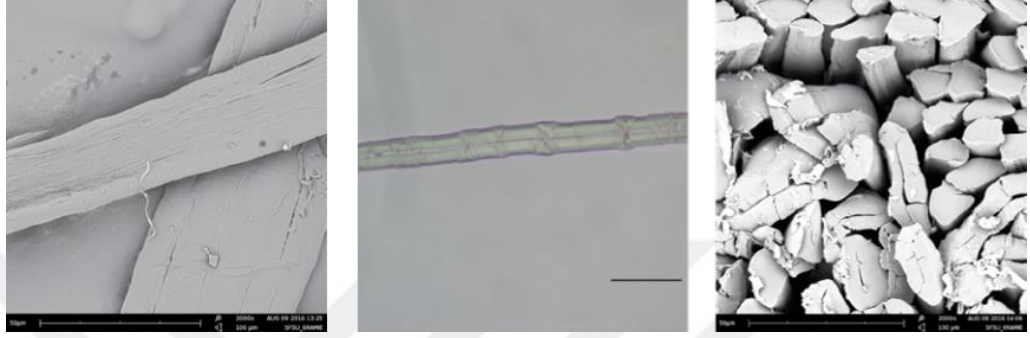
Anavatanı Çin olan ve literatürde Çin otu, çim keteni ve çim örtüsü olarak bilindiği keşfedilmiştir. Eski Mısır mumya sargıları ve örtülerinde de kullanılmak üzere binlerce yıldır kumaş yapımında kullanılan en eski liflerdendir (Debnath, 2017: 75-76).

Mikroskop altında enine kesiti pamuk lifine benzer şekildedir. Uzunluğu ortalama 15 cm'dir ve kimyasal yapısında %80-85 selüloz ve %6,5-7,5 oranında pektin bulunur (Başer, 2002: 54-55). Lif serttir, son derece parlaktır ve ketenden daha kırılıgandır (Textile Handbook, 2001: 1-5). Güçlü ve dayanıklı yapıya sahiptir, suya batırıldığında çürümeye karşı direnç gösterir (Kozlowski, Rawluk, Bedoya, 2005: 212). Rami, düşük elastikiye, emicilik, düşük esneklik gibi özelliklere sahiptir. Boyuna kesitlerdeki diyagonal çatlaklar rami lifinin ayırt edici özelliğidir. Polarize mikroskobu altında bambu benzeri şekiller görülür. Lifleri düzensizdir. Enine kesitinde altıgenden oval şekilleri görülür. Şekil 1.13'te boyuna kesiti, polarize mikroskop görüntüsü ve enine kesiti görülmektedir (Markova, 2019: 16-17).

Islak tekstil olarak, Rockaway batığında bulunan bazı halatların analizleri sonucu rami olduğu tespit edilmiştir (Mccaskill, 2009: 50). Hindistan ve Endonezya'da keşfedilen rami lifi buluntularından yola çıkılarak buralarda tarih öncesinden beri kullanıldığı tespit edilmiştir. Arkeolojik buluntulardan elde edilen bilgilere göre MÖ

900'lerde Volga'daki (Rusya) gemilerin yelkenleri rami lifinden üretilmiştir (Singh, 2018: 1).

Şekil 1.13: Rami lifinin 2000x boyuna kesiti (sol) , polarize mikroskop görüntüsü (orta) ve enine kesit görüntüsü (sağ) 2000x (SEM).



Kaynak: Markova, 2019: 16-18.

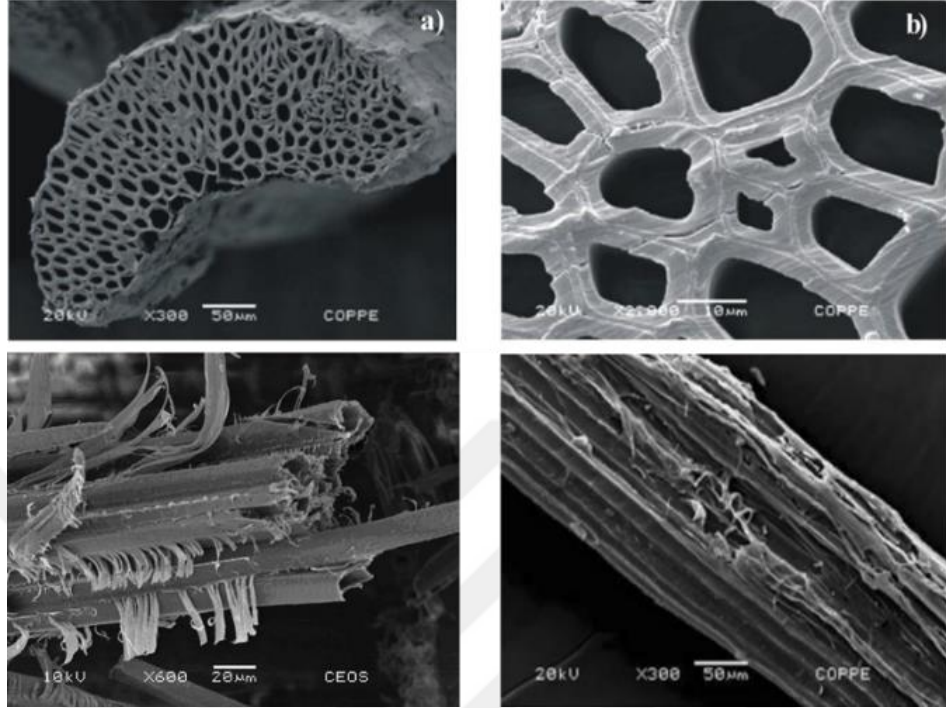
1.2.1.7. Sisal

Sisal (*Agave sisilana*) dikkatli bir şekilde işlenirse rengi kremsi-beyaz renkte olur. Liflerinin uzunluğu 60-120 cm arasındadır. (Cook, 2001: 28). Nem çekme özelliği fazladır. Tuzlu suya karşı dayanıklıdır. Kimyasal yapısı, %65-72 selüloz, %9-14 pektin ve %6 ligninden oluşur. (Başer, 2002:55). İçerdiği lignin ve pektin nedeniyle sisal, diğer yaprak liflerinden daha sert ve daha düşük esnekliğe sahip kaba bir liftir (Yu, 2005: 231).

Düzensiz lümen boyutu, spiral elemanları ve halka şeklindeki damarları nedeniyle tanımlanması nispeten kolaydır (Houck, 2009: 14). Sisal lifleri işlenerek halatlar, paspaslar, halılar ve günümüzde ambalajlar ile dolgu malzemelerinde kullanılır (Gries, Veit, Wulfhorst, 2015: 42). Aşağıdaki şekil 1.14'te enine ve boyuna kesitleri görülmektedir.

Islak tekstil olarak, Rockaway batığında bulunan bazı halatların analizleri sonucu sisal olduğu tespit edilmiştir (Mccaskill, 2009: 50). Arkeolojik buluntuların analizi sonucunda Aztekler ve eski Meksikalıların sisal lifinden elbise giydikleri tespit edilmiştir (Cook, 2001: 27).

Şekil 1.14: Sisal lifinin enine kesitinin (a-b) ve boyuna kesitinin SEM görüntüleri.



Kaynak: Ferreira v.d., 2014: 427; Ansell, Mwaikambo, 2009: 87; Monteiro, 2011: 296.

1.2.1.8. Manila Keneviri (Abaka)

Hurma ağacıyla benzerliğiyle bilinen Abaka bitkisi Filipinler’de yetişir. Kimyasal yapısında %63-64 selüloz, %10 hemiselüloz ve %5 lignin ve pektin bulunur. Nem çekme özelliği çok olan bir lif türüdür. (Başer, 2002: 56). Abaka, tüm doğal liflerin en güçlüsü olarak kabul edilir. Suya dayanıklı olduğundan denizlerde kullanılan iplerde ve çay poşetlerinde kullanılır (Markova, 2019: 27-28). Lifin dayanıklılığı ve inceliği yaprağın gövdenin merkezine göre konumuna bağlıdır. İnce ve yumuşak lifler merkeze daha yakın olanlardır (Franck, 2005: 316).

1891’de Michigan Gölü’nde batan mavna tipi yelkenli Rockaway’den çıkarılan eserlerin içinde bulunan ıslak tekstil ipliklerinden bazılarının Manila keneviri olduğu tespit edilmiştir (Mccaskill, 2009: 50).

1.2.1.9. Heneguen

Heneguen lifleri, sisal ile aynı bitki ailesinde bulunan Heneguen bitkisinden (*Agave fourcroydes*) elde edilir. Heneguen, Mayaların eski lifidir ve Meksika'nın Yucatan kentine özgüdür. Heneguen lifleri boyuna sisal lifine benzer. Enine kesitte şekli fasulyeden yuvarlatılmış şekle doğru değişir. Elbise ve sicim yapımında kullanılır. Sisal liflerinden daha kaba olduğu için sisal kadar kaliteli sayılmazlar (Markova, 2019: 27).

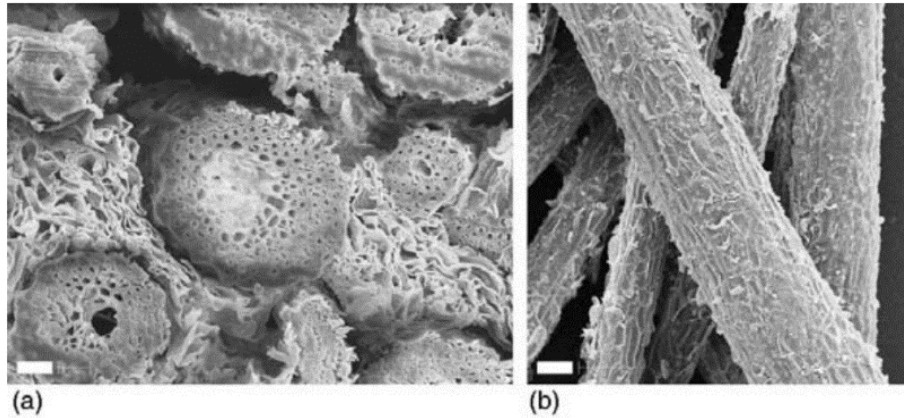
Arkeolojik buluntulardan elde edilen bilgilerden Mayaların, heneguen liflerini yüzyıllar boyunca halat, sandalet ve lif olarak kullandıkları tespit edilmiştir (Chase v.d., 2008: 128).

1.2.1.10. Koko

Hindistan cevizi kabuğunun üstündeki liflerden elde edilir. Lifleri kısadır ve yüzeyi gözeneklerle kaplıdır (Cook, 2001: 73). Bakteri ve tuzlu suyun etkilerine karşı dirençlidir (Mathai, 2005: 276). Lif renkleri açık renkten koyu kahveye kadar gider. Lif sert bir yapıya sahiptir. Hasırlarının yapımında, çuval ve gemi halatı yapımında kullanılır. Sert olan lifler, paspas ve fırça olarak değerlendirilir (Başer, 2002: 56). Şekil 1.15' lifin SEM görüntüleri bulunmaktadır.

New York, Albany'de yapılan arkeolojik kazılar sonucunda 17. ve 18. yüzyıllara ait koko lifi bulunmuştur (Huey, 2018: 57).

Şekil 1.15: Hindistan cevizi lifinin enine (a) ve boyuna kesitinin görüntüsü (b).



Kaynak: Mathai, 2005: 277.

1.2.2. Hayvansal (Protein) Lifler

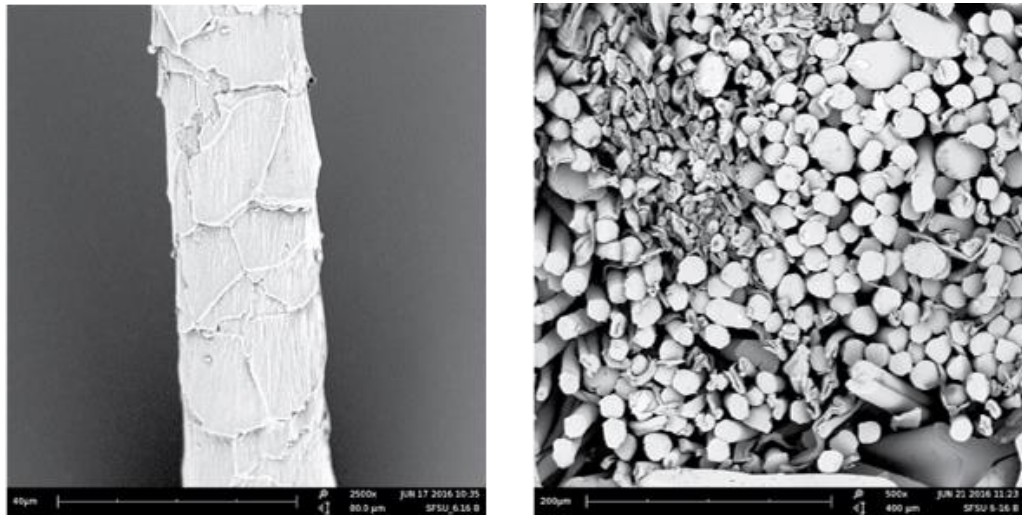
Hayvan lifleri temel olarak hayvan kılı ve hayvan salgıdır. Bitki lifleri selülozdan oluştuğu gibi, hayvan lifleri de protein moleküllerinden oluşur. Güçlü bir protein ve saçın temel yapısal bileşenine keratin denir, bu da saçta gücünü verir. Hayvan kılı, koyun, keçi, tavşan gibi çeşitli hayvanlardan gelir. Hayvan salgı lifleri, örneğin güve veya örümcek ağlarından elde edilen ipek gibi, saç liflerinin aksine, fibroin adı verilen proteinler vardır. Hayvan lifleri mikroskop altında düzensiz şekillere sahip olduğundan, çeşitli hayvan kılları mikroskop altında kolayca ayırt edilebilir (Markova, 2019: xxii).

1.2.2.1. Yün

Yün, iplik yapımında kullanılan en eski liflerden biridir. Yün evcilleştirilen ilk hayvan olan koyun kıllarından üretilmektedir.

Proteinlerin temel yapı taşları amino asitlerdir ve kapsamlı araştırmalar yünün 18 amino asitten oluştuğunu göstermiştir (Huson, 2009: 101). Yün lifinin boyuna kesiti, pullarla kaplı bir görünüme sahiptir ve doğal olarak kıvrımlı yapıdadır (Blan v.d., 2007: 140). Yün lifinin enine boyuna kesiti şekil 1.16'da görünmektedir.

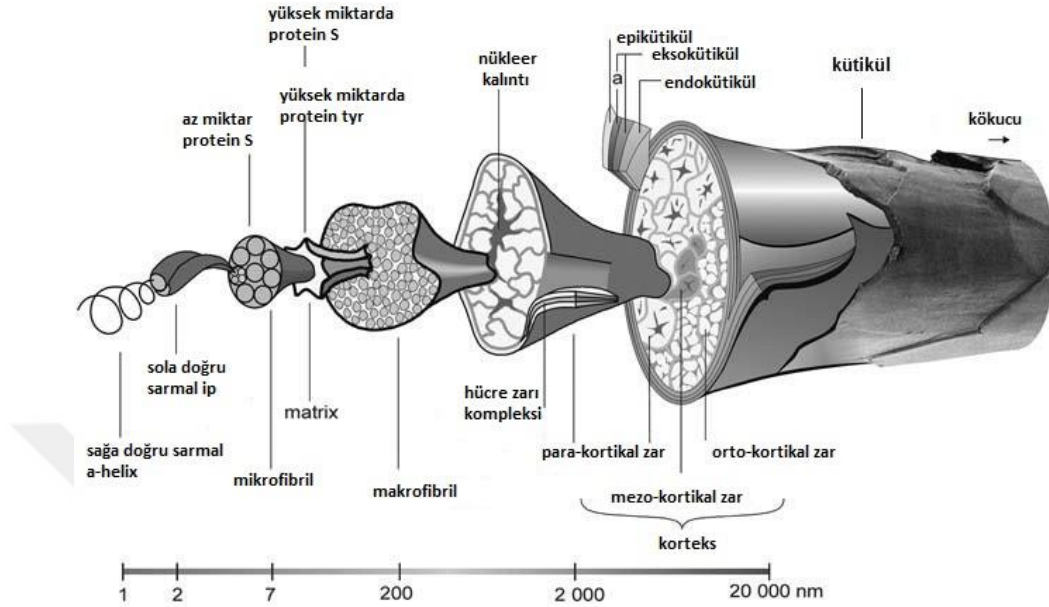
Şekil 1.16: Koyun yün lifinin boyuna kesiti (sol) 2500x, enine kesitin (sağ) SEM görüntüsü.



Kaynak: Markova, 2019: 33-34.

Yün liflerinin morfolojisi karmaşıktır. İnce yünün morfolojisini gösteren şematik diyagram aşağıda gösterilmiştir (Şekil 1.17). Bu yapı incelendiğinde esasen iki ana hücre yapısı olduğu görülmektedir: her bir lifin %90'ını oluşturan kortikal hücreler ve lifin yüzeyinde bulunan kütiküler hücreler (Mather, Wardman, 2015: 69). İlk olarak lifin en büyük kısmı olan ve ana parçası olan kortikal hücrelerden oluşan korteks tabakası görülür. Üç tip kortikal hücre vardır: orto-kortikal, mezo-kortikal ve para-kortikal hücreler (Wang, Wang, 2009: 97). Yünde iki farklı korteks bölümü bulunur; ortokorteks ve parakorteks (Bechtold, Pham, 2019: 69). Korteks, lif tabakasının %90'ını oluşturur. Kortikal hücreler uzun ve iğ şekilli hücrelerdir ve liflere güç ve elastikiyet sağlar (Murthy, 2016: 202). Kortikal hücreler makrofibril ve mikrofibrillerden oluşan bir yapıya sahiptir. Makrofibriller 100-200nm çapındadır ve mikrofibrillerden oluşmuştur. Mikrofibriller 5 nm çapa sahiptirler ve 11 tane protofibriliden (500 nm boy, 2 nm çap) oluşmuştur. Protein ile birbirine bağlanan makrofibriller, kortikal hücre içinde bir araya gelmeleri sonucu korteksi oluşturur. Korteks içinde bulunan ortokorteks kimyasal olaylara ve enzimlere dayanıksız olan bölümü oluştururken parakorteks ise daha dayanıklı bölümü oluşturur (Başer, 2002: 71-74). Kaba yünlerde, farklı hücre tipinden oluşan bir medula olabilir, ancak ince olan yünlerde bu yoktur (Morton, Hearle, 2008: 56). Medula, korteks tabakasındaki kortikal hücreler arasında lifin eksenini boyunca sıralanan sürekli veya aralıklı bir merkezi hücre çekirdeği içerir (Mather, Wardman, 2015: 69).

Şekil 1.17: İnce bir yün lif yapısının şematik diyagramı.



Kaynak: Mather, Wardman, 2015: 69.

Yün lifleri elastik ve esnektir. Dokuma veya keçeli yünlü tekstiller iyi yalıtım özelliğine sahiptir. Ayrıca yüksek derecede yanıcı olmadıkları için yoğun ısıya karşı iyi koruma sağlar (Strand, 2014: 43). Yün en higroskopik tekstil lifidir, elektriği iletmez ancak kuru halde sürtünmeye maruz bırakılırsa kolayca elektrikleterek statik elektrik oluştururlar (Özkan, 2018: 28-29). Bakterilere ve küflere karşı iyi direnç gösterir. Ancak bakteriler ve küfler yün üzerindeki lekelerle saldırabilir. Yün, nemli ortamda saklanırsa küflenir ve lifler tahrip olur (Murthy, 2016: 171).

H.L. Hunley Denizaltısı kazısında ortaya çıkan iyi şekilde korunmuş bir ıslak tekstil malzemenin yapılan analizi sonucu yün yelek olduğu tespit edilmiştir (Rivera v.d., 515-518). Kopenhag'daki metro kazıları sırasında Orta Çağ sonrasına ait ıslak yün tekstil parçası olduğu tespit edilen buluntular ele geçirilmiştir (Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 319). İpek Yolu üzerindeki Yingpan arkeolojik kazı alanında 200'den fazla arkeolojik eser ele geçirilmiştir. Toplam 32 mezar kazılmış ve bu mezarların içindeki mumyaların üzerinde yün olduğu tanımlanan 9 tekstil obje keşfedilmiştir (Liu v.d., 2011: 1763-1764). Arkeolojik olarak ele geçen Fas kilimine yapılan SEM analizi sonucu kilimin yün olduğu belirlenmiştir (Osman, Zidan, Fahim, 2017: 51). III. Ramses'in mezarında yapılan arkeolojik kazılar sonucunda 1,5 metre eninde ve 8,5 metre boyunda bir yünlü kumaş bulunmuştur (Merev, 2019: 37). Çatalhöyük'teki

tekstil örneklerinin içinde yün olduğu ileri sürülen tekstil lifleri keşfedilmiştir (Karaoğlu, 2017: 108). Egelskar batığından çıkan demir çubuklar üzerinde yün olduğu tespit edilen elyaf malzeme bulunmuştur. Sankt Michel batığında genç bir kadının kemikleri ile birlikte bir iç etek olduğu düşünülen yün esaslı tekstil malzeme keşfedilmiştir (Vajanto, 2014: 118-119). Alacahöyük 1963 kazısı ön raporunda Eski Hitit katında bir küp içinde kavruk olarak bulunan yün parçası bulunduğu belirtilmiştir. Karaman Taşkale Kasabası Manazan Mağaraları 1991 yılı temizlik çalışmasında mağaranın C galerisinde yün elbise parçaları bulunmuştur (Büken, 1998: 14-77). Orta Anadolu'daki Gordion Antik kentinin mezarlık alanında, Frigya kraliyet ailesinin yün giysiler kullandığına ilişkin arkeolojik veriler ele geçirilmiştir. Arkeolog S.V. Kiselev'in Altay ve Sayan Dağları'nda yapmış olduğu kazı sonucunda Türk ileri gelenlerine ait yün kumaştan yapılmış elbiselerin büyük parçaları korunmuş olarak bulmuştur. Noin-Ula Kurganında yapılan kazılar sonucunda yünden yapılmış tekstiller ele geçirilmiştir. Ukok platosunda yapılan kazılar sonucunda bulunan, Ak- Alaha 1-1, Ak- Alaha 3-1, Ak- Alaha 5-1 ve Üst Kaldzhin-2 Kurganlarından çıkan tekstil eserlerin içinde yünden yapılmış etek, gömlek, pantolon, ceket bulunmuştur. İran'daki Pahian dönemi tekstil kalıntılarında en çok yünlü parçalar tespit edilmiştir. Norveç'te Lendbreen dağ buzulunda yaklaşık olarak 1900 m yükseklikte yünden yapılmış bir gömlek buruşuk bir şekilde bulunmuştur. Demir çağına ait olduğu düşünülen bu gömlek MS 230-390 arasında tarihlenmiştir (Topuz, 2018: 6-33). Sinop Balatlar Kilisesi mezarı kazısı sırasında arkeolojik tekstil eserler arasında olan "Haç Motifli" olarak tanımlanan buluntunun analizi sonucu zemin kumaşının yün lifi içerdiği belirlenmiştir (Hekim, 2019: 107).

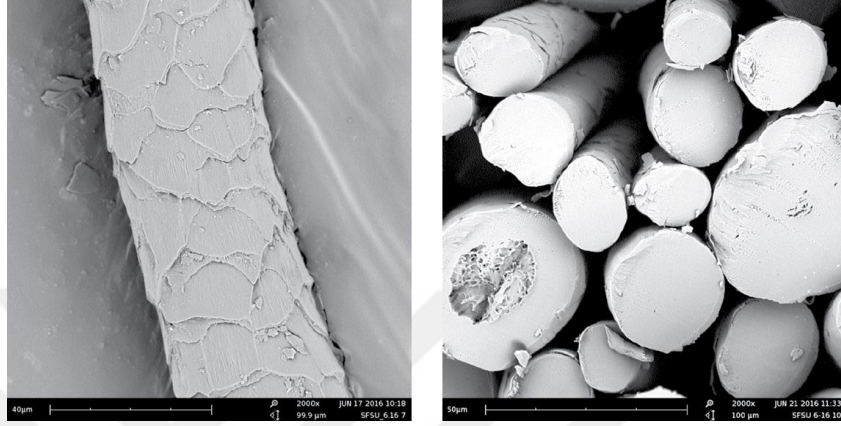
1.2.2.2. Moher (Tiftik)

Tibet'te bulunan Angora keçisinin (Ankara keçisi) uzun, parlak ve yumuşak kıllarından elde edilir. Mikroskop altında pullu bir görünüme sahiptir (Şekil 1.18). En güçlü hayvansal liflerdendir. Nemi kolayca emer, pürüzsüzdür, çok esnektir ve yalıtım özelliği vardır (Hunter, Hunter, 2001: 69-72).

Pompeii, Herculaneum ve Scafati'de keşfedilen tekstil eserlerinin morfolojik ve yapısal araştırması sonucu bazı buluntuların angora yani tiftik lifi olduğu tespit edilmiştir (D'Orazio v.d., 2000: 748). Çatalhöyük kazılarında yapılan çalışmalarda bulunan tekstillerin yün ve tiftik içerdiği de belirlenmiştir. Gordion'da yapılan kazılarda

ele geçen bazı kumaş parçalarının tiftik keçisi kılı olduğu tespit edilmiştir (Karaoğlu, 2017: 108-109).

Şekil 1.18: Tiftik lifinin boyuna ve enine kesitinin SEM görünümü.



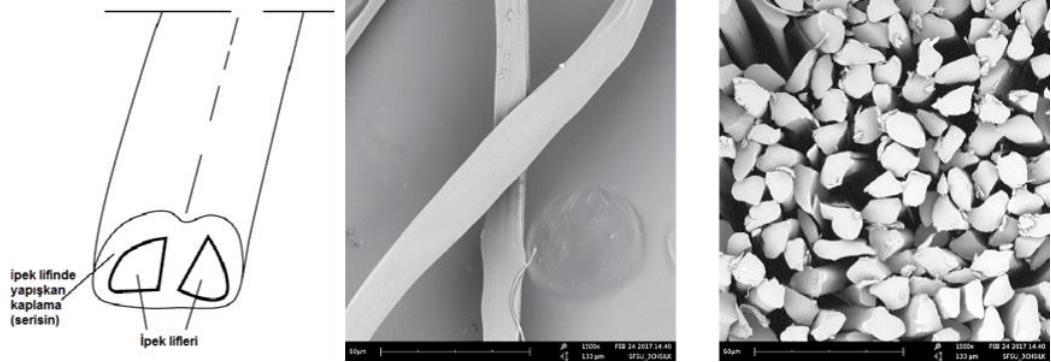
Kaynak: Markova, 2019: 51-53.

1.2.2.3. İpek

İpek, Doğu Asya ve bazı Akdeniz ülkelerinde yetişen “*bombyx mori*” adı verilen ipek böceğinin ürünüdür. İlk olarak MÖ 2000 yıllarında ipek Çin’de üretiliyordu ve dünyaya ihraç ediliyordu. Genellikle kimyasal bileşiminde; %63-67 fibroin, %22-25 serisin, %7-11 su, %0,5-1 vaks ve %1-1,7 anorganik madde bulunur. Fibroin ipeğin ana maddesidir (Başer, 2002: 90-93).

İpek lifi tipik olarak fibroin ve serisin adı verilen iki farklı proteinden oluşur. Fibroin, güç ve stabilite sağlar, serisin ise fibroin filamalarını bir arada tutan ve lifin etrafını saran tutkal görevi görür. İpeğin enine kesitinde bu iki ayrı yapı görülür (Reddy, 2020: 13). İpek lifinin boyuna kesiti, uzunlamasına pürüzsüz bir çubuğu andırır ve enine kesiti üçgen şeklindedir (Şekil 1.19).

Şekil 1.19: İpek lifinin enine kesiti çizimi (sol), boyuna (orta) ve enine kesiti (sol).



Kaynak: Markova, 2019: 70.

İpek nemli bir his vermeden ağırlığının %30'u kadar nem çekebilir (Currie, 2001: 11). Hayvansal lifler arasında en dayanıklı olan ipek, ıslanınca dayanıklılığının %15'ini kaybeder. İpeğin ana maddesi olan fibroin, alkol, eter gibi organik çözücülerde çözünmez. Su ile teması halinde şişme gösterir. Asitlere karşı bazlardan daha dayanıklıdır (Başer, 2002: 96-97). Küf saldırısına karşı dayanıklıdır ve diğer bakteri ve mantarlara karşı nispeten dayanıklıdır (Murthy, 2016: 172).

Islak arkeolojik tekstillerde ipek, birçok kazı sonucunda gün yüzüne çıkarılmıştır (Balazsy, Eastop, 1998: 304-306). Güney Galler'de Brecon yakınlarında Llangorse'dan kömürleşmiş, suya doymuş, işlemeli bir tekstil bulunmuştur ve yapılan analizlerde tekstilin desen ve dik ipliklerinin ipek olduğu tespit edilmiştir (Mumford, 2002: 471-476). Rusya Bilimler Akademisi Mısır Araştırmaları Merkezi, Ocak-Şubat 2018'de Thay'in mezarında (TT 23) 10. arkeolojik ve koruma çalışmaları gerçekleştirdiler. Bu sezonda yaklaşık 300 tekstil çalışıldı ve bunlardan bazılarının ipek kumaş olduğu tespit edilmiştir (Tolmacheva, 2018: 14). Altay ve Sayan Dağları'nda yapılmış olan kazı sonucunda Türk ileri gelenlerine ait ipek kumaştan yapılmış tekstil parçaları bulunmuştur. Ulagan Vadisinde bulunan Pazırık Kurganlarından çıkan kumaşların bazılar Çin ipekli kumaş olduğu tespit edilmiştir. Birinci Yüzyıla ait Kuzey Moğolistan'daki 13 Noin Ula Kurganında bulunan dokuma parçalarında Türk, Hun Kağan ile Beylerinin tasvir edilmiş olduğu ipek dokuma bulunmuştur. Yenisey Irmağı kıyısında bulunan Oğlaktı Kurganına ait kazılardaki mezarlarda bulunan ölülerin üzerlerine örtülen kumaşların ipek olduğu tespit edilmiştir. Ukok platosunda yapılan kazılar sonucunda ipekten yapılmış tekstil eserler bulunmuştur (Topuz, 2008: 11-15). Dardonos Tümülüsü kazısı sırasında bulunan

arkeolojik buluntular arasında ipek kumaş olduğu düşünölen tekstiller bulunmuştur (Büken, 1998: 68). İngiltere'nin York kentindeki Swinegate kazısında bulunan 13. yüzyıla tarihlenen ipli bir çantanın ipekli olduğu tespit edilmiştir (O'Connor, 2007: 48).

1.2.2.4. Kaşmir

Boyuna görünümü pulumsu bir yüzey şeklindedir. Renkleri beyazdan sarıya bejden, açık ve koyu kahverengiye kadar olur. İp, çuval, kilim ve şal, atkı, kuşaklar gibi yerel giysiler için yumuşak kumaşlar yapımında kullanılır (Başer, 2002: 87).

Mısır'da bulunan Uygulamalı Sanatlar Müzesinde bir arkeolojik Hint tekstiline yapılan analizler sonucu kaşmir olduğu belirlenmiştir (Amin, 2017: 119).

1.2.2.5. Deve Tüyü

Devenin tüyünden elde edilen liflere devetüyü veya kamel (*camel*) denir. Devetüyü, vücudu hem sıcakta hem de soğukta koruyabilen ince ve doğal olarak su itici özelliğe sahiptir (Textile Handbook, 2001: 1-7).

Filistin'de yapılan kazılar sonucunda Roma Dönemi'ne ait 1635 tekstil bulunmuştur. Bulunan tekstil eserlerin küçük bir kısmının devetüyü olduğu tespit edilmiştir (Shamir, 2019: 4).

1.3. Tekstil Teknolojisinin Tarihsel Gelişimi

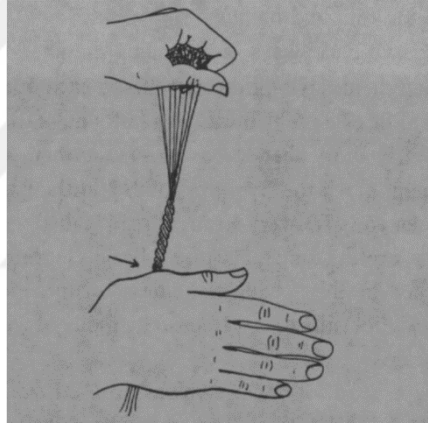
İlk çağlardan bu yana insanoğlunun gıda ve barınma ihtiyacından sonra en büyük gereksinim duydukları şey onları dış etkenlerden koruyan giyim/tekstil malzemesi olmuştur. Bu tekstil malzemeleri üretmek için lifleri iplik haline getirip daha sonra dokuma işlemi yapılır. Dokuma ve dokumacılığın ilk defa nerde, nasıl ve ne zaman yapıldığı tam olarak bilinmemektedir. Ancak taş devrinde en ilkel dokumaların başladığı düşünülmektedir.

Bu bölümde iplik üretimi, dokuma ve dokumacılığın tarihsel gelişiminin yanı sıra ıslak arkeolojik tekstiller buluntularında sıklıkla karşılaşılan halatın, üretimi ve tarihsel gelişimi değerlendirilmiştir.

1.3.1. İplik Üretimi

Yaklaşık 40000 yıl önce, Eski Taş Devri'nin son evresinde insanlar birçok yeni şey keşfetmeye başlamıştır. Bu devirin tam ortasında, 20000-30000 yıl önce insanlar ip ve dikişi icat etmişler. MÖ 15000'de ele geçen küçük bir parça düzgün bükülmüş iplik bu döneme ait bilinen ilk örnektir. İnsanlar, ilk olarak ellerini kullanarak liflerden iplik üretmişlerdir (Şekil 1.20). Küçük lif demetini bir elle tutup diğer elle lif demetini avuç içiyle aşağı yönlü hareketle yuvarlayarak iplik elde edilir (Barber, 1995: 42-45). Eğirme işlemi sırasında liflerin büküm yönü "S" veya "Z" yönünde verilebilir ve sıkı, gevşek olabilir (Landi, 1998: 11).

Şekil 1.20: El ile iplik üretimini gösteren çizim.



Kaynak: Barber, 1995: 35.

El ile eğirme sonrası kullanılan ilk aletler kayalardı. Arkeologlar, bu araçları ilkel insanların kullandığını teorik olarak ortaya atmışlardır ancak bu tezi destekleyecek bir kanıt bulunamamıştır. El ile eğirme işlemi çok zaman alıcı olduğu için insanlar daha hızlı, verimli, ince ve düzgün iplik üretmek için bir arayış içine girmişlerdir. Sonunda iğ ya da mil adında eğirmeyi kolaylaştıracak aleti keşfetmişlerdir (Şekil 1.21). Ucuna lifleri bağlanan damla şeklindeki iğ aşağı doğru sarkıtılıp lifler iğin döndürülmesiyle bükülüp iplik halini alır. Bu yöntem yer çekimi ile daha uzun iplik eğirme imkânı tanımıştır. İğ ile eğirme farklı tekniklerde çeşitlenmiştir. Destek çubukla ilgili eğire tekniği daha kolay ve zahmetsiz şekilde ip eğirme işlemini sağlamıştır. Destek çubuğun başına lifler sarılır ve çubuk koltuk altında ya da kolların arasında tutularak ip eğirme işlemi yapılmıştır (McDonald, 2011: 121-124; McCloy, 2000: 1). Destek çubuğunun Türkçe ismi "öreke" dir (Şekil 1.22).

Şekil 1.21: Bir antik Yunan vazosunun üzerinde tasvir edilen damla iğ ile ip eğiren kadın figürü.



Kaynak: Barber, 1995: 38.

Şekil 1.22: Öreke ile ip eğirme çizimi.

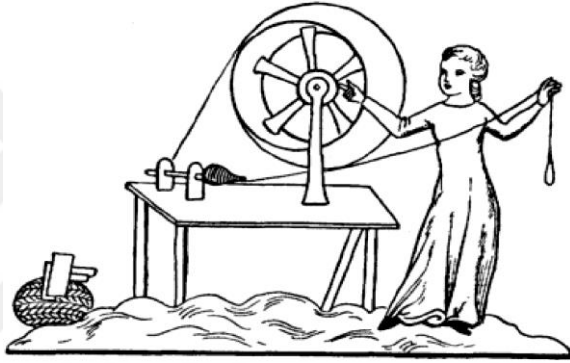


Kaynak: Lawrence, 2010: 6.

Henüz kesin tarihi belirlenmemiş olmasına rağmen Çin ve İran bölgesinde MS 500-1000 senelerinde çıkırık olduğuna kullanıldığı tahmin edilmektedir (Lawrence, 2010: 6-7). İlk çıkırıklar pamuk gibi lifleri eğirme için küçük el aleti olarak icat edilmiştir. Daha sonra büyük çıkırıklar icat edilmiştir. Bu çıkırıklar günümüzde olduğu gibi ayak pedalı ile çalışmamışlardır (Şekil 1.23). Çıkırık tekerleğine konulan lifler çıkırığın

dönmesiyle iğ ile arasındaki mesafede gerilerek sarıldığı için eğirme kolay olmuştur. Yöntem ince ve düzgün iplik üretmeyi sağlamıştır (McDonald, 2011: 126). Sol el ile lifler tutulur ve sağ el ile tekerlek döndürülürdü (Wild, 2008: 470). El ile çalışan çıkırıklar zamanla yerini daha büyük ve ayak pedallı çıkırıklara bırakmıştır. Saksonya çarkı (Şekil 1.24), büyük tekerlekli ve diğer çıkırıklara göre uzun liflerin eğrilmesini kolaylaştıran bir yapıya sahipti (Lawrence, 2010: 12). Tekerleğe güç vermek için bir ayak pedallı bulunan bu çıkırık, ipliği eğip aynı anda bir bobine sarmasıyla üretim kısa sürede ikiye çıkarmıştır (McDonald, 2011: 126).

Şekil 1.23: El ile çalıştırılan çıkırık figürü.



Kaynak: Dooley, 2007: 111.

Şekil 1.24: Saksonya çarkı.



Kaynak: (Çevrimiçi) <http://ids.si.edu/ids/deliveryService?id=NMAH-71-487&max=1000> 5 Mart 2020.

Haçlı seferleri sırasında ilk kez Avrupa şövalyeleri pamuklu tekstil ile tanışmışlardır. 14. yüzyılın ortalarında Avrupa'da pamuk tanıtılmıştır. Artan ihtiyaçlar ve talepler nedeniyle tekstil mekaniği konusunda gelişmeleri hızlanmıştır. Bu dönemde iplik eğirme esas olarak kadınların işiydi, dokuma ise erkekler için bir zanaattı (Gries, Veit, Wulfhorst, 2015: 6). İlkel olan çıkırıklar zaman geçtikçe geliştirildiler. İki iğli çıkırıklar üretildikten sonra aynı anda iki iplik eğirmeye başlandı ve bu çıkırığın son hali olmuştur. On dokuzuncu yüzyılda, sanayi devrimini başlatan fabrika sisteminin dünyada yaygınlaşmasıyla bu teknoloji de önemini yitirmiştir (Dooley, 2007: 112).

1.3.2. Dokuma

İnsanlar tarihin başlangıcından beri dış etkenlerden korunma ve örtünme için dokuma malzemeleri giymiştir. Uygarlık tarihi bir dereceye kadar dokuma tarihidir. Mısırlıların 6000 yıl önce dokuma kumaş ürettiğine dair bulundular vardır. Eski duvar resimleri, oymalar ve diğer antik eserlerin üzerinde yer alan kıyafet figürleri tekstilin insanlığın erken yaşamında var olduğunun önemli kanıtıdır (Lord, Mohamed, 1992: 1). Çinliler 4000 yıl önce ipekten kumaş üretmişlerdir (Şekil 1.25). Çin'de tekstil üretiminin en eski kanıtı, MÖ 5000 ve 3000 yılları arasında Xia, Shanxi'de bulunan *bombyx mori* ipek böceği kozasıdır (Biselli, 2009: 1).

Şekil 1.25: Çin'de 12. Yüzyılda İmparator Huizon of Son döneminde kadınların ipek kumaş üretimini gösteren çizim.



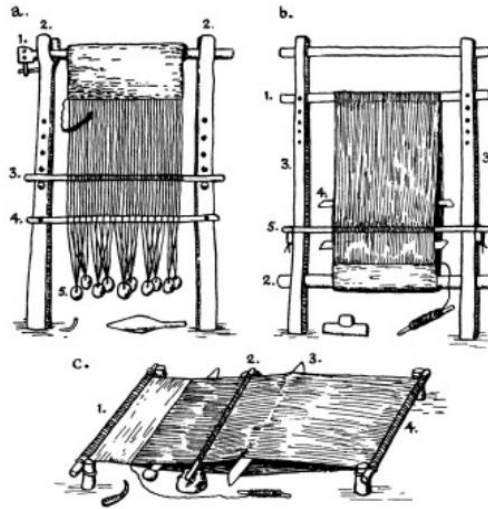
Kaynak: Biselli, 2009:1.

Dokuma, ipliklerden kumaş üretmek için atkı ve çözgülerin birbirine doksan derecede geçirilmesiyle oluşturulur. Çözgü iplikleri kumaşın uzunlamasına olan kısmını oluştururken, atkı ise yanlamasına olan kısmını oluşturan ipliklerdir (Dooley, 2007: 30). Tarihte ilk insanlar, iki çatal sopa üzerine uzun yatay bir sopa koyduktan

sonra üstünden çözgü iplerini sarkıtıp ve her çözgü ipinin ucuna ağırlık bağlayarak aralarında elle atkı ipliklerini çapraz olarak geçirmişler ve günümüzde bez ayağı olarak adlandırılan basit dokumayı bulmuşlardır. Daha sonra çözgü ipliklerinin, sıra ile beraber bir şekilde kaldırılması düşüncesi gelişti. Bu gelişme sonucu tek sayılı çözgü iplikleri taşlara, çift sayılı çözgü iplikleri bir sopaya bağlanıyordu. Böylece sopanın kaldırılmasıyla çift sayılı tüm çözgüler kaldırılıyor, tek sayılılar ise ağırlıklara bağlı oldukları için gergin kalıyordu ve iplikler çözgülerin arasından yumak şeklinde geçiriliyordu. Daha sonra ipliklerinin çözgüler arasında rahat geçmesi için mekik adı verilecek olan yatay, ince, oval bir alet geliştirilmiştir. Bu işlem aşağıdan yukarı doğru yapılıyordu (Büken, 2005: 74).

Antik dönemde üç ana tip tezgâh kullanılmıştır: yatay, dikey iki kirişli ve dikey çözgü ağırlıklı tezgâh (Şekil 1.26). Yatay zemin tezgâhının ilk üretilen tezgâh olduğu düşünülmektedir. Bu tezgâhın Mısır'ın Badari bölgesinde, Geç Neolitik döneme ait olan bir kâse de figürü bulunmuştur (Lucchesi, 2018: 52). El tezgâhlarının farklı medeniyetler tarafından birçok kez icat edildiği düşünülmektedir (Adanur, 2001:2). Eski mısırdaki Orta Krallığın sonuna kadar iki kirişli tezgâhlar, kullanılmıştır. Yeni krallığın erken dönemleriyle birlikte kubbeli kiriş halkası ve düşey leventli tezgâhları kullanılmıştır (Büken, 2005: 65). Antik dönem buluntularının üzerlerindeki dokuma tezgâhı çizimleri (Şekil 1.27 ve Şekil 1.28).

Şekil 1.26: Antik dönem dokuma tezgâhları: (a) Çözgü ağırlıklı, (b) Dikey iki kirişli, (c) yatay tezgâh.



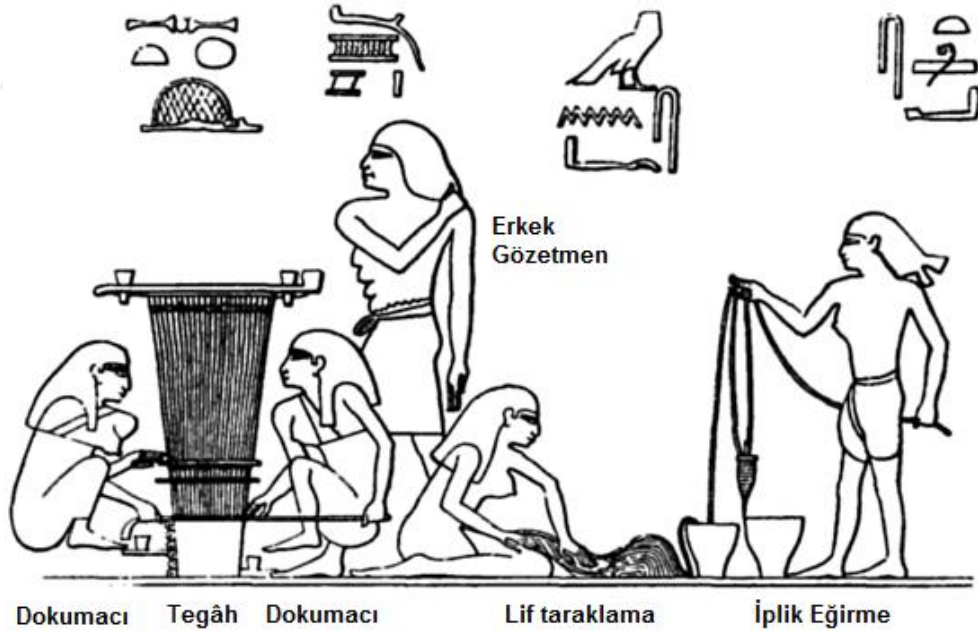
Kaynak: Lucchesi, 2018: 53.

Şekil 1.27: Atina skyphos'un üzerinde bulunan Penelodpe tezgâhı illüstrasyonu.



Kaynak: Roth, 2008: 32.

Şekil 1.28: Antik Mısır'da Chnem-hotep mezarında bulunan yatay tezgâh illüstrasyonu ve tekstil üretim aşamaları.



Kaynak: Roth, 2008: 6.

1.3.3. Halat Üretimi

Halat, doğal (hayvansal ve bitkisel) veya yapay liflerin bükülmesi, şerit biçiminde örülmesi yoluyla yapılmış uzun, sert, esnek ip olarak tanımlanır. Halat, bağlama, taşıma, kaldırma ve nesneleri çekme gibi birçok amaçla kullanılır. Tarih

boyunca halat üretiminde deri, deniz yosunu, papirüs, kenevir, abaka, manila, sisal, koko, rami, manila, keten, pamuk, jüt, keten, heneguen gibi malzemeler kullanılmıştır (Mather, Wardman, 2015: 54; McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 5; Mccaskill, 2009: 9; Godfrey, Smith, 1990: 93-94; Dickinson, 1942: 78-79; Gries, Veit, Wulfhorst, 2015: 42; Başer, 2002: 56).

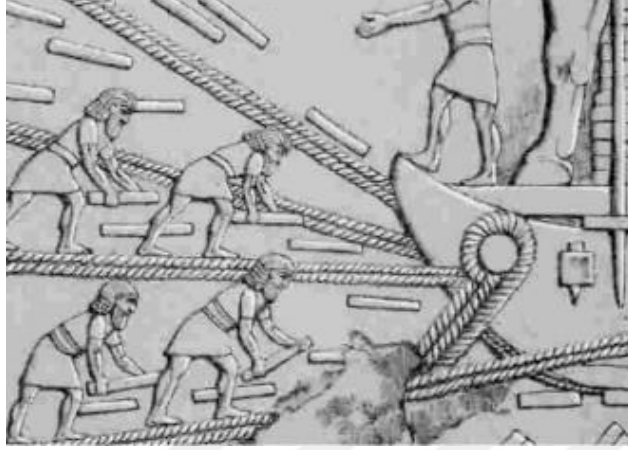
Halatın kullanımının Alt Paleolitik döneme kadar tarihlendirildiği bilinmektedir. Gravettian bölgelerinde yapılan kazılarda yaklaşık MÖ 26000'e tarihlenen kil parçalarında liften yapılmış halat parçaları tespit edilmiştir. Mısır'da yapılan kazılar sonucunda MÖ 3500'e tarihlenen ve denizcilikte kullanıldığı tespit edilen arkeolojik halat kalıntıları ortaya çıkmıştır (Mccaskill, 2009: 8). İspanya'da keşfedilen Geç Paleolitik veya Mezolitik döneme ait bir mağara resminde yabani bal toplamak için bir ip/halat yardımıyla uçurumdan aşağı doğru sarkan kişi tasvir edilmiştir (Şekil 1.29). Mısır'da Ninova kazıları sırasında MÖ 700 dolaylarına ait olduğu düşünülen çizimde, bir insan bileği kalınlığında halatlar ile çok sayıda insan tarafından çekilen devasa bir boğa heykeli tasvir edilmiştir (Şekil 1.30). Halat üretim sürecinin en eski kaydı, yaklaşık 5000 yıl önce, Mısır Beşinci Hanedanlığına ait Thebes'teki bir mezarda bulunan "tekne yapımı için halat bükme" yazıtında bulunmuştur. Eski uygarlıklar tarafından kurulan halat üretim teknolojisi, yirminci yüzyılın ortalarına kadar pek değişmemiştir (McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 1-4).

Şekil 1.29: İspanya'daki Geç Paleolitik veya Mezolitik döneme ait mağara resmi.



Kaynak: McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 2.

Şekil 1.30: Halatlar ile insanlar tarafından çekilen devasa bir boğa heykeli.



Kaynak: McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 3.

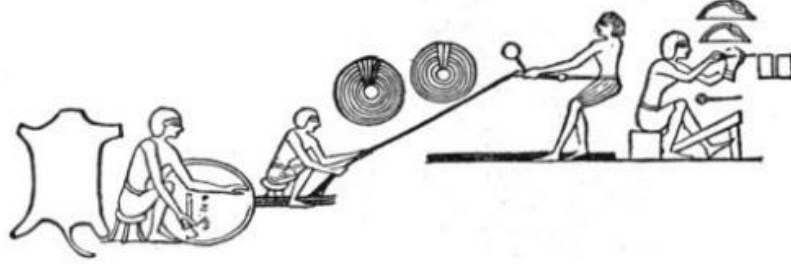
Antik Mısır dönemine ait bir Mısır mutfak sahnesinde, bir tür askı rafı desteklemek için kullanılan büyük bir halat tasviri gösterilir (Şekil 1.31). Antik Mısırlılara ait Thebes mezarlarında bulunan çizimlerde ipten ve deriden halat üretimini gösteren tasvirler keşfedilmiştir. Bir resimde, derilerden elde edilen şeritlerin ipe/halata çevrilme işlemi tasviri yapılmıştır; bir işçinin deriden ip şeritleri kestiği, başka bir işçinin bu şeridi tutup geriye doğru yürürken şeridi büküttüğü görülmektedir (Şekil 1.32) (Hill, 2012: 123). Yine Thebes kazılarında bulunan tasvirlerin birinde papirüs kullanılarak ip/halat yapımı sahnesi tasvir edilmiştir (Şekil 1.33) (Dickinson, 1942: 72).

Şekil 1.31: Antik Mısır dönemine ait bir Mısır mutfak sahnesi.



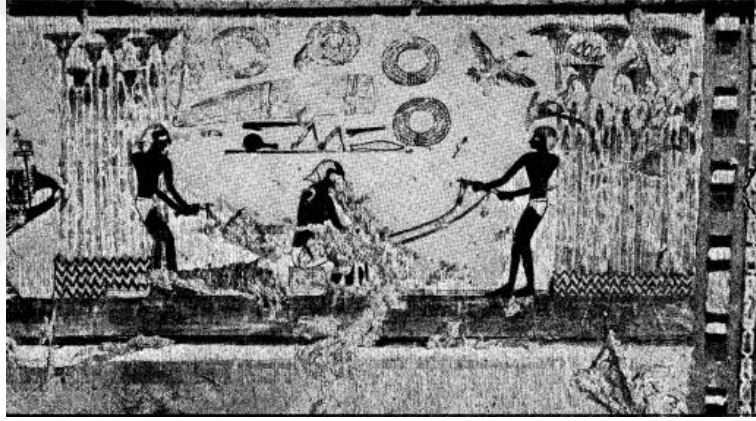
Kaynak: Hill, 2012: 123.

Şekil 1.32: Thebes mezarlarında bulunan deriden halat üretimini gösteren tasvir.



Kaynak: Hill, 2012: 123.

Şekil 1.33: Thebes mezarlarındaki papirüsten halat üretimini gösteren tasvir.

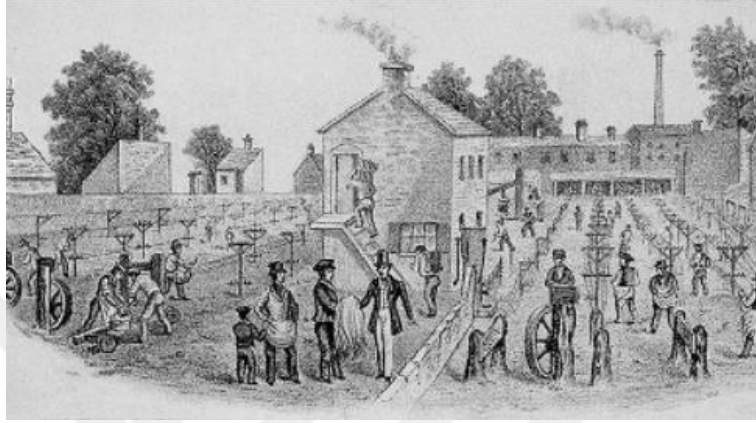


Kaynak: Dickinson, 1942: 92.

Halat üretimindeki ilk adım, ipliklerin eğrilmesi işlemidir. İplikten halat üretmek için kısa, kesikli lifler, uzun ve kesintisiz ipliğe, döndürme, örülme veya düğümleme işlemi ile dönüştürülür. Lifler, düzgün bir yönde bükülerek birleştirilir (Norton, 1990: 90). Yeterli bükülme ile lifler, birbirine tutunur ve büküm sırasında gerginlik ne kadar büyükse, lifler o kadar sıkı tutunur. Halat üretimi geçmişte, açık ve uzunlamasına geniş alanlarda yapılmıştır (Şekil 1.34). İster halat yapım düzeneği üzerinde ister daha basit bir elde tutulan ekipman üzerinde, üç kollu bir halat yapmanın geleneksel yolunun temel prensipleri şekil 1.35'te gösterilmiştir. İlk aşamada, üç set iplik bobinlerden geçirilip kancaların ucuna bağlanır ve halat uzunlamasına gergin tutulur. İkinci aşamada, kancaların bulunduğu kolun döndürülmesiyle iplikler teller haline bükülür. Büküm işlemi ipliklerin uzunluklarını azalttığı için bükümü yapan kişi kontrollü bir şekilde işlem sırasında ileri doğru hareket eder. Son aşamada ise, ip tellerin bir ucu kancalarda diğer uçları ise toplu halde tek bir kancaya yerleştirilir. Daha sonra tek

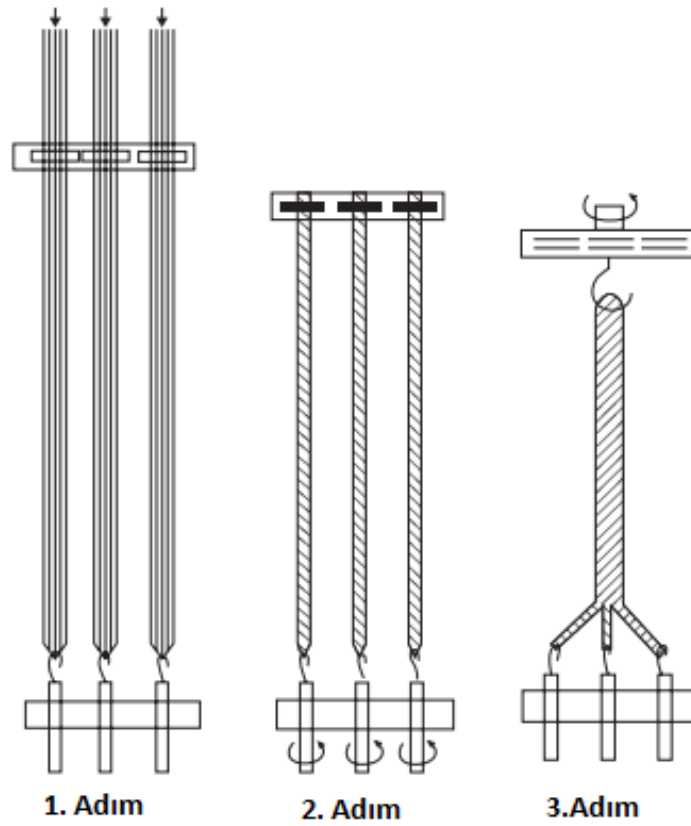
kancanın kolu çevrilir ve ip teller halat olarak bükülür (McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 5).

Şekil 1.34: Açık alanda halat üretimi yapan yer tasviri.



Kaynak: McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 7.

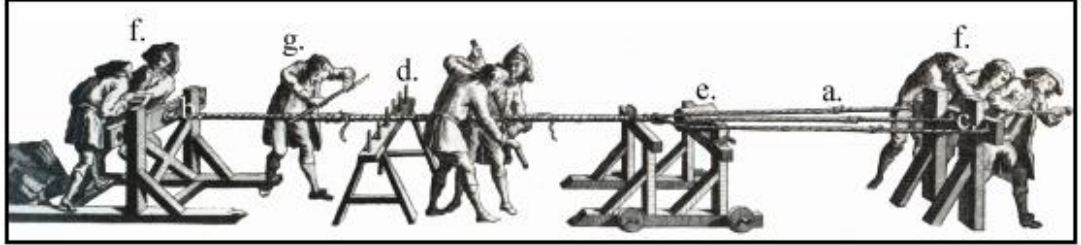
Şekil 1.35: Geleneksel 3 kollu halat yapım tekniği çizimi.



Kaynak: McKenna, Hearle, O'Hear, 2004: 7.

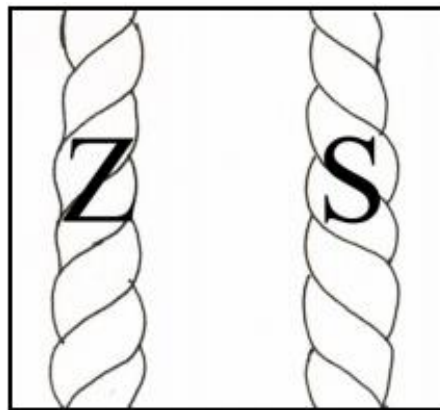
Halat üretimi için kurulan düzeneğin H. L. Duhamel du Monceau tarafından yapılmış çizimi şekil 1.36 da gösterilmiştir. Bükülmüş ip tellerinin bir ucu kızağa monte edilmiş olan tek bir kancaya sabitlenmiştir. Diğer uçları çevrilebilir kollara montelenmiştir. Bükümün düzgün olması ve çevrilen ip tellerin karışmasını önlemek için destek elemanı kullanılmıştır. Bu destek elemanı üzerinde bükülen ip teli sayısı kadar oluklar açılmıştır. Bükülen ipler süpürgelikler tarafından desteklenmiştir. Bu işlemin çalışma prensibi yukarıda anlatılan basit büküm işlemi gibidir. Kancalar çevrilirken kızağıdaki kişiler kontrollü bir şekilde kanca kollarını çevirenlere doğru hareket eder. Bükülme sırasında halatın şekle girmesini sağlayarak takip eden kişiler de aralarda bulunurlar. Sonunda büküm yönlerine göre “S veya Z” büküm yönlü halatlar ortaya çıkar (Şekil 1.37) (McCaskill, 2008: 18-22).

Şekil 1.36: H. L. Duhamel du Monceau tarafından çizilmiş halat üretim düzeneği. (a) ip telleri, (b) kızağa sabitlenmiş kanca, (c) dönebilen kancalar ve kolları, (d) süpürgelik, (e) oluklu destek elemanı, (f) kolları döndürenler, (g) bükümü kontrol eden ve düzelten kişiler.



Kaynak: McCaskill, 2008: 22.

Şekil 1.37: Halatların “S ve Z” büküm yönü çizimi.



Kaynak: McCaskill, 2008: 20.

Bu bölümde değerlendirilen tekstil ve liflerin özellikleri, üretim teknolojisi, arkeolojik liflerin sınıflandırılması konularından sonra bir sonraki bölümde ıslak arkeolojik tekstil eserlerde meydana gelen bozulmalar hem fiziksel, kimyasal, biyolojik bozulma kategorisinde hem de doğal liflerin hammaddesi olan bazı selüloz ve protein liflerde meydana gelen bozulmalar konusu değerlendirilmiştir.



İKİNCİ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERDE BOZULMA

Doğal ortamlardaki diğer eserler gibi, sualtından ele geçen arkeolojik eserler de zamanla çevresel koşulların etkilerine maruz kalır ve bozulmaya uğrar. Arkeolojik eserlerin yapıldığı maddenin doğası ve içinde bulunduğu mikroklimatik ortam, arkeolojik materyalin bozulmasını etkiler. Islak arkeolojik tekstiller, bulunduğu ortamda uzun süre aynı koşullara maruz kaldığında içinde bulunduğu ortam ile bir denge kurma eğiliminde olur ve yavaş yavaş bozulmaya başlar (Mustacek, 2014: 17).

Sualtı ortamlarında bazen organik malzeme orijinal formunda bulunur, ancak dâhili olarak değiştirilmiş bir kimyasal yapı içerebilir. Islak organik tekstillerin bozulma durumunu etkileyen ve farklılaştıran üç faktör vardır: organik eserin kimyasal yapısı, eserin kullanım türü ve çevre koşulları. Eserlerin maruz kaldığı bozulma faktörleri, fiziksel veya kimyasal olarak tekstillerin yapılarını değiştirir (Kronkright, 1990: 145).

Bozulmalar, bulundukları ortamın şartlarına göre değişiklik gösterir. Sualtı koşullarının dinamik olarak farklılık göstermesi eserlerde meydana gelen bozulmaları etkiler. Derinlik, su, sıcaklık, asitlik ve alkalinite seviyeleri, oksijen, ışık, mikroorganizmalar gibi faktörler bozulmaya etki eder. Ayrıca sualtı ortamları, potansiyel olarak reaktif kimyasallar, yüksek seviyelerde çözünmüş veya kısmen çözünmüş tuzlara sahip çözelti gibi düşünülebilir. Mikroskobik ve makroskobik organizmaların varlığı da bozulma faktörlerindendir. Sürekli olarak değişen kum veya güçlü gelgitler eserlerde aşındırıcı etki yapar ve eserlerin üzerlerinde tortu ve deniz yatağı malzemesi biriktirir (Bowens, 2009: 150). Deniz suyunun kimyasal bileşenleri, çözünmüş maddeler (tuzları, organik bileşikleri ve gazları) ve çözünmemiş maddeler (gaz kabarcıkları ve inorganik ve organik katıları) içerir (Florian, 1987: 3). Liflerin yapısını oluşturan çeşitli bileşenlerin her birinin bozulması farklı etkilere neden olur (Garside, Wyeth, 2006: 67).

Tez çalışması kapsamında ıslak arkeolojik tekstillerde bozulma üç kategoride incelenmiştir: fiziksel bozulma, kimyasal bozulma, biyolojik bozulma. Bozulmalar, bu üç kategori altında tekstil liflerinin hammaddeleri olan selülozik ve protein esaslı olarak değerlendirilmiştir. Kategorilere ayrılan bu bozulmalar birbirinden tam olarak bağımsız olarak düşünülemez çünkü malzemenin yapısını bozmak için birbirleriyle etkileşim içinde bulunurlar.

2.1. Fiziksel Bozulmalar

Islak arkeolojik tekstil eserler, birbiriyle ilişkili olma eğiliminde fiziksel, kimyasal ve biyolojik faktörler ile bozulmaya uğrar. Fiziksel faktörler, tekstil eserlerin maruz kaldığı yük, stres ve diğer faktörler (gelgit, dibe çökme, deniz sondajı) tarafından özelliklerinin bozulmasını kapsar. Islak tekstillerde fiziksel bozulmalar, aşınma ve aşınmayla ilgili deformasyonlar, yırtılma, kirlenme, lekelenme, esere uygulanan kuvvet ve gerilmelerle boyutsal ve moleküler yapıda meydana gelen küçülmeler, gerilmeler ve şişmelerdir. Bu durumlarda, ıslak tekstilin yapısında hasarlar meydana gelir (Machado, 2013: 87-97).

Sualtıdan veya ıslak ortamlardan çıkan arkeolojik tekstil eserler, suya doymuş, şişmiş, mukavemeti olmayan, tortu ile kaplanmış veya katran emdirilmiş şekilde karşımıza çıkar. Eserler bulunduğu ortamdan çıkarıldığında kuruma, çatlama, yüzey ayrılması, çekme, tuz kristalizasyonu, küf oluşumu gibi değişikliklere maruz kalabilir. Oksijen ve sıcaklık artışı bozulma hızını artırır ve kompozit eserlere hasar verir. Işık seviyesinin artması foto-oksidasyona ve bunun sonucunda eserde solmaya neden olur (Bowens, 2009: 151-152; Jordan, 2016: 307-311).

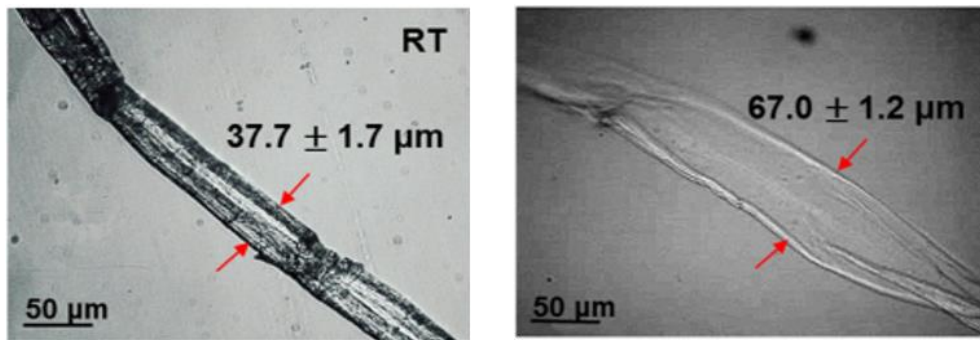
En önemli bozucu faktör olan su, kimyasal olarak (H_2O), iki hidrojen bir oksijenden oluşan son derece kararlı yapıya sahip bir moleküldür. Su, saf su, mineral tuzlar, çözünmüş gazlar, mikro ve makro organizmalardan oluşan karmaşık bir ortamdır. Su, ıslak organik arkeolojik malzemenin korunmuş durumda görünmesine izin vermesine rağmen, aynı zamanda kimyasal ve fiziksel olarak eserlere zarar verir (Peacock, 1996: 49). Organik lifli eserler ilk üretimi ile birlikte kurutulur ve çekmeye uğrar. Islak arkeolojik tekstiller, tüm gözeneklerindeki boşluklarının su ile dolmasıyla suya doymuş bir hal alır. Lifli organik maddelerin bünyesindeki su miktarı arttıkça lifler şişer ve deforme olur. Şişme, çözünmeye ve parçalanmaya doğru giden ilk adım olur. Şişme, katı parçacıkların birbirini itmesiyle meydana gelen hacim artışına neden olur. Ancak katı parçacıkların yapısına göre çözünme ve parçalanma durumu değişir. Su buzdan daha yoğundur ve bu ıslak tekstillerdeki detayların kaybolmasına neden olur. Bu bozulmalarla beraber ıslak arkeolojik tekstillerde meydana gelen fiziksel bozulmalar selülozik ve protein esaslı lif bozulmaları şeklinde değerlendirilmiştir (Mustacek, 2014: 17-18; O'Connor, 2007: 46; Huisman v.d., 2009: 190-192).

Islak ortamdaki tekstil eserlerde meydana gelen fiziksel bozulmaların çoğu selülozik ve protein esaslı lif ayrımı olmaksızın meydana gelir. Yani hem selülozik liflerde hem de protein esaslı liflerde aynı fiziksel bozulma sonucu ortaya çıkar. Bu bozulmalarla beraber ıslak arkeolojik tekstillerde meydana gelen fiziksel bozulmalar selülozik ve protein esaslı lif bozulmaları şeklinde değerlendirilmiştir.

2.1.1. Selülozik Liflerde Fiziksel Bozulma

Islak arkeolojik tekstil eserlerin hepsi (selülozik/protein lifli) su ile şişmiş bir halde ele geçer. Ancak liflerin üretildiği hammaddesinin selülozik veya protein olması bu şişme ve şişmeye bağlı bozulma etkilerinde farklılıklar meydana getirir. Selülozik liflerde şişmeye sebep olan su moleküllerinin, selüloz alkol grupları ile nasıl bağlandığı birinci bölümde açıklanmıştır (bkz: 1.2.1). Selülozun yapısında var olan kristalin bölgeler su ile neredeyse şişmez ve suda çözünmez. Ancak selülozun yapısındaki amorf bölgelere nüfuz eden su, enzimler ve çözücüler selülozun molekül yapısındaki mevcut hidrojen, dipolar ve ikincil bağlara kolaylıkla bağlanarak şişmeye (Şekil 2.1), kimyasal reaksiyonlara ve çözünmeye neden olur. Şişme aşırı olunca tekstilin misel yapısı yok olur. Tuzluluk ve pH şişmede etkilidir: pH 5-11 arasında tekstil liflerinde şişme meydana gelir. Tüm pH değerlerinde tuzun varlığı şişmeyi azaltır (Florian, 1987: 21-47).

Şekil 2.1: Selülozik lifin su ile şişmeden önceki hali (sol) ve şişmiş hali (sağ).



Kaynak: Mao v.d., 2016: 286.

Selülozik liflerin su ile etkileşimi farklılık gösterir. Birkaç lif üzerinden örnek verilecek olursa: Pamuk lifi %100'e yakın oranda selüloz içerdiği için selülozun tüm kimyasal özelliklerini gösterir. Bu nedenle pamuğun emiciliği çok yüksektir (Jenssen, 1987: 141; Başer, 2002: 44). Ancak su, keten liflerinin yapısındaki kristalin oran

nedeniyle kolay bir şekilde bağlanamaz. Lifler su ile şiştiğinde lifin eğilme mukavemeti azalır ve liflerde kırılmalar, mikro çatlaklar meydana gelir (Needles, 1986: 42; Munoz, Manrique, 2015: 1; Moudood v.d., 2019: 336-337). Rami lifi, aktif çamur ve deniz suyu koşullarında bozulmaya uğrayarak parçalanır. Su ile şişen rami lifi, enzimatik saldırılara karşı hassas olur ve lifin içerdiği selüloz molekülleri arasındaki hidrojen bağı azalır. Kenevir lifinin kristalin bölgelerinde çok sayıda ve güçlü bir şekilde bağlanmış hidroksil grupları olduğu için kimyasallar bu bölgeye girmekte zorlanırlar. Amorf bölgede, hidroksil grupları lif yapısına gevşek bir şekilde bağlıdır ve diğer kimyasallarla reaksiyona girmek için nispeten serbesttir. Bu serbestlik nedeniyle, amorf bölgede bulunan hidroksil grupları, su molekülleri ile kolayca birleşebilir ve şişmeye neden olur. Sonuç olarak, lif ve bağlayıcı malzemeler arasındaki güçlü bağ hasara uğrar, bu da lifin mekanik özelliklerini azaltır (Shazad, 2012: 127; Machado, 2013: 108-109). Batı Avustralya Denizcilik Müzesi Laboratuvarındaki depoda bulunan ıslak arkeolojik jüt lifinin yapısal bütünlükten yoksun ve şişmiş halde olduğu belirtilmiştir (Godfrey, Smith, 1990: 93-94).

2.1.2. Protein Esaslı Liflerde Fiziksel Bozulma

Protein esaslı liflere suyun bağlanması farklı şekillerde olur; su moleküllere sıkıca bağlanabilir, kohezyon ve elektrik yükü ile gevşek şekilde bağlanabilir veya serbest su olarak moleküller arasındaki kılcal damarlarda bağlanabilir. Protein liflerinin molekül yapısının çapraz bağları ile oluşması, şişmeyi çapraz bağlanma derecesi ile sınırlandırır. Ortamda tuzların pH'ı, iyonik kuvvetler, klorürler, bromürler gibi bazı tuzlar şişmede etkili olduğu gibi sülfatlar ve sitratlar ise şişmeyi geciktirir. Protein lifleri, keratin ve fibroin olmak üzere iki yapıdan meydana gelir. Keratin aşırı miktarda spesifik metal iyonlarını emebilir. Ortamın pH'ı 5-7 ise şişme minimum seviyede olur. PH 5'in altındayken şişme meydana gelir ve 7'nin üzerinde şişmeye, denatürasyon (geri dönüşümsüz bozulma) ve mekanik mukavemet kaybı da eklenir. Keratin %20'den fazla şişmeye maruz kalırsa su, kovalent olmayan çapraz bağları ve hidrojen bağları koparır (Florian, 1987: 21-47)

Yün lifleri, keratin lifleri grubuna ait protein lifi olduğundan, yünün kimyası büyük ölçüde protein kimyası tarafından belirlenir. Genel olarak, bu lifler, liflerin kimyası, yapısı ve mikro yapısındaki farklılıklar nedeniyle kimyasal bozulmaya fibroin esaslı ipekten daha duyarlıdır (Peacock, 2003: 38-40). Yün, yapı olarak önemli ölçüde daha amorfudur ve özellikle lif hücrelerinin esnek dış tabakaları hasar gördüğünde,

bozulma reaksiyonları çok hızlı yayılır. Yün %100 bağıl nemde %33 su içerir, ancak suya batırıldığında %200 su emebilir. Su molekülleri, soğukta ve sıcakta yünde bulunan yün keratinine farklı şekilde etki eder. Ortamın soğuk olduğu durumlarda keratindeki tuz bağları kopar, sıcak olduğu durumlarda sistin bağlarının kopmasına neden olur (Başer, 2002: 80-81). Sistin molekülündeki disülfür bağı hem molekül içi hem de moleküller arası disülfür köprüleri sağlayan en reaktif bölgedir. Sistin molekülündeki disülfür köprüleri, yünün fiziksel özelliklerinde önemli bir etkiye sahip olduğu için, bu bağlara etki eden herhangi bir reaktif, lifler üzerinde önemli değişikliklere neden olacaktır. Sulu ortamlarda yün lifi, mekanik mukavemetini kaybederek fiziksel bozulmalara uğrar ve hatta çok bozulan ıslak bir yün kumaşı hamurumsu bir kıvama sahip olabileceği de belirtilmiştir (Garside, Wyeth, 2006: 87-90; Machado, 2013: 94-96). Lonne Hede kazılarında bulunan ıslak arkeolojik yün liflerinin şişmiş, mukavemetsiz ve parçalanmış görünümü aşağıda gösterilmiştir (Şekil 2.2) (Scharff, 2014: 1-3).

Şekil 2.2: Bozulmuş halde olan Lonne Hede yün lifi.



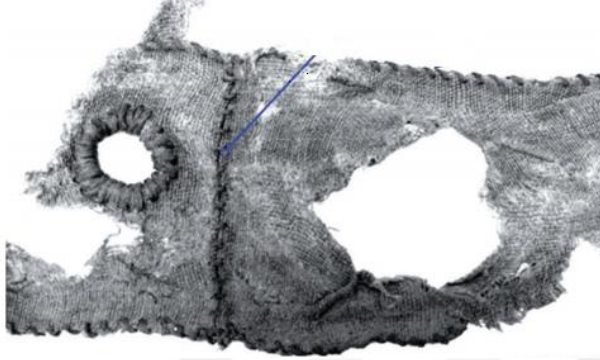
Kaynak: Scharff, 2014: 6.

İpek lifinin ana maddesi olan fibroin suda çözünmeyen bir yapıya sahiptir. İpek lifinin amorf bölgeleri su ve kimyasal maddeler tarafından kolaylıkla nüfuz edilebilir bir yapıya sahiptir. Su molekülleri, bir plastikleştirici olarak ipek fibroinin moleküller arası boşluğuna nüfuz eder, bazı hidrojen bağlarının ortadan kaldırılmasını kolaylaştırır ve ipek lifi şişmeye uğrar (Başer, 2002: 97-98). Fibroinin yapısında bulunan amino

asitlerdeki iyonik grupların (hidrofilik grupların) düşük içeriği sebebiyle şişme sınırlıdır. Şişme asidik ve bazik ortamlarda daha fazla meydana gelir. Bazik ve soğuk ortamlardaki su ile şişen ipek lifinde geri dönüşü olmayan hasarlar meydana gelir. İpek, tüm lifler arasında pH 1-14 aralığında en az şişmeye uğrayan doğal liflerdendir. Fibroinden oluşan ipek lifleri, düşük emicilik nedeniyle ıslandığında yüksek mukavemet gösterir. Ancak kalsiyum tuzları gibi inorganik tuzlar, enine bir şişme meydana getirir ve bunun sonucunda lifin uzunluğu azalır (Serrano v.d., 2020: 91-92; Balazsy, Eastop, 1998: 43-48). Suyun varlığı, ipek liflerini önemli ölçüde etkiler: ipeğin hidrojen bağlarının yeniden düzenlenmesine ve mekanik özelliklerinin değişmesine neden olur (Gong, Zhu, Liu, 2015: 284-289). Kopenhag'daki metro kazıları sırasında bulunan ıslak arkeolojik tekstillerden protein esaslı olanların çoğu iyi korunmuş olarak ele geçmiştir. Ancak korunma durumu diğer bulunan arkeolojik bitkisel lifli olanlar için geçerli değildi (Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 319).

Islak arkeolojik eserlerde fiziksel etkiler ile meydana gelen bu tür bozulmalar, gömü durumunda, kazı sırasında veya kazı sonrasında meydana gelebilmektedir. Gömü durumunda, eserlerin üzerinde olan yükler form bozukluğuna neden olur. Yük, yapıların ve katmanların nesneler üzerinde uyguladığı basınçtır. Özellikle artan derinlik ile bu katmanlar, sıkıştırılabilir tekstil eserler üzerinde önemli bir yük bindirmektedir. Bu basınç sonucu, genellikle kumaşlarda geri dönüşü olmayan kırışmalar ve form bozuklukları meydana getirmektedir. Akıntı, dalga aşınması ile fiziksel olarak eser bozulmaya uğrar; sıyrıklar, yırtıklar, kayıplar, kesikler delikler (Şekil 2.3) gibi etkiler ortaya çıkar (Pesic, 2011: 77-80). Yanlış kazı uygulamaları eserlere fiziksel olarak büyük hasarlar verebilmektedir. Özellikle kaldırma sırasında eserlerin direk kaldırılmaya çalışılması yırtılma ile sonuçlanmaktadır (Jones v.d., 2007: 5-9).

Şekil 2.3: Jeanne Elisabeth'in yelkeninde fiziksel nedenlerden kaynaklanan aşınma ve yırtıklar.

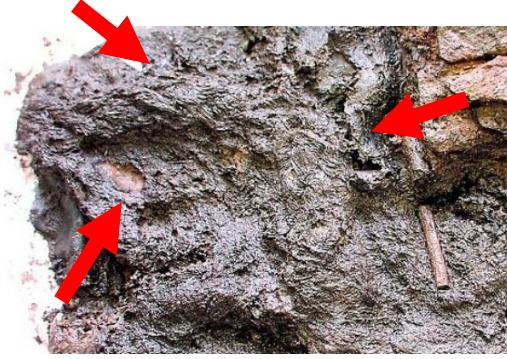


Kaynak: Bartos, Sanders, 2012: 73.

Sualtı koşullarında bulunan eserlerin üzerindeki birikintilerin, kumların, toprağın ve yüklerin ağırlığı malzemeleri deforme edebilir. Ancak genel olarak arkeolojik malzemeler, battıktan sonra hızlıca üzerleri birikintilerle kaplanır, akıntı ve diğer fiziksel aşınmalara karşı bir tampon oluşur. Güçlü akıntıların taşıdığı kumun aşındırıcı etkisi, deniz yüzeyinin altındaki nesnelere de büyük zararlar verebilir. Bir eserin üzerindeki tortu ne kadar kalın olursa, sıcaklık dalgalanmaları ve dalga aşındırması o kadar az olur ve eserin korunma durumu artabilir (Pesic, 2014: 97-101).

Islak ortamlardaki arkeolojik tekstil eserler genelde çamur, tortu, kir ve lekeli bir şekilde ele geçer. Korumanın ilk aşaması olan temizleme işleminde eserler, bu tortu ve kirliliklerden tamamen arındırılmaya çalışılır. Aksi halde temizlenmeyen kirlilikler konsolidasyon aşamasında korumayı olumsuz yönde etkileyebilir. Luguvalium Roma Kalesi içindeki Carlisle Kalesi'nin önündeki kazıda bulunan 3 ıslak arkeolojik halat, çamurlu tortu ile kaplı halde bulunmuştur (Şekil 2.4, 2.5) (Jones, 2005: 9). Bazen ıslak arkeolojik tekstil eserlerin etrafını saran tortular betonlaşmış bir şekilde karşımıza çıkar. Bu durumdaki eserlerin korunma durumları daha iyi olabilir. 1996 yılında, korsan Karasakal'ın batık amiral gemisi olduğu sanılan bir gemi batığı, Quen Anne's Revenge (QAR), Kuzey Carolina'da keşfedilmiştir. Batığın içinden çıkan tekstillerden QAR 345.14 envanter numaralı eserin betonlaşmış tortu ile kaplı olması söz konusu durum için örnek olarak gösterilebilir (Şekil 2.6) (Focht, 2008: 3).

Şekil 2.4: Çamurlu tortu kaplı halatın *in situ* hali.



Kaynak: Jones, 2005: 9.

Şekil 2.5: Çamurlu tortu kaplı halat.



Kaynak: Jones, 2005: 31.

Şekil 2.6: QAR 345.14 envanter numaralı tekstilin betonlaşmış tortulu hali.



Kaynak: Focht, 2008: 4.

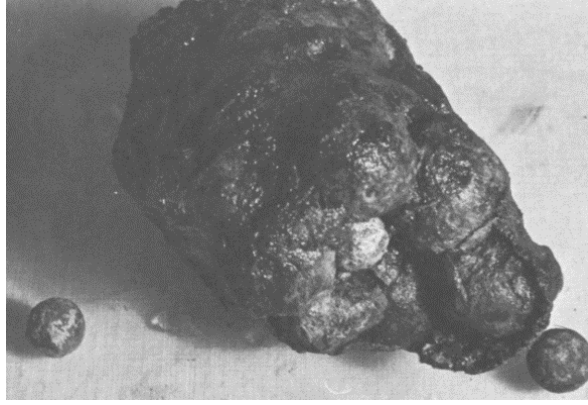
Metal eserler ile kompozit olan ıslak arkeolojik tekstil buluntularında bu metallerin korozyonu sonucu metalik tuzlarla kaplı bir tortu tabakası oluşabilmektedir. Aynı zamanda metalik korozyon liflerin yapısına girmekte ve dehidrasyon sırasında potansiyel bozucu etki yapmaktadır. Metallerin varlığı, ıslak arkeolojik tekstillerin mekanik mukavemetini, kimyasal stabilitesini ve biyolojik bozulma oranını etkiler. Metaller eserlere yakınsa, selülozik malzemelerin daha hızlı bozulmasına yol açabilmektedir. Ayrıca metal eserler yapısal hasara neden olan ve liflerin içini dolduran görünür lekelerle neden olmaktadır (Kaye, 1995: 36; Janaway, 1983: 48; Gillard v.d., 2014: 137). Örnek olarak: 1755'te Montpellier açıklarında keşfedilen batığın ambarında katlanmış şekilde bir yelken bulunmuştur. Yelkenin bir kısmında bulunan demir parçasının korozyona uğradığı bildirilmiştir (Şekil 2.7) (Bartos, Sanders, 2012: 67). Defence batığından çıkarılan kurşun çantasının metalik tuzlu bir tortu ile kaplı olduğu bildirilmiştir (Şekil 2.8) (Morris, Seifert, 1978: 38). Quen Anne's Revenge (QAR), batığından çıkan eserlerin bazılarında metalik korozyon tespit edilmiştir (Şekil 2.9) (Focht, 2008: 17).

Şekil 2.7: Yelkenin demir yüksük kısmında meydana gelen korozyon.



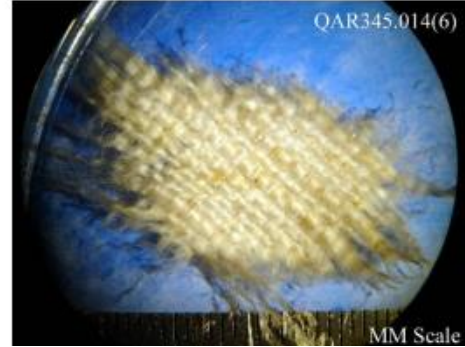
Kaynak: Bartos, Sanders, 2012: 67.

Şekil 2.8: Defence batığı demir tuzu tortusuyla kaplı kurşun çantası.



Kaynak: Morris, Seifert, 1978: 39.

Şekil 2.9: QAR 345.14(6) envanter numaralı tekstilin demir temizliği öncesi (sol) ve sonrası (sağ).



Kaynak: Focht, 2008: 17.

Geçmişte üretilen bazı halatlara su geçirmez özellikte olsunlar diye katran emdirme uygulaması yapılmıştır. Özellikle kenevirden yapılan halatlara hem çürümeyi engellemek hem de su geçirmez özellik sağlasın diye katran emdirilmiştir. Bu uygulamayla katran, halatın bütün yüzeyine nüfuz ettirilmiştir. Katranlı ıslak arkeolojik tekstilin koruma çalışması katrandan dolayı tam olarak mümkün olamaz. Katran kuruyunca sert bir kalıp oluşturur ve tekstil liflerinin elastikiyetini etkiler. Lyon Saint-Georges 4's batığında ele geçen katranlı kalafatlama malzemesi söz konusu durum için örnek olarak gösterilmiştir (Şekil 2.10). La Belle batığından ele geçen halatlardan katran emdirilmiş olanlar yine bu duruma örnek olarak gösterilmiştir (Şekil 2.11, 2.12) (Mccaskill, 2009: 20-21; Meunier, Guyon, 2019: 1-6).

Şekil 2.10: La Belle batığı katranlı halatlar.



Kaynak: Mccaskill, 2009: 36.

Şekil 2.11: La Belle batığı 3100 envanter numaralı katranlı halatı.



Kaynak: Mccaskill, 2009:34.

Şekil 2.12: Lyon Saint-Georges 4 batığının katranlı halatı 3 boyutlu resmi.



Kaynak: Meunier, Guyon, 2019: 9.

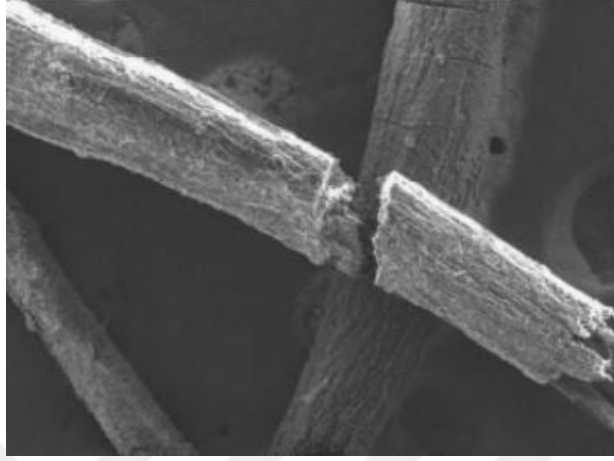
Arkeolojik eserlerin bulundukları ortamın sıcaklığı her zaman kazı sonrası bulundukları alandan daha düşük olur. Eserler soğuk ortamlardan çıkarıldığında sorunlar ortaya çıkar. Arkeolojik eserlerde sıcaklık değişiklikleri malzemenin genişlemesine ve daralmasına neden olabilir, bu da geçici veya kalıcı deformasyona ve bunun sonucunda tekstil liflerinde kırılmalara neden olur (Cronyn, 2004: 23-36). Su ile şişmiş ıslak arkeolojik tekstil malzemelerin yapısındaki suyun bir konsolidasyon malzemesi ile emdirme işlemi yapılmadan uzaklaştırılması sonucu eserde çekme ve liflerinde çatlama, parçalanma, kırılma meydana gelir. Londra Batığında bulunan 21 halatın arasındaki 3127 envanter numaralı halatta yapılan hava ve çözücülerle kurutma sonrası eserlerde çekme meydana gelmiştir (Şekil 2.13) (Middleton, 2018: 72-76). INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü, Nixon Griffis Konservasyon Laboratuvarında yapılan bir ıslak arkeolojik eserin hava ile kurutma uygulaması sonucu eserin çekmeye uğradığı, liflerinin kırıldığı, çatladığı ve parçalandığı görülmüştür (Şekil 2.14) (Biçer, 2017: 78).

Şekil 2.13: 3127 envanter nolu halatının hava ile kurutma uygulaması öncesi (sol) ve sonrası hali (sağ).



Kaynak: Middleton, 2018: 76.

Şekil 2.14: Hava ile kurutma sonrası lifte meydana gelen kırılma ve çatlamanın SEM görüntüsü.



Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

2.2. Kimyasal Bozulma

Kimyasal bozulma, malzeme ile çevredeki mevcut elementler (oksijen, su, sıcaklık, pH, tuzluluk) arasındaki reaksiyonları içerir (Karsten v.d., 2018: 10). Fiziksel bozulma süreçleri, eserlerdeki bozulma değişikliğini tamamlamak için kimyasal reaksiyonlarla birleşir. Şişme, çekme, termal bozulmalar ve ışık ile meydana gelen tüm bozulmalar, kimyasal reaksiyonların öncüleridir (Kronkright, 1990: 165).

Kimyasal maddeler tarafından tetiklenen reaksiyonlar, temel olarak bir hidrojen veya hidroksit molekülü ile yer değiştirilmesi ve oksidasyona uğramasıyla kimyasal bozulmaya neden olur. İlk olarak su sayesinde, bir bileşen başka bir hidrojen (H^+) veya hidroksit (OH^-) molekülü ile yer değiştirir ve sonucunda kimyasal yapıda kopmalara neden olur. Ancak su ile tek ve özel hidroliz, yapının tamamen bozulmasını neden olmaz. Çoğu durumda, yüksek sıcaklıkların ve basınçların varlığı gereklidir veya bunun olmaması durumunda asit hidrolizine, alkaline hidrolizine veya enzimatik hidrolize yol açan asitlerin, alkalilerin ve enzimlerin varlığı gerekir. Oksidasyon, bir kimyasal bileşiğin pozitif değerini artıran elektron kaybını içeren değişikliklerle ilgilidir. Oksidasyondan kaynaklanan dönüşümlere genellikle hem görünür ışık hem de ultraviyole ışınları neden olur (Machado, 2013: 88-89). Tüm ıslak doğal tekstil malzemeleri ve lifleri kimyasal hidrolizle yavaş yavaş depolimerize olur. Suyun varlığında, tekstil polimerleri parçalanır ve küçük birimlere ayrılır ve en son monomerlere ayrılır. Bu kimyasal hidroliz ölçülemeyecek kadar yavaştır, ancak hızı,

görmü ortamının pH ve sıcaklığından etkilenir. Hafif alkali olan ıslak ortamlar, protein liflerinin artan alkali hidrolizini arttırırken, hafif asit ortamları selüloz liflerinin asit hidrolizini arttırır (Cardamone, 2000: 8; Cronyn, 2004: 20; Peacock, 2003: 36).

Islak ortamdaki tekstil eserlerde meydana gelen kimyasal bozulmalar, selülozik ve protein esaslı lif bozulmaları şeklinde değerlendirilmiştir.

2.2.1.Selülozik Liflerde Kimyasal Bozulma

Selülozik malzemeler termal, biyolojik, oksidasyon ve hidroliz gibi bozulma etkenlerine karşı hassastır. Zamanla bu kuvvetler selülozik malzemelerin polimer zincirlerindeki bağların kırılmasına, yeniden oluşmasına ve çapraz bağlanmasına neden olarak selülozik malzemenin temel bileşenlerinin parçalanmasına neden olur. Selülozik malzemenin parçalanmasının sonucunda meydana gelen düşük polimerizasyon derecesi, yapının zayıflamasına ve kırılğan olmasına neden olur. Bu doğal bozulma kuvvetleri, uzun bir süre tuzlu su ortamında bekletildiğinde, lignin ve selüloz parçalanıp tamamen ortadan kalkabilir (McCaskill, 2009: 45-46). Selüloz asitlerle, bakterilerle ve mantarların enzimatik aktivitesiyle kolayca hidrolize edilir. Pektik maddeler suda çözünmez ama asitler ve enzimler tarafından kolayca hidrolize edilebilir. Birçok bakteri ve mantar, bunları besin maddesi için kullanabilir (Florian, 1987: 28). Asitler, su ile kombinasyon halinde selüloz molekülündeki glikozit eter bağları kırarak hidroliz reaksiyonunu meydana getirirler. Hidroselüloz reaksiyonu sonucunda selüloz materyalde dayanıklılık azalır, kırılğan olur ve sert bir hale dönüşür. Bazı mikroorganizmalar tarafından salgılanan asidik metabolizma ürünleri selülozun asit hidrolizine neden olabilir (Balazsy, Eastop, 1998: 23-31). Sıcaklık, eserlerin oksidasyon, hidroliz derecesi gibi kimyasal bozulmaların hızına etki eder (Kronkright, 1990: 162). Hemiselülozlar alkalın koşullarda çözünür ve düşük moleküler ağırlıklı polimerlerin bazıları su ile ekstrakte edilebilir (Florian, 1990: 24-25).

Selüloz oranı yüksek olan pamuk lifi, sıcak seyreltik veya soğuk konsantre asitlerle tepkimeye girince bozulmaya uğrar. Pamuk lifi alkalilere karşı mükemmel bir dirence sahiptir. Yakıldığında siyah, bir kül bırakır ve yanık kâğıt kokusu yayar (Başer, 2002: 44; Cook, 2001: 69-70). Yapısındaki selüloz oranı nedeniyle sualtı koşullarında çabuk bozulmaya uğrar. Su emiciliği yüksek olduğu için lifleri çabuk hidrolize olur. Metalik malzemeler yakınsa, selülozik malzemelerin daha hızlı bozulmasına neden olabilirler. Pamuğun bükülme durumu sualtında farklı bozulmalara neden olur: “S”

bükülmüş pamuk ıslakken ayrılma eğilimi gösterir, ancak “Z” bükülmüş pamuk ıslakken gerilir (Jenssen, 1987: 141). Keten lifleri ise kimyasal reaktiflere karşı pamuğun gösterdiği özellikleri gösterir. Asidik veya hafif alkali ortamlara maruz kaldığında oldukça esnek gibi görünür. Yüksek sıcaklığa maruz kaldığında güçlü asitler veya zayıf asitler tarafından saldırıya uğrar. Ancak alkalilere karşı oldukça dirençlidir. Kenevir lifi, alkalilere karşı iyi bir dirence sahiptir. Ancak alkaliler, su ile şişmiş ve kimyasal reaktivitelere açık hale gelmiş keten lifinin amorf bölgesindeki hidroksil gruplarını azaltır. Asitlerin etkisiyle pamuk lifi gibi bozulmaya uğrar. Deniz suyunun asitliği, kenevir lifinin glikozit eter bağını kırar ve keneviri kırılgan yapan selülozun asit hidrolizi meydana gelir (Kabir v.d., 2013: 13-14). Kimyasal bozulmaların etkileriyle selülozik liflerde hidrojen bağının kaybı, ana zincir içindeki hidroksil gruplarının oksidasyonu ve mekanik özelliklerinde hasar meydana gelir (Cardamone, 2000: 19).

2.2.2. Protein Esaslı Liflerde Kimyasal Bozulma

Proteinlerin en küçük yapı taşı olan amino asitler, suda kolay çözünür, organik çözücülerde çözünmez. Moleküllerinde hem asit hem de bazik gruplar bulunduğu için asitlerle ve bazılarla reaksiyona girer. Keratin, amino asitler üzerindeki çok sayıda çeşitli yan zincir nedeniyle yüksek kimyasal reaktivite özelliğine sahiptir. Keratinin alkali ortama reaktivitesi iyi bilinir. Reaksiyon, konsantrasyon ve sıcaklığın yanı sıra keratinin bozulma derecesine bağlıdır. Aşırı asidik veya bazik koşullar altında keratin çözünür hale gelir (Florian, 1987: 34-47). Alkali çözünürlük, disülfid bağlarının kaybı ile artar. Alkali, disülfür bağlarını koparır, belirli amino asitleri yok eder ve sonunda proteini tekli amino asitlere hidrolize eder. Sonunda peptid bağları kopar ve tekstil çözünür (Gillard v.d., 2014: 132-133). Keratin organik asitlere dirençlidir ancak mineral asitler tarafından uzun süre kaynatıldıktan sonra hidrolize edilir. Örneğin yün lifleri, keratin lifleri grubuna ait protein liflerindendir ve özellikle alkali koşullara karşı oldukça hassastır, bu da disülfid bağının parçalanarak sisteik asit ve sistein oluşmasına neden olur. Başlangıçta bu etki, daha az reaktif lantionin çapraz bağları oluştuğundan kısmi stabiliteye neden olabilir. Ancak zamanla yünün yapısal bütünlüğü bozulur. Sonunda peptid bağları kopar, keratin amino asitlerine kadar parçalanır ve kumaş çözünür. Asit ortamlarında disülfür bağı daha yüksek stabilite ve etkin bir yapıda kalabilir. Bu nedenle yünün asidik ortamda korunma şansı

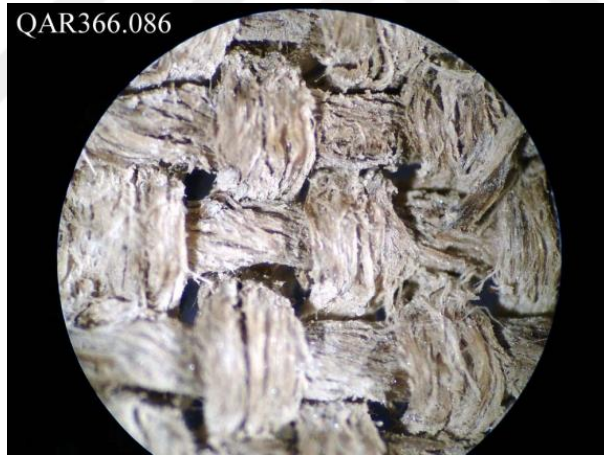
artar (Varghese, Mittal, 2018: 139; Holstein v.d., 2014: 2121-2122; Brown, 1959: 11-17).

İpek fibroini, asitlere karşı bazlardan daha dayanıklıdır. Hidrolizi, sadece yüksek sıcaklıklarda güçlü asitler ve alkalilerle gerçekleşir. İpeğin yapısında bulunan çapraz disülfür kovalent bağ nedeniyle asitlerden fazla etkilenirler. Asit, peptit bağları daha hassas olan amorf bölgeye saldırarak onu hızla çözer. Asit hidrolizi sonucu ipek lifindeki tuz bağları kopar ve mekanik olarak zayıf ve kırılğan bir lif ortaya çıkar. Ortamda bulunan tuzlar bozulmayı artırır. Soğuk bazik çözeltilerde ipek lifleri şişer ancak yüksek sıcaklıklarda ve uzun sürede lifler bozulmaya uğrar: ipek polimerlerini çapraz bağlarla birbirine bağlayan tuz bağları ve hidrojen köprüleri kolayca hidroliz olur ve kopar (Başer, 2002: 97-98). Alkalinin neden olduğu tuz bağlarının ve hidrojen bağlarının kopması, lifin ikincil ve üçüncül yapısının değişmesine ve dolayısıyla daha fazla bozulmaya karşı daha az dirençli bir yapı oluşmasına sebep olur. Polimer zincirlerin birbirinden ayrılması sonucu ipek lifi bazik çözelti içinde çözünür hale gelir. Uzun süre bazik ortamda kalan ipek polimerlerinde peptit bağları da hidroliz olur ve polimer tamamen amino asitlere parçalanarak çözünür. Tuzların varlığı ile ipek liflerinde şişme ve hidroliz bozulmaları farklılık gösterir (Garside, Wyeth, 2006: 80-83). Foto-oksidasyon açısından ipek, ultraviyoleye karşı hassastır. Foto-oksidasyon, ipek lifinin gevrekleşmesine, sararmasına ve liflerde bağ kırılmasına, lif zayıflamasına yol açacak bir bozulma zincirine neden olur (Machado, 2013: 94-170). Fibroinin foto-oksidasyonu, asitli koşullarda daha kolay gerçekleşir. Su, ısı, ışık ve mikroorganizmalar etkisiyle ipeğin mukavemeti kaybolur ve kırılğanlaşır (Balazsy, Eastop, 1998: 43-48; Arai v.d., 2004: 2390; Gong, Zhu, Liu, 2015: 286-288).

Tuzlar, bir asit ve bir baz arasındaki reaksiyonla oluşan iyonik bağlardır. Baz ve asit kombinasyonları, kalsiyum karbonat veya sodyum klorür gibi tuzlar oluşturur. Çözündüklerinde, ayrı iyonlar, kalsiyum (Ca^{2+}), bikarbonat (HCO_3^-), sodyum (Na^+) ve klorür (Cl^-) olarak ayrışırlar. Tüm tuzlar belirli bir dereceye kadar çözünür, ancak bazılarının çözünürlüğü çok azdır ve bu tuzlar çözünmez tuzlar olarak adlandırılır. Nispeten yüksek çözünürlüğe sahip tuzlar şunlardır: nitratlar, klorürler, sülfatlar, bikarbonatlar ve asetatlar, düşük çözünürlüğe sahip olanlar ise silikatlar, oksitler, sülfidler, fosfatlar ve karbonatlardır. PH değeri gibi diğer faktörler de çözünürlüğü etkiler. Suyun içinde var olan özellikle deniz suyu ortamındaki çözünebilir tuzlar, organik olan liflerin içine nüfuz ederek iç yapılarındaki boşlukları doldurur. Tuzlar,

kompozit yapıdaki tekstillerdeki metallerin elektrokimyasal korozyonunu hızlandırır ve oluşan korozyon tekstillerde bozulmalar meydana getirir. Çözünabilir tuzlar, suyun buharlaşmasının bir sonucu olarak kristalleşerek içinde bulunduğu eserin yapısının hacminde bir artışa neden olur (Cronyn, 2004: 21-23). Gözenekli malzeme olan liflerde bu, hacim artışı malzemenin ve yapıların çatlamasına neden olur (Curkovic, 2014; 28; Huisman, Joosten, Kottman, 2009: 143). Çözünür tuzlar da malzemelerin yüzeyinde birikebilir. Çözünmeyen tuzların etkisi ise genellikle yüzey hasarına ve malzemelerin renginde değişikliklere neden olur (Mustacek, 2014: 18). Tuz, liflerin şişmesine ve özelliklede protein liflerinde etkili olan en önemli bozucu faktördür (Florian, 1987: 22). Kompozit yapıda olan tekstillerdeki kompozitlerin oksidasyonunu hızlandırıp malzemeye zarar verir (Memet, 2007: 152). Tuzdan arındırılmamış QAR tekstillerinden QAR366.086 envanter numaralı eserin kurutma sonrasında tuzların görüldüğü mikroskop görüntüsü Şekil 2.15'da gösterilmiştir (Focht, 2008: 13).

Şekil 2.15: Tekstil lifleri üzerindeki tuzların mikroskop ile çekilmiş görüntüsü.



Kaynak: Focht, 2008: 13.

2.3. Biyolojik Bozulma

Nehirler, denizler, göller ve okyanuslar farklı sıcaklık, oksijen, tuzluluk, besin maddeleri, tortu ve yoğunluk özelliklerine sahiptir. Bu özellikler, farklı habitatların oluşmasına neden olduğu gibi sualtı arkeolojik eserlerde çeşitli etkileşimlere de neden olur. Islak arkeolojik ortamda tekstil malzemelerinin biyolojik olarak bozulması, doğası gereği hem fiziksel hem de kimyasaldır (Huisman, Klassen, 2009: 20-27; Kim, Singh, 2000: 136-144). Su, biyolojik bozulmanın en önemli nedenlerindendir. Su, nesnenin organik yapısına nüfuz ederek yapının zayıflamasına neden olur. Tüm tekstil lifleri,

özellikle ıslak olduklarında oksijen varlığında hızla bozulmaya uğrarlar. Bozulmanın bir kısmı tamamen kimyasal olmakla birlikte mikrobiyolojik bozulmaya da neden olur (Mustacek, 2014: 17-18; Huisman v.d., 2009: 190-192). Oksijenin varlığı veya yokluğu, arkeolojik materyalin ayrışmasına ve bozulmasına neden olan organizmaların aktivitesinde ana etkidir. Oksijen, doğrudan veya dolaylı olarak malzemelerin zarar görmesine neden olan birçok kimyasal reaksiyonun bileşenidir (Huisman, Joosten, Nientker, 2009: 80). Mikroskobik (bakteriler, küf, mantar ve likenlerdir) ve makroskobik (gemi kurdu, kabuklu hayvanlar, deniz yosunları) organizmaların varlığı da bozulma faktörlerindendir. Makroskobik organizmalar genellikle arkeolojik organik malzemelerde fiziksel hasara neden olurlar. Mikroskobik düzeyde, fiziksel, biyolojik bozulmaya mikroorganizmalar yani mantar ve bakteriler neden olur. Bakteriler, biokütlenin doğal bileşiminin bir parçasıdır ve hem aerobik hem de anaerobik ortamlarda bulunabilirler. Bunlar, tekstil liflerini büyüme veya hareketlerinin mekanik aktivitesi yoluyla parçalar. Lifleri aşındırıcı mikrobiyal filmlerle sararlar veya nüfuz eder, dallanır ve onları aşındırıp kırarak lifler içinde büyürler. Mikroorganizmalar ayrıca hücre dışı enzimleri liflere salgılayarak kimyasal, biyolojik bozulmaya neden olur ve lif yüzeyinin aşınmasına, lif maddesinin kaybına neden olur. Islak arkeolojik tekstillerde bu enzimatik saldırı amorf ve kristalin bölgelere ulaşır ve lifin mukavemetini azaltır. Tekstiller, mantarlar ve bakteriler tarafından ince tortu katmanlarıyla hızla kaplanır (Peacock, 2003: 35-37).

Islak ortamdaki arkeolojik tekstil eserlerde meydana gelen biyolojik bozulmalar, selülozik ve protein esaslı lif bozulmaları şeklinde değerlendirilmiştir.

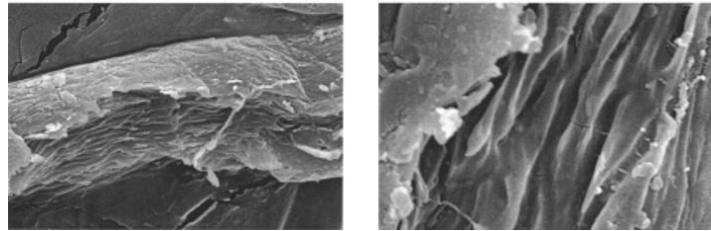
2.3.1.Selülozik Liflerde Biyolojik Bozulma

Liflerin su ve tuzlarla doyması ve sülfat indirgeyici anaerobik bakterilerin hidrojen sülfid salgılaması sonucu lifler bozulmaya uğrar. Selüloz, mikroorganizmalar tarafından üretilen birkaç hücre dışı enzim sistemi tarafından bir dizi adım yoluyla çözünür şeker glikoza parçalanır. Bu reaksiyonlar, selülozun farklı yapısal formlarına (örneğin, pamuk liflerinin selülozu veya odunsu hücre duvarlarının selülozu) bakılmaksızın kimyasal olarak benzerdir. Bu enzimatik hidroliz, ağır yapısal hasara neden olur. Selüloz polimerlerinin tamamen bozulmasına ve selüloz liflerinin tamamen çözünmesine neden olabilir. Selülozun mikrobiyal bozulmaları sadece deniz suyunda değil, aynı zamanda yaklaşık 60 cm derinlikteki tortu içinde de devam edebilir (Chen, Jakes, 2001: 93). Selülozun enzimatik hidrolizine genellikle

oksidasyon eşlik eder, çünkü birçok bakteri ve mikroorganizma, ayrışma işlemi sırasında hidrojen peroksit üretir. Belirli mikroorganizmalar tarafından atılan asidik metabolizma ürünleri selülozun asit hidrolizine neden olabilir (Balazsy, Eastop, 1998: 30-31).

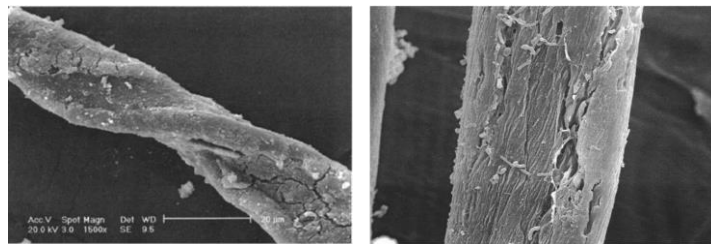
Selüloz liflerine bakteri ve mantar saldırısının histolojisi farklılık gösterir. Pamuk gibi saf selüloz liflerinin selüloz parçalayan mikroorganizmalar tarafından enzimatik hidrolizi (fermantasyon/çürüme) kolaylıkla gerçekleşir. Genel olarak, pamuk liflerine bakteri saldırısı, lifin dış katmanından çepere nüfuz etmeden ilerlerken, mantar lifleri genellikle lif çeperine nüfuz ederek küçük lif parçalarının üretilmesine neden olur. Mantarlar daha sonra lümeneye nüfuz eder. Bir miktar hemiselüloz ve pektin içeren lifler, pektinlerin çözünmesiyle selüloz ayrışmasına neden olur (Peacock, 2003: 37-38). 1857'de Atlantik Okyanusu'nda batan bir yolcu gemisi olan *SS Central* Amerika Batığına ait bir ıslak arkeolojik pamuk tekstilinin biyolojik bozulmasının SEM görüntüleri (Şekil 2.16) ve liflerin üzerindeki mikroorganizmaları gösteren görüntüler (Şekil 2.17) aşağıda gösterilmiştir. Ayrıca pamukta oluşan küf, kötü koku ortaya çıkarır ve pamuğun çürüyüp bozulmasına neden olur ve pamukta mukavemet eksikliği ortaya çıkar (Murthy, 2016: 171; Doree, 1920: 712).

Şekil 2.16: Pamuk lifinde meydana gelmiş lokal biyolojik bozulma (sol), mikrobiyal bozulmanın etkisiyle lifte oluşan oyuklar (sağ).



Kaynak: Chen, Jakes, 2001: 99.

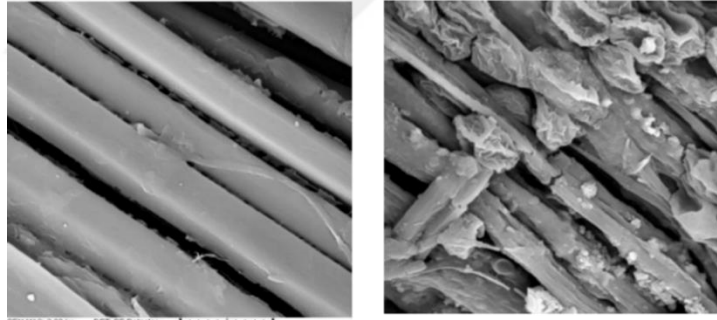
Şekil 2.17: Pamuk lifinin üzerindeki mikroorganizmaların SEM görüntüleri.



Kaynak: Chen, Jakes, 2001: 98-99.

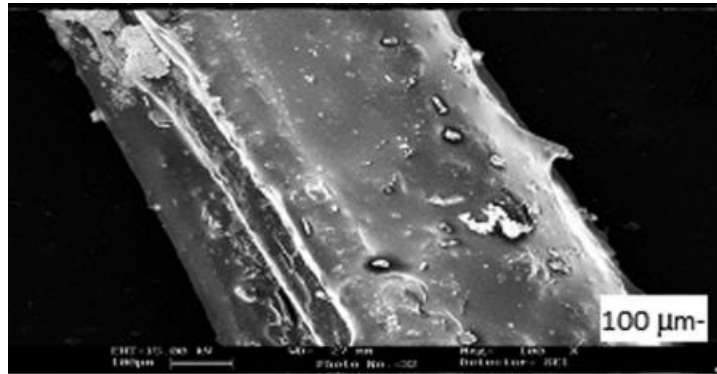
Keten, böceklerle ve mikroorganizmalara karşı dayanıklıdır ancak nemli sıcak koşullarda küf saldırısına uğrar. Yapılan bir çalışma sonucu ketende meydana gelen mikrobiyal bozulma etkilerinin SEM görüntüleri şekil 2.18’de gösterilmiştir. Raminin deniz suyu ortamında bakterilerin saldırısına daha çok uğradığı belirtilmiştir. Diğer selüloz esaslı liflerde olduğu gibi rami de biyolojik bozulmaya uğrar. Organizmalar hücre duvarındaki selüloz ve hemiselülozları tanır ve bunları spesifik enzim sistemleri kullanarak hidrolize eder. Rami lifinde meydana gelen mikrobiyal bozulma etkilerinin SEM görüntüleri şekil 2.19’de gösterilmiştir (Krasowska v.d., 2010: 943-944). Mikroorganizmaların etkisiyle kenevir lifi de bozulmaya uğrar. Diğer selülozik liflerde olduğu gibi bakteriler ve mantarlar ilk önce liflere saldırır daha sonra ikincil duvara doğru bozucu etkileriyle devam ederler. Biyolojik ayrışma, lifin amorf bölgelerinde başlar, nemin varlığı, uygun pH ve optimum sıcaklık ile zaman içinde kristal kısımlara ulaşır (Machado, 2013: 108-109).

Şekil 2.18: Keten lifinin mikrobiyal bozulmadan önce (sol) ve sonrası (sağ) SEM görüntüleri.



Kaynak: Arshad, Mujahid, 2011: 32-33.

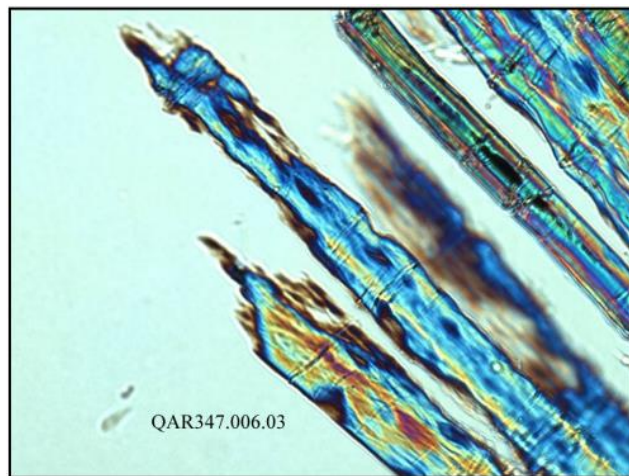
Şekil 2.19: Bakteriyel saldırıya uğramış rami lifinin SEM görüntüsü.



Kaynak: Kalia, Sheoran, 2011: 314.

Selülozun deniz mantarları tarafından biyolojik olarak parçalanması, oksijenin varlığını gerektirir ve anaerobik tortu içinde ilerlemez. Mantarlar asidik koşullarda gelişirken, selülozu parçalayan bakterilerin çoğu en çok pH 7,0-8,0 civarında aktiftir. Işık ayrıca bakteri ve mantarların aktivitesini de etkiler. Bazıları karanlıkta daha hızlı büyür (Chen, Jakes, 2001: 93). Pektini parçalayan bakteriler, lif demetlerini tek liflere ayırır. Daha sonra liflerin tamamen parçalanması selüloz parçalayan bakteriler tarafından gerçekleştirilir. Selüloz liflerinin mikrobiyal bozulması, enine çatlama ve segmentasyon, delikler, çentikler ve diyagonal, sarmal veya boyuna ayrılma dâhil olmak üzere çeşitli yapısal değişikliklere yol açar. Lifler, hem dışarıya doğru nüfuz eden iç lümeninden hem de içeri giren dış lif yüzeyinden nüfuz etme ve erozyon saldırısına maruz kalır. Lifler parçalanmış bir görünüm alırlar ve kırılgan olurlar (Peacock, 2003: 38). Mikrobiyal saldırı, organik malzemeleri parçalayarak veya yapısal bileşenleri dönüştürerek bozar, bu da yoğunluk ve mekanik mukavemet kaybına, lif maddesinin kaybına, lifin fiziksel özelliklerinin bozulmasına, lekelenmeye, kırılganlığa neden olur. Nihayetinde liflerin tamamen yok olmasına neden olur (Machado, 2013: 84-86; Bowens, 2009: 151; Hamilton, 1999: 34). Jamaika'daki Port Royal'deki sualtı kazıları sırasında tortu ile kaplanmış, katranlı ve sülfür lekeli bir pamuk kanvas bulunmuştur (Smith, 2003: 90-92). *Queen Anne's Revenge* (QAR) batığının içinden çıkan tekstillerden QAR341.006.03 envanter numaralı kenevir eserin Polarize Işık Mikroskobu altında biyolojik bozulmasını gösteren görüntü aşağıdadır (Şekil 2.20) (Focht, 2008: 11).

Şekil 2.20: Mikroskop altında biyolojik bozulmaya uğramış kenevir lifi görüntüsü.

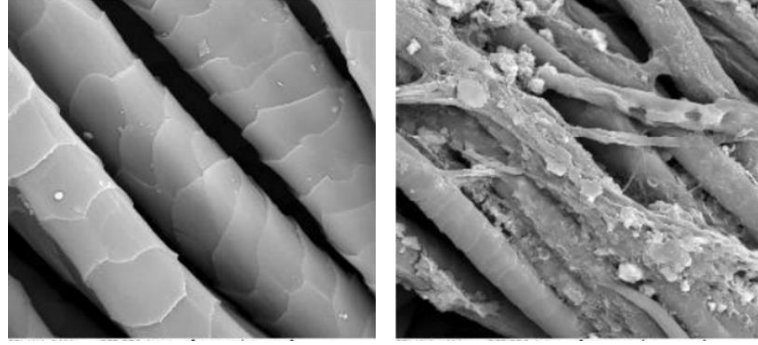


Kaynak: Focht, 2008: 12.

2.3.2. Protein Esaslı Liflerde Biyolojik Bozulma

Protein tekstil lifleri diğer liflere göre mikroorganizma saldırılarına daha az maruz kalırlar. Keratin hammaddeli yün ve fibroin hammaddeli ipek, mikroorganizma saldırılarına karşı karmaşık yapıları, güçlü zincirler arası bağları ve kristallikleri nedeniyle daha dayanıklıdır. Birçok bakteri ve mantarlar keratine saldırır. Mikroorganizmalar, proteinleri parçalayan enzimler üretir. Hücre dışı proteinazlar, keratini ve fibroini serbest bırakan amino asitlerin ve küçük çözünür peptitlerin hidrolizini katalize eder. Selülozik liflerde olduğu gibi bu aktivite de fiziksel hasara, lif kaybına ve zayıflamış bir yapıya neden olur. Bu yapının zayıflaması sonucu uzun polimer zincirleri daha kısa birimler halinde kesilerek liflerin gerilme mukavemetini önemli ölçüde azaltır. Mantarlar, liflerin içine nüfuz eder, lif eksenine paralel olarak içeride büyür ve enzimlerin salgılanmasıyla lifi içeriden parçalar. Biyolojik bozulma aynı zamanda fiziksel ve kimyasal bozulmalara da neden olur. Liflerde meydana gelen fiziksel ve kimyasal bozulmalar sonucu meydana gelen gözeneklilik artışı, bozulma ajanlarının yapıya daha kolay erişmesine olanak sağlar ve bozulmuş olan parçaların çevre ortama kolayca yayılmasına izin verir. Gözeneklilikteki artışlar ve su ile liflerin şişmesi tekstilin ağırlığını artırır ve mukavemetini azaltır (Peacock, 2003: 38-40). Yün lifi örnek verilecek olursa: Yün, enzimatik oksidasyon, indirgeme veya hidroliz yoluyla bileşen proteinlerini parçalayan çeşitli keratinofilik bakteri ve mantarlar tarafından saldırıya uğrar; bu tür saldırı ağırlıklı olarak amorf bölgelerde, özellikle kütikülde meydana gelme eğilimindedir. Kütikülün yapısı hidrofobik ve kimyasal olarak dirençli yüzeyi ile lifi hava koşullarından ve biyolojik bozulmalardan korur. Ancak aşırı şişme ve gerilme meydana gelirse (%30'dan fazla), daha hassas iç katmanlar ve hücreler açığa çıkar ve biyolojik bozulma (Şekil 2.21) başlayabilir; kütikül hücreleri enine ve boyuna çatlaklar gösterebilir. Birkaç mantar saçın keratinine saldırabilir, ancak hem aerobik hem de anaerobik bakteri hücre zarı proteinini hidrolize edebilir ve saçın bütünlüğünün kaybına neden olur. 380nm'nin altında ve su varlığında, başlangıçta yün lifinin aminoasit yan zincirlerindeki reaksiyonlar nedeniyle sararmasına neden olacak ve sonunda kimyasal modifikasyona, mekanik zayıflığa, gevrekleşmeye ve kayba yol açacaktır (Florian, 1987: 21-47).

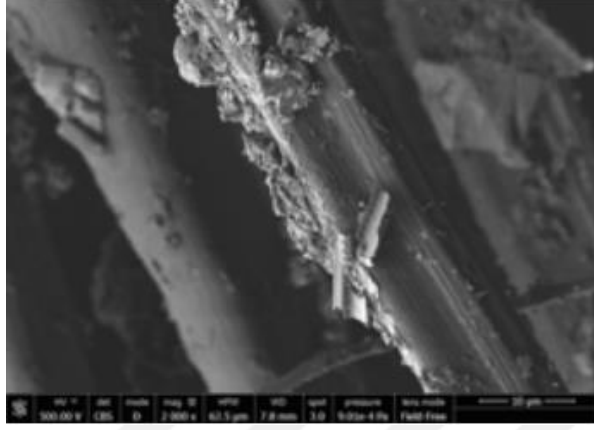
Şekil 2.21: Yün lifinin mikroorganizmalardan kaynaklı biyolojik bozulmaya uğramadan önceki hali (sol), bozulmuş hali (sağ).



Kaynak: Arshad, Mujahid, 2011: 41-42.

İpek fibroini, proteolitik enzimler tarafından biyolojik bozulmaya karşı hassastır. Ancak lifli formdayken enzimler tarafından kolayca bozulmaya uğramaz. İpekteki serisin suda çözündükten sonra ortaya çıkar ve fibroin, mikroorganizmalar tarafından saldırıya çok duyarlı hale gelir. İpek, bakteriler tarafından kolonizasyona karşı dirençli değildir ve bakteriler lif kopmaları, pul pul dökülme, yüzey aşınması ve lifleri birbirine bağlayan bir mikrobiyal biyofilmin gelişmesine neden olan bozulmalara neden olurlar (Arai v.d., 2004: 2383-2384; Li, Ogiso, Minoura, 2003: 364). Su, ısı, ışık ve mikroorganizmalar etkisiyle ipeğin mukavemeti kaybolur ve kırılganlaşır (Gong, Zhu, Liu, 2015: 284). Hollanda'nın Wadden Denizi'nde 17. yüzyılın ortalarında batan bir gemi batığının (BZN17) enkazı arasında 2014 yılında geniş bir arkeolojik ipek parçalarından meydana gelen bir koleksiyon bulunmuştur. Yüzyıllardır bir zaman kapsülüne gömülü olan bu koleksiyonun, 17. yüzyıl modasının eşsiz bir örneğini temsil ettiği kabul edilmiştir. Koleksiyonun tamamına yakını ipek kadifelerden oluştuğu ve yaklaşık 300 tekstil parçasından olduğu bildirilmiştir. Yapılan SEM analizinde 6262-113 envanter numaralı elbise kolu eserinde tuz kristalleri ve biyolojik bozulmalar tespit edilmiştir (Şekil 2.22) (Kramer, 2017: 9).

Şekil 2.22: 6263-016 envanter numaralı örneğin SEM görüntüsündeki mikroorganizma ve tuz kristalleri.



Kaynak: Kramer, 2017: 43.

Bu bölümde ıslak arkeolojik eserlerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak bozulmaları değerlendirilmiştir. Bir sonraki bölümde bu eserlerin kazı anından itibaren başlayan ve durağan duruma getirilinceye kadarki konservasyon süreci ele alınarak örnek vakalar üzerinden yapılmış konservasyon uygulamaları değerlendirilmiştir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERİN KORUNMASI

Sualtı koşullarından dolayı ıslak organik eserlerin yapısı genelde stabil ve sağlam değildir. Islak arkeolojik tekstiller, ıslak olmayan ortamlarda bulunan eserlerin aksine acil müdahale gerektirir (Peacock, 1991: 177-178). Islak tekstil eserler, sualtından ilk çıkarıldığında şaşırtıcı bir şekilde korunmuş bir görünüme sahiptirler. Ancak bu eserler çeşitli bozulmalara sahip olarak ele geçer (Jenssen, 1987: 122).

Tüm koruma yöntemlerinin ortak amacı, ıslak arkeolojik tekstil eserlerin boyutunu, görüntüsünü stabilize etmek ve mekanik özelliklerini geri kazanmasını sağlamaktır (Karstern v.d., 2018: 34). Islak, nemli organik eserlerin belgeleme ve analizi sonrası korunması genellikle üç aşamadan meydana gelir: temizleme, emdirme ve kurutma aşamaları. Bu aşamaların detayları organik materyalin türüne ve yapısına göre değişiklik gösterir (Miazga, Konczewska, 2015: 68). Islak tekstillerde yapılacak koruma çalışmaları kapsamlı ve dikkatli bir şekilde değerlendirilmelidir. Çünkü korumanın doğası gereği yapılan her müdahale tekstil eserlere özgü bazı bilgileri yok edebilir (Peacock, 1990: 200).

Uygulanacak etkili koruma, tekstil esere hem görsel bütünlük hem de fiziksel mukavemet vermelidir. Koruma müdahalesi, mümkün olduğunca minimum düzeyde olmalı ve tekstilin bütünlüğünü bozmamalıdır (Brooks v.d., 1993: 242). Özellikle yüksek oranda bozulmuş eserlerin uygulama sırasında geri dönüşü olmayan hasarlara maruz kalması veya yanlış ele alınması sonucu tamamen yok olması olası bir durumdur (Crisci v.d., 2010: 855). Islak arkeolojik tekstil buluntularının koruma tedavisini seçerken, daha önce tamamlanmış olan ve etik kurallara uygun bir şekilde başarılı sonuç vermiş uygulama kriterleri dikkate alınmalıdır (Jenssen, 1987: 123).

3.1. Kazı Alanında İlk Müdahale ve Kaldırma

Kazı alanında yerinde koruma ve ilk müdahale, eserin kazılmaya başlandığı an başlar. Eserin kaldırılması, ilk yardım önlemleri, kayıt, paketleme ve nakliye süreçleri bir eserin korunması için çok önemli aşamalardır. Bazı yazarlar doğru belgelemenin ilk yardım sürecinin bir parçası olduğunu belirtirken, diğerleri konservatörün ilk görevinin eserlerin mevcut durumlarını inceleyip değerlendirmek

olduğunu belirtir. Islak organik eserlerin kazıdan sonra mümkün olan en kısa sürede değerlendirilmesi önemlidir (Malea v.d., 2016: 36).

Islak arkeolojik koşullarda uzun süreli gömü altında kalan tekstil eserler bozulur ve kazıldığında zaten kırılğan ve zayıflamış bir durumda olur. Islak arkeolojik tekstil eserlerin çoğu, fiziksel olarak zayıf olmasına rağmen sağlam görüldüğü için bir kısmı gömülü olan eseri çekmek veya desteksiz kaldırmaya çalışmak, eserin kırılmasına, yırtılmasına ve parçalanmasına neden olur. Tekstiller, kaldırılırken daima alttan düz destekler kullanılarak kaldırılmalıdır (Şekil 3.1). Sualtı ortamında mümkünse çevresindeki tortu ile birlikte blok olarak kaldırılmalıdır. Tortu blokları, küçük ise polietilen köpük tabakası olan plastik kutulara yerleştirilebilir, ayrıca kendi kendine yapışabilen polietilen torbalara kapsülleme yapılarak veya ince polietilen tabakaya sarılıp ardından yumuşak bandaj bağlama ile desteklenip kaldırılabilir. Kompozit olan tekstil eserler birbirinden ayrılmadan birlikte kaldırılmalıdır. Tekstil objeler, sualtı ortamlarda veya kuru kara ortamlarda insan iskeletlerini üzerinde bulunabilir. Kıyafet olarak daha önce kullanılmış tekstillerin kaldırılması, insan iskeletlerin alınma şekline bağlıdır. Tüm iskelet gövde blok olarak kaldırılacaksa, tekstillerin kazısı laboratuvar ortamında yapılmalıdır. İnsan kalıntısının ayrıntılı dokümantasyonu çok önemlidir. Tekstilin, kalıntının üzerine yapışabilecek herhangi bir yeri iyice incelenip kaydedilmesi gerekmektedir (Jones v.d., 2007: 5-9).

Şekil 3.1: Kırılğan ıslak tekstile ait örnek bir kaldırma uygulaması.



Kaynak: Karstern v.d., 2018: 34.

Islak arkeolojik tekstil eserlerin, kazı ile açığa çıkmasıyla sualtı ortamındaki çevresiyle kurduğu denge bozulur ve yeni çevresel koşullara maruz kalır. Bunun sonucunda ıslak arkeolojik tekstil eserlerin tamamen yok olmasına yol açacak fiziksel ve kimyasal reaksiyonlar zinciri başlar. İlk müdahalenin amacı eserin bozulmasını önlemek ve eserlerin stabilizasyonunu sağlamaktır. Stabilizasyonu sağlamada en temel unsurlardan biri, eserin sudan çıktığı andan itibaren benzer sualtı koşullarında tutulmasını sağlamaktır (Tarleton, Ordonez: 1995: 81-82).

Sualtı arkeolojik sit alanları çoğunlukla koruma laboratuvarlarına uzak olur. Bir depo, baraka veya başka bir yapı, ön sınıflandırma ve kısa süreli depolama için geçici laboratuvar olarak donatılabilirken, eserlerin kazı sonunda çalışma, araştırma ve koruma tedavisi için kalıcı koruma laboratuvarlarına taşınması gerekir. Eserler, ister kazı sezonu boyunca bir laboratuvara nakledilsin ister sezon sonuna kadar şantiyede saklansın, ambalajlama ve nakliye için özenli sorumluluk alınmadığı takdirde eserlerin zarar görme olasılığı çok yüksektir. Ortaya çıkarılan tekstil eserler, tam koruma işlemi için laboratuvar ortamına götürülünceye kadar olan işlemler ilk müdahale işleminin bir parçası olarak görülmelidir (Leskard, 1987: 117).

Islak alanlardan kazılan çamur kaplı tekstil eserler, tam koruma işlemi mümkün olana kadar ilk müdahale olarak ıslak tutulmalıdır. Fırçalanmamalı ve kurumasına izin verilememeli ancak kurursa sonrasında yeniden ıslatılmamalıdır. Liflerin yapısı gereği, ısladıklarında genellikle daha zayıf bir yapıya sahip olurlar ve arkeolojik tekstillerin gelişigüzel temizlenmesi geri dönüşümü olmayan yapı ve bilgi kaybına neden olabilir (Jones v.d., 2007: 10-11). Depolama sırasında biyolojik çürüme riskini azaltmak için varsa makro organizmaları (örn. karides, midyeler ve deniz yosunları) uzaklaştırmak için bir miktar başlangıç temizliği gerekli olabilir. Mümkünse, tüm canlı organizmalar hassas bir şekilde uzaklaştırılmalı ve orijinal ortamlarına geri döndürülmelidir (Bowens, 2009: 157). Kırılgan özelliğe sahip tekstiller dikkatli bir şekilde ele alınıp desteklenmelidir. Tekstiller, tortu tabakası ile birlikte kendi kendine yapışan polietilen torbalarda kapsülleme veya fiberglas kaplama yapılarak desteklenmelidir. Güneşten uzak, karanlık ve serin bir yerde tutulmalıdır. Uzun bir saklama için 4 °C veya daha düşük sıcaklıkta, dolapta tutulabilir ya da dondurarak depolama yapılabilir (Riss, 1993: 2).

İlk müdahale, eserlerin uygun saklama koşullarını ve depolamasını da içerir. Islak tekstiller, benzer sualtı koşullarında yani soğuk ve karanlık ortamlarda

tutulmalıdır. Minimum hava (oksijen) erişimi ile tamamen kapalı olarak suyla depolanmalıdır. İnert¹ kaplar (polietilen vb.) veya torbalar saklama için kullanılmalıdır (Şekil 3.2). Saklama kapları olası yosun veya birikintilerden düzeli olarak temizlenmeli ve durulanmalıdır. Buluntular, su geçirmez malzemeler kullanılarak etiketlenmelidir. Su geçirmez bir etiket malzemesinin (örn. Tyvek²) üzerine eserin tüm bilgileri yazılmalı ve bu etiket eserin bulunduğu kabın içine konulmalı. Kompozit eserler, eğer birbirinden ayrılması mümkünse ayrılmalı ve ayrı kaplarda saklanmalıdır. Ancak bazen kompozit eserler ayrılmaya çalışıldığında tekstil eserlerde hasarlar meydana gelir. Bu nedenle bu işlem mümkün olduğunca dikkatli bir şekilde yapılmalı (Pearson, 1987: 105-116).

Şekil 3.2: Polietilen kap (sol), kilitli torba (sağ).



Kaynak: National Museum of Iceland. 2012: 7-12.

Analiz için örnek alınması gerekirse uzmanlar eşliğinde kontrollü bir şekilde yapılmalıdır. Analizden önce numuneler için bekletme süresi olabildiğince kısa tutulmalıdır. Kısa süreli depolama için optimum çevre koşulları, mümkün olduğunca orijinal gömme koşullarına benzemelidir. Numune alınması sırasında ve sonrasında numunelerin ve eserlerin yakınında sigara içilmesine, yiyecek ve içecek tüketilmesine izin verilmemelidir, çünkü bu kontaminasyona (bulaşma) neden olabilir: örneğin tütün dumanı, radyo karbon tarihlleme sonuçlarını etkileyebilir (Bowens, 2009: 157).

3.2. Konservasyon

Islak organik eserlerin başarılı bir koruma işleminin kriteri, ıslak boyutlarının ve görünümünün ne ölçüde korunduğudur. Boyutsal korumayı sağlamanın yöntemleri genellikle eserin mikroskobik yapısını korumayla ilgilidir: önce suya doymuş eserin

¹ Kimyasal olarak aktif olmayan yani reaksiyona girmeyen maddeler.

² Örülmemiş/ dokunmamış bir polietilen kumaştır.

içindeki sıvı başka bir konsolidasyon malzemesiyle yer değiştirilir, ardından konsolidasyon malzemesinin eserin yapısında sabit olarak kalması sağlanır. Ancak her koruma uygulamasının bir prosedüre tabi olması gerekir. Islak organik eserlerde genellikle şu prosedür takip edilir; temizlik, tuzdan arındırma, kurutma, emdirme veya emdirme sonrası kurutma. Ancak konservasyon uygulama yöntemi belirlenmeyen buluntular için daha uygun, etik ve başarılı (yapısal ve boyutsal stabilizasyon) uygulama yapılması gerekeceğinden uzun süreli depolama planı yapılmalıdır (Jenssen, 1987: 123).

Pek çok uygulama, bir çeşit temizleme ve çözülebilir tuzdan arındırma işlemleri ile başlar. Temizlendikten sonra su, eserden hava ile kurutma, çözücü ile kurutma veya dondurarak kurutma yoluyla uzaklaştırılır. Zayıf liflerin çökmesini önlemek ve tekstil liflerine esneklik kazandırmak için bir emdirme veya hacim artırıcı kimyasal ile bir ön işlem yapılabilir. Bazı durumlarda suyun uzaklaştırılmasını takiben, kohezyonu desteklemek için bir tür konsolidasyon gerekebilir. Son olarak, tümü çevresel olarak kontrol edilen bir ortamda saklanır.

3.2.1.Belgeleme

Islak arkeolojik tekstiller, kırılgan doğaları nedeniyle kazı sırasında ve sonrasında bozulmaya meyilli olurlar. Dikkatli kullanım ve ideal depolama, bozulmayı yavaşlatan önleyici yöntemlerdir, ancak bozulmayı engelleyemez veya durduramazlar. Bu nedenle, ıslak arkeolojik tekstillerin mümkün olduğunca hızlı analiz edilmesi ve incelenmesi son derece önemlidir (Mannering, Skals, 2014: 7285). Islak arkeolojik tekstillerin koruma süreci, eserin bulunduğu haliyle ilgili ilk belgeleme çalışması ile başlar. Belgeleme, kazı anından itibaren gerçekleştirilen tüm prosedürlerin doğru bir şekilde resimli ve yazılı kayıtlarından oluşur (Mustacek, 2014: 14). Yani, kaldırma yöntemlerinin ayrıntılarından, inceleme yöntemlerini, kaldırılanla birlikte temizleme yöntemlerini ve son olarak koruma çalışmalarını içerir. Ancak unutulmamalıdır ki başarılı olan uygulamalar kadar başarısız olanlar da kayıt altına alınmalıdır (Cronyn, 2004: 94) Eğer eser gelecekte korumaya ihtiyaç duyarsa, konservatörün mevcut durumunu anlaması, önceki tedaviyle uyumlu bir tedavi geliştirmesi veya önceki restorasyonu tersine çevirmesi için geçmişte ne yapıldığını bilmesi gerekecektir (Norton, 1990: 211).

Genel olarak belgeleme, eserin ilk halinin fotoğrafı ve ölçekli bir çizim veya en azından eserin temel boyutlarını içeren bir taslak ile başlar. Yazılı belgeler ayrıca eserin görünümünün ayrıntılı bir açıklamasıyla birlikte hazırlanır (Perin, Jelic, 2014: 72). Fotoğraflama, ıslak arkeolojik tekstili kaldırmadan önce ve koruma öncesinde, sırasında ve sonrasında genel ve ayrıntılı şekilde yapılır (Şekil 3.3) (Karsten v.d., 2018: 27; Landi, 1998: 44). Fotoğraflama veya video çekimi ile yapılan dijital belgeleme, görüntünün kısa süre içinde ve oldukça detaylı belgelenmesine olanak sağlar (Şekil 3.4). Aynı zamanda birebir çalışılması zor olan ıslak arkeolojik teksilerin görsel olarak incelenmesini sağlar (Hekim, 2019: 49). Islak arkeolojik tekstilin teknik çizimi yapılarak eserin durumu çizim üzerinde gösterilir. Tekstilin boyutuna göre 1/1, 1/2 ölçekte ya da 1/4, 1/10, 1/50 ölçekte olabilir (Merev, 2019: 106). Tekstiller üzerinde plastik çizim kâğıdı (ancak dokunmadan!) ve silinmez bir kalem kullanılarak yapılabilir (Jones v.d., 2007: 14). Çizimlerin sayısı ve detayı, belirli nesnenin yapısına ve durumuna bağlı olur. Çizimleri daha kullanışlı hale getirmek için dijitalleştirilme yapılabilir (Şekil 3.5) (Jones, 2005: 5). Yazılı belgede ise nesnenin ne olduğu, hangi malzemeleri içerdiği, yapısal bileşenleri, görünüşleri, ipliğin eğrilmesi (yani “Z” veya “S” büküm), inç (veya santimetre) başına düşen atkı ve çözgü sayısı, dokuma türü, boyanın türü (suya dayanıklı veya çözünür), rengi, metal yivler ve tanısal veya ilgi çekici olabilecek diğer özellikler belirtilir (Hamilton, 1999: 35; Focht: 2008: 19).

Şekil 3.3: Bir halatın kaldırılmadan önceki halinin fotoğrafı.



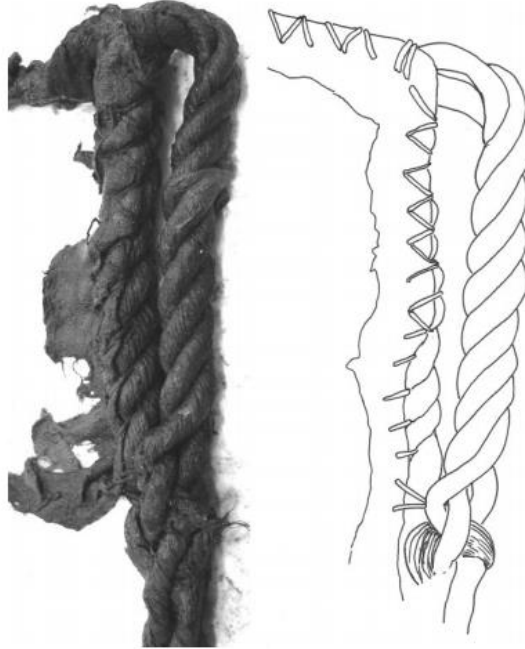
Kaynak: Sanders, 2010: 21.

Şekil 3.4: Mikroskopa incelenen bir tekstil eserin fotoğraf dokümantasyonu.



Kaynak: Scharff, 2007: 30.

Şekil 3.5: J. Elisabeth batığından çıkan bir halat parçasının 1/1 ölçekli çizimi.

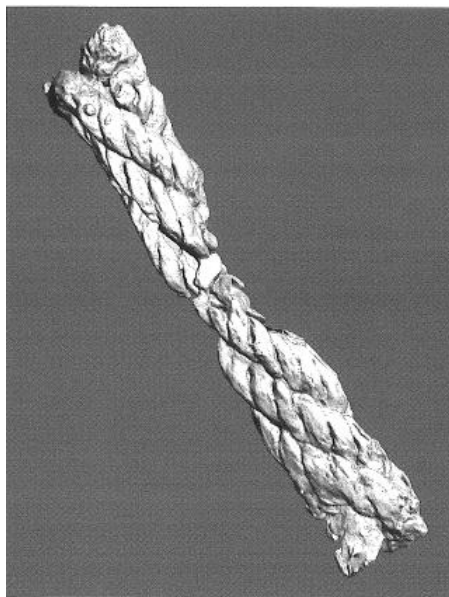


Kaynak: Bartos, Sanders, 2012: 77.

Konservatöre uygun koruma uygulamasını belirlemede yardımcı olmak için tekstil örnekleri analiz edilmelidir. Islak arkeolojik tekstilin detaylı belgeleme işlemi için birçok analiz yöntemi kullanılır. İhtiyaç duyulan tüm cevapları sağlayacak tek bir

analitik yöntem yoktur (Charola, Koestler, 2006: 14). Mikroskop ile morfolojik inceleme, gaz kromatografisi / kütle spektrometresi (GC / MS) ile kimyasal analiz, kızılötesi mikro spektroskopisi (FTIR) ile eser ambalajlarında kullanılan reçinelerin, yağların ve balsamların tanımlanması yapılabilir. Taramalı elektron mikroskobu-enerji dağılımlı X-ışını spektroskopisi (SEM-EDX) kullanarak element analizi, mevcut elementler ve bunların pigmentleri, hayvansal liflerdeki proteinler hakkında bilgi alınabilir. Hızlandırıcı kütle spektroskopisi (AMS) ile radyo karbon tarihleme, tekstiller için kanıt olmaksızın kesin tarihler verir. DNA sıralaması, mikroskobik tekniklerin başarısız olduğu bitki ve hayvan lifini tanımlar. Işık ve taramalı elektron mikroskobu için uzunlukları 3 mm ile 5 mm arasında olan lifler yeterlidir. GC / MS, yalnızca birkaç miligram malzeme ile başarılı olabilir. AMS ile radyo karbon tarihlemesi 3 mg ile 10 mg arasında miktar gerektirirken, SEM-EDX ile pigment analizi toplu iğne başı boyutuna eşit miktarda partikül ile gerçekleştirilebilir (Jones v.d., 2007: 15). X-radyografi (X-ışını), metal eserleri ve diğer bazı malzemeleri ve kompozitleri incelemek için hızlı ve müdahaleci olmayan bir görüntüleme tekniğidir. Arkeolojik tekstiller üzerinde metal iplikleri tespit etmede kullanılır. Üç boyutlu (3B) kayıt ve görselleştirme, tekstil dokusunu görsel olarak kaydetmek için lazer, foto grafik veya iki teknolojinin bir kombinasyonunu kullanarak eserin 3 boyutlu görüntüsünü ortaya çıkarır (Şekil 3.6) (Karsten v.d., 2018: 28-30).

Şekil 3.6: Newport Orta Çağ Batığında bulunan bir halatın 3D görüntüsü.



Kaynak: Jordan, 2016: 310.

Islak organik materyallerin koruma durumunun kaydedilmesi, genellikle bir laboratuvara nakledilmesi, örneklenmesi ve çeşitli analitik tekniklerin uygulanması zor bir iştir. Bununla birlikte, konservatörlerin, yalnızca laboratuvara vardıklarında acil eylem ihtiyacını önceliklendirmek için değil, aynı zamanda eserin paketlenmesi ve nakliyesi için özel dikkat gerekip gerekmediğini belirlemek için, eserlerin korunma durumunu kurtarıldıktan hemen sonra kaydetmeleri gerekir. MERMAID projesi kapsamında, Zakynthos gemi enkazı kazısına katılan konservatörler, kazı sırasında kullanmak üzere çeşitli durum kayıt formları geliştirmişlerdir. Formlar, kazı alanında doldurulması kolay olacak ve eserin gelecekteki depolama, nakliye, koruma işlemi, analizi, vb. için gerekli verileri içerecek şekilde tasarlanmıştır. Tekstil ve halat için olanının Türkçe hali aşağıdadır ve İngilizce hali Ektedir (Şekil 3.7) (Malea v.d., 2016: 36).

Şekil 3.7: Islak arkeolojik tekstil için oluşturulmuş envanter örneğinin Türkçesi.

Durum Raporu Tekstil-Halat		Bölüm Numarası:	Erişim Numarası: Eser Numarası:
Site İsmi:		Bağlam No:	Izgara Kare:

Kazı Metodu	El ile ☐	Elek ile ☐
--------------------	---------------------------------	-----------------------------------

Tip	Ölçüler m/mm	Dokuma
Tekstil	Yükseklik:	Düz ☐
3D ☐	Genişlik:	Kabartmalı Çizgili ☐
Halat ☐	Kalınlık:	Diğer ☐

Bezeme	Evet ☐	Hayır ☐
Bezeme Türü		
Boya:	İşleme:	Metalik İplik:
Saçak-Püskül:	Kordon-İplik:	Diğer:

Durumu	Bozulmamış ☐	Kırılgan ☐
Kısmen yanmış ☐	Kömürleşmiş ☐	Kazı hasarı ☐
Deformasyon ☐	Bükülmüş ☐	Katlanmış ☐
Yıpranmış ☐	Gevrek-Kırılgan ☐	Bükülmez-Sert ☐
Parçalanmış ☐	Malzeme kaybı ☐	Diğer ☐
		Mineralize ☐
		Metal lekeli ☐
		Çatlaklar ☐

İnceleme Potansiyeli	Evet ☐ Hayır ☐	Örnekleme	Evet ☐ Hayır ☐	Örnek No:
----------------------	--	-----------	--	-----------

Kompozit eser parçalı ☐	Organik malzeme ile kaplı ☐	Mineral tortu ile kaplı ☐
--	--	--

Öncelik	0 (yok) ☐	1 (düşük) ☐	2 (orta) ☐	3 (yüksek) ☐
---------	----------------------------------	------------------------------------	-----------------------------------	-------------------------------------

Açıklama	
..... 	

Paketleme:	Etiket yeri	Hazırlayan:
Kutu numarası:		Tarih:

3.2.2.Temizlik

Belgeleme ve analizleri yapıldıktan sonra ilk adım, eser üzerindeki çökelti, çamur, tortu, kir ve lekelerin giderilmesidir. İşlem sırasında malzemeler ıslak kalmalıdır ve temizlik sistematik olarak devam etmelidir. Temizlik genellikle kullanılan yöntemlere göre mekanik ve kimyasal olarak ikiye ayrılır. Mekanik temizlikte birçok el aletiyle tortu ve kirler temizlenir. Kullanılacak el aletleri organik yüzeye zarar vermemelidir çünkü temizleme sırasında parçalanma tehlikesi her zaman vardır. Kimyasal temizlik, kir, leke, yağ ve kokuların giderilmesinde uygulanır. Bu işlem ile çözünmez bileşenlerin çözünür olmasını sağlar. Kimyasal temizlikte ilk olarak su kullanılabilir ancak su yıkıcı bir etki yapabilir. Su yerine organik çözücüler (aseton, metil asetat, etil asetat, heksan, benzin eter veya etanol) kullanılabilir (Machado, 2013: 139-140).

Su ile temizlik sırasında tekstil eser bir çerçeve veya elek üzerine desteklenmeli ve yumuşak bir su akışı ile temizlik yapılmalıdır (Şekil 3.8). Eser çok kırılgan ise bir ağ tipi torba içinde yıkanabilir. Yıkama sırasında liflerin arasında kalan kirlerin yumuşak sünger ile alınması tavsiye edilir. Ultrasonik tanklar, daha sağlam eserleri yıkamak için yararlı olabilir (Karstern v.d., 2018: 38). Su ile temizlik minimumda tutulursa daha iyi koruma ve daha fazla bilgi elde edilebilir (Ringgaard, 2011: 6). Lekelere göre farklı kimyasallar kullanılır. Genelde sülfürlerden kaynaklı lekeler için de iyonize su içine %3-10 hidrojen peroksit çözeltisi kullanılabilir. Ancak bazı tekstiller için hidrojen peroksit zararlıdır çünkü selüloz liflerini kısa sürede çözer ve bozulmasına neden olur. Metalik lekeler için Disodyum EDTA (etilendiamintetraasetik) %5'lik bir çözelti ile kullanılabilir (Rodgers, 2004: 167).

Şekil 3.8: Islak arkeolojik tekstilin elek desteği ile yıkanıp temizlenmesi.



Kaynak: Karsten v.d., 2018: 38.

Keratin içerikli ıslak arkeolojik tekstil liflerin temizliği hızlı yapılmalıdır. Öncelikle malzemeler bir polietilen ağ çerçevesine yerleştirilmeli ve de iyonize su, yumuşak fırça ve nötr olmayan bir deterjan ile kirler temizlenmeli. İpek tekstil eser iyi durumdaysa iyonik olmayan deterjan (%0,13) ve su karışımı ile temizlenebilir. Ancak kırılganlık gösterirse sadece de iyonize su ile temizlenmeli. Metal lekesi varsa ipekte EDTA kullanılmamalıdır çünkü ipek için zararlıdır. İpekteki metal lekesi iyonik olmayan bir deterjan ve su ile işleme tabi tutulup daha sonra pamuklu çubuk ile temizlenebilir (Machado, 2013: 144).

Selülozik esaslı ıslak arkeolojik tekstil eserler de sentetik bir ağ üzerine desteklenmelidir. Mekanik temizlik sonrası lekeler de iyonize su ve %0,5-1 nötr iyonik olmayan deterjan ile temizlenebilir. Malzeme iyi durumda ve lekeli ise iyonik olmayan deterjanla 38°C'de iyonize suya 15 dakika daldırılabilir. Metal lekelerinde, %5'lik Disodyum EDTA kullanılabilir. Kenevir, jüt ve diğer gövde lifleri için %5 sodyum ditiyonit ile sulu %2 triamonyum sitrat çözeltisi kullanılabilir. Lekeler çıkarıldıktan sonra bütün eserler son olarak de iyonize su ile durulanmalıdır (Jenssen, 1987: 141-142).

Temizleme işlemi genelde her eser için belirli prosedürler izlenerek gerçekleştirilir. Ancak bazen ıslak tekstiller katranlı veya bir iskelete bitişik olarak ele geçer. Bu spesifik durumlar için yapılmış uygulamalara aşağıda örnekler verilmiştir.

3.2.2.1. Metal ve Bileşiklerinin Temizlenmesi

Islak arkeolojik tekstiller, kimi zaman metallerle kompozit ya da beraber bulunur. Özellikle gemi batıklarından ele geçen halatlar, genellikle gemi donanımları ve metal bağlantı elemanlarıyla yakın temas halinde veya yakın ilişki içinde olduğundan, bu tekstil malzemeleri metal korozyonlarından etkilenir. Özellikle demir korozyonları, hidrasyon hallerindeki ve kristallikteki değişiklikler yoluyla korozyon ürünlerinin fiziksel olarak şişmesine ve halat liflerinde yapısal hasara neden olur. Selülozik liflerin asit hidrolizi, demir tuzlarının oksidasyonu ve hidrolizi ile de mümkündür (Godfrey, Kasi, Richards, 2002: 439-440; Florian, 1987: 47-49). Demir korozyonu “tuzların sülfürlere dönüştürüldüğü” anoksik bir ortama neden olur (Kaye, 1995: 36).

Islak arkeolojik tekstillerin boyutlarını, esnekliğini ve iç mikroskobik yapısının korunması koruman temel amacıdır. Bu nedenle metal korozyon ürünlerini tekstillerden uzaklaştırmadan önce kapsamlı bir yüzey temizliği yapılmalıdır ve daha sonra metallerin uzaklaştırılma çalışması gerçekleştirilmelidir (Machado, 2013: 137; Landi, 1998: 95).

Bakır, oksijenle reaksiyona girerek bakır oksit, kırmızımsı bir korozyon tabakası ve siyah bir korozyon tabakası oluşturur. Hidrojen sülfid ile reaksiyona girerek, koruyucu olmayan bir korozyon tabakası olan bakır sülfid oluşturur. Su varlığında karbondioksit ile tepkimeye girerek yüzeyinde temel bakır tuzları meydana gelir. Su varlığında sülfür dioksit, nitrojen oksitler ve diğer hava kirleticilerle reaksiyona girerek yüzeyinde yeşil renkli bazik bakır tuzları meydana gelir. Gümüş, çeşitli malzemelerle genellikle çok yavaş reaksiyona girer. Oksijen ile reaksiyona girerek yüzeyinde çok ince, görünmez, koruyucu bir korozyon tabakası olarak oluşan gümüş oksit oluşturur. Hidrojen sülfür ile reaksiyona girerek koruyucu olmayan bir korozyon tabakası olan gümüş sülfid oluşturur. Klorür iyonlarıyla reaksiyona girerek gümüş klorür meydana gelir (Balazsy, Eastop, 1998: 135-136). Bakır korozyon lekeleri yüzde 1-5 amonyum hidroksit ile temizlenebilir. Gümüş korozyon lekeleri için, önce leke potasyum siyanür ile ıslatılır, ardından birkaç damla iyot uygulanır. Elde edilen gümüş iyodür ürününü yüzde 5'lik bir sodyum tiyosülfat çözeltisi ile temizlenir (Hamilton, 1999: 36).

Islak arkeolojik tekstillerin yapısındaki inorganik mineraller genellikle hidroklorik asit, oksalik asit, sitrik asit, fosforik asit, potasyum oksalat, amonyum sitrat, Disodyum EDTA ve sodyum ditiyonit gibi reaktif kimyasallar kullanılarak kısa ön işlemlerle tekstillerden uzaklaştırılmıştır (Godfrey, Kasi, Richards, 2002: 440-441; Wevers, 1991: 159). Demir ve bileşiklerinin ıslak arkeolojik tekstillerin yapısından çıkarılması için yedi tane kimyasal çözelti sıralanabilir;

1. %5 Hidroklorik asit [HCl]
2. %5 Oksalik asit [C₂H₂O₄]
3. %10 Hidroflorik asit [HF]
4. %5 Disodyum EDTA
5. %5 Asetik asit [CH₃COOH]
6. %5 Formik asit [CH₂O₂]
7. %2-10 Amonyum sitrat

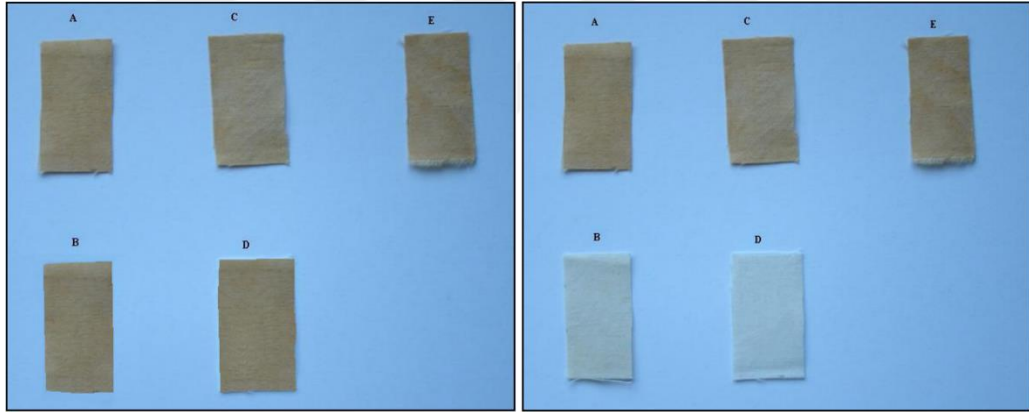
Demir korozyonlarının kabuklaşmasının giderilmesi için %5 oksalik asit çözeltisi (1-2 gün) oldukça etkilidir. Oksalik asit ve hidroflorik asit çözeltileri, ıslak arkeolojik tekstillerdeki demir lekelerinin çıkarılmasında en etkili kimyasallardır. Bununla birlikte, hidroflorik asit ile çalışırken çok dikkatli olunmalıdır. Disodyum EDTA ve amonyum sitrat çözeltileri, daha yüksek pH'ları (> 2.5) nedeniyle potansiyel olarak liflere daha az zarar verebildikleri için sıklıkla tavsiye edilir. Bu kimyasallar demir bileşiklerinin temizlenmesinde oldukça etkilidir ancak yavaştır. Herhangi bir kimyasal işlemten sonra, saf suda yoğun durulama, zamanla lifleri olumsuz etkileyebilecek tüm kalıntıları tekstilden uzaklaştıracaktır (Hamilton, 1999: 36).

Yapılan bir deneysel çalışmada demir lekeli bir pamuk parçası beşe bölünüp dört ayrı kimyasal ile uygulamaya tabi tutulmuştur;

- A. %2 Dibazik amonyum sitrat
- B. %2 Disodyum EDTA + %5 Sodyum ditiyonit (1:1)
- C. Kontrol amaçlı herhangi bir kimyasal uygulanmamıştır
- D. %5 Sodyum ditiyonit
- E. %2 Disodyum EDTA

A, B, D ve E numuneleri tek kullanımlık Petri³ kabına yerleştirilmiş ve 15 ml çözelti uygulanmıştır. Petri kaplarının üzeri 15 dakika boyunca kapatılmıştır. Bu süre zarfında, B ve D numunelerin hemen reaksiyona girmeye başladığı görülmüştür ve renk değişimi tespit edilmiştir. 15 dakika sonra numuneler 15 dakika daha akan musluk suyunda durulanmıştır. Örnekler daha sonra çok sayıda kurutma kâğıdı arasına yerleştirilmiştir ve fazla su çıkarılmıştır. Kurutma aşamasında meydana gelen kırışıklıkların oluşumunu önlemek için basınç uygulanmıştır. Son olarak kurutulduktan sonra numuneler polietilen torbalara aktarılmıştır. Sonuçlar, C örneğiyle karşılaştırılmıştır. A ve E örneklerinde kullanılan kimyasallar, demir lekesinin çıkarılmasında hiçbir etki göstermemiştir. Ancak B ve D örneklerinde kullanılan kimyasallar en iyi test sonuçlarını sunmuştur (Şekil 3.9) (Machado, 2013: 177-179).

Şekil 3.9: Demir lekeli pamuk tekstillerin temizlik öncesi hali (sol), uygulama sonrası hali (sağ).



Kaynak: Machado, 2013: 178-179.

3.2.2.2. Kompozit (Metal İplikli) Tekstillerde Temizlik

Eski zamanlardan beri tekstillerin yüzeyini zenginleştirmek için metal iplikler dokuma ve işlemede kullanılmıştır (Johansen, 2009: 80). Metal ipliklerin morfolojisi yüzyıllar boyunca önemli ölçüde değişmemiştir, ancak kullanılan malzemeler ve bunların kombinasyonları büyük ölçüde değişmiştir (Jaro, 2003: 164-165). Bugüne kadar metal iplik yapımında kullanılan farklı malzemeler tespit edilmiştir. Bu malzemeler şunlardır: altın, gümüş, bakır, demir ve bu metallerin alaşımları, alaşım

³ İçerisinde besi yeri olan, bakteri, mantar gibi canlıları üretmekte kullanılan düz, yuvarlak, kapaklı cam veya plastik kap.

elementleri olarak çinko ve nikel, kalay ve alüminyum, organik malzeme olarak deri, parşömen, hayvan bağırsağı, kâğıt (Costa, Reyer, Betbeder, 2012: 112; Jaro, 2003: 165; Jaro, 2009: 69; Jaro, Toth, Gondar, 1990: 301; Macleod, Car, 2014: 7).

Birden çok malzemeden yapılmış kompozit eserleri temizlemek ve muhafaza etmek her zaman zorlu bir iştir. Tekstil konservatörü için bu tür sorunlar en çok metal ipliklerle süslenmiş parçalarda ortaya çıkar (Toth, 2012: 305). Restorasyon öncesi metal ipliğin türü, bileşimi, mevcut bozulma tipi, temel malzemesi belirlenmeli ve not edilmelidir. Bu, restorasyon işlemi için uygun bir kimyasalın seçilmesinde yardımcı olur (Singhal, Bhagat, 2018: 154).

Tarihi tekstillerin, metal ipliklerden temizlenmesi işlemi zorlu bir iştir çünkü bu genellikle sadece kirin çıkarılmasını değil aynı zamanda metallerin korozyon ürünlerinin uzaklaştırılmasını da içerir. Tarihi tekstillerde bulunan metal iplikleri yapmak için kullanılan metaller, farklı derecelerde iyonik karaktere sahip kovalent bağlar içeren bileşikler oluşturur. Tarihi tekstiller üzerindeki metal iplikleri temizleme yöntemleri üç ana gruba ayrılabilir:

1. Mekanik temizleme yöntemleri,
2. Mekanik ve kimyasal temizlik yöntemleri,
3. Kimyasal temizleme yöntemleri.

Mekanik temizlik sırasında metal yüzeydeki korozyon ürünleri ve kirler çözünmek yerine mekanik yollarla uzaklaştırılır. Ancak bu temizleme yönteminin zarar verici etkileri nedeniyle nadiren tavsiye edilir. Mekanik ve kimyasal temizleme yöntemlerinin birlikte kullanılması, bazı korozyon ürünlerini ve kirleri çözerek temizlemeyi kolaylaştırabilir. Metal ipliklerin sodyum bikarbonatla temizlenmesi, elektrokimyasal ve elektrolitik işlemler bu tür temizleme yönteminin örnekleridir. Sodyum bikarbonat (NaHCO_3) ve su ile yapılan bir macunla korozyon ürünleri ve kirler ovalandıktan sonra yağlı kirler suda çözünür bileşiklere dönüştürülür ve bu kirler tekstilin durulanmasıyla giderilebilir. Sodyum bikarbonat macunu kullanmanın dezavantajları şunlardır: gümüş ve bakır korozyon ürünleri bu şekilde çıkarılamaz veya çözünmez; güçlü alkali koşullar bozulmuş elyaflar ve bazı boyalar için çok zararlıdır; işlemten sonra eser yeterli su ile durulanmazsa, sodyum bikarbonat tekstilde kalır ve alkaliteden dolayı organik malzemelere daha fazla zarar verebilir. Kimyasal temizleme yöntemlerinde solventler, amonyum hidroksit, Disodyum EDTA,

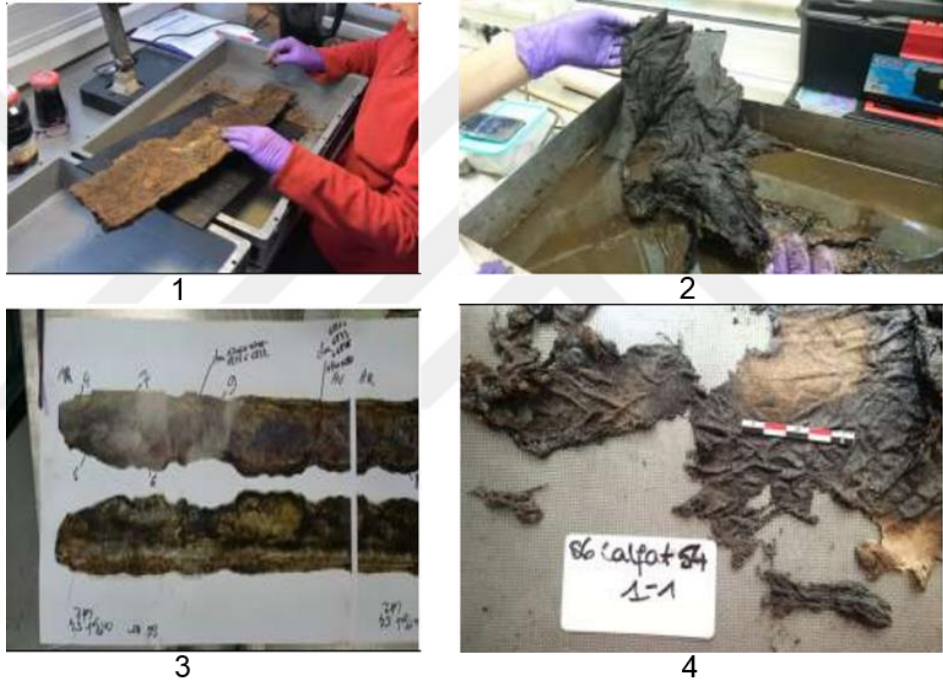
formik asit, iyon değiştiriciler gibi kimyasallar kullanılmıştır. Solventler, yağlar ve katı yağlar ve bunlarla karıştırılmış her türlü kir, metal ipliklerin yüzeyinden çıkarılabilir. Yağlı kire gömülü bir şekilde bağlanmış gevşek korozyon ürünleri solventler ile giderilebilir. Amonyum hidroksit, gümüş ve bakırın metal ipliklerin yüzeyindeki kir ve korozyon ürünlerini çıkarmak için sıklıkla kullanılmıştır. Amonyum hidroksit, yağlı kirleri sabunlaştırır ve bazı korozyon ürünlerini, yani gümüş oksit, gümüş klorür ve bakır bileşiklerini çözer. Amonyum hidroksit kullanmanın dezavantajları, bakır içeren gümüş ipliklerin korozyonuna neden olabilir, alkali koşullar, bozulmuş lifler için çok zararlıdır. Disodyum EDTA (etilen diamin tetraasetik asit), bakır korozyon ürünlerini uzaklaştırmak için sıklıkla kullanılır. Seyretilik formik asit, bakır korozyon ürünlerini uzaklaştırmak için ara sıra kullanılır fakat bozulmuş lifler ve mevcut diğer malzemeler asidik koşullar nedeniyle zarar görebilir. İyon değiştiriciler, moleküllerinin uçlarındaki iyonları veya iyonik grupları bağlayan organik veya inorganik, suda çözünmeyen bileşiklerdir. İyon değiştirici, deiyonize suda korozyona uğramış bir metal yüzey ile temas ettirilirse, korozyon ürünlerinin atomları arasındaki bağı bozar ve pozitif veya negatif yüklü iyonları kendi iyonları veya iyon grupları ile değiştirir. Geçmişte, tarihi tekstiller üzerindeki metal iplikleri temizlemek için çok çeşitli mekanik ve kimyasal işlemler kullanılmıştır. Yukarıda aıklanığı gibi, tüm bu yöntemlerin dezavantajları vardır ve hepsi metal iplikte geri döndürülemez değişikliklere neden olur (Balazsy, Eastop, 1998: 242-249).

3.2.2.3. Temizlik Uygulamaları

Lyon Saint-Georges 4 Batığı kazısı sırasında 26 metre kalafatlama malzemesi olarak kullanılmış olan katranlı tekstil malzemesi bulunmuştur. Daha nceki uygulamalarda kimyassallarla temizlenip açılan katranlı tekstillerde katrandan ötürü eserlerin bozulmuş olması nedeniyle bu eserde farklı temizleme metodu araştırılmıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda bir yönteme karar verilmiştir. Katran, elastik özelliğe ulaşana kadar katranlı tekstil sıcak suyun içinde bekletilmiştir. İlk olarak, deiyonize su kullanılmış, ancak Vronique de Buhren (Muse des Tissus de Lyon'daki tekstil konservatr) tarafından tavsiye edildikten sonra, kırılgan malzemeyi daha fazla bozmamak için eşme suyu kullanılmıştır. Kalafatlama malzemesi parçası tamamen suya batırılmış ve daha sonra su 100°C'ye kadar ısıtılmış. Sonra tekstil, havada doğal olarak kuruması için bir ağ üzerine açılmış bir şekilde yerleştirilmiştir. Daha sonra elektrikli su ısıtıcısından elde edilen sıcak su eserin üzerine dökülerek

eserin düz hale gelmesi sağlanmıştır. Hava ile kurutmadan sonra, eser ağlarından çıkarılmış, nötr bir polietilen destek üzerinde konulmuş ve paketlenip saklanmıştır. Bu işlem ile katranın tekstilden uzaklaştırılmadığı ve sıcaklık düştüğünde tekstilin sertleşip donduğu bildirilmiştir. Daha iyi bir gözlem için katran temizliği, 50:50 oranında aseton ve etanol ile bir fırçayla uygulanan ve yüzeye konulan emici bir kâğıt ile kurutularak yapılmıştır (Şekil 3.10) (Meunier, Guyon, 2019: 1-6).

Şekil 3.10: Eserin ilk hali (1); 100°C'de ısıtılma aşaması (2); tekstilin açılması sırasında çizimi (3); aseton/ etanol ile temizlenip kurutulmuş hali (4).



Kaynak: Meunier, Guyon, 2019: 8-9.

H.L. Hunley Denizaltısı kazısı, denizaltının 8 kişilik mürettebatının iskelet kalıntılarını, suya doymuş eşyaları, kıyafetlerini, kişisel eşyalarını ortaya çıkarmıştır. Suya doymuş tekstillerin, yerinde koruma ve kazı yapmak için çok kırılgan olduğu belirtilmiştir. Bu nedenle tekstil malzemesinin çoğu, kompozit olduğu eserler ve tortu ile birlikte blok halinde kaldırılmıştır. Kaldırılan eserler dokümantasyon ve kazı için laboratuvara taşınmıştır (Rivera v.d., 2012: 511).

Eserler soğuk musluk suyu ile doldurulmuş büyük bir tanka yerleştirilmiş ve bir basınçlı akım koruma sistemi ile stabilize edilmiştir. Bu işlem, metal bileşenlerinin korozyonunu en aza indirmek ve insan kalıntılarının da bulunduğu, ahşap, deri gibi

organiklerin içeriğini etkileyebilecek herhangi bir kimyasal korozyon inhibitörünün kullanımını önlemek için yapılmıştır. Denizaltının üst plakası kaldırılmış ve içinin tortu ile dolduğu gözlemlenmiştir. Mürettebatın iskeletleri ve giysilerinin ayrı olduğu ancak komutanın kalıntısında kıyafetinin bir kısmının iskelet üzerinde olduğu görülmüştür. Kırılğan olan tekstil eserler blok halinde kaldırılmış ve 4 °C su içine konulmuştur (Şekil 3.11). Blokların X-ray filmleri çekilmiştir (Şekil 3.12). Tekstil eserin sudan çıkarılıp iskeletten ayrılması işleminin zor olacağı ve tekstile zarar vereceği tespit edilmiştir. İlk olarak iskelet kalıntısı bloğunun üst yüzeyi tortulardan temizlenmiştir. Daha sonra temizlenen üst kısım polieter köpük ile destelenip fiberglas koruyucu kalıp ile sarılmıştır (Şekil 3.13). Fiberglas⁴ ile sarılan blok, güvenli bir şekilde ters çevrilmiş temizlenmiştir. Konservatörler tekstil bloğundaki tortuların, az akan suyun altında temizlendiğini gözlemlemiştirlerdir. Buna istinaden daldırma tekniği olarak adlandırdıkları bir yöntem ile temizleme işlemi yapılmıştır. Her blok, yarı saydam beyaz bir polietilen kabın içindeki bir tepsiye yerleştirilmiştir. Bloğun yaklaşık 15 cm yukarısına kadar yavaşça musluk suyu doldurulmuştur. Uzun bir iğne takılı su dolu bir şırınga, bloğun açıkta kalan yüzeyi üzerinde hafif bir su akımı oluşturmak için kullanılmıştır. Suda süspansiyon haline getirilen çökelti, yarım inçlik berrak polivinil klorür vakum hortumu ile emdirilmiştir. Bu basit ama etkili teknikle tortu yavaş yavaş bloktan ayrılmış ve kırılğan kalıntıları ortaya çıkmıştır. Tortudan temizlenmiş bloğun üstündeki tekstil eser, kemiklerden dikkatlice ayrılmıştır (Rivera v.d., 2012: 511-518).

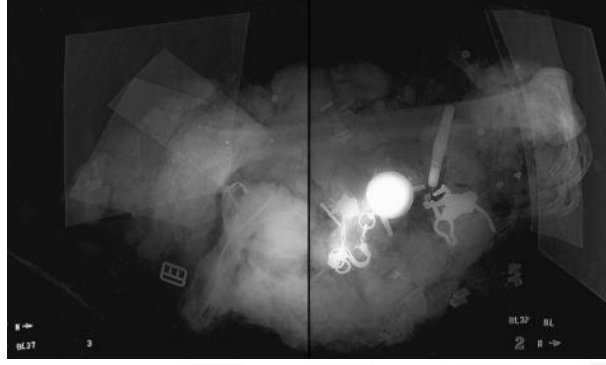
Şekil 3.11: Bloğun ve kıyafetlerin kazı öncesi (sol) ve sonrası görüntüsü (sağ).



Kaynak: Rivera v.d., 2012: 513-518.

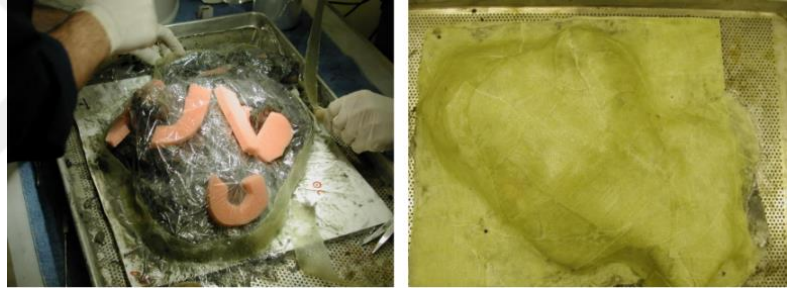
⁴ Cam elyafı.

Şekil 3.12: Komutana ait bloğun X-ray görüntüsü (cep saati, cep bıçağı, askı tokaları ve düğmeler gibi eserler tanımlanmıştır).



Kaynak: Rivera v.d., 2012: 513.

Şekil 3.13: Fiberglass ile kalıba sarma.

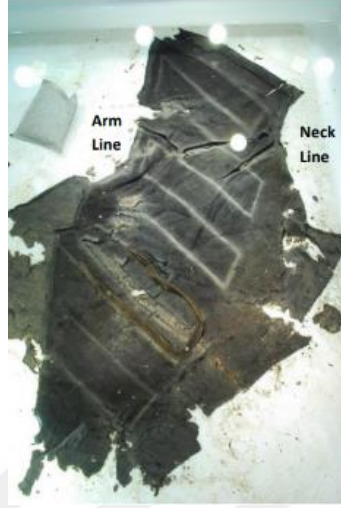


Kaynak: Rivera v.d., 2012: 516.

Kazı sırasında iyi şekilde korunmuş olan bir yün parçası bulunmuştur (Şekil 3.14). Söz konusu yün parça ilk olarak yumuşak fırçalar ile temizlendikten sonra dikkatlice açılıp düz bir şekilde serilmiştir. İşlem devam ederken dikişlerden ve kenarlarından bunun yeleğin içine ait bir parça olduğu belirlenmiştir. Yeleği örten tortunun çoğu, daldırma tekniği kullanılarak temizlenmiştir. Ancak su ile dolmuş liflere ve kumaşın ipliklerine nüfuz eden çok ince tortuların temizliği bu yöntemle yapılamamış ve iç kumaşın çıkarılmasına karar verilmiştir. Yelek kalıntıları büyük Mylar⁵ tabakaları, gazlı bez ve bir cam destek kullanılarak kaldırılmış ve başka bir kaba aktarılmıştır. Kahverengi-siyah rengindeki yün parçası, kaldırmadan sonraki temizleme işlemine dayanabilen tek kumaş olmuştur. Malzemelerin geri kalanı ciddi bir şekilde bozulduğu için daha fazla temizlenememiştir (Rivera v.d., 2012: 515-518).

⁵ Gerilmiş polietilen tereftalattan yapılmış bir polyester filmidir.

Şekil 3.14: Yün yeleğin açılmış hali.



Kaynak: Rivera v.d., 2012: 519.

Daldırma tekniği, suyu temiz tutarken sualtı tekstil ürünlerinin el ile hareket ettirilmesine izin vermiştir (Şekil 3.15). Buna ek olarak tekstiller, su dolu kabın içinde tutulduğu için fırçalarla temizleme işlemi tekstillere zarar vermemiştir. Temizleme sırasında eserler el ile hareket ettirildiğinden elleçleme ve hava ile kurutma oldukça az kullanılmıştır. Blokları fiberglas ile sarma işlemi, kazı sırasında ve blokların ters çevrilmesi sırasında malzemelerin tutulması ve şeklinin korunması için önemli bir araçtır (Rivera v.d., 2012: 519-520).

Şekil 3.15: Daldırma işlemi ile yapılan temizleme işlemi.



Kaynak: Rivera v.d., 2012: 513-517.

3.2.3. Tuzdan Arındırma

Islak organik eserler, su ortamlarında uzun süre bulundukları için yapılarına çözünür ve çözünmez tuzlar girer. Islak arkeolojik tekstil eserler tuzdan arındırma prosedürüne tabi tutulmalıdır. Özellikle deniz suyu ortamında çözünür ve çözünmez tuzlar bulunur. Çözünür tuzlar, eser kuruduğunda kristalleşip ve sonrasında genişleyip tekstilin yapısında hacim artışına neden olur ve yapıda çatlamlar meydana gelir. Çözünür tuzlar, tekstilin üzerinde tortular oluşturabilir ve malzemenin rengini değiştirebilir. Eğer ıslak tekstil bir metal ile kompozit haldeyse tuzlar, elektrolit görevi görür ve böylece metallerin elektrokimyasal korozyonunu kolaylaştırır. Bu nedenle eserlere zarar vermemesi için tuzlar eserden uzaklaştırılmalıdır (Curkovic, 2014: 33).

Tuzdan arındırma işleminin deniz suyu ve tatlı su karışımı içinde aşamalı olarak yapılması tavsiye edilir (Perin, Jelic, 2014: 73). Eğer ıslak arkeolojik tekstil, tuz konsantrasyonu yüksek olan denizel ortamdan çıkarılmışsa ilk olarak %75 deniz suyu, %25 musluk suyu içeren bir kaba daldırılır. Daha sonra bu oranlar musluk suyunun artırılmasıyla devam eder. Yani %75-%25, %50-%50, %25-%75, %100 oran ile son bulur (Hamilton, 1999: 15). Aşamalı olarak devam eden tuzdan arındırma prosedürü ile tekstil lifinin hücre yapısı yeni bir ozmotik basınca⁶ adaptasyon sağlar ve hücre yapısında çökme engellenir. Ancak şu unutulmamalıdır ki tuzdan arındırmanın olumlu etkilerine rağmen, eserin bulunduğu ortamın değişmesi de malzemelerin bozulmasına neden olabilecek bir durum olarak düşünülmelidir, çünkü su her değiştiğinde dengenin yeniden sağlanması gerekir (Machado, 2013: 147-148).

3.2.4. Konsolidasyon (Emdirme)

Zayıflamış liflerin kurutma sonrasında çökmesini önlemek ve liflerin esnekliğini geri kazandırmak için hacim arttırıcı bir madde ile ön işlem yapılır. Islak arkeolojik tekstillerde geçmişten günümüze birçok teknik uygulanmıştır: Polietilen glikol (PEG), silikon yağı, şeker, gliserin (gliserol), çözünür naylon, selüloz nitrat, polivinilprilidon (PVP), polivinil alkol (PVOH). Ancak kullanılan bu tekniklerin hepsi uygulanabilir olarak nitelendirilemez (Mccaskill, 2009: 47-50).

⁶ Suyun yarı geçirgen bir zarı geçerek çözeltiye katılmasına ozmos denir. Ozmos olayı sonucunda çözeltinin içinde oluşan su basıncına ozmotik basınç denir.

Su ile yer değiştirilen hacim arttırıcı bu maddeler daha sonra katılaştırılır. Ancak bu kullanılan malzemelerin kriterleri vardır: liflerin ve kumaşların yırtılma, kopma ve mukavemetini arttırmalı, geri dönüşümlü olmalı, uygulanan eser ile kimyasal olarak uyumlu olmalı, kararlı olmalı, çevresel faktörlere dayanıklı olmalı, uygulanan eserin görünümünü değiştirmemeli, stabil olmalı ve esnekliği korumalıdır (Balazsy, Eastop, 1998: 304-305).

3.2.4.1. Polietilen glikol (PEG) Emdirme ve Uygulama Örnekleri

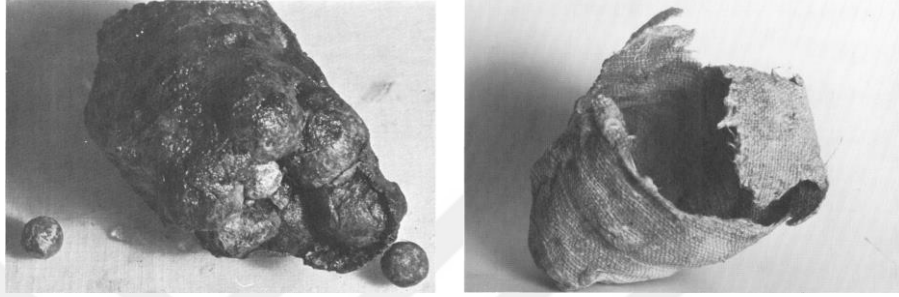
Polietilen glikol doğal olmayan ve sentez yoluyla üretilen sentetik bir malzemedir. Kimyasal olarak “HO(CH₂CH₂O)_nH” formülüne sahiptir. PEG çeşitli molekül ağırlığında üretilir. Molekül ağırlığı düşük olan PEG (300-600) sıvı, orta molekül ağırlığında olan PEG (1000-1500) yarı sıvı ya da vazelin yoğunluğunda, yüksek molekül ağırlıklı PEG (3250-6000) ise balmumu yoğunluğundadır. Çeşitli moleküldeki polietilen glikoller karıştırılarak farklı PEG’ler elde edilir. PEG 300 ve PEG 1500 aynı oranda karıştırılarak PEG 540 elde edilir. PEG alkol (metanol, isopropanol, etanol) ve su ile serbestçe çözünür bir özelliğe sahiptir (Hamilton, 2001: 307).

Halat ve tekstil malzemelerini korumak için en yaygın yöntemlerden biri PEG ve dondurarak kurutma işlemdir. Literatürde PEG’in (400-4000) hem hacim arttırıcı hem de sağlamlaştırmada kullanıldığı bildirilmiştir. Islak arkeolojik tekstil konservasyonunda genellikle PEG 400, selüloz eterler veya PVP gibi diğer maddelerle birlikte kullanılmış ve sonunda büyük oranda dondurarak kurutma uygulanmıştır. PEG 400 oranı %5-20 arasında değişmiştir. PVP ile birlikte PEG uygulamasında liflerin koyulaşması haricinde sonuçlar gayet başarılı olmuştur. PEG 400 oranı %20 olan bir uygulama hava ile kurutmada olumlu sonuç vermiştir (Peacock, Schofield, 1997: 115). Günümüze kadar yapılan koruma işlemlerinde PEG 400-4000 uygulamaları yapılmıştır.

1779 yılında batmış olan Defence batığından keten olduğu belirlenen bir kurşun torbası 1977 yılında yapılan kazıda kurtarılmıştır. Tortu kaplı eser ilk olarak mekanik olarak temizlenmiştir. Bir sonraki aşamada metal tuzları 15 gün boyunca %5’lik oksalik asit çözücüsüne daldırılarak temizlenmiştir. Daha sonra bir hafta boyunca musluk suyu ile durulanmıştır. Emdirme işlemi %1 etiloz ve %5 PEG 400 içeren sulu çözeltide yapılmıştır (süresi belirtilmemiş). Son aşama olan vakumlu

dondurarak kurutmada -18°C'de kurutma işlemine tabi tutulmuştur. Sonuç raporunda eserin rengi, esnekliği ve stabilitesi hakkında bilgi yer almamıştır. Ancak uygulama öncesi ve sonrası resimde eserin iyi görüldüğü söylenebilir (Şekil 3.16) (Morris, Seifert, 1978: 37-38).

Şekil 3.16: Konservasyon öncesi (sol) ve sonrası (sağ) kurşun torbası.



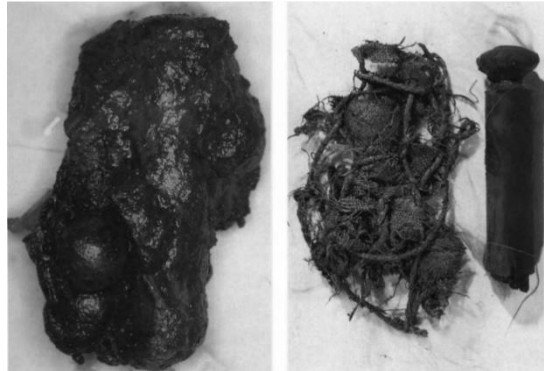
Kaynak: Morris, Seifert, 1978: 39.

Batı Avusturya Denizcilik Müzesi Batavia batığından çıkan ıslak halatlar üzerinde PEG 1500 ile deneysel uygulama çalışması yapılmıştır. Mekanik ve kimyasal temizliği yapılan halat, su içerisine %20 PEG 1500 ile 1-3 hafta boyunca emdirme işlemine tabi tutulmuştur ve sonrasında dondurarak kurutma yapılmıştır. Tedavi sonucu eserin, iyi esneklik, mukavemet ve doğal bir görünüme sahip olduğu belirtilmiştir. Çekmenin asgari düzeyde olduğu bildirilmiştir. Çözünmeden kaynaklı bozulmayı önlemek için halat parçaları ince naylon ağ ile iyice bağlanmalıdır önerisi yapılmıştır (Mills, Macleod, Sander, 1984: 20).

1891'de Michigan Gölü'nde batan Rockaway batığında manila, sisal, kenevir veya jütten oluştuğu düşünülen ıslak halat kurtarılmıştır. İlk olarak halat saklama amaçlı dondurulmuştur. Eser tedavi öncesi bir ağ ile kaplanmış ve uçları iplikle sabitlenmiştir. Üzerindeki katran ve mum yağı, aseton ve ksilen içine daldırılarak çıkarılmıştır. Demir tuzları, %5 Disodyum EDTA, %1-3 oksalik asit ve %3-5 amonyum sitrat çözeltisine batırılarak çıkarılmıştır. Eser daha sonra de iyonize su ile durulanmıştır. Mekanik temizlik olarak yumuşak fırça, de iyonize su ve Triton-X çözeltisi ile temizlemiştir. Temizleme sonrası iki defa daha durulanmıştır. Emdirme işlemi sekiz hafta boyunca oda sıcaklığında, bir kabın içindeki %5-10 PEG 400, %1 gliserol, %2 metilselüloz karışımıyla gerçekleştirilmiştir. Uygulama sonrası halatın durumunun iyi olduğu bildirilmiştir. Ancak raporda eserin rengi, esnekliği ve kırılabilirliği hakkında bilgi verilmemiştir (Mccaskill, 2009: 50-52).

Fransa'da bulunan L'Auguste şehrinden ele geçen 18. yüzyıldan kalma keten ip ile bağlı kurşun torbasının koruma çalışmaları yapılmıştır. Eser tortu kaplı ve bir metale sarılı halde bulunmuştur. Tortu ve metal, %3 amonyum sitrat çözeltisine batırılıp mekanik temizlik ile uzaklaştırılmıştır (Şekil 3.17). Kanvas ve ip, şekil ve düğümü korumak için Stabiltex® gossamer (ince, şeffaf kumaş) ağına dikilmiştir. Temizlik için %2 amonyum sitrat uygulamasına ve sonra durulama işlemine devam edilmiştir. Duralama sonrası tekrar %3 oksalik asit banyosu işlemine tabi tutulmuştur. Temizlik sonrası iyice durulanan eser, tetraetil ortosilikat (TEOS) yöntemi kullanılarak kurutulmuştur. Tekstildeki demir lekeleri %5 Disodyum EDTA ile temizlenmiş ve noniyonik deterjanla temizlenip durulanmıştır. Son bir ağartma uygulaması amonyaklı hidrojen peroksit ile yapılmıştır. Kurşun torbası %1 hidroksietil selüloz, %10 PEG 400 ile emdirme işlemine alındıktan sonra hava ile kurutulmuştur. İp kurutulurken liflerin hareketini azaltan bir çözücü işlemi yapılmıştır: aseton ve ksilen ile kurutmanın ardından ksilen içine %5 etilhidroksietil selüloz, %10 PEG 1450 ile ipe emdirme (püskürtme, fırça ile lokal olarak) uygulanmıştır. Sonuç olarak raporda eserin rengi, elastikiyeti ve stabilizasyonu ile ilgili bir değerlendirme yapılmamıştır ancak resimden anlaşıldığı kadar eserlerin görünüşleri iyidir (Şekil 3.18) (Jenssen, 1987: 142-145).

Şekil 3.17: Tortu temizliği öncesi ve sonrası kurşun torbası ve ip.



Kaynak: Jenssen, 1987: 143.

Şekil 3.18: Uygulama sonrası kurşun torbası ve ip.



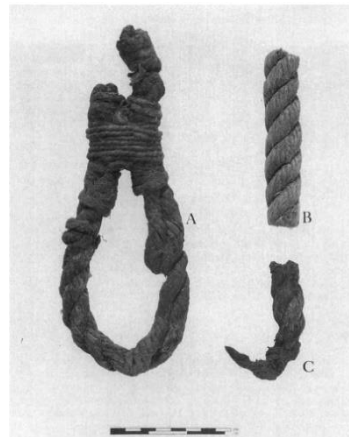
Kaynak: Jenssen, 1987: 145.

Kenevir hammaddeli halatlar üç farklı karışimli PEG ile uygulamaya tabi tutulmuştur.

1. %8 PEG 400, %0,72 etiloz, %2 gliserol
2. %18 PEG 400, %2 gliserol, %2 luviskol⁷
3. %10 PEG 400, %0,72 EHEC⁸

En iyi sonucu 1 numaralı çözeltide alırken diğer çözeltilerin de gayet iyi sonuç verdiği bildirilmiştir (Şekil 3.19) (Jenssen, 1987: 151).

Şekil 3.19: Uygulama sonrası kenevir halatlar. Dondurarak kurutulmuş (A), etanol ile kurutulmuş (B), hava ile kurutulmuş (C).



Kaynak: Jenssen, 1987: 151.

⁷ Saç kremlerinin üretiminde kullanılan bir Polivinilpirolidon'dur.

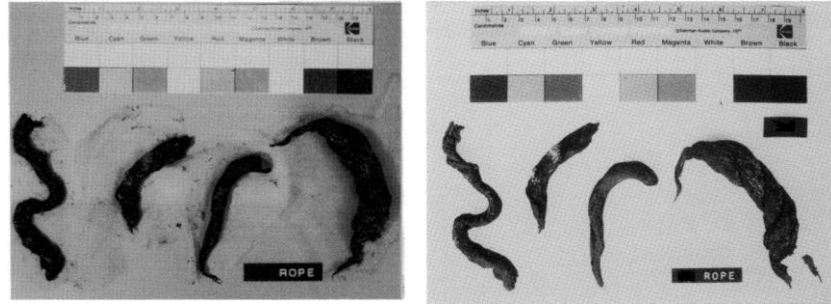
⁸ Etil hidroksi etil selüloz.

Batı Avustralya Denizcilik Müzesi Laboratuvarı suya doymuş tekstil eserlerde kullanılan “%5-20 Luviskol ve %5 Luviskol+ %5 Gliserol” çözeltilere alternatif olarak PEG ile deneysel çalışmalar yapılmıştır. Jüt lifinden olan bir halat 10 parçaya bölünüp ve bu parçalardan sadece 5 tane parçaya PEG uygulaması yapılmıştır (Godfrey, Smith, 1990: 93-94).

1. %5 PEG 400/ %1 Ethiloz 400/ %2 gliserol
2. %5 PEG 400/ %1 Ethiloz 400/ %2 gliserol / %2 Rhoplex AC-33⁹
3. %10 PEG 1500 = 20% PEG 400/ %2 Ethiloz 400/ %2 gliserol
4. %10 PEG 400/ %2 Rhoplex AC-33
5. %5 PEG 400/ %2 gliserol / %2 Rhoplex AC-33

Her bir örnek temizlik aşamasından sonra 2 hafta boyunca emdirme işlemine tabi tutulmuştur. Bütün örnekler dondurarak kurutma ile kurutulmuştur. Homojen bir yapıya sahip olmadığı için 2 numaralı çözeltinin her gün karıştırılması gerekmiştir. Kurutma sonrasında eserler, %55 bağıl nem ve 22 °C sıcaklıkta bekletilmiştir. Sonuç olarak 1, 4 ve 5 numaralı çözelti ile uygulanan eserlerde renk, doku, esnekliğin gayet iyi durumda olduğu bildirilmiştir (Şekil 3.20). Ancak jüt halat için en başarılı sonucu 1, 4 ve 5 numaralı çözeltilerinin verdiği bildirilmiştir (Godfrey, Smith, 1990: 94-96).

Şekil 3.20: Uygulama öncesi (sol) ve sonrası (sağ) 5 numaralı çözelti.



Kaynak: Godfrey, Smith, 1990: 105-106.

Konstanz Gölü’nde yapılan kazı sırasında son neolitik döneme ait 5000-6000 yıllık ağırlıklı olarak keten olan birçok örgü, ip ve hasır eserlere ilk olarak dörtlü amonyum esaslı Dodigen 226¹⁰ ve 1881¹¹ karışımı ile püskürtme yöntemiyle dezenfeksiyon işlemi yapılmıştır. Daha sonra eserler taşınmak için alçı bandajı ile

⁹ Çözücü içermeyen, su bazlı akrilik emülsiyon.

¹⁰ Dezenfektanlar için dörtlü bir amonyum bileşimidir.

¹¹ Antiseptik kimyasal.

kaplanmış ve alçı bandajı çıkarıldıktan sonra temizlenmiştir. Temizleme sonrasında gözenekli alçı bandajı ile kaplanan eserler 14 gün boyunca %8 PEG 400, %5 Luviskol K30 ve %2 borikasit, boraks çözeltisi içinde muamele edilmiştir. Luviskol, saç kremlerinin üretiminde kullanılan bir Polivinilpirolidon'dur. Dondurarak kurutma yöntemi ile kurutulmuşlardır. Kuruma sonrası Paris alçı¹² kalıbında saklanmıştır. Sonuç olarak, karbonlaşmamış bu eserlerde PEG-Luviskol stabiliteyi sağladığı bildirilmiştir (Feldtkeller, 1991: 173-176).

Danimarka-Kopenhag'ın banliyösü Brede'deki Ulusal Müze Koruma Laboratuvarları PEG ve dondurarak kurutma işlemini, geleneksel uygulama yerine ıslak halatlarda ve tekstillerde Frankfurter metodu adı verdikleri bir tekniği geliştirmişlerdir. Bu teknik beş aşamadan oluşur: temizlik, paketlenme, dondurma, dondurarak kurutma ve emdirme.

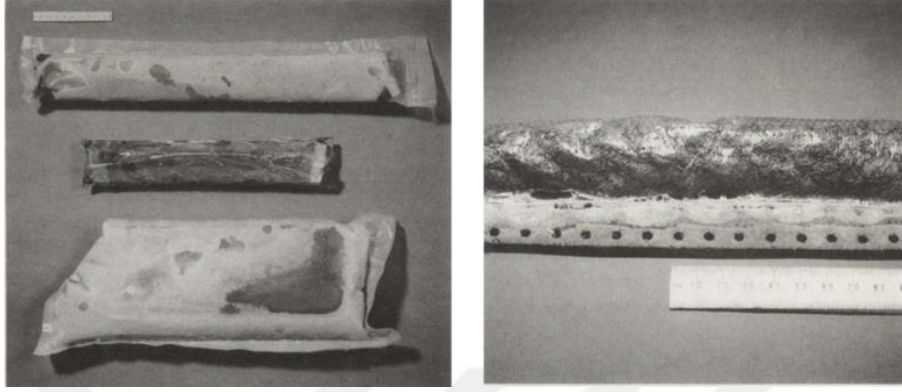
1. Kirler su ile temizlenir. Katran var ise tarihi değer olduğu kabul edilip temizlenmez. Demir tuzları, halat pakatlandıktan sonra, 0,1 Disodyum EDTA veya 0,1-0,5 asetik asit çözeltisinde temizlenir.
2. Halat, birbirine birleştirilebilen delikli polipropilen tabaka içine paketlenir. Bu paket, delikli bir masonit¹³ ile sabitlenir. Sonra tüm paket, halat paketine uygun bir boyutta yapılmış bir plastik torba içine yerleştirilir ve içi su doldurulur.
3. Bu adımda -27°C'de dondurulur.
4. Halat paketi donduğunda plastik torba çıkarılır ve buz bloğu vakum tankına 3 cm'lik bir yalıtım malzemesine yerleştirilir. Sonra %50 bağıl nem ile -20°C'de dondurularak kurutulur.
5. Kurduğunda, halat ambalajdan çıkarılır ve gerekirse etil asetat içindeki yumuşak poliüretan sağlamlaştırıcı kullanılabilir.

Bu yöntem suda çözünen hacim artırıcı malzemenin esere emdirilmesinden sonra optimum güç ve esneklik sağlar. Eserin orijinal yapısı ve şekli iyi korunur (Şekil 3.21). Polar olmayan bir çözücü içinde dondurma, liflerin açık renkte olmasına neden olur. Bu yöntem az bozulmuş ıslak halatlarda uygulanmaz (Koefoed v.d., 1993: 262-265).

¹² Saf kalsiyum sülfat hemi-hidrattır ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$).

¹³ Ahşap liflerinden yapılmış bir tür sunta.

Şekil 3.21: Donmuş ip ve ortadaki halat dondurarak kurutma için paketten çıkarılmış hali (sol). Dondurularak kurutulmuş halat (sağ).



Kaynak: Koefoed v.d., 1993: 263-264.

Norveç'te bulunan Trondheim kentinde 1995 yılında kurtarılan ıslak halatlara uygun koruma yöntemi bulmak için deneysel çalışmalar yapılmıştır ve sonuçları sıralanmıştır:

1. %1 CMC (Karboksimetil selüloz) / %5 PEG 400 / %2 gliserol
2. %1 CMC (Karboksimetil selüloz) / %2 PEG 400 / %5 gliserol
3. %1 HEC (Hidroksietil selüloz) / %2 PEG 400 / %5 gliserol (blok halinde dondurarak kurutma)
4. %2 Primal AC-33¹⁴ / %10 PEG 400
5. %1 EHEC (Etil hidroksietil selüloz) / %2 PEG 400 / %5 gliserol
6. %5 PEG 400 / %2 gliserol
7. %1 EHEC (Etil hidroksietil selüloz) / %5 PEG 400 / %2 gliserol
8. %2 PVA (Polivinil Asetat) / %10 PEG 400
9. %1 HEC (Hidroksietil selüloz) / %5 PEG 400 / %2 gliserol

İlk olarak eserlerin temizlik işlemleri yapılmış ve eserler polioled film içine konulmuştur. Bunlardan birinci sıradaki %1 CMC, %5 PEG 400, %2 gliserol sulu çözelti altı hafta boyunca uygulanmıştır. Uygulamayı takiben eserler durulanmıştır ve dondurularak kurutulmuştur. En kabul edilebilir renk 8 numaralı deneyde olmuştur. Genel olarak eserlerin kohezyonu kırılğan olarak gözlemlenmiştir. En kötü kohezyon 6 numaralı deneyde elde edilmiştir. En iyi dokuyu selüloz eter ve yüksek gliserol yüzdeleri ile muamele edilmiş ve dondurarak kurutulmuş numuneler vermiştir. İki yıl

¹⁴ Alkalilere ve atmosfer unsurlarına karşı dayanıklı olan saf akrilik sulu reçine karışımı.

saklanan eserler tekrar kontrol edildiğinde sadece yedinci deneyin halatın yapısını koruduğu görülmüştür. Geri kalan tüm eserlerin yapısında bozulmalar meydana geldiği bildirilmiştir (Peacock, Schofieldd, 1997: 113-120).

La Belle batığından çıkan halatların koruma çalışmaları için deneyler yapılmıştır. İlk olarak eserler tuzdan arındırma yöntemi ile klorür seviyeleri 15 ppm altına düşürülmüştür. İki deney yapılmıştır ve bu deneylerde emdirme sonrası eser üzerindeki fazla PEG'in temizlenmesi için metiltrimetoksisilan¹⁵ (MTMS), halatın yapısındaki PEG'i polimerize etmek amacıyla katalizör olarak dibutiltin diasetat (DBTDA) kullanılmıştır. Suda çözünür polioksialkilen glikol¹⁶, Jeffox W-L 440¹⁷ Huntsman Performance Products (Jeffox) sulu PEG için alternatif katkı maddesi olarak test edilmiştir. Testlerde, PEG 4000'e eklenen Jeffox, PEG'in oda sıcaklığında sertleşmesini önlediği tespit edilmiştir. Ancak Jeffox eklenen PEG 4000'inin, daha iyi bir hacim arttırıcı maddeye dönüştüğü gözlemlenmiştir ve Jeffox'un PEG'in erime noktasını koruduğu ve tamamen polimerleşmediği için nemden etkilendiği bildirilmiştir. Jeffox'un düşük molekül ağırlıklı PEG'ler ile etkisini araştırmak için önce %10 Jeffox emdirme ve ardından %30 PEG emdirme yöntemi ile iki emdirme yöntemi kullanılmıştır (Mccaskill, 2009: 77-78).

İlk deneyde 6 halat parçası de iyonize su ile hafif durulanarak temizlenmiş ve her eserin ucu uygulama sırasında çözölmeyi önlemek için pamuk ip ile sarılıp bağlanmıştır. Sulu Jeffox ile PEG emdirmesi sonrası tüm eserler 24 saat düşük vakum altında tutulmuştur. İlk banyo sonrası PEG emdirilmiş eserler çıkarılıp kâğıt havlu katmanları arasında yavaşça kurumaya bırakılmıştır. Jeffox'tan çıkarılan eserler PEG çözeltisine daldırılmıştır. Daha sonra fazla PEG'in çıkarılması için 5-10 dakika MTMS içine daldırılıp sonra kurutmaya bırakılmıştır. Tüm işlemler tamamlanınca eserler 1 hafta DBTDA'ya maruz bırakılmıştır (Tablo 3.1). Katalizör günlük olarak değiştirilmiştir. İlk denemenin sonuçları tablo 3.2'da belirtilmiştir (Mccaskill, 2009: 79).

¹⁵ CH₃Si (OCH₃)₃ formülüne sahip bir organosilikon bileşiğidir.

¹⁶ Sentetik yağ.

¹⁷ Huntsman marka polioksialkilen glikol ürünü.

Tablo 3.1: İlk deneyde uygulanan tedavilerin listesi.

	Sulu %10 Jeffox Çözeltisi	Sulu %10 PEG Çözeltisi	Katalizör
Eser 1	x	PEG 400	DBTDA
Eser 2	x	PEG 600	DBTDA
Eser 3	x	PEG 1450	DBTDA
Eser 4	✓	PEG 400	DBTDA
Eser 5	✓	PEG 600	DBTDA
Eser 6	✓	PEG 1450	DBTDA

Kaynak: Mccaskill, 2009: 79.

Tablo 3.2: İlk denemenin sonuçları.

	Uygulama	Esneklik	Renk	Doku	Genel Durum
Eser 1	PEG 400	Biraz esnek.	Çok koyu kahverengi.	Hafif yağlı, yapışkan.	Kırılğan. Dökülme var. Biraz keçeleşmiş.
Eser 2	PEG 600	Sert, hafif bükülür.	Çok koyu kahverengi.	Hafif yağlı ve yapışkan.	Kırılğan. Dökülme var. Altta ve uçlarda keçeleşme.
Eser 3	PEG 1450	Çok sert, hiç bükülmez.	Çok koyu kahverengi.	Mumsu, az yapışkan.	Minimum dökülme.
Eser 4	PEG 400 Jeffox	Çok esnek, yumuşak.	Çok koyu kahverengi.	Minimal yapışkan.	Alta ve uçlarda keçeleşme.
Eser 5	PEG 600 Jeffox MTMS ile temizlik	Biraz esnek. Bükülebilir. Serbest bırakılınca eski halini alır.	Orta koyu kahverengi.	Yapışkan ve mumsu değil; hafif yağlı ve neredeyse doğal.	Kırılğan. Biraz dökülme var. Altta ve uçlarda keçeleşme.
Eser 6	PEG 1450 Jeffox	Çok sert, hiç bükülmez.	Çok koyu kahverengi.	Mumsu, yapışkanlık yok.	Keçeleşme yok. Biraz parlak.

Kaynak: Mccaskill, 2009: 88.

İkinci deneyde A, B, C, D, E, F olarak etiketlenen iyi korunmuş ve 1, 2, 3, 4, 5, 6 olarak etiketlenen bozulmuş eserler için deneyler yapılmıştır (Tablo 3.3). Prosedür olarak birinci deney ile benzer uygulanmıştır. A, B, C, 1, 2 ve 3 numaralı eserler önce sulu %10 Jeffox ile emdirilmiş ve daha sonra 24 saat düşük vakum altında tutulmuş. Daha sonra sulu PEG çözeltisi ile emdirme işlemine devam edilmiş. Emdirme sonrası eserler 24 saat düşük vakum altında tutulmuştur ve en son kâğıt havlu ile sarılıp yavaşça kurutulmuştur. Diğer eserler direk sulu PEG çözeltisine konulmuş ve 24 saat düşük vakumda tutulmuştur. Kuruyan eserler 10 dakika MTMS içine daldırılmıştır. Eserlerin üzerindeki kalıntılar mekanik olarak temizlenmiş ve 2 hafta DBTDA'ya maruz bırakılmıştır. İkinci denemede bozulmuş olan 1, 2, 3, 4, 5, 6 numaralı eserlere yapılan uygulama sonuçları aşağıda belirtilmiştir (Tablo 3.4, Şekil 3.22) (Mccaskill,

2009: 80-81). A, B, C, D, E, F olarak etiketlenen iyi korunmuş eserlerin uygulama sonuçları da tablo 3.5 ve şekil 3.23'te belirtilmiştir.

Tablo 3.3: İkinci deneyde uygulanan tedavilerin listesi.

Eser	Sulu %10 Jeffox Çözeltisi	Sulu %10 PEG Çözeltisi	Emdirme sonrası işlem	Katalizör
1	✓	PEG 400	MTMS ile temizlik	DBTDA
2	✓	PEG 600	MTMS ile temizlik	DBTDA
3	✓	PEG 1450	MTMS ile temizlik	DBTDA
4	×	PEG 400	MTMS ile temizlik	DBTDA
5	×	PEG 600	MTMS ile temizlik	DBTDA
6	×	PEG 1450	MTMS ile temizlik	DBTDA
A	✓	PEG 400	MTMS ile temizlik	DBTDA
B	✓	PEG 600	MTMS ile temizlik	DBTDA
C	✓	PEG 1450	MTMS ile temizlik	DBTDA
D	×	PEG 400	MTMS ile temizlik	DBTDA
E	×	PEG 600	MTMS ile temizlik	DBTDA
F	×	PEG 1450	MTMS ile temizlik	DBTDA

Kaynak: Mccaskill, 2009: 81.

Tablo 3.4: İkinci denemede ki 1-6 nolu eser sonuçları.

Eser	Uygulama	Esneklik	Renk	Doku	Genel Durum
1	PEG 400 Jeffox MTSMS	Biraz serttir, ancak iplikler kolayca esner.	Koyu kahve.	Biraz sert, yapışkan, mumsu veya yağlı değil.	Zayıf, dökülme ve büzülme az. Lifler biraz keçeleşmiş.
2	PEG 600 Jeffox MTSMS	Çok sert ve kırılgan, tek tek olan lifler de serttir.	Siyaha yakın.	Yağlı, mumsu veya yapışkan değil, sert.	Zayıf, dökülme var. Kohezyon nedeniyle uçlar keçeleşmiş.
3	PEG 1450 Jeffox MTSMS	Sert, tek tek lifler de. Neredeyse kırılgan, biraz esnek.	Siyaha yakın.	Biraz kuru	Çok zayıf. Büzülme var. Çözölmeye neden oldu. Keçeleşme var.
4	PEG 400 MTSMS	Biraz esnek, kırılgan.	Çok koyu kahve.	Hafif yağlılık, sert.	Kohezyon, bazı dökölme, büzölme ve keçeleşmeye karşı kabul edilebilir.
5	PEG 600 MTSMS	Sert, çok az esnek. Tek lifler esnek.	Koyu kahveden siyaha.	Mumsu değil, Doğal his. Çok hafif yağlı veya yapışkan bir his.	Zayıf, aşırı büzölme yok, lifler seçilebiliyor.
6	PEG 1450 MTSMS	Sert ve biraz kırılgan, esneme kabiliyeti az.	Orta kahveden siyaha.	Sert, mumsu veya yağlı değil, çok hafif yapışkanlık hissi.	Kabul edilebilir kohezyon ve dökölme. Tek lifler hariç ayırt edilmesi zor.

Kaynak: Mccaskill, 2009: 95.

Şekil 3.22: 1-6 nolu eserlerin ilk hali (sol) ve son hali (sağ).



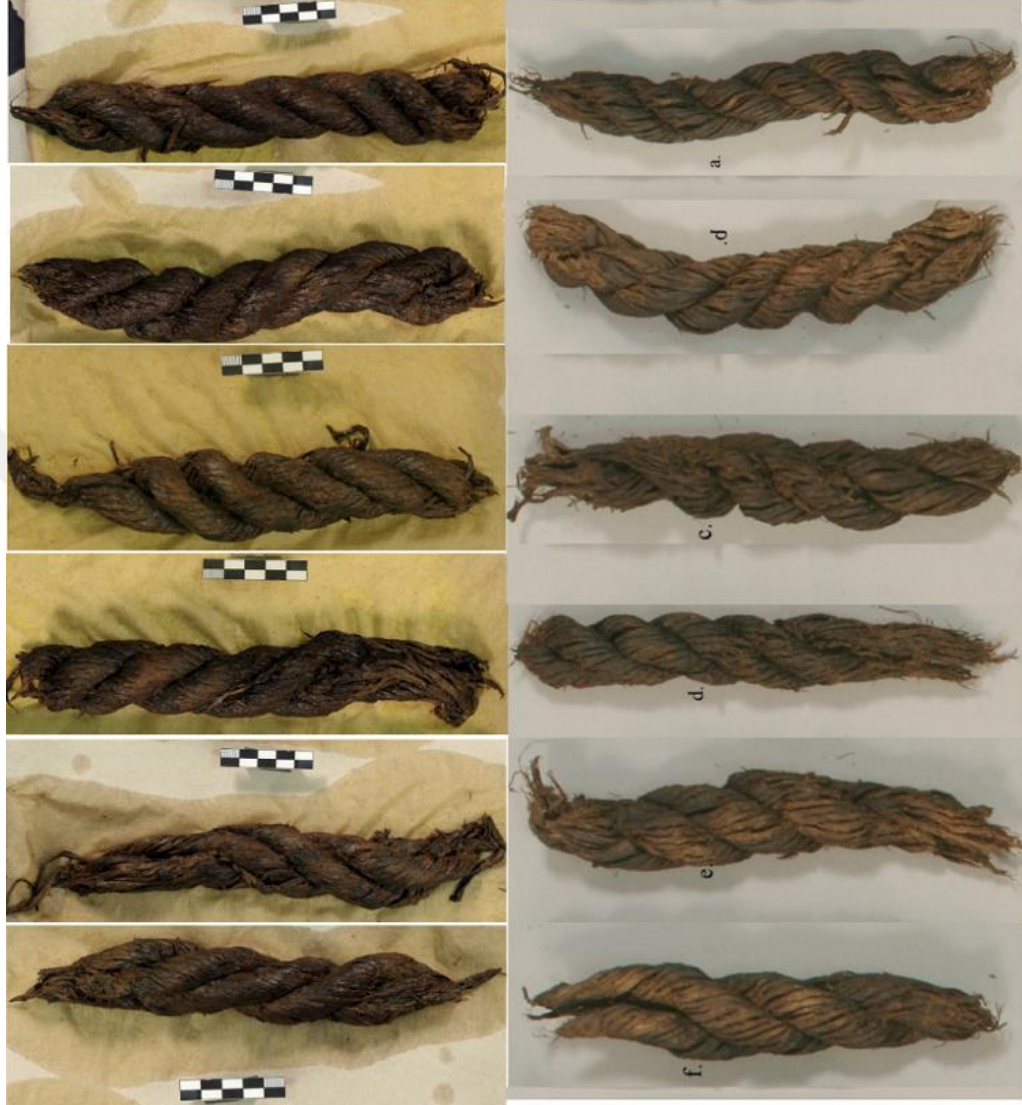
Kaynak: Mccaskill, 2009: 82-89.

Tablo 3.5: A'dan F'ye uygulama sonuçları.

Eser	Uygulama	Esneklik	Renk	Doku	Genel Durum
A	PEG 400 Jeffox MTSMS	Esnek, ancak bükülme iyi değil. MTMS ile daha az sert.	Koyu kahve	MTMS maruziyetinden sonra hafif sertlik	İyi kohezyon, çok az büzülme. Altta keçeleşme. Bazı dökülmeler kabul edilebilir. Tek lifler hariç ayırt edilmesi zor.
B	PEG 600 Jeffox MTSMS	Sert, ancak hafifçe esner ve orijinal şekline geri döner.	Orta ile koyu kahve	Doğal his, hafif kuru	İyi kohezyon, hafif dökülme, tek tek lifler görünür. Uçlarda hafif keçeleşme. Çok az veya hiç büzülme yok.
C	PEG 1450 Jeffox MTSMS	Sert, hafif kırılğan bir his. Az esnek.	Açık ve koyu kahve	Biraz kuru	Tatmin edici kohezyon. Az dökülme ve az keçeleşme. Çok az veya hiç büzülme yok.
D	PEG 400 MTSMS	Esnek ama şekil almaz. Tek lifler esnek.	Orta ile koyu kahve	Mumsu, hafif yapışkan veya yağlı bir his değil.	İyi kohezyon. Çok az ya da hiç büzülme yok. Bazı liflerde keçeleşme.
E	PEG 600 MTSMS	Sert, hafif esneklik. Tek lifler esnek	Bazı açık renkli liflerle koyu kahve	Yapışkan veya mumsu değil, göz ardı edilebilir yağlılık.	İyi kohezyon, lif uçları hafif keçeleşmiş. Çok az ya da hiç büzülme yok.
F	PEG 1450 MTSMS	Çok sert ama kırılğan değil. Esneklik çok az.	Açık kahve ve koyu kahve	Sert, mumsu veya yağlı değil, çok hafif yapışkanlık.	İyi kohezyon, az dökülme, çok az ya da hiç büzülme yok. Kabul edilebilir keçeleşme ve biraz parlak.

Kaynak: Mccaskill, 2009: 96.

Şekil 3.23: A'dan, F'ye yukarıdan aşağıya eserlerin ilk hali (sol) ve son hali (sağ).



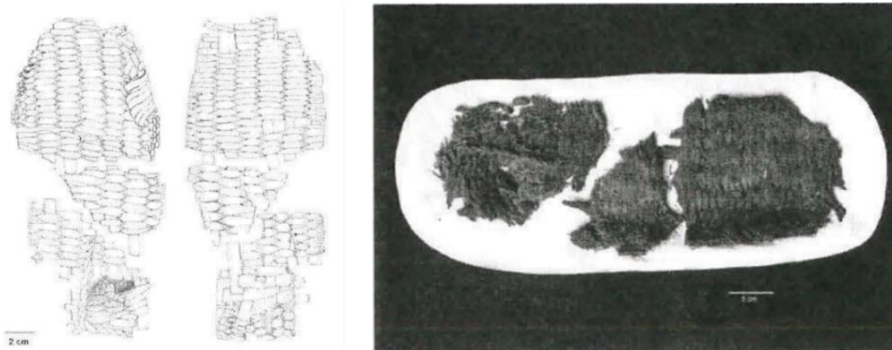
Kaynak: Mccaskill, 2009: 82-89.

Uygulama sonunda ilk deneyde en iyi esnekliği 4 numaralı eser göstermiştir. Diğer numunelerin belirgin şekilde sert olduğu gözlemlenmiştir. PEG 1450 ile muamele edilenler neredeyse odun hissi vermiştir. Renk olarak 5 numaralı eser dışındakiler neredeyse siyah rengini korumuştur. İkinci deneyde yüksek molekül PEG ile yapılan deneyler daha az lif dökülmesini ve en iyi kohezyonu sağlamıştır. A'dan F'ye kadar hiçbir eser gözle görülür derecede büzülmemiştir. A, B, D, en iyi rengi vermiştir. MTMS ve Jeffox eklenmesiyle PEG'in uygulama sonrası koyu görünümünü azalttığı gözlemlenmiştir. MTMS, fazla PEG'in çıkarılmasında etkili olmuştur. PEG 400 ve Jeffox yeterli yapısal desteği sağlayamamıştır. Genel olarak

yöntem başarılı olmuştur ve yapısal, boyutsal stabiliteyi sağlamıştır. İlk deneyden alınan numunelerde iki yıl sonra 1 ve 2'nin yapışkanlığı artmış ve 3-6'da beyaz tortu birikmesi dışında bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir (Mccaskill, 2009: 87-104).

2008 yılında yapılan kazı sonucunda suya doymuş, yanmış ve üç parçaya ayrılmış selüloz esaslı Avrupa'nın en eski ayakkabısı bulunmuştur. İlk olarak ayakkabı deiyonize su ile durulanıp mekanik olarak temizlenmiştir. Sonra eser bir kâğıt ve alçı bandajı ile sarılmıştır. Yapılan kalıp yardımıyla eser tersi yönünde çevrilip temizlenmiştir. Hazırlanan sulu %10 PEG 1500 çözeltisinde 10 gün boyunca emdirme işlemi uygulanmıştır. Eser alt tarafı alçı bandaj kalıbı ile desteklenmiştir. Üst tarafı ise fazla emdirme malzemesinden kaçınmak için kâğıt mendil ve polyester dolgu ile kaplanmıştır. Daha sonra -30°C'de dondurulmuştur. Donmadan sonra eser blok halinde 10pa basınç ve -30°C'de dondurarak kurutulmuştur. Kuruma sonrası eserin üzerinde fazladan kalan PEG, fırça ve etanol ile temizlenmiştir. Metosel A4C¹⁸ %5 ve %3 etanol: su (1:1) çözeltisi ile kırılğan kısımları birleştirmek ve gevşek lifleri sabitlemek için kullanılmıştır. Japon kâğıdı Kozo 15g/m² ile kaplı destek malzemesi üzerine konulmuştur. Sonuç olarak PEG 1500 liflerin yapısına nüfuz ederek stabilizasyon sağlamıştır. Neolitik ayakkabıların korunmuş yapısı, yüksek molekülü PEG'in suya doymuş selülozik gövde liflerinden meydana gelmiş eserlerin korunmasında uygun olduğunu göstermiştir (Şekil 3.24) (Wiesner, Beirowski, 2012: 521-540).

Şekil 3.24: Ayakkabının ön ve arka tarafının çizimi (solda). Konservasyon uygulama sonrası ayakkabı (sağda).



Kaynak: Wiesner, Beirowski, 2012: 532.

¹⁸ Orta moleküler ağırlıklı bir metil selüloz kıvam arttırıcıdır.

Bir diğerk örnekte Scheurrak SO 1 Batığından kurtarılan yelken ilk zamanlarda uygun koruma uygulaması ve uzman eksikliği nedeniyle -20°C'de dondurucuya konulup depolanmıştır. Uygulama deneyleri için yelkende küçük bir örnek alınmıştır. Tortular ve tuzlar su içinde çözüldükten sonra ince fırça yardımıyla temizlenip tekstil kıvrımları açılmıştır. Tekstilin son derece kırılgan olduğu, liflerinin ayırt edilebilir, düz örgülü olduğu, çözgü ve atkı kalınlığının farklı olmadığı bildirilmiştir. Temizlik sonrası tekstil, %15 PEG 1500 ile 48 saat emdirme uygulamasına tabi tutulmuştur. Emdirme sonrası 24 saat -28°C'de dondurulmuş ve daha sonra 6 saat dondurarak kurutulmuştur. Raporda uygulama yapılan eserin rengi, dokusu, elastikiyeti hakkında açık bilgi verilmemiştir. Yelkenin hâlâ dondurucuda olduğu bildirilmiştir (Nientker, 2016: 302-305).

2002 yılında Newport Orta çağ Gemisi kazısında bulunan 43 parça halat Stewart Kutularında depolanmış ya da Coffex levhalarına yerleştirilmiş ve streç film ile sarılmıştır. 2011'de kutuları açılmış ve çoğu halatın kuruduğu ve çamur kaplı olduğu görülmüştür. Farklı uygulamalar küçük parçalar üzerinde test edilmiş ve biri seçilmiştir (Şekil 3.25). İlk olarak yumuşak bir fırça ve şırıngadan damlatılan su ile eserler temizlenmiştir. Tortular ve büyük lekeler, neşter veya küçük spatula ile mekanik olarak temizlenmiştir. Kimyasal temizlik, eser üzerindeki görünür tüm lekeler gidene kadar %5 triamonyum sitrat çözeltisine daldırılmıştır. Sitrat uygulamasından sonra durulanan halatın ayrı parçalarının bir arada tutulmasında izin veren ve ayrıca etketin eser üzerine bağlanmasını gerektirmeyen Netlon'da¹⁹ paketlenmiştir. Emdirme işlemi soğuk musluk suyu, %2 gliserol, %5 PEG 4000 içinde 4 hafta boyunca devam etmiştir. Emdirme sonrası çözeltinin kötü koktuğu bildirilmiştir. Bunun sebebinin uygulama laboratuvarının sıcaklığı olduğu değerlendirilmiştir. Eser çözeltiden çıkarılıp durulanmış ve 48 saat boyunca -30°C'de dondurarak kurutma işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonrası kokunun azaldığı gözlemlenmiştir. Kurutma sonrasında birkaç halat parçasında delaminasyon oluşmuş ve kırılganlaşmıştır. Bunun için aseton içinde %5 ve %10 Paraloid B-72 çözeltisi kırılgan yüzeye damlatılmış ve bozulmaya yatkın yerler için daha yüksek konsantrasyonlu çözelti uygulanmıştır (Jordan, 2016: 307-309).

¹⁹ Meyve ve sebze saklama filesi.

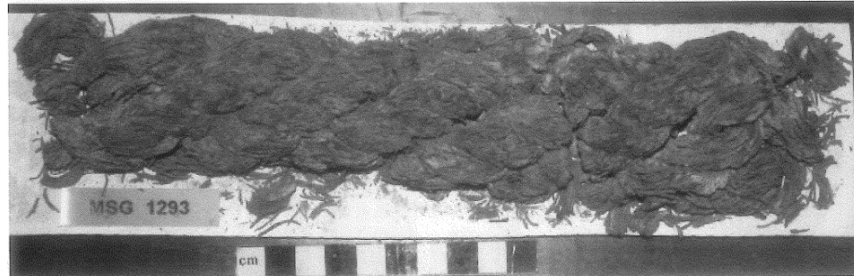
Şekil 3.25: Temizlik öncesi halat parçası (sol), temizlik sonrası halat parçası (sağ), uygulama sonrası halat parçası (alt).



Kaynak: Jordan. 2016: 307-308.

Uygulama beklenen sonucu vermemiş ancak ortaya konan ilk hedefleri (mukavemet artırma) yerine getirmiştir. Görünüm olarak iyi sonuç alınamamış. Bazı parçalara kapsamlı sağlamlaştırma uygulanmıştır. Bununla birlikte halat, kabul edilebilir bir mukavemete sahip olmuş, kuru olarak saklanabilir düzeye gelmiştir. Yüzey dökülmesinin altında, makro ve mikro yapı iyi korunmuştur. Lifler tanımlanabilir, S ve Z bükümleri kolayca belirlenebilir hale gelmiştir. Eserlerde yüzeysel kararmaların olduğu bildirilmiş ancak iyi görünüm elde edilmiş ve detaylar belirginleşmiştir (Şekil 3.26) (Jordan, 2016: 309-311).

Şekil 3.26: Dondurarak kurutma sonrası dökülmeler ve ufalanmalar.



Kaynak: Jordan, 2016: 309.

Londra batığının envanter numarası 3127 olan halatı üzerinde çeşitli PEG konsantrasyonları deneyi yapılmış ve vakumlu dondurarak kurutma uygulanmıştır (Şekil 3.27). Çözelti içinde 7 gün boyunca PEG 400, PEG 1500 ve PEG 4000 ile

uygulama %10, %20, %30 konsantrasyonlarda yapılmıştır. Dondurarak kurutma 4 saat sürmüştür. Deney sırasında dondurarak kurutma cihazı bozulmuş ve örnekler bir hafta normal dondurucuda tutulmuştur. PEG 1500 %30 çok iyi donmamış, deney boyunca ıslak görünmüştür. PEG 400, yumuşak doku ve koyu renk oluşturmuştur. Sonuç olarak PEG ile muamele edilenlerde lifler birbirine iyice yapışmıştır. PEG'lerde %20 ve üzeri konsantrasyon daha fazla sağlamlaştırma sağlamış ve daha koyu renk ve ayrıntıların belirsizleşmesine neden olmuştur. En iyi sonucu %10 PEG 1500 ve vakumlu dondurarak kurutma uygulaması vermiştir. Bu yöntem, halatın çapını korumuş ve iyi bir görünüm vermiştir. Uygulama sonucu tablo 3.6'de belirtilmiştir ve eserlerin öncesi ve sonrası görünümüleri şekil 3.28-29-30'da gösterilmiştir (Middleton, 2018: 72-76).

Şekil 3.27: 3127 numaralı çok parçalanmış halatın koruma öncesi durumu.



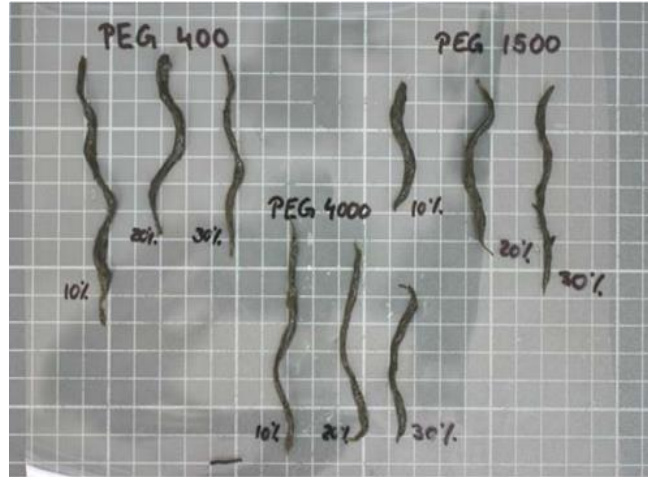
Kaynak: Middleton, 2018: 75).

Tablo 3.6: Uygulama sonrası sonuçlar.

Çözelti	Kurutma Yöntemi	Durum
PEG400 10%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Kabul edilebilir renk. Yumuşak ve düz. Biraz nemli his. PEG kalıntısı yok.
PEG400 20%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Koyu renk. Yumuşak ve biraz nemli his. PEG kalıntısı yok.
PEG 400 30%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Koyu renk, çok yumuşak ve nemli his. Donma sırasında kırıldı. Kalıntı yok.
PEG1500 10%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Kabul edilebilir renk. Şekli iyi korunmuş ve altta çok az PEG kalıntısı.
PEG1500 20%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Kabul edilebilir bir renge ve iyi bir şekle sahiptir. Alt kısımda bazı PEG kalıntıları var.
PEG1500 30%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Koyu renk, çok sert. Küçülmüş gibi görünüyor. Çok az PEG kalıntısı var.
PEG4000 10%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Rengi iyi. Şekli iyi korunmuş, yere temas ettiği kısım düz. Kalıntı az.
PEG4000 20%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Rengi iyi. Şekli iyi korunmuş, yere temas ettiği kısım düz. Kalıntı az.
PEG4000 30%	Vakumlu Dondurarak Kurutma	Kabul edilebilir renk. Çok fazla PEG kalıntısı ile düz şekil.
Yok	Hava ile kurutma	İyi renk, sert, bozulmuş ve küçülmüş.
Yok	Aseton ile kurutma	İyi renk, biraz esnek ve bozulup küçülmüş.
Yok	IMS ile kurutma	İyi renk, biraz esnek ve bozulup küçülmüş.

Kaynak: Middleton, 2018:74-75.

Şekil 3.28: Uygulama öncesi halat örnekleri.



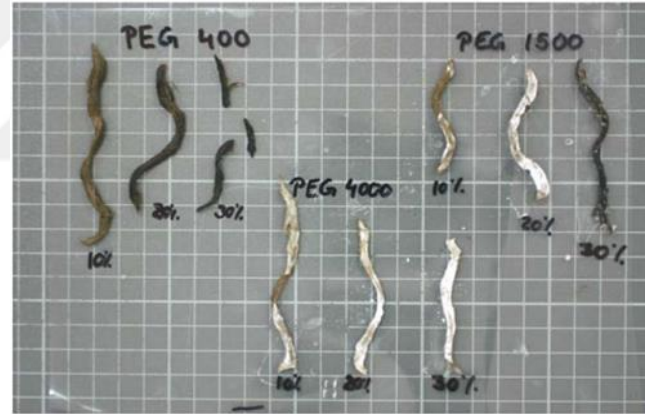
Kaynak: Middleton, 2018: 75.

Şekil 3.29: PEG emdirme sonrası halat örnekleri.



Kaynak: Middleton, 2018: 76.

Şekil 3.30: PEG emdirme ve dondurarak kurutma sonrası halat örnekleri.



Kaynak: Middleton, 2018: 75-76.

Carlisle Kalesi kazılarında selülozik gövde liflerinden yapıldığı tahmin edilen ıslak halat bulunmuştur. Kırılgan ve dağılmaya meyilli olan halat, şekil ve lif kaybına uğramasın diye Melinex²⁰ parçaları üzerinde desteklenmiş ve eser üzerindeki tortulardan temizlenmiştir (Jones, 2005: 11). PEG 400 ve gliserin emdirilen halat daha sonra dondurarak kurutma ile kurutulmuştur (süreler belirtilmemiştir). Sonuç olarak iyi bir renk ve esneklik sağlanmış ancak halatın son derece kırılgan ve ayrışmaya yatkın durumda olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.31). Halatın kohezyonunu güçlendirmek için damlalık kullanılarak kuru halata 1:20'lik Primal WS24 (akrilik koloidal dispersiyon)

²⁰ Polyester film.

özeltisi uygulanmıştır. Uygulama sonrası halat, polietilen köpük ile desteklenip polietilen torbalar içine konularak paketlenmiştir (Karsten v.d., 2018: 39).

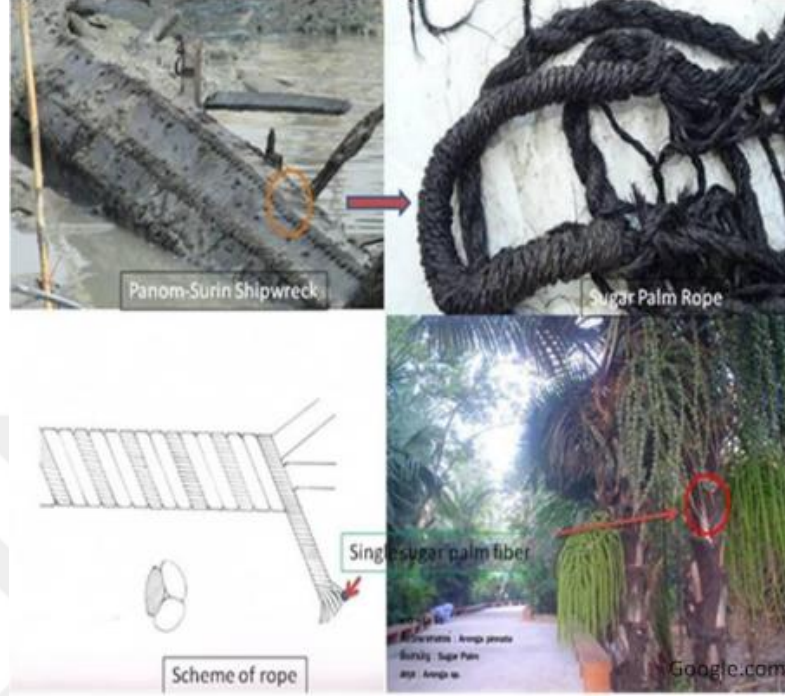
şekil 3.31: Uygulama öncesi hali (sol); uygulama sonrası hali (sağ).



Kaynak: Karsten v.d., 2018: 39.

Tayland'ın Samut Sakhon eyaletinde milattan sonra 9. yüzyıldan kalma gemi bulunmuştur. Dikiş gemi inşa tekniğı ile yapılmış bir ticaret gemisi olduğı için halatları korunmaya alınmıştır. Yapılan analizlerde halatın, şeker hurma lifi (Arenga pinnata) olduğı tespit edilmiştir (şekil 3.32). Çamurlu ortamdan çıkarılan lifler hızla bozulduğı için uygun koruma tekniğı araştırılmıştır. İki yöntem denenmiştir; PEG ve trehaloz. Halatların düşük kohezyonlu, neme karşı dirençsiz ve düşük mekanik özelliklere sahip olduğı bildirilmiştir (Mahapol, 2019: 1-3).

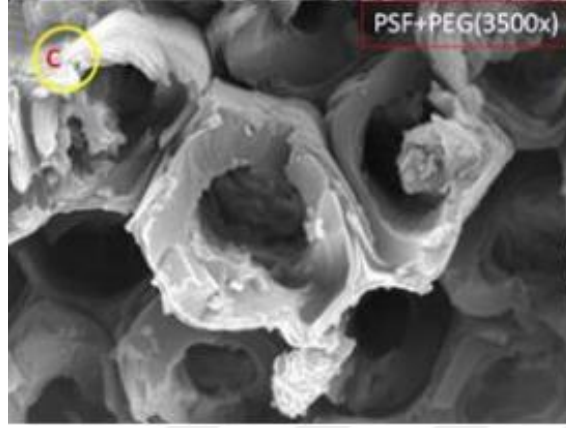
Şekil 3.32: Phanom-Surin halatı, halatın şeması ve şeker hurma lifi.



Kaynak: Mahapol, 20019: 2.

İlk olarak halat üzerindeki tüm toprak ve kirler hafif akan musluk suyu ile temizlenmiştir. Daha sonra halat, tuz ve diğer kirlenici maddelerden arındırmak için damıtılmış suya daldırılmış ve su birkaç kez değiştirilmiştir. Emdirme işlemi, 50-60°C'lik sıcaklıktaki %15 PEG 4000 ile başlanıp daha sonra PEG konsantrasyonu %70-80 oranına kadar arttırılmıştır ve en son oda sıcaklığında kurutulup fazla PEG temizlenmiştir. Daha sonra 10 gün boyunca %70'den fazla nem ve 30+5 °C sıcaklıkta nem emme testi yapılmıştır. Fark yüzdesi %70'in altındaki nem ile 30+5 sıcaklıktaki durum ile karşılaştırılmıştır. PEG emdirilen eser %0,2 nem emme oranı ile trehalozdan 3 kat fazla nem emmiştir. Lifi yüksek nem emilimi şişme ve plastikleştirici etkiye neden olarak boyutsal kararsızlık ve gerilmelere yol açmıştır. Uygulama sonucunda halatın durumunu stabil olduğu ve SEM ile yapılan incelemede PEG'in tekstil lifinin hücre duvarını iyi duruma getirdiği tespit edilmiştir (Şekil 3.33) (Mahapol, 2019: 1-15).

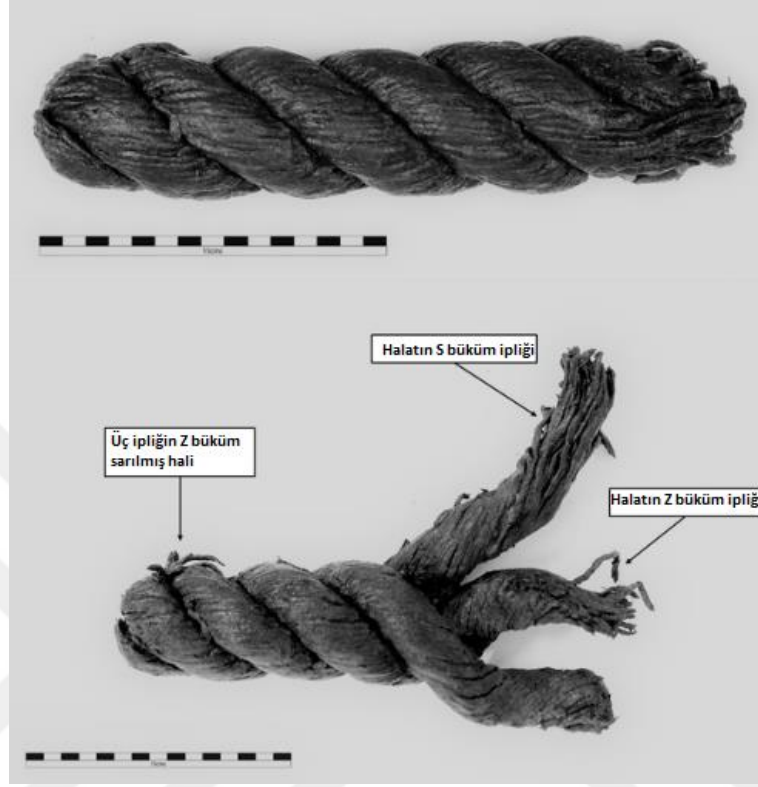
Şekil 3.33: PEG emdirme sonrası lifin kesitinin SEM görüntüsü.



Kaynak: Mahapol, 20019: 6).

Daha önce Londra Batığı kazısında bulunan 3127 envanter numaralı halatta yapılan PEG deneylerinin sonuçları kullanılarak daha fazla araştırma için PEG 1500 ve PEG 4000 ile denemeler yapılmıştır. Asıl amaç çözeltilerin suya doymuş halatın çekme özellikleri üzerindeki etkisini değerlendirmektir. Halat 3292, 292 mm uzunluğunda ve yaklaşık 58 mm çapındadır ve kaba, odunsu kenevir lifinden üretilmiştir. Halat, üç farklı ipe sarılmıştır ve dijital kaliperler ile ölçülüp dört adet 9 cm'lik parçalara ayrılmıştır (Şekil 3.34). Üç farklı ipten biri, %15 PEG 1500 çözeltisine ve ikincisi %15 PEG 4000 çözeltisine daldırılmıştır. Üçüncü ip ise buzdolabına konulmuştur; böylece uygulama sonrası ipin genişliği ve uzunluğu hakkında veri sağlanmıştır. Dört hafta emdirme işlemine devam edilmiştir. Daha sonra çözeltilerden çıkarılıp Syptex içine sarılmıştır ve 48 saat boyunca ev tipi dondurucuya yerleştirilmiştir. Daha sonra dondurarak kurutma cihazında -50°C'de ve 0,1mbar'da 12 saat boyunca kurutulmuştur (Creed v.d., 2019: 4-5).

Şekil 3.34: Üstte, kaba kenevir lifli halat; altta, üç farklı iple sarılan halat.



Kaynak: Creed v.d., 2019.

Uygulama sonrası halatlarda çekme, gerilme testi uygulanmıştır. Bu test Mary Rose Trust, Portsmouth'da, bilgisayar kontrollü bir kapalı döngü Instron® 5566A çift kolonlu yük şasisi üzerinde, maksimum 10 kilonewton yük kapasitesi ile gerçekleştirilmiştir. Test, ortam laboratuvarı koşulları; 20°C ve %50 RH $\pm$ %2'dir. Testten önce her iplik için doğrusal yoğunluk hesaplanmıştır. İplik için çekme mukavemeti hesaplanmıştır ve ipin sertliği "Young Katsayısı" ile hesaplanmıştır. Esneklik birkaç durumda muhafaza edilmiş ve test edilen ipliklerin çoğunluğu kırılğan davranış sergilemiştir. En iyi esnekliği PEG 1500 ile uygulama yapılmış olan lifler sağlamıştır. PEG 4000'e daldırılan iplikler tutarsız gerilim/ gerinim sonucu vermiştir; bazılarının sünekliği daha yüksekken, bazıları kırılğanlaşmıştır. PEG ile işlenmiş iplik telin Young Katsayısı için en düşük değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir; PEG 1500 ipliği en düşük medyana²¹ göstermiştir. Bu, kontrol için ayrılan ipliklere kıyasla sertlikte bir azalma göstermiştir (Creed v.d., 2019: 6-9).

²¹ Bir veri serisini küçükten büyüğe doğru sıraladığımızda, seriyi ortadan ikiye ayıran değere denir.

$$\text{Doğrusal Yoğunluk (kg/m)} = \frac{\text{Kütle (g)} \times 1000}{\text{Uzunluk (mm)} \times 1000}$$

$$\text{Çekme Mukavemeti (N/tex)} = \frac{\text{Yük (kgf)}}{\text{Doğrusal Yoğunluk (kg/m)}}$$

(Tex = 1000 metre başına gram cinsinden kütle)

$$\text{Young Katsayısı (N/mm}^2\text{)} = \frac{\text{Çekme Mukavemeti (N/tex)}}{\text{Gerilme (mm/mm)}}$$

Veriler hem PEG 1500 hem de PEG 4000'in bozulmuş suya doymuş kenevir halattaki liflerin kırılma kuvvetini azalttığını ve halatın esnekliğini arttırdığını göstermiştir. PEG 1500, tüm test kategorilerinde en tutarlı sonuçları vermiştir (Creed v.d., 2019: 9).

3.2.4.2. Silikon Yağı Emdirme ve Uygulama Örnekleri

Teksas A&M Üniversitesi, Konservasyon Araştırma/ Arkeolojik Koruma Laboratuvarında, suya doymuş/ıslak ahşap ve diğer organik malzemelerin konservasyonunda kullanılmak üzere 1993 yılında Prof. Dr. C. Wayne Smith araştırmalar başlatmıştır. Araştırmalar sonucunda farklı çapraz bağlayıcılarla birlikte kullanılan silikon yağı uygulamaların suya doymuş ahşap ve diğer organik eserlerin boyutsal ve fiziksel değişimlerini en aza indirdiği tespit edilmiştir. Bu konservasyon uygulamasının diğer yöntemlere göre kısa zamanda sonuç verdiği gözlemlenmiştir. Uygulama sırasında herhangi bir ısıtma işlemine gerek duyulmadığı, yöntemin boyutsal olarak stabilizasyonu başarılı olduğu ve eserlerde doğala yakın bir renk görünümü verdiği bildirilmiştir (Biçer, 2017: 73-74).

Yöntem, tekstilin içindeki suyu bir silikon yağı (Tablo 3.7) ve bir çapraz bağlayıcı (Tablo 3.8) çözelti ile değiştirir, eseri stabilize eder ve yapısal çökmeyi önler. Silikon yağı suda çözünür değil, bu nedenle eser içindeki su, uçucu organik çözücüler ile yer değiştirilir. Silikon yağı, hacim artırıcı madde olarak hareket etmektense, hücre duvarının iç kısmını kaplar ve yapısal destek sağlamak için çapraz bağlayıcılar yardımıyla hücresel yapıya bağlanır (Mccaskill, 2009: 68). Uygulama sonrası silikon yağı serbest harekete izin verir ve nesnenin mukavemeti artırır. Ancak uygulama geri dönüşümlü değildir (Rodgers, 2004: 169). Silikon yağı ile kullanılan bazı katalizörler aşağıda gösterilmiştir (Tablo 3.9).

Tablo 3.7: Konservasyonda kullanılan bazı silikon yağları.

Silikon yağı	Viskozite	25 °C'de Özgöl Ağırlığı
PR 10	Orta 13,500,00 CST	0,97g/cm ³
PR 12	Yüksek 20,000,00 CST	0,97g/cm ³
KP 80	Düşük 75,00 CST	0,97g/cm ³
PA Fluid	Çok düşük 5,0 CST	0,95g/cm ³
4-7041	Düşük 2-6 CST	0,97g/cm ³

Kaynak: Smith, 2003: 12.

Tablo 3.8: Silikon yağı ile birlikte kullanılan bazı çapraz bağlayıcılar.

Çapraz Bağlayıcı	Viskozite	25°C'de Özgöl Ağırlığı	Açıklama
CR-20 (MTMS)	1,00 CST	0,94 g/cm ³	PR 10, KP 80, PA FLuid, 4-7041 silikon yağlarına ilave edilerek kullanılır. Hidrolize edilebilir. İki ya da daha fazla polimer zinciriyle bağlanma yeteneğine sahiptir.
CR-22	1,00 CST	0,94 g/cm ³	CR 20 ile benzer özelliklerde. CR 22 içeren silikon yağı karışımı ile yapılan uygulamaların CR 20 ile yapılan uygulamalara göre daha fazla genişlediği tespit edilmiştir.

Kaynak: Smith, 2003: 11.

Tablo 3.9: Silikon yağı ile kullanılan bazı katalizörler.

Katalizör	Reaksiyon Süresi	Özgöl Ağırlığı / Moleküler Ağırlığı	Açıklama
CT-32 (DBTDA)	24 saat	1,32 g/cm ³ / 351,01 g/mol	Yüzeye sürülüp ya da buhar halinde ahşap konservasyonunda kullanılabilir. Kimyasal formülü: C ₁₂ H ₂₄ O ₄ Sn
CT-30	16 saat	1,25 g/cm ³ / 404,88 g/mol	Kalay içerir. Kimyasal formülü: Sn(C ₈ H ₁₅ O ₂) ₂
CT-34	3 saat	/ 284 g/mol	En hızlı olandır (üçünün arasında). “Tyzor” TPT Titanat olarak da bilinir, Soluk sarı renktedir ve eser yüzeylerinde sarı bir toz oluşturabilir. Yumuşak fırça ile temizlenir. Çözelti ısıtılınca kimyasal reaktivite hızlanır, soğutulunca yavaşlar.

Kaynak: Smith, 2003: 12.

La Belle batığından kurtarılan ıslak arkeolojik halatın büyük bir kısmı Teksas A&M Üniversitesi Koruma Araştırma Laboratuvarı'na nakledilmiş ve koruma uygulamasına kadar tatlı suda bekletilmiştir. Biri havada kurutulurken diğer ikisi (Si-1 ve Si-2) silikon yağı emdirme uygulamasına tabi tutulmuştur. İlk olarak ölçümleri yapılan halat parçaları sonra iki gün boyunca akan suda durularak tuzdan arındırma prosedürüne tabi tutulmuştur. Daha sonra ek temizlik için bir cam üzerine yerleştirilip hafif musluk suyu altında işleme devam edilmiştir. Eserlerin kısmen siyah ve koyu kahverengi sülfür lekeleri ile kaplı olduğu gözlemlenmiştir. Bu lekenin kazıdan taşınma sırasında esere bağlanan pamuğun çürümesinden kaynaklandığı tespit edilmiş ve bu lekeler pamuklu çubukla hafifçe ovalanarak çıkarılmıştır. Her eser, su, aseton ve silikon yağının serbestçe dağılmasına izin veren tek düze delikli polietilen film tabakası arasına yerleştirilmiş ve ısı ile kapatılmıştır (Şekil 3.35). Ziploc²² sebze torbaları, delikli polietilen filme ideal bir alternatiftir. Polietilen film ile kaplanan her halat, 500 ml aseton içeren bir behere konulmuş ve beher vakum odasına yerleştirilmiştir. Oda sıcaklığında, suyun aseton ile hızlı yer değiştirmesi için 3999,66pa (30 Torr) vakum uygulanmıştır. Başlangıçta hızlı reaksiyon ile fokurdayan

²² Polietilen, kilitli meyve sebze poşeti.

aseton halata zarar vermiştir. Yaklaşık 20 dakika sonra fokurdama durmuştur. Daha sonra tekrar 500 ml taze aseton ve 5332,88pa (40 Torr) vakum uygulanmış ve eserler oda sıcaklığındaki ortama konulmuştur (Smith, 2003: 83-84).

Şekil 3.35: Aseton uygulaması öncesi Ziploc torbasına sarılmış halatlar.



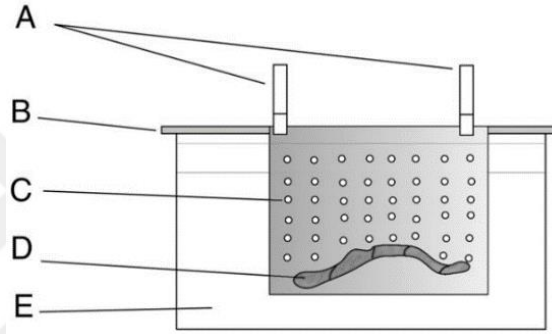
Kaynak: Smith, 2003: 84.

Bir sonraki aşama olan asetonu uygun bir silikon/ çapraz bağlayıcı ile değiştirme işlemi yapılmıştır. Bu aşamada 50:50 oranında iki hidroksil uçlu silikon yağı kullanılmıştır. PR-10/ PR-12 ve %3 CR-20 ile halatlar emdirme işlemine tabi tutulmuştur. Halat liflerindeki asetonun hızlı bir şekilde buharlaşmasını sağlamak için 5332,88pa (40 Torr) vakum 20 dakika boyunca uygulanmış ve silikon yağı çözeltisinin tamamen nüfuz etmesi sağlanmıştır. Vakum sırasında halatlardan çıkan büyük kabarcıklar gözlenmiştir, 30 dakika sonra kabarcıklar azalmış ve küçük kabarcıklar halinde eser üzerinde birikmiştir. Vakumdan çıkarılan eserler oda sıcaklığında bir yerde bekletilmiştir. İki saat sonra halatlar polietilen torbalardan çıkarılmıştır. Fazla silikon yağını süzmek için alüminyum elek üzerine konulmuştur. Bir saat sonra halatlar oldukça kuru bir hal almıştır ve 500 ml CR-20 çapraz bağlayıcı içeren behere konulmuştur. Daldırma işlemi sırasında fazla silikon yağı çözeltileri yumuşak bir fırça ile silinmiştir. Beş dakikalık daldırma işlemi sonrası katalizöre maruz bırakılıp polimerizasyon başlatılmıştır (Smith, 2003: 85).

En sonda halatlar tekrar gevşek, delikli polietilen torbalara konulmuş ve ısı ile kapatılmıştır. Daha sonra her paket, ahşap mandal ile ahşap çubuğa asılmıştır (Şekil 3.36). Gazyağı (kerosen) ve %3 CT-32 içeren kabın tam üst kenarlarına denk gelen bu çubukla birlikte çözelti süspansiyon haline gelince vakum odasına yerleştirilmiştir (5332,88pa (40 Torr) 20 dakika). Vakum sonrası bölmenin valfleri kapatılmış ve gece boyunca çözeltide bekletilmiştir. Ertesi sabah çözeltiden çıkarılıp oda sıcaklığında

birkaç kâğıt havlu üzerine yerleştirilmiştir. Çözültiden çıkarıldıktan sonra halat üzerinde kaygan, ince silikon tabakası oluşmuştur. Birkaç dakika temiz havaya maruz bırakıldıktan sonra halatın bir ucunda tamamen sertleşmiş polimer damlacıklar belirmiştir. Bunlar, bez ile temizlenmiştir. En son havalandırılmalı çeker ocakta 24 saat boyunca kurumaya bırakılmıştır (Smith, 2003: 85).

Şekil 3.36: Kerosen/ CT-32 çözeltisi içine daldırılmış halat temsili: (A) mandallar, (B) Ahşap çubuk, (C) delikli polietilen torba, (D) poşet içinde, silikon emdirilmiş halat, (E) Kerosen/ CT-32 çözeltisi.



Kaynak: Smith, 2003: 85.

Uygulama sonunda ölçümler tekrar yapılmıştır (Tablo 3.10). Halatlar hafif sertleşmiş, dayanıklılıkları artmış ve estetik olarak iyi duruma gelmişlerdir. Halatların tek tek lifleri, telleri ve katları, uygulamadan sonra kolaylıkla ayırt edilebilmiş, halatlar keçeleşmemiş ve büzülmemiştir. Renkleri, soluk kahverenginden orta kahverengiye kadar olmuştur. Renklerin kabul edilebilir olduğu bildirilmiştir. Kuru ve doğal bir görünümlere sahip olmuşlardır (Şekil 3.37) (Smith, 2003: 85).

Tablo 3.10: Silikon yağı uygulaması öncesi ve sonrası halat ölçüleri.

	Ölçüm	Ortalama	Değişme %
Halatın uzunluğu			
Uygulama Öncesi	14,308 cm	14,228	-1,118
Uygulama Sonrası	14,148 cm		
Si-1 Genişlik			
Uygulama Öncesi	0,9280 cm	,922	-1,293
Uygulama Sonrası	0,9160 cm		
Si-2 Genişlik			
Uygulama Öncesi	0,9380 cm	,932	-1,386
Uygulama Sonrası	0,9250		
Halatın ağırlığı			
Uygulama Öncesi	16,597 g	11,499	-61,438
Uygulama Sonrası	6,400 g		

Kaynak: Smith, 2003: 87.

Şekil 3.37: Silikon yağı uygulama sonrası Si-1 halatı.



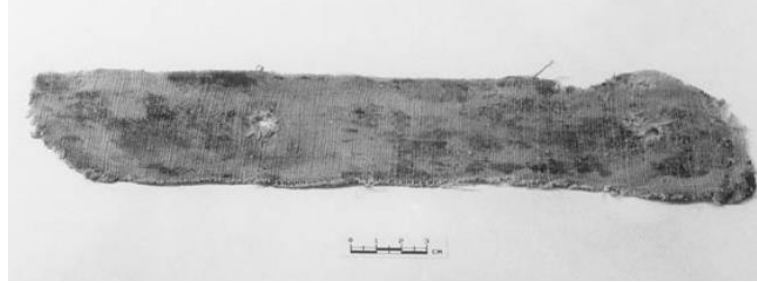
Kaynak: Smith, 2003: 87.

La Belle halatlarından birine yapılan silikon yağı uygulaması deneyi yine Texas A&M Üniversitesi'nde Arkeolojik Koruma Araştırma Laboratuvarı'nda yapılmıştır. İlk olarak çözünabilir tuzlar çeşme suyuna daldırılarak arındırılmıştır. Halat klorürden arındırılmıştır. Daha sonra halat, altı hafta boyunca %25 etanol ve %75 de iyonize su çözeltisine daldırılarak organik çözücü dehidrasyonu işlemine tabi tutulmuştur. Etanol yüzdesi, 6 hafta sonunda %25'ten %100'e ulaşana kadar arttırılmış ve en son halat iki defa %100'lük etanol banyosu işlemine tabi tutulmuştur. Daha sonra halat, %25'lik aseton çözeltisine 6 hafta daldırılmış ve prosedür etanolde uygulandığı gibi devam etmiştir. Aseton uygulamasından sonra 6 hafta boyunca silikon yağı (SFD-1, SFD-2) ve %18-25 MTMS çözeltisine daldırılmıştır. Çözeltiden

çıkarılan halattaki fazla silikon yağının emilmesi için halat, gazeteli tepsilere konulmuştur. Fazlalıklar aktıktan sonra mekanik olarak ince fırçayla temizlenmiştir. Halat, MTMS içine kısa süreli daldırılmalı veya halata MTMS fırça ile uygulanmalı aksi halde fazla MTMS'nin halatı kurutacağı bildirilmiştir. Temizlik sonrası polimerizsyon işlemini arttırmak için buhar katalizörü, DBTDA (dibutiltin diasetat) ile kapalı bir kaba konulmuştur. Silikon yağı uygulaması sonunda, halatın rengi orta ve koyu kahve olmuştur, ancak katranlı halat siyaha yakın renk almıştır. Doku çok doğal; kurumuş ve parlaktır, yapışkan veya mumsu değildir. Islak durumuna göre mukavemetin ve esnekliğin gayet iyi olduğu bildirilmiştir (Mccaskill, 2009: 69-72).

Jamaika'daki Port Royal'deki sualtı kazılarında çıkarılan tortu kaplı bir kanvas bulunmuştur. Tortudan temizlenen kanvasın pamuktan üretildiği tespit edilmiştir. Kanvas parçasında iki delik mevcut olduğu ve bu deliklerin kanvasın üzerinde bulunan pistonun tekne gövdesine sabitlemek için kullanılan iki büyük civatanın izleri olduğu tespit edilmiştir. Kanvas musluk suyu dolu bir fıçıya yerleştirilmiş ve yüzeyindeki kirler ve tortular parmak ucu ile kullanılarak hafifçe temizlenmiştir. Kanvasın üzerindeki zift izleri aseton ile temizlenmiştir. Daha sonra, tuzlar ve pas lekeleri için sulu %5 hidroklorik asit çözeltisine daldırılmıştır. İşlem sonrası kanvas çeşme suyu ile iyice durulanmıştır. Kanvasın üzerinde bulunan sülfür lekeleri %5 hidrojen peroksit ile temizlenmiştir ve tekrar çeşme suyunda durulanmıştır. Temizlik sonrası aseton ile dehidrasyon uygulaması 28 Torr vakum ile yapılmıştır. İşlem sonu kanvas, hızlıca tiftiksiz kâğıt arasına yerleştirilmiştir. Kurutmadan sonra 500mg PR-12 silikon yağı çözeltisine daldırılıp 2 saat boyunca vakum uygulanmıştır. Şiddetli köpürme 20 dakika sürmüş ve 1 saat sonra köpürme bitmiştir. Daha sonra 48 saat boyunca oda sıcaklığında bekletilmiştir. Bununla beraber kanvas 57 gram CT-32 katalizörü buharına 24 saat maruz bırakılmıştır. Sonrasında aynı işlem tekrarlanmıştır ve 48 saat sonra kanvasın biraz nemli hissettirdiği gözlemlenmiştir, ancak pamuk kanvas görünümünü korumuştur. En son 3 gün oda sıcaklığında havada kurutmaya bırakılmıştır. İşlem sonrası kanvasın hem esnek hem de dayanıklı olduğu gözlemlenmiştir. Uygulamadan beş yıl sonra bile kanvas, esnekliğini ve fiziksel bütünlüğünü korumuştur. Renk olarak gayet iyi bir durumda olduğu bildirilmiştir (Şekil 3.38) (Smith, 2003: 90-92).

Şekil 3.38: Uygulama sonrası pamuk kanvas.



Kaynak: Smith, 2003: 92.

2015 yılında Sualtı Arkeoloji Enstitüsü, Nixon Griffis Konservasyon Laboratuvarında bir halat parçası üzerine yapılan uygulamada önce dokümantasyon yapılmış (Tablo 3.11) ve tuzdan arındırma işlemi uygulanmıştır. Mekanik temizlik, yumuşak uçlu fırça ile yapılmıştır (Şekil 3.39). Halatın bünyesindeki su, sırasıyla etanol ve aseton banyoları yapılarak uzaklaştırılmıştır. Emdirme öncesi halatın her iki ucu iplerle bağlanarak uçlarının açılıp örgüsünün dağılması önlenmiştir. Düşük basınçlı vakum altında asetonun su ile yer değiştirmesinin ardından, %4 lük çapraz bağlayıcıyla karıştırılmış silikon yağı emdirmeye edilmiştir. Vakum altında oluşan baloncuklar işlemin gerçekleştiğini gösterir. Baloncuk oluşumu sona erdiğinde halat parçası desikatörden çıkarılıp ince bir üzerine tel üzerine serilmiştir ve silikon yağı fazlalığı süzdürülmüştür (Şekil 3.40). Sonraki aşamada, kilitli poşet içine konan halatın yanına birkaç damla katalizör damlatılmış ufak bir peçete konulmuştur. Yaklaşık 24 saat sonra eser polimerizasyonunu tamamlanmıştır. Uygulama sonrası hava ile kurutulan eserin ilk haline göre makroskobik görüntüsünün kararlı olduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.41). SEM görüntüsünde herhangi bir kırılma ve kopmanın olmadığı ve eserin iyi korunmuş olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 3.42) (Biçer, 2017: 76-78).

Tablo 3.11: Konservasyon öncesi ve sonrası halat parçasının ölçümleri.

		Değişim %
Uzunluk (önce)	14,5	-1,38
Uzunluk (sonra)	14,3	
Kalınlık (önce)	0,5	0
Kalınlık (sonra)	0,5	
Ağırlık (önce)	3,23 gr	-41,18
Ağırlık (sonra)	1,90 gr	

Kaynak: Biçer, 2017: 79.

Şekil 3.39: Halatın ilk halinin belgelenmesi (sol); mekanik temizliği (sağ).



Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

Şekil 3.40: Emdirme öncesi ip ile sağlamlaştırma (sol); fazla silikon yağının süzdürülmesi (sağ).



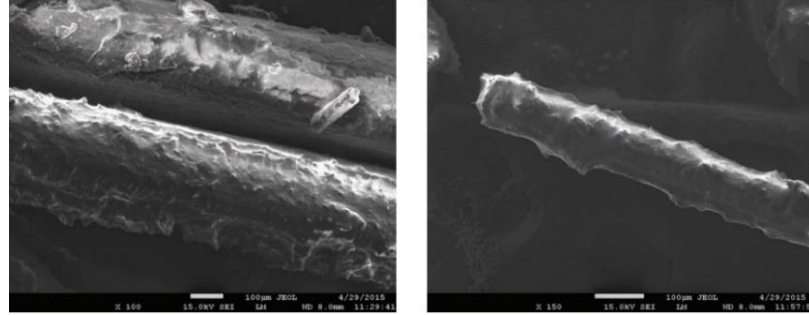
Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

Şekil 3.41: İlk hali (sol) ve uygulama sonrası hali (sağ).



Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

Şekil 3.42: Silikon yağı uygulanmış örneğin SEM görüntüleri.



Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

3.2.4.3. PVP (Polivinilpirolidon), PVA (Polivinilasetat), PVB (Polivinilbütiral), PVOH (Polivinil Alkol) ile Emdirme ve Uygulama Örnekleri

Suya doymuş arkeolojik tekstil eser konservasyonunda ilk yaklaşımlardan biri PVP (polivinilpirolidon)'dir. 1973 yılında yayımlanan makalede ıslak halat ve hasarı korumak için kullanıldığı ve iyi sonuçlar elde edildiği belirtilmiştir. 1987 yılında yayınlanan bir diğer çalışmada PVP'ye ek olarak gliserin ve PEG 400 ilavesiyle kullanılmıştır. PVP ve gliserin karışımı ile yapılan bir uygulamada eserin durumunun kritik olduğu 1990 yılında bir çalışmanın raporunda belirtilmiştir. Diğer emdirme malzemeleri arasında akrilik dispersiyonlar olan Rhoplex/ Primal AC-33, polivinilasetat (PVA), polivinilbütiral (PVB) ve tatraetil ortosilikat (TEOS) bulunur. Rhoplex, PVA ve PVB %2 gibi düşük yüzdelerle kullanılır ve iyi yapışma ve mukavemet katkısı sağlar. PVA ve PVB'nin renkleri koyulaştırdığı bildirilmiştir. PVA ve PEG 400 birlikte kullanıldığında iyi bir sonuç alınmıştır ancak renk koyulaşmıştır. TEOS geri dönüşümü olmayan ve uygulama sonrası eser üzerinde beyaz bir toz kalıntısı bıraktığı için pek dikkate alınmamıştır (Peacock, Schofield, 1997: 114).

Polivinil alkol (PVOH) ile uygulanan eserlerde sertlik, çatlama olduğu iddia edilmiştir. Bir çalışmada ipekli tekstilin PVOH ve PVB ile emdirme uygulaması sonrasında ipeğin mekanik özelliklerinin bozulmaya uğradığı bildirilmiştir. Başka bir emdirme malzemesi olan selüloz eterler, uygulamada iyi sonuçlar vermiştir (Balazsy, Eastop, 1998: 304-306). PEG ve gliserin ile birlikte kullanılan etilhidroksietil (EHEC), hidroksipropil metil (MHPC), hidroksipropil selüloz (HPC), hidroksietil selüloz ve metil selüloz kombinasyonları ayrı ayrı deneylerde kullanılmıştır. Yapılan PEG 400 ve

EHEC çalışması başarılı sonuçlar vermiştir. EHEC iyi bir stabiliteye sahiptir, ancak HEC ve HPC uzun vadede şüphelidir (Peacock, Schofield, 1997: 114-115). Suda çözünen EHEC iyi bir stabilite sağlamanın yanında çok esnektir (Hamilton, 1999: 36).

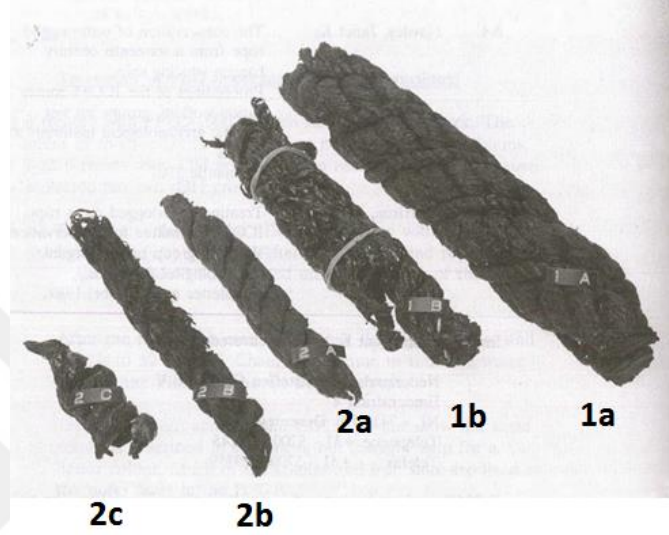
3.2.4.4. Polyox Emdirme ve Uygulama Örneği

Polyox, *Union Carbide Corporation* tarafından üretilen, molekül ağırlığı 100,000 ile 8,000,000 arasında değişen polietilen oksitlerin ticari adıdır. Islak tekstilin korunması için testler yapılmıştır. Dört çeşit Polyox tipi kullanılmıştır. Eserlere ince kıl fırça ile uygulanmıştır. Sonuç olarak Polyox, tekstillere mukavemet sağlamış, dökülmeleri azaltmış ve bazen ortadan kaldırmıştır, görünüşte çok az değişikliğe neden olmuştur. Uygulama yapılan yüzeyler, parmak arasında birkaç saniye tutulduğunda yapışkanlık hissi vermiştir. Dondurarak kurutma ile kurutulan eserlerin daha iyi ve daha tutarlı olduğu belirtilmiştir (Bilz v.d., 1991: 189-191).

3.2.4.5. E-2250 Emdirme ve Uygulama Örneği

PEG dışında kullanılan bir diğer malzeme, E-2250 olarak adlandırılan ve molekül ağırlığı 1000 ile 1500 olan bir poliüretandır. Su, alkol veya PEG'den OH gruplarıyla reaksiyona girmektedir. Bağlı nem %40'ı aştığı zaman havadaki nem ile reaksiyona girer. Uygulama, genel temizlik prosedürünü takiben dondurulmuş halatlar üzerine bir pipet yardımıyla çözelti damlatılarak başlanır. Halatların destek kâğıdına yapışmaması için bir tarafın işlemi bitince diğer tarafa geçilmiştir. İşlem tamamlanınca dondurarak kurutma ile düşük basınçta eserler kurutulmuştur. Sonuç olarak, halata iyi mukavemet ve esneklik kazandırmıştır (Şekil 3.43). Renk, emdirme malzemesinin miktarına göre değişir. Geri dönüşümsüz bir uygulamadır (Wevers, 1991: 167-169).

Şekil 3.43: Uygulama sonrası halatlar; (1-A) su-aseton-su-dondurarak kurutma-E2250, (1-B) su-aseton-hava ile kurutma-E2250, (2-A) su-aseton-su-dondurarak kurutma-E2250, (2-B) su-aseton-hava ile kurutma-E2250, (2-C) su-hava ile kurutma-E2250.



Kaynak: Wevers, 1991: 172.

3.2.4.6. Şeker Emdirme ve Uygulama Örneği

Şeker emdirme metodu, suya doymuş ahşapta kullanılan popüler bir uygulamadır. Polietilen glikollere alternatif olarak şekerler, son yıllarda suya doymuş ahşapların korunmasında kullanılıyorlar. Şeker emdirme tekniği, ısıtılmış şeker solüsyonu veya ısıtılmamış (soğuk) şeker solüsyonu olarak ikiye ayrılır. Isıtılmış şeker solüsyon uygulamalarında başarı, yüksek sıcaklık ve pH stabilitesine bağlıdır. Yüksek sıcaklık, şekerin suda daha yüksek çözünürlük elde etmesine ve uygulanan yapıya daha hızlı nüfuz etmesine neden olur. Sakaroz en popüler şeker türüdür, ancak bazı yayınlarda, mannitol, sorbitol, laktitol ve trehalozun kullanıldığı da bildirilmiştir. Şekerler, toksik değildirler, aşındırıcı değildirler, normal hava şartlarında düşük higroskopik özelliktedirler, kompozit eserlerin konservasyonunda kullanılabilir, geri dönüşümlü ve aynı zamanda ucuz bir yöntemdir. Şeker ile uygulama yapılmış eserin böcek ve kemirgenler tarafından saldırıya açık olması ve uygulama hızı yavaşlığı bu uygulamanın eksi yönleridir. PEG metodunda olduğu gibi şeker de su ile yer değiştirerek eserlerin iç yapısını güçlendirmek için kullanılır. Ahşabın yanı sıra tekstil eserlerde de şeker emdirme tekniğinin kullanıldığı bilinmektedir (Morgos, Setsuo,

Koji, 2015: 16). Şeker emdirmede kullanılan şeker türleri aşağıda ve özellikleri belirtilmiştir (Tablo 3.12).

Tablo 3.12: Şeker uygulamasında kullanılan şekerlerin özellikleri.

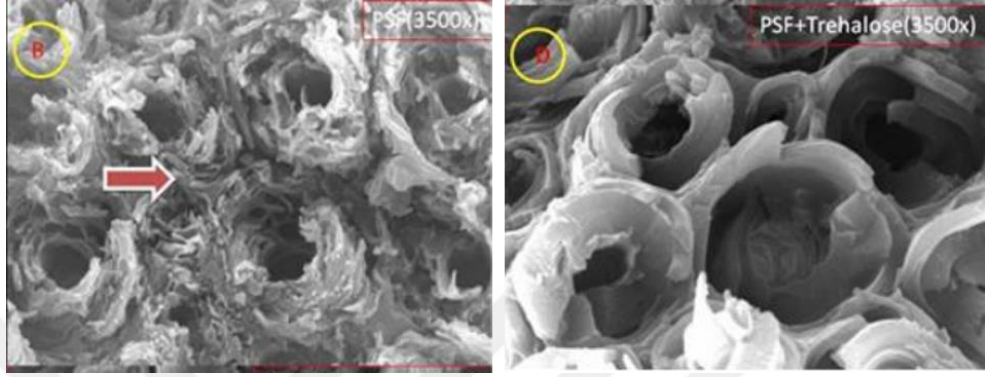
Şeker Türü	Açıklaması	Formülü	Çözünürlüğü
Sakaroz	Bir glukoz ve bir fruktoz molekülünden oluşur ve şeker pancarından ve şeker kamışından üretilen saf beyaz şekerdir. Erimesi için yüksek sıcaklığa ihtiyaç yoktur.	$C_{12}H_{22}O_{11}$	67
Mannitol	Kozalak ağacı, su yosunu ve mantar gibi birçok bitkide bulunan doğal bir karbonhidrat alkolüdür. Higroskopik değildir, nemli ortamlarda yapısını muhafaza eder.	$C_6H_8(OH)_6$	18
Sorbitol	Armut, erik, şeftali, elma birçok meyvede bulunan doğal bir karbonhidrat alkolüdür. Glikozdan üretilir. Suda çok kolay çözünür ancak alkol, metanol ve asetik asitte çok az çözünür.	$C_6H_{14}O_6$	70
Trehaloz	Buğday bitkisinin ürettiği bir madde olan trehala manna'dan izole edilmiştir. Yüksek oranda nem tutabilir. Asidik ortamda ve yüksek sıcaklıkta kararlılığını koruyabilir. En yüksek emdirme sıcaklığı 95°C'dir.	$C_{12}H_{22}O_{11}$	68.9
Laktitol	Laktozun hidrojenlenmesi ile elde edilen bir disakkarittir.	$C_{12}H_{22}O_{11}$ H_{20}	55

Kaynak: İşgören, Sungur, 2019: 21-25; (Çevrimiçi) <https://hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=trehaloz-nedirnerede-kullanilir.html>; <https://hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=mannitol-ve-ozelliklerikullanimi.html> 9 Haziran 2021.

2013 yılında Tayland'ın Samut Sakhon eyaletinde bulunan geminin halat parçalarının konservasyonu trehaloz ve PEG emdirme yöntemiyle gerçekleştirilmiştir. Halatların, düşük kohezyonlu, neme karşı dirençsiz ve düşük mekanik özellikte olduğu bildirilmiştir. İlk olarak halatın üzerindeki tüm toprak ve kirler hafif akan musluk suyu ile temizlenmiştir. Daha sonra tuz ve diğer kirletici maddelerden arındırmak için damıtılmış suya daldırılmış ve birkaç kez değiştirilmiştir. Emdirme işlemi, %15 Trehaloz konsantrasyonu ile 50-60°C'de başlamış ve 60°C'de kademeli olarak %70-80 konsantrasyona yükseltilmiştir. Uygulama bittikten sonra fazla trehaloz temizlenmiştir. Daha sonra 10 gün boyunca %70'den fazla nem ve 30±5 °C sıcaklıkta nem emme testi yapılmıştır. Trehaloz emdirilen eser %0.07 nem emme oranı ile PEG'den 3 kat az nem emmiştir. Uygulama sonunda eserin durumunun iyi,

mukavemeti güçlü ve PEG'den daha uzun süre koruma sağlayacağı sonucuna varılmıştır (Şekil 3.44) (Mahapol, 2019: 1-15).

Şekil 3.44: Trehaloz uygulaması öncesi (sol) ve sonrası (sağ) SEM görüntüsü.



Kaynak: Mahapol, 2019: 6.

3.2.5.Kurutma

Temizliği yapılan eserlerin içindeki su uzaklaştırılmalı. Kurutma için hava ile kurutma, çözücü ile kurutma, dondurarak kurutma veya hacim arttırıcılarla kurutma tercih edilebilir. Yün ve ipek gibi protein liflerinden üretilmiş ıslak ve suya doymuş tekstil eserler çoğu zaman çok fazla sorun olmadan temizlenip, hava ile kurutabilirler. Keten ve kenevir gibi selüloz liflerinden üretilmiş tekstiller, bulununca çok bozulmuş bir durumda olurlar, bu nedenle hava ile kurutulduğunda lifler çok kırılgan hale gelir, büzülür ve şekli bozulur. Bu eserler, PEG gibi hacim arttırıcılar emdirildikten sonra dondurarak kurutma işlemi ile esnekliklerini geri kazanabilirler (Watson, 2004: 175).

3.2.5.1. Hava ile Kurutma ve Uygulama Örnekleri

Hava ile kurutma suyun, ıslak tekstillerin yapısındaki higroskopik malzemelerden sıvı fazı kullanarak uzaklaştırılması işlemidir. Genellikle ıslak tekstillerde geri dönüşü olmayan etkiler yapar; liflerin çökmesi, büzülme, boyaların çıkması, lif kırıkları, parçalanma ve sertlik gibi. Hava ile kurutma iki aşamaya ayrılır; fazla suyun çıkarılması ve kalan nemin buharlaştırılması. Normalde eserin yapısında bulunan fazla su kurutma ile uzaklaştırılır. Buharlaştırma aşamasında tekstil, kurutma kâğıdı, polietilen folyo, polyester reçine filmi (Mylar, Melinex gibi) veya cam üzerine yerleştirilir. Buharlaştırma, yüzey boyunca yumuşak bir ılık hava akımı uygulanarak hızlandırılabilir (Peacock, 2011: 362). Buharlaştırma hızı çok yüksek olursa polimer

zincirleri yakın temasa geçer ve birbirleriyle hidrojen bağları oluştururlar, yani kristalin bir yapı oluştururlar ve amorf bölge oranı azalır. Bunun sonucunda tekstillerde kırılgenlik artar ve esneklik azalır. Çünkü tekstilin esnekliği liflerdeki amorf bölgelerin içinde bulunan bağı suya bağıdır (Balazsy, Eastop, 1998: 285). Tarihi bir tekstili kuruturken, tekstil elyaf ve ipliklerinin ıslak gerilme mukavemeti ve uzama özellikleri dikkate alınmalıdır (Balazsy, 1999: 663).

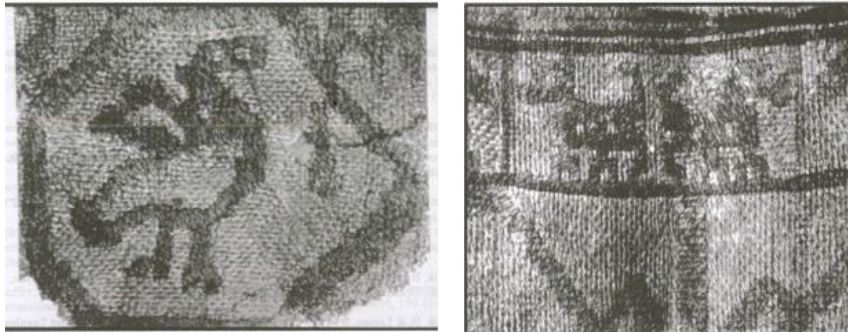
Güney Galler'de Brecon yakınlarında Llangorse'dan kömürleşmiş, suya doymuş, işlemeli bir tekstil bulunmuştur (Şekil 3.45). Koyu renkli kumaşın yaklaşık 22 x 13,5 x 6,5 cm'lik bir yumru şeklinde olduğu belirtilmiştir. Tekstil üstündeki kum tabakası temizlendikten sonra detaylı bir şekilde incelenmiştir. İlk temizlikte tekstilin goblen dokumaya benzer işlemeli olduğu ve dikişli bir yapısı olduğu görülmüştür. Ancak bilgisayar ortamında aslan ve ördek gibi şekillerin desenlerde işlendiği belirlenmiştir (Şekil 3.46). Temizlik sırasında tekstilin üst katmanının esnek olduğu ancak mekanik mukavemetinin olmadığı tespit edilmiştir. Tekstilin üzerinde 1 cm çapına kadar ulaşan değişik boyutlarda delikler tespit edilmiştir. Siyah ve opak renge sahip tekstilin karbonize olduğu ve desenlerinin ipek, zeminin keten olduğu tespit edilmiştir. Tekstilin çok kırılgen ve karbonize durumundan ötürü herhangi bir hacim arttırıcı madde emdirilmesi konservasyon uzmanı tarafından önerilmemiştir. Tekstil kontrollü olarak temizlendikten sonra herhangi bir konsolidasyon işlemi uygulanmadan hava ile yavaşça kurutulma işlemine tabi tutulmuştur. Uygulama sonrası eser çok hassas ve kırılgen olarak raporlanmıştır. Tekstil daha sonra Peacock & Griffin tarafından geliştirilen ve her parçanın bir kumaş kaplı asitsiz karton üzerine serildiği ve bir kristal kutu içinde saklandığı yöntemle depolanmıştır (Mumford, 2002: 471-491).

Şekil 3.45: Parçaları bir araya getirilmiş tekstil.



Kaynak: Mumford, 2002: 484.

Şekil 3.46: Aslan ve ördek gibi şekiller.



Kaynak: Mumford, 2002: 485.

INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü, Nixon Griffis Konservasyon Laboratuvarında ıslak arkeolojik halat parçası hiçbir emdirme uygulamasına tabi tutulmadan hava ile kurutulmuştur. İlk olarak parçanın ölçüleri alınmış, raporları yazılmış ve fotoğrafları

çekilerek belgelenmesi tamamlanmıştır. Uygulama sonucunda havada kurutulan parçanın yeniden ölçüleri alınmıştır (Tablo 3.13). Hava ile kurutulan örnekte lif yapılarında kırılma, çatlama ve deformasyon görülmüştür (Şekil 3.47). Taramalı Elektron Mikroskobu analizleri sonucunda elde edilen fotoğraflarda, havada kurutulan parçanın lif yapılarında kırılma, ayrılma, çatlamlar görülmüştür (Şekil 3.48) (Biçer, 2017: 76-78).

Tablo 3.13: Hava ile kurutulan örneğin ölçümleri.

		Değişim %
Uzunluk (önce)	5,7	-15,79
Uzunluk (sonra)	4,8	
Kalınlık (önce)	0,9	33
Kalınlık (sonra)	1,2	
Ağırlık (önce)	0,27 gr	-77,78
Ağırlık (sonra)	0,6 gr	

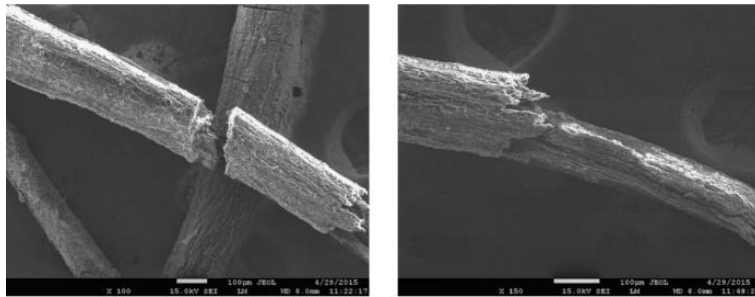
Kaynak: Biçer, 2017: 79.

Şekil 3.47: İlk hali (sol); hava ile kurutma sonrası hali (sağ).



Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

Şekil 3.48: Hava ile kurutma sonrası liflerin SEM görüntüsü.

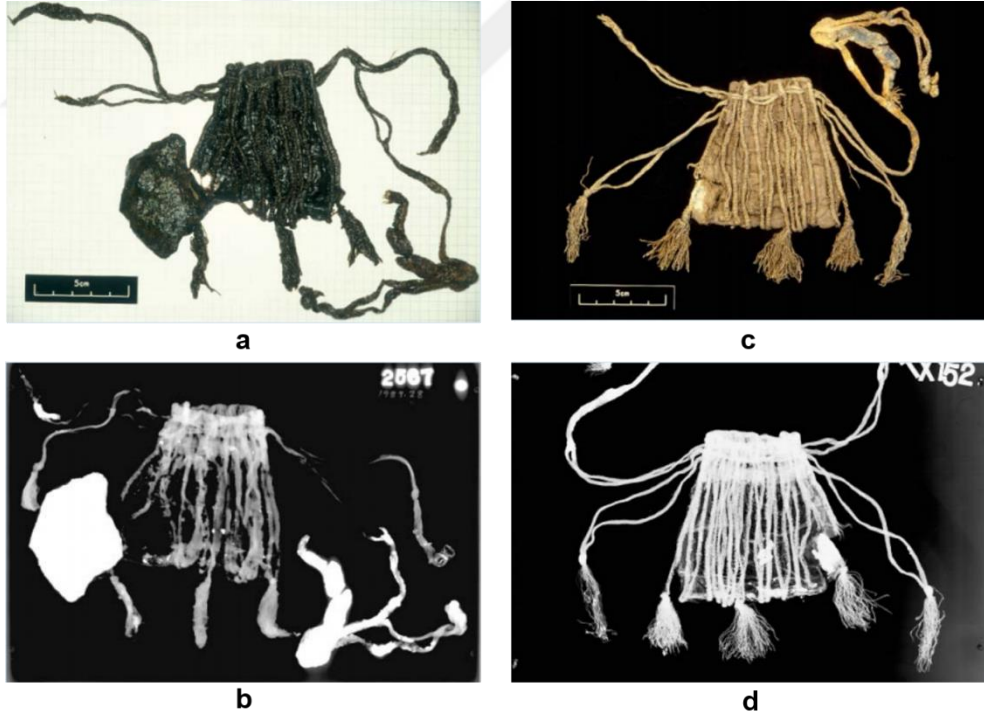


Kaynak: INA Sualtı Arkeoloji Enstitüsü (INA) arşivi.

1992 yılında yapılan bir kazıda ıslak arkeolojik ipli kompozit bir çanta bulunmuştur. İpek, hayvan derisi ve demir kullanılarak üretilmiş çanta, kazı sonrası ilk

olarak ıslak tutulmuş ve yumuşak fırçalar kullanılarak hafif akan suyun altında topraklardan temizlenmiştir. Ardından plastik bir ağ üzerine konulmuş ve üzerindeki kirliliklerden temizlenmek için saf su suya daldırılmıştır. Tekstilin köşesinde çok sert, betonlaşmış organik tortu olduğu bildirilmiştir. Çantanın köşesindeki tortunun içeriğini öğrenmek için röntgen filmi çekilmiştir. Sonuçta yüzey kaplamalı bir zincir olduğu tespit edilmiştir. Tüm bu uygulamalardan sonra çanta, cam tabakaların her iki yüzeyine konan kâğıt havlunun arasına konularak hava ile kurutulmaya bırakılmıştır. Bir hafta süren kurutma uygulaması sonrası eser cam tabaka arasından çıkarılmıştır. Kuruduktan sonra organik tortu, mikroskop altında bir neşter ve iğne mengenesi kullanılarak çıkarılmıştır. Suyun tekstil eserden uzaklaştırılıp temizliği yapıldıktan sonra eserin ayrıntılarının daha iyi görülebildiği bildirilmiştir (Şekil 3.49) (Karstern v.d., 2018: 46-47).

Şekil 3.49: İpek çantanın ilk hali görüntüsü (a) ve ilk halinin x ray görüntüsü (b), uygulama sonrası hali (c) ve uygulama sonrası x ray görüntüsü (d).



Kaynak: Karstern v.d., 2018: 46-47.

3.2.5.2. PEG Ön-Emdirmesi Sonrasında Vakumlu Dondurarak Kurutma ve Uygulama Örnekleri

Suya doymuş veya ıslak arkeolojik malzemeleri korurken, ilk amaç, eserin içindeki suyu çıkararak orijinal hacmini ve yapısını korumaktır. Ancak kurutma sırasında iki problem ortaya çıkar; çökme ve çekme. Çökme, serbest suyun gözenekli yapılardan çıkarılması esnasında kapiler kuvvetin etkisiyle oluşur (Kılıç, 2013: 41). Büzülme, bağlı suyun yapıdan çıkmasıyla oluşur. Dondurarak kurutma uygulamasında eserin yapısındaki serbest su, süblimleşme ile uzaklaştırılır. İşlem sırasında kapiler kuvvet etkisi olmadığı için eserde çökme meydana gelmez. Islak tekstilde genellikle PEG ile emdirilmiş eserlerin kurutması dondurarak kurutma ile yapılır. PEG, eserlerin içindeki suyun yerini alır ve kurutma aşamasında hacim koruyucu olarak eseri korur (Jensen, 2009: 417-418). Ancak bazen ıslak tekstil eserler hacim arttırıcı malzeme kullanılmadan doğrudan dondurulmuştur (Peacock, 2005: 499-505; Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 319). Hücre çökmesinin pek görülmediği bu uygulamada eser orijinal şeklini korur. Ancak ıslak tekstilde bu uygulama sonucunda küçük bir büzülme meydana gelmiştir (Wevers, 1991: 163).

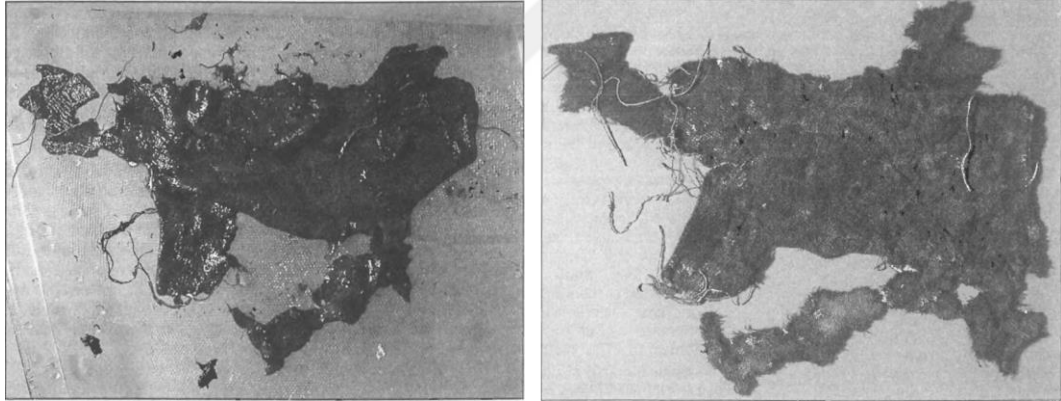
Islak tekstil eserlerin hacim arttırıcı malzeme kullanılmadan doğrudan dondurulduğu uygulama örnekleri aşağıda verilmiştir.

ABD İç Savaşı Denizaltısı H.L. Hunley mürettebatının tekstil parçasından biri Trondheim Norveç Bilim ve Teknoloji Üniversitesi'ne değerlendirmek için gönderilmiştir. Tekstilin kimyasal ve biyolojik bozulmasının fazlalığı ve kırılganlığı, konservasyon öncesi araştırmayı, incelemeyi zorlaştırmıştır (Peacock, 2005: 497-499).

Tekstil, iki ayrı sağlam polietilen tabaka torbasında ısı ile kapatılan katlanmış bir Coroplast® (polipropilen) tüp ile korunmuştur. Numunenin en içteki torbası suyla doldurulmuştur. Tekstil, koyu renkli, ıslak ve dokusunun çamurumsu olduğu bildirilmiştir. Tüpün içinde yavaş yavaş açılmıştır. Bu işlem kumaşın kırılganlık durumu nedeniyle son derece zorlayıcı olmuştur. Kumaşın ciddi şekilde bozulmuş ve ıslak halde yapısal bütünlüğünün olmadığı belirtilmiştir. Liflerinin arasında çok ince çamur tabakası gözlemlenmiştir. Eserin mekanik kuvvetten yoksun ve kirlerin çıkarılması için suya daldırıldığında kendini destekleyemez durumda olduğu bildirilmiştir. Su ile yıkanması halinde ipliklerin birbirinden ayrılacağı ve tekstilin parçalanacağı tespit

edilmiştir. Bu nedenle tekstil hiçbir hacim artırıcı ile emdirilmeden doğrudan dondurarak kurutma uygulamasına tabi tutulmuştur: Tül ağı ile desteklenen Hunley tekstili, az miktarda (1-2 cm derinlikte) de iyonize su ilave edilen bir kristal polistiren kutu içine yerleştirilmiştir ve daha sonra blok olarak dondurularak kurutulmuştur. Kondansatör -45°C'ye soğutulurken aynı zamanda raf -15°C'ye soğutulmuştur. Tekstilin sıcaklığı -17°C'de sabitlenmiş ve bu noktada dondurarak kurutma işlemi vakumun aktif hale getirilmesiyle başlamıştır. Sistem vakum altına alındıkça, numunenin sıcaklığı da -29°C'ye düşürülmüştür. Süblimleşme yaklaşık 24 saat sürmüştür ve bu süre zarfında kurutma işlemini kolaylaştırmak için rafın sıcaklığı yükseltilmiştir. Sonunda kurutulan kumaş, doğal bir bütünlük kazanmış ve şeklini korumuştur. Kuruduktan sonra kumaşta çok daha fazla ayrıntı görüldüğü bildirilmiş (Şekil 3.50). Uygulama sonrasında kurutulan eser üzerindeki ince tabakalı kirlilikler fırça yardımıyla hafifçe temizlenmiştir (Peacock, 2005: 499-505).

Şekil 3.50: İlk hali (sol); blok dondurarak kurutma sonrası hali (sağ).



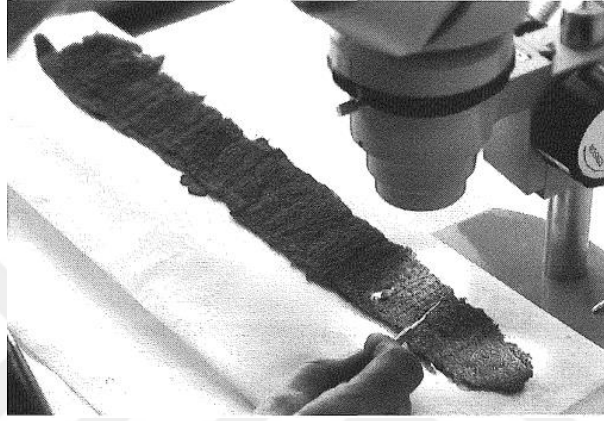
Kaynak: Peacock, 2005: 500-504.

Kopenhag Müzesi önderliğinde metro kazıları sırasında 2011-2012 yıllarında Orta çağ sonrasına ait ıslak birçok yün ve ipek tekstil bulunmuştur. Tekstiller, iyonize ve musluk suyu karışımıyla temizlenmiştir. Her tekstil bir Cryovac®²³ tabakasının üstündeki plastik bir tepsiye yerleştirilmiş ve daha sonra başka bir tabaka ile kaplanmıştır. Delikli film, tekstillerin taşınmasını, ters çevrilmesini ve ipliklerde minimum bozulma veya lif kaybıyla durulamayı kolaylaştırmıştır. Cryovac® / tekstil sandviç daha sonra -26°C'de dondurulmuştur. Daha sonra eserler vakumlu dondurarak kurutma ile 2-6 hafta arasında kurutulmuştur. Kurutma sonrası eserlerin

²³ Yiyecek ambalajlama torbası.

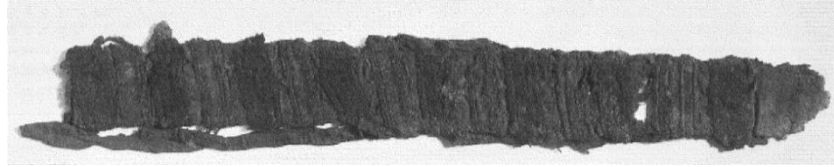
üzerinde kalan kir ve kum kolayca temizlenmiştir. Temizleme, küçük bir vakum probu, yumuşak fırçalar ve cımbız kullanılarak büyüteç altında gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.51). Uygulama sonunda tekstiller, şeklini, korumuştur (Şekil 3.52) esnek, yumuşak bir hal almıştır (Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 319-322).

Şekil 3.51: Kurutulmuş ipek ve yün tekstilin temizleme ve incelenme çalışmaları.



Kaynak: Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 322.

Şekil 3.52: Temizlik ve uygulamadan sonra.



Kaynak: Pokupcic, Wiinblad, Ringgaard, 2016: 322.

3.2.5.3. Çözücülerle Kurutma ve Uygulama Örnekleri

Her müze veya laboratuvarda dondurucu/dondurarak kurutma cihazı yoktur. Bu nedenle ıslak tekstil eserlerin yapısındaki suyun çözücüler kullanılarak çıkarılması ve daha sonra hava ile kurutulması işlemi gerçekleştirilir. Düşük yüzey gerilimine sahip bir çözücü suyun yerini alır ve buharlaşmasına izin verilir, bu da daha fazla su uzaklaştırılmasına ve kılcal çökmenin önlenmesine yardımcı olur. Böylelikle çözücü ile su yer değiştirilir ve hücre çökmesi önlenir (Cronyn, 2004: 5).

Çözücülerle kurutma işlemi aşamalı olarak uygulanan bir yöntemdir. İlk aşamada tekstil, düşük oranlı çözücü içeren sulu çözeltinin içine konulur ve daha sonra çözücü oranı artırılarak ta ki tekstilin yapısında su kalmayıncaya kadar işlem

devam eder (Balazsy, Eastop, 1998: 285-286). Bu kurutma yönteminde birçok organik çözücü kullanılır: aseton, etanol, ksilen, izopropanol, metanol ve bir dizi hidrokarbon çözücü (ispirto, terebentin, stoddard çözücüsü). Etanol, sudan daha hızlı buharlaştığı için tekstil, tamamen kuruma safhasına gelmeden ıslak bir durum ile karşılaşmaz. Kurutma sırasındaki meydana gelebilecek kılcal gerilme kuvvetlerinin zararlı etkileri, çözücülerle kurutma sırasında azalır. Bu etkilerden biri olan çökme, suyun geniş hidrojen bağlarından dolayı kurutma sırasında meydana gelir. Birçok organik çözücü hidrojene daha az bağlanır ve böylece çözücülerle kurutmada çökme etkisi az olur. Ancak çözücüler, boyaların hareketine ve boyarmadde analizinde sorunlar ortaya çıkarabilir ve yanıcı oluşları, toksik oluşları dezavantaj olarak sayılabilir (Peacock, 2011: 363-364).

Londra batığı kazısı sırasında 21 halat bulunmuştur. Bunlarda biri demir ile kompozit halde ele geçmiştir. Ayrıca bu halatların sadece birinin “S” bükümlü diğerlerinin “Z” bükümlü olduğu tespit edilmiştir. En çok bozulma görülen 3127 numaralı halatta çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalardan biri olan çözücü ile kurutma işleminde eserler 4 saat boyunca aseton veya IMS (etanol) içerisinde yıkanmıştır, 2 saat sonra çözücü değiştirilmiştir. Bir diğer işlem ise doğrudan hava ile kurutma olmuştur. Hava ve çözücülerle yapılan kurutma iyi renk sonucu vermesine rağmen tekstilin büzülmesi ve bozulması kabul edilemez durumda olmuştur (Şekil 3.53) (Middleton, 2018: 72-76).

Şekil 3.53: Çözücü ve hava ile kurutma öncesi (sol); Uygulama sonrası halat parçaları (sağ).



Kaynak: Middleton, 2018: 76.

Bir sonraki bölümde konservasyon işlemleri tamamlanmış olan ıslak arkeolojik tekstil eserlerin, paketlenme/depolama, sergileme ve bulundukları ortamın çevresel

koşullarının nasıl olması gerektiği hakkında bilgileri içeren önleyici koruma konusu ve müzelerde sergileme örnekleri incelenmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

ISLAK ARKEOLOJİK TEKSTİLLERDE ÖNLEYİCİ KORUMA

Islak arkeolojik tekstillerde koruma işleminin amacı, bozulmanın bazı nedenlerini ortadan kaldırmaya çalışarak tekstilin durumunu iyileştirmektir. Ancak önleyici korumanın amacı, bozulma oranını yavaşlatmaktır. Islak ya da kuru arkeolojik ortamlarda bulunan tekstiller genellikle zayıftır ve kırılgan olma eğilimindedir. İklim koşullarındaki ve kullarımdaki değışikliklere maruz kaldıklarında kolayca ayrışır. Kuru tekstillerin kuru tutulması, ıslak tekstillerin ıslak tutulması ve tekstillerin, koruma işlemi başlayana kadar serin bir yerde saklanması genel bir uygulamadır. Tekstillerin kırılgan doğası nedeniyle bozulmaları kaçınılmazdır. Dikkatli kullanım ve ideal depolama, bozulmayı yavaşlatan önleyici yöntemlerdir, ancak bozulmayı tam olarak engelleyemez veya durduramazlar. Bu nedenle, arkeolojik tekstillerin iyi analiz edilmesi ve incelenmesi son derece önemlidir (Mannering, Skals, 2014: 7285-7286).

Önleyici koruma, kültürel varlıkların bozulmadan bir sonraki kuşaklara ulaşabilmesi için çok önemlidir. Önleyici koruma, bir eserin ilk ele geçmesinden itibaren başlayan ve eserin ömrü boyunca devam eden bir süreçtir. Önleyici koruma, eserlere doğrudan müdahale etmeden çevresel koşulları ona uygun hale getirme, saklama, sergileme, paketlenme, nakliye, bakım prosedürleri, acil durum eylem planı gibi prosedürleri kapsar. Önleyici koruma tekniklerini kullanarak, günlük olarak meydana gelen (ancak zamanla biriken) gözle görünmeyen bozulmalar sınırlandırılabilir. Önleyici koruma, arşivciler, müze teknisyenleri, koleksiyon yöneticileri, konservatörler, küratörler, tercümanlar, bakım personeli ve araştırmacılar dahil olmak üzere müze koleksiyonlarının içinde ve çevresinde çalışan herkesin sorumluluğundadır (al-Saad, 2020: 7).

Suya doymuş veya ıslak arkeolojik bir eserin temizlenmiş, konsolide edilmiş ve kurutulmuş olması o eserin bozulma/koruma durumunun kalıcı olarak stabilize edildiği anlamına gelmez. Koruma uygulaması sonrası eser, çevresel faktörler olan ışık, sıcaklık, bağıl nem, kirlilik ve organizmaların yanı sıra kullarımdan kaynaklanan potansiyel bozulmalara maruz kalır. Kara ortamından kurtarılan organik arkeolojik eserler ile karşılaştırıldığında, sualtından çıkarılan organik arkeolojik eserler, çevresel faktörlerden meydana gelen bozulmalara daha duyarlıdır (Jenssenn, Pearson, 1987: 268).

Islak arkeolojik tekstillerin önleyici koruma uygulamalarının planlanması, yönetimi, iyileştirilmesi ve bakımı diğer koleksiyonlardan farklı değildir. Eserlerin niteliği, koleksiyonların karakterizasyonu, envanter, depolama veya sergileme alanlarının sınıflandırılması, çevre ölçümü, binanın ve yapının tanımı, elektrik, sıhhi tesisatı hakkındaki bilgiler etkin bir önleyici koruma yönetim politikası belirlenmesi çok önemlidir. Bu bilgiler ile tüm risklerin ölçülmesi, yapılacak müdahalelerinin dayanıklılığının artırılması ve maliyetlerin düşürülmesini sağlayabilir. Eserlerin ve koleksiyonların hırsızlığa uğramasını, tahrip edilmesini, yangın veya selden zarar görmesini önlemek için, her zarar verici faktöre ve nesnelere göre spesifik önleyici koruma uygulamaları ele alınmalıdır (Machado, 2013: 172-174). Önleyici koruma programları, çevresel koşulları ele alan, güvenli kullanım ve bakım prosedürlerini sağlayan, entegre hasare yönetimi içeren ve acil durumlara hazırlık ve müdahale de dahil olmak üzere risk yönetimi ve dijital kayıtları ele alan bir dizi prosedürlerle desteklenir (Sloggett, 2018: 3).

Müzedede sergilenecek veya depolanacak ıslak arkeolojik tekstillerin sergileme ve depolama koşulları esere uygun olmalıdır. Bu eserlerin bulundukları ortamların ışık, bağıl nem, sıcaklık gibi çevresel etmenlerin belli standartlarda olması gerekmektedir.

4.1. Işık

Müze koleksiyonlarını etkileyen ışık türleri üç kısımdan oluşur; görünür ışık (400-760nm), ultraviyole ışık (UV) (100- 380nm), kızılötesi (IR) (760nm'den uzun) ışık. Görünür ışık, doğal boyaların solmasına neden olur ve tekstil gibi organik malzemelere hasar verir (Koçak, Eskici, 2019: 241). Elektromanyetik radyasyon olan ışık, üzerine düştüğü nesneden yansır veya nesne tarafından emilir. Görünür ışıktan daha az enerjiye sahip olan kızılötesi ışık, yoğun ısı yayar ve bu ısı ortamdaki sıcaklığı, bağıl nemi etkiler ve kimyasal bozulmaları hızlandırır. Görünür ve kızılötesi ışıklardan daha yüksek enerjiye sahip olan ultraviyole ışık, fotokimyasal hasarın güçlü bir etkenidir. UV içeren az miktarda ışık bile, geri döndürülemez, birikimli hasara neden olabilir. Güneş, ultraviyolenin ana kaynağıdır ve güneş ışığı %55 kızılötesi ışık, %40 görünür ışıktan oluşur (Yöndem, 2019: 78-82).

Işığın verdiği zarara birkaç faktör katkıda bulunur: nesnelerin yapıldığı malzemeler, maruz kaldıkları ışığın türü ve yoğunluğu ve maruz kalma süresi. Işığın

verdiği hasar, kümülatif bir etkidir; bir eser ışığa ne kadar uzun süre maruz bırakılırsa, ışık o kadar fazla hasar verir. Işığın verdiği zararı azaltmak için ışık maruziyetinin yoğunluğunu ve uzunluğunu dikkate almak gerekir (Ajmat vd., 2011:196).

Işığın parlaklığı veya yoğunluğu lümen adı verilen birimlerle ölçülür. Her metrekarede bir lümen bir lükse eşdeğerdir. Daha uzun bir süre boyunca daha zayıf bir ışığın etkisi ile kısa sürede güçlü ışığın vereceği etki aynı miktarda hasara sebep olur. Genel maruziyet seviyeleri, gerçek ışığa maruz kalma seviyeleri ile nesnelerin maruz kaldığı saat sayısı çarpılarak belirlenebilir. Örneğin, günde 8 saat, yılın 300 günü ortalama 50 lükse maruz kalan bir nesnenin toplam maruziyeti $50 \times 8 \times 300$ lüks saattir ve bu da 120,000 lüks saat veya 120 kilolux (klux)²⁴ saat olarak ifade edilir (Gilroy, Godfrey, 2017: 7-17). Işığa duyarlı nesneler için yıllık en fazla 200klux saatlik ışık maruziyet sınırı önerilmiştir (Thomson, 1986: 30). Ancak bu sınırın ışık hasarını azaltmak için yıllık 100klux saatlik sınıra kadar indirilmesi ıslak arkeolojik tekstil eserler için daha iyi sonuçlar verecektir.

Selülozik ve proteinli malzemelerdeki bazı bağlar, 400nm ila 76 nm görünür aralıktaki ışıkla parçalanır (Jenssenn, Pearson, 1987: 269). Organik eserler, çeşitli kimyasal reaksiyonlar içeren ultraviyole radyasyon ve ışıkla fotokimyasal bozulmalara duyarlıdır. Fotokimyasal bozulma etkisi, gevrekleşme, tozlaşma, solma veya renk değişikliği olarak algılanır. Bu nedenle ıslak tekstil eserlerin, sergileme veya saklama sırasında bozulmasını önlemek için, ideal olarak karanlıkta, ya da kontrollü aydınlatma koşullarında sergilenmelidir. Islak tekstilin sergi alanındaki aydınlatması için ışık, 50 lüks yoğunluğu geçmemelidir ve ipek gibi hassas tekstiller için bu değer 50 lüksün altında olmalıdır. Müze açık olmadığında mekânın karanlık tutulması önerilmektedir (Smith, Myers, 2017:167-168; Martindale, 2015: 16-17).

4.2. Bağıl Nem ve Sıcaklık

Sıcaklık, eserler ve bağıl nem üzerinde bir etkiye sahip olsa da müze ortamını korumanın en az tartışmalı yönlerinden biri olarak değerlendirilir. Sıcaklık, bir eserde meydana gelebilecek herhangi bir kimyasal ve biyolojik süreci etkileyebilir veya hızlandırabilir (Martindale, 2015: 15). Sıcaklık, bir malzemedeki moleküllerin hareketinin ölçüsüdür. Moleküller her şeyin temel yapı taşlarıdır. Sıcaklık arttığında,

²⁴ Kilolux, kilovatlarla aynı temelde çalışır: lüks x saat. Örneğin, 24 saat için 50 lux, 1200 lux-saat veya 1,2 kilolux-saat maruziyet anlamına gelir.

bir nesnedeki moleküller daha hızlı hareket eder ve yayılır bunun sonucunda malzeme genişler. Sıcaklık düştüğünde ise moleküller yavaşlar ve birbirlerine yaklaşırlar böylece malzemeler daralır (al-Saad, 2020: 10-11). Karanlıkta selülozun sıcaklığı (sabit bağıl nemde) 15'ten 20 ° C'ye veya 20'den 25 ° C'ye yükselirse, bozulma oranı iki buçuk kat artar. Bağıl nem sabit değilse sıcaklıktaki bir artış kurumaya neden olur ve bu da gevrekleşmeye sebebiyet verir. Doğrudan güneş ışığından veya güçlü bir spot ışığından yayılan ısıdan kaynaklanan bir sıcaklık artışı, odanın veya vitrinin bağıl nemi sabit tutulduğunda bile kurumaya neden olur (Thomson, 1986: 43-44).

Sıcaklıktaki dalgalanmalar, organik eserlerin genişlemesine veya daralmasına neden olabilir, bu da bir esere kalıcı olarak hasar verebilir. Yüksek sıcaklıklar, renklerin solmasına neden olabilecek fotokimyasal reaksiyonlara yol açar. Sürekliliği olan yüksek sıcaklıklar, yüksek nem değerleriyle birlikte mantar, bakteri ve böceklerin gelişimini destekler. Polietilen glikoller gibi çeşitli emdirme maddeleri yumuşayıp yer değiştirebileceğinden, PEG ile işlenmiş ıslak tekstillerin bulunduğu ortamın ısıtılmasından kaçınılmalıdır. Islak tekstil eserlerinin depolandığı veya sergilendiği alanlardaki sıcaklığın 18 ila 20°C (64-68°F) arasında tutulması önerilir (Perin, Jelic, 2014: 94; Jenssen, Pearson, 1987: 269).

Mutlak nem, 1m³ hacmindeki havanın içinde bulunan nemin gram cinsinden değeridir. 1m³ hacmindeki havanın taşıyabileceği en fazla nem oranına maksimum nem denir. Havanın nem içeriğini tanımlamak için bağıl nem ifadesi kullanılmaktadır. Bağıl nem, belirli bir sıcaklıkta havada bulunan su buharı miktarının, havanın o sıcaklıkta taşıyabileceği maksimum su buharı miktarı oranını ifade eder. Bir diğer ifadeyle bağıl nem, mutlak nemin maksimum neme oranının yüzdelik cinsinden ifadesidir (Coşkun, 2003: 149).

Sıcaklığın değişimi, ortamdaki bağıl nemin değişmesiyle ters orantılıdır; sıcaklık yükseldikçe bağıl nem düşer, sıcaklık düştükçe bağıl nem yükselir. Dolayısıyla sıcaklık ve bağıl nem değişimleri ile birlikte risk oluşturacak etkiler meydana gelir. Ortamın bağıl nemi sadece sıcaklık değişimi ile değil aynı zamanda mekân içerisindeki nem kaynaklarına bağlı olarak da değişim gösterir. Örneğin, müze ortamında yapılan sulu temizlik (paspas ile) bağıl nemin yükselmesine neden olur ya da içeride nefes alıp veren insan sayısı da orantılı olarak bağıl nem yükselir. Havadaki dengenin oluşması için ortam sıcaklığı düşüş eğilimi gösterir, ancak denge

sağlanamayınca bu sefer yoğuşma meydana gelir. Yoğuşma organik eserler için yüksek bir risk oluşturur, çünkü su, kimyasal tepkimelerde tetikleyici bir etkidir (Tandoğdu, 2015: 9).

Müzeler, sabit bir bağıl nemi ve sıcaklığı korumak için çeşitli yöntemler kullanır; pasif yöntemler ve aktif yöntemler. Pasif yöntemlerde bir odadaki kişi sayısını sınırlama, iklimlendirme sistemini kapatmamak, hassas eserleri havalandırma delikleri, pencere gibi yerlerden uzak tutmak, uygun şekilde kapatılmış bir saklama dolabının veya tamponlanmış sergi kutusunun bulunduğu yerde silika jel²⁵ kullanılması gibi uygulamalar yer alır. Silika jel hassas nesneler için uygun bir mikro iklim sağlayabilir ve düzgün kullanılırsa, silika jel nemdeki günlük, haftalık ve mevsimsel dalgalanmaları azaltacaktır (al-Saad, 2020: 17)

Aktif yöntemlerde ise HVAC (*Heating, Ventilation and Air Conditioning*)(Isıtma, Havalandırma ve Klima) sistemi yani ısıtma, soğutma ve havalandırma, uygun bağıl nem ve sıcaklık seviyelerini koruyabilir ve havadan partikül gazları filtreleyebilir. HVAC sistemleri çoğu yeni binada ve bazı tarihi binalarda kullanılmaktadır. Bir bina HVAC sistemini barındıracak şekilde yenilenemiyorsa, taşınabilir nemlendiriciler ve nem gidericiler yaygın olarak kullanılabilir. HVAC sistemi müze gereksinimlerine iyi adapte edilmelidir: sanat koleksiyonlarının kendisinden belli bir mesafede filtreleme, soğutma, ısıtma, nem alma, nemlendirme, bakım ve izleme sağlayan merkezi bir klima santrali barındırmalı. Klima sistemi sürekli çalışmalıdır. Salondaki havalandırma sisteminin değiştirilmesi, iç mekanlarda ayar noktası sıcaklıklarının değiştirilmesi, hava akımının azaltılması, pencere hava sızdırmazlığının iyileştirilmesi, yapay aydınlatma cihazlarının ikame edilmesi sergi odalarında enerji tasarrufu için basit araçlar olabilir (Grygierek, 2014: 33).

Uygun olmayan bağıl nem, eserlerin bozulmasının başlıca nedeni olarak kabul edilir. Bağıl nem sürekli olarak %70'in üzerindeyse, biyolojik aktivite önemli ölçüde hızlanır ve küf ve mantar oluşumuna neden olur ve özellikle organik kökenli eserlerde boyutsal değişikliklere yol açar. %40'ın altında olan bağıl nem ise, organik kökenli eserlerde önemli yapısal değişikliklere yol açar. Islak arkeolojik tekstillerin bulunduğu ortamda nem %45-65 arasında olmalıdır. PEG ile konservasyonu tamamlanmış bir tekstil, yüksek bağıl nem koşulları altında, yapışkan, yağlı bir görünüm alabilir. Küf

²⁵ Silika jel (silikon dioksit), sergi kabinlerinde ve depolama ünitelerinde mikro iklimler içindeki bağıl nemi kontrol etmek için kullanılabilen bir malzemedir.

oluşumu ve bakteri saldırısı, PEG gibi bir gıda kaynağının varlığıyla ve yüksek bağıl nem koşullarıyla da artar. Bu yüzden PEG ile konservasyonu tamamlanmış ıslak tekstil eserlerin bulunduğu ortamda önerilen bağıl nem %55'in altında olmalıdır (Perin, Jelic, 2014: 95).

4.3. Biyolojik Faktörler

Müze koleksiyonlarına biyolojik faktörler olan böcekler, küfler, fareler, sıçanlar, kuşlar, mikroorganizmalar tarafından zarar verildiği bilinmektedir. Tekstil eserler böcek saldırısı riskine karşı oldukça hassastır çünkü sadece bazı böcekler için besin kaynağı olmakla kalmaz aynı zamanda tekstiller genellikle böceklerin aradığı bozulmamış, karanlık ortamları barındırdığı için bir yaşam alanı sağlar. Giysi güveleri (*Tineidae*²⁶ familyasından) ve halı güvesi larvaları (*Dermestidae*²⁷ familyasından) özellikle tekstiller için zararlıdır. Bu böcekler, yün, tiftik ve diğer hayvansal tekstillerin keratinli protein liflerini delerler ve tüketirler, ancak protein esaslı tekstilin yapısında temizlenmemiş toz, toprak varsa bu böceklerin saldırı yönü ipek ve pamuğa dönebilir. Kemirgenlerin verdiği hasar, çiğnenmiş veya parçalanmış kumaşlar ve hayvan dışkısı gibi kalıntılarla kendini gösterir. Kuşlar ve yarasalar gibi uçan hayvanlar tekstili kirleterek, çıkarılması çok zor olan ve liflere zararı büyük olan lekeler üretmekle kalmaz aynı zamanda bu lekeler böcekleri de çekebilir (Dancouse, Wagner, Vuori, 2018: 24-26).

Müzeyi ve koleksiyonlarını zararlılardan korumak ve koleksiyonlarda kullanılan pestisit²⁸ miktarını minimuma indirmek için entegre zararlı yönetimi kullanılmalıdır. Pek çok pestisit, kanserojen veya şüpheli kanserojendir. Bu sebeple hem ziyaretçilerin hem de müze çalışanlarının güvenliğini sağlamak için pestisit kullanımı dikkatle değerlendirilmelidir. Mikroorganizmalar olan mantarlar, algler, mayalar, bakteriler ve küfler tekstil eserlere zarar verirler. Bunların etsisiyle tekstiller lekelenir, liflerin mukavemeti azalır ve tekstil tamamen zayıflamış bir duruma gelir. Bu mikroorganizmaları engellemek için kullanılan en büyük araç sıcaklığın 24° C'yi aşmamasını ve bağıl nemin %65'in üzerine çıkmamasını sağlamaktır. Bu koşullar olması gereken maksimum seviyelerdir. Bu koşullarda mikroorganizma tehdidi ortadan kalkmaz ancak bu önlemler mikroorganizma büyümesi potansiyelini azaltır.

²⁶ Mantar güveleri veya tineid güveleri olarak bilinen elbise güveleri.

²⁷ Genellikle cilt böcekleri olarak adlandırılan halı böcekleridir.

²⁸ Zararlıları kontrol etmek için kullanılan kimyasallar.

Islak arkeolojik tekstillerin konservasyonunda biyosit²⁹ kullanımı esere zarar verdiği için bulunduğu depolama ortamlarının planlı olarak kontrol edilmesi gerekmektedir. Tekstillerin bulunduğu yerleri temiz tutmak ve sporları besleyebilecek toz, kir ve organik kalıntılardan arındırmak gerekir (al-Saad, 2020: 35-36).

4.4. Toz, Partikül ve Gazlar

Toz ve partikül gazların oluşturduğu hava kirliliği, müzelerin dışında ve içinde üretilen kirleticilerden kaynaklanır. Bu kirleticiler, müzenin konumuna, mevsime bağlı olarak bileşim ve konsantrasyon açısından farklılık gösterir. Bu kirliliklerin çoğu yakılarak üretilir, bu nedenle endüstriyel alanlara yakın olan şehirdeki hava ile kırsal alanda bulunan yerleşim yerindeki havadan daha fazla kirleticili yoğunluğuna sahip olur. Çoğu durumda kirleticiler dışarıdaki havadan kaynaklanır ve müzeye kapılardan, pencerelerden, havalandırmadan, ziyaretçilerin kıyafet ve ayakkabılarından girer. Ziyaretçilerin sergi salonlarında gezmesi, halihazırda ortamda bulunan parçacıkların yeniden hareket etmesine ve havada asılı kalmasına neden olur (Martindale, 2015: 18-19).

Kirleticiler, partikül kirleticiler ve gaz halindeki kirleticiler olmak üzere ikiye ayrılır. Partikül kirleticiler, havada asılı duran katı partiküllerdir ve hem dış hem de iç kaynaklardan gelir. Bu kirleticilerin çapı mikron cinsinden ölçülür. Bu yüzden bir binada kullanılacak hava filtrelerinin boyutunu belirlerken partikül boyutunu bilmek önemlidir. Kir, toz, kurum, kül, polenler partiküllere örnek verilebilir. Gazlı kirleticiler, müze nesnelere saldırabilen reaktif kimyasallardır. Bu kirleticiler hem dış hem de iç kaynaklardan gelir. Pencerelerden ve havalandırmalardan gelen fosil yakıtlar ve kükürt içeren kömürün yakılmasıyla oluşan kükürt dioksit, hidrojen sülfür, azot oksit, azot dioksit, ozon, formaldehit, formik ve asetik asitler olarak örnek gösterilebilir. Müzelerde kullanılan bazı malzemelerde bu kirleticilerin sebebi olmaktadır. Bazı plastikler bozulunca asidik yan ürün ortaya çıkarır. Bu yan ürünler, film için kullanılan selüloz nitrat ve diasetat plastik, kitap ciltleri için kullanılan piroksilin emdirilmiş kumaş olabilir (al-Saad, 2020: 25-27).

Tekstiller, toz ve partiküllerden (katı kirleticiler) kolaylıkla etkilenebilirler. Partiküller, ipliklerin içindeki, arasındaki boşluklarda ve düzensiz elyaf yüzeylerinde

²⁹ Bir veya birden fazla aktif maddenin karışımıyla oluşan ve zararlıları kontrol edici veya öldürücü etkisi olan kimyasal maddelerdir.

sıkışabilir. Partiküller, absorbe edilmiş kirletici gazlar nedeniyle genellikle asidiktir ve bu, yüksek nem altında elyaf veya boyada zararlı kimyasal reaksiyonlara neden olabilir. Parçacıklar ayrıca işığa maruz kalan liflerin foto bozulmasını katalize edebilen eser miktarda metaller içerebilir. Tozda bulunan keskin, kumlu silika parçacıkları lifleri kesebilir. Bazı partiküller küfler ve böcekler için besin kaynaklarıdır (örneğin, tüy, yün ve ipek halı lifleri). Kükürt dioksit nem varlığında asit oluşturur, tekstili asidik hale getirir ve nihayetinde malzemeyi zayıflatır ve boyalarını etkiler (Dancause, Wagner, Vuori, 2018: 26-27).

Doğal olarak havalandırılan binalar, neredeyse dış ortam seviyelerine eşit olan iç mekân kirletici konsantrasyonlarına sahiptir. Bununla birlikte, havadaki gazı filtrelemeye sahip ısıtma, havalandırma ve klima (HVAC) sistemlerine sahip binalar, kirletici maddelerin sızmasını en aza indirerek iç mekân seviyesini dış ortam konsantrasyonunun yüzde 5'ine kadar düşürür. Kabul edilebilir minimum kirlilik seviyesi yoktur. Bu nedenle depolama, sergileme alanlarında, toz birikimini en aza indirmek için zeminleri, dolapların üst kısımları temiz tutulmalı ve daha fazla partikül yakalayan yüksek verimli partikül hava (HEPA filtreli³⁰) vakumları kullanılmalı (Grzywacz, 2006: 2).

4.5. İzleme ve Kontrol

Önleyici koruma uygulamaları, izleme ve kontrol ile düzenlenir. Sergilenen veya depolanan eserin varlığının devam etmesi, uygun çevresel kontrol, mekanik destek, düzenli incelemeler ve yıllar boyunca eserlerin durumunu izlemek için metodolojilerin oluşturulmasına bağlıdır. Eserin bulunduğu yerdeki personelin, eserlerin durumunu düzenli olarak izlemesi gerekmektedir (Jenssen, Pearson, 1987: 269). Depolama ve sergileme alanlarındaki ortamın zaman içinde nasıl olduğunu bilmek için sıcaklığı ve bağıl nemi izlemek gerekir. Müzedeki ortamı izlemek için psikometre³¹, higrometre³², higrotermograf³³ ve elektronik veri kaydedicileri³⁴ gibi çeşitli sıcaklık ve bağıl nem izleme araçları mevcuttur. Işık seviyelerini ölçmek için

³⁰ %85 ve üzerinde, 0,3 mikrona kadar havada bulunan partikülleri havadan arındırabilen filtrelerdir.

³¹ Kuru termometrenin verileri ile sıvılı termometrenin verilerini karşılaştırarak bağıl nemi veren araçtır.

³² Havadaki nemi ölçmek için kullanılan bir araçtır

³³ 1, 7, 31 veya 62 günlük bir süre boyunca sıcaklık ve nem değişikliklerinin sürekli kaydını tutabilen cihaz.

³⁴ Sıcaklığı, bağıl nemi ve ışığı kaydedebilen yeni nesil cihazlar.

görünür ışık ölçme cihazı olan lüksmetre ve Ultraviyole (UV) ışınlarını ölçmek için UV ışık ölçer cihazları kullanılır. Hava kirliliğini kontrol altına almak için filtreli havalandırma sistemleri kullanılır. İyi bir havalandırma sistemi katı partikülleri ve gaz halindeki kirliliği önler (al-Saad, 2020: 14-26). Mantarlar, küfler, böcekler ve kemirgenler en çok zarar verici olabileceğinden, biyolojik büyümenin önlenmesi gerekir ki bu, periyodik denetimlerle yapılabilir. Yüksek toksisiteye sahip oldukları için biyosit veya böcek ilacından kaçınılmalıdır (Machado, 2013: 174).

4.6. Sergileme

Esere uygun niteliklerde vitrin seçimi, doğru kurulan aydınlatma sistemi, standart puntolarla hazırlanan ve yeterli bilgilere sahip tabelalar, eserin tamamlayıcı unsurlarıdır. Sergilemede eserler üç kategoriye ayrılabilir:

1. Panolara konulacak eserler;
2. Asılacak eserler;
3. Üç boyutlu eserler (Landi, 1998: 162).

Sergilemede kullanılan malzemelerin seçimi çok önemlidir. Kullanılacak yanlış bir malzeme esere doğrudan zarar verebilir. Önleyici koruma, bu nedenle uygun saklama ve sergileme koşullarının izlenmesini ve kontrolünü kapsar. Müze eserleriyle uzun süreli temas açısından kabul edilebilir özelliklere sahip sergileme malzemeleri nispeten az sayıdadır. Bu grup, paslanmaz çelik, cam ve seramikler, temiz, ağartılmamış pamuklu ve keten kumaşları, asitsiz kâğıt ve doku kâğıdı (alkalin tamponsuz), polieten, polipropen, polyester, polistiren, akrilatlar ve polikarbonatları içerir. Temiz pamuk, keten ve kâğıt, önemli miktarda asit ve diğer bozucu maddeleri bağlayabilir. Düzenli olarak yıkanmazlar ve değiştirilmezlerse yakın temas halinde oldukları tarihi tekstillerin bozulmasına neden olabilirler. Yukarıda listelenen sentetik malzemelerin polimerlerinin tipik müze koşullarında "kararlı" olduğu belirtiliyor; ancak, tekstil liflerine ve tarihi tekstillerin diğer bileşenlerine zarar verebilecek katkı maddeleri içerebileceklerini dikkate almak önemlidir. Bu nedenle, tekstil eserlerini depolamak veya sergilemek için kullanmadan önce malzemelerin gerçek bileşimini bilmek önemlidir (Balazsy, Eastop, 1998: 342-343).

Islak arkeolojik tekstillerin kırılgan ve genellikle parçalı durumları nedeniyle hem saklanırken hem de incelenirken tam destek sağlanması çok önemlidir. Destek oluşturmak için kanıtlanmış malzemeler arasında arşiv sınıfı kutu tahtası, oluklu

polipropilen levha, yüksek ve düşük yoğunluklu polietilen veya poliolefin köpük, pamuklu dokuma bant, yıkanmış pamuk muslin ve yıkanmış polyester organze bulunmaktadır. Asidik kâğıt malzemeler ve dengesiz plastiklerden kaçınılmalıdır. Ayrıca, mümkün olduğunda, plastik torbalar gibi statik elektriği çeken malzemelerden kaçınmak iyi olur (Burr, 2018: 2). Destek elemanlarında asla kullanılmaması gereken malzemeler arasında çekme pimleri, çiviler, zimbalar, yapışkan bantlar bulunmaktadır (Jenssenn, Pearson, 1987: 268). Destek veya montaj yüzeyleri, etiketlerde kullanılan mürekkepler, aydınlatma kablolarında kullanılan kaplamaların tümü potansiyel asit, kükürt veya eserin malzemeleriyle etkileşime giren diğer maddeleri tanımlamak için test edilmelidir (Hatchfield, 2018: 5).

4.6.1. Sergileme Örnekleri

İlk örnek, 1628 tarihli Vasa batığından çıkarılan ve konservasyonu çözücüler olan alkol, ksilen ile kurutulan ve sonrasında şeffaf fiberglas kumaş üzerine monte edilen Vasa yelkenidir (Bengtsson, 1975: 33). Vasa Müzesinde bulunan yelken, düşük ışık ortamında, bir camekan arkasında tamamen açılmış bir vaziyette sergilenmektedir (Şekil 4.1). Yakın plandan bakıldığında yelkenin etrafındaki halatların duruşları görülmektedir (Şekil 4.2).

Şekil 4.1: Vasa yelkeninin müzedeki sergilenme şekli.



Kaynak: <https://wsimag.com/vasamuseum/artworks/117638> 21 Şubat

2021.

Şekil 4.2: Vasa yelkeninin yakın plan çekimi.



Kaynak: <https://wsimag.com/vasamuseum/artworks/117636> 21 Şubat 2021.

Güney Galler'de Brecon yakınlarında kontrollü hava ile kurutulmuş olan Llangorse tekstilinin var olan parçasının rekonstrüksiyonu beyaz bir elbise üzerine dikilmiş bir şekilde ve asılmış olarak Cardiff Ulusal Müzesinde sergilenmektedir (Şekil 4.3).

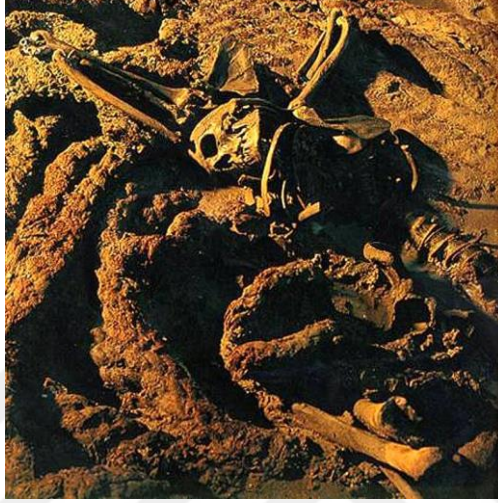
Şekil 4.3: Llangorse tekstilinin Cardiff Ulusal Müzesindeki sergilenme şekli.



Kaynak: <https://www.peoplescollection.wales/items/44802> 20 Şubat 2021.

La Belle batığının pruva bölümünde bir iskelet ile bulunan halatın, *in situ* halinde, düşük ışık altında ve iskeletin rekonstrüksiyonu ile birlikte sergilendiği aşağıdaki resimde görülmektedir (Şekil 4.4, 4.5).

Şekil 4.4: Pruva bölümünde bulunan halat ve iskeletin *in situ* hali.



Kaynak: <https://texasbeyonhistory.net/belle/images/skel-close.html> 28 Şubat 2021.

Şekil 4.5: La Belle batığının pruva bölümünde bulunan halat ve iskeletin müzedeki sergilenme şekli



Kaynak: <https://texasbeyonhistory.net/belle/images/skeleton-bullock.html> 28 Şubat 2021.

Kuzey Hollanda açıklarındaki Texel adasının yakınında Wadden Denizi'nin kumları altında gömülü olarak bulunan 17. Yüzyıl ticaret gemisinin enkazında çok iyi korunmuş ipek elbiseler ve halatlar keşfedilmiştir. Bu elbiselerden biri olan ve kraliyet ailesine ya da çok soylu birine ait olduğu düşünülen ipek elbisenin sergilenmesi Kaap Skil Müzesinde dijital olarak dokunmatik bir ekran üzerinde yapılmaktadır (Şekil 4.6, 4.7). Bulunan halatlar ise her tarafı cam olan bir kutu içinde Kaap Skil Müzesinde sergilenmektedir (Şekil 4.8).

Şekil 4.6: İpek elbisenin görünümü.



Kaynak: <http://www.thehistoryblog.com/archives/41653> 5 Mart 2021.

Şekil 4.7: İpek elbisenin dokunmatik dijital ekranda sergilenmesi.



Kaynak: <https://www.omnitapps.com/cases/museum-kaap-skil-interactive-digital-exhibit/> 5 Mart 2021.

Şekil 4.8: Kaap Skil Müzesi'ndeki ıslak arkeolojik bulguların sergilenmesi.



Kaynak: https://media.insiders.nl/fry/files/image/kaapskil-texel-1_3_24797600_7.jpeg 5 Mart 2021.

Mary Rose batığından çıkan tekstil ve deri malzemelerinin Mary Rose Müzesinde bir camekan arkasında desteklenmiş bir şekilde sergilendiği görülmektedir (Şekil 4.9).

Şekil 4.9: Mary Rose Müzesindeki iki boyutlu tekstilin (1) ve üç boyutlu tekstilin (2) sergilenme şekli.



Kaynak: https://ichef.bbci.co.uk/news/976/media/images/67761000/jpg/_677_61386_dsc_02_42.jpg 5 Mart 2021.

4.7. Depolama ve Paketleme

Uzun süreli korumayı sağlamak için ıslak arkeolojik tekstillerin taşınması ve depolanması için uygun bir paketleme ve depolama sistemi zorunludur. Paketleme ve depolama sistemi birçok hedefe ulaşmalıdır. Eserleri mekanik hasarlardan korumalı, araştırma için erişilebilirliği sağlamalı, uygun maliyetli olmalı ve çok fazla emek gerektirmemelidir (Klügl, Moll-Dau, Pietro, 2018: 383). Depolama ve teşhir üniteleri için kullanılan bir dizi inşaat malzemesi tarafından salınan zararlı kimyasalların eserlere verdiği zararlar ilgili tespitler yapılmıştır. Örneğin, sunta ve polivinil asetat (PVA) çok yaygın kullanılan malzemeleridir ve her ikisi de zararlı gazları serbest bırakabilir (Jenssen, Pearson, 1987: 270).

Suya doymuş veya ıslak tekstillerin koruma işlemlerinden sonra, iklim kontrollü ortamda saklanmalı ve sergilenmelidir. Genel olarak, kısa süreli (gündüz-gece döngüleri) hızlı çevresel dalgalanmalardan kaçınılmalı ve tutarlı bir uzun vadeli depolama ortamı amaçlanmalıdır. Islak tekstil eserlerin boyutuna ve kırılganlığına bağlı olarak, eserleri desteklemek için montajlar veya eserin boyutuna göre paketleme sistemleri gerekebilir. Havalandırma, küf oluşumunu önlemeye yardımcı olacağından, tüm ambalaj malzemeleri depolama sırasında bir miktar hava değişimine izin vermelidir. Gereksiz herhangi bir işlemten kaçınmak için eserler açıkça etiketlenmeli, kaydedilmeli ve paketlenmelidir, yani eser, ambalajından veya kutudan çıkarılmasına gerek kalmadan görünür olmalıdır (Şekil 4.10) (Karstern v.d., 2018: 40-41).

Şekil 4.10: Kolaylıkla görülebilen ve etiketi okunabilen paketleme sistemi.



Kaynak: Klügl, Moll-Dau, Pietro, 2018: 385.

Paketleme, ortam koşullarına ek bir tampon oluşturur, bir nesnenin hareketini kısıtlar ve onu ışıktan, böceklerden ve tozdan korur. Bir eseri sarmaladığı için, paket içinde bir mikro iklim oluşturulacaktır. Bu nedenle, paketin kendisinin ve içinde kullanılan ambalaj malzemelerinin, nesnenin yapıldığı malzemelerle uyumlu olması ve uzun vadede nesneye zarar vermemesi önemlidir. Küçük ıslak arkeolojik tekstil parçalarının depolanması için çeşitli paketleme yöntemleri vardır. Bu yöntemler, avantaj ve dezavantajları ile karşılaştırıldıktan sonra esere en uygun olan seçilmelidir. Bu yöntemler aşağıda belirtilmiştir (Tablo 4.1).

Tablo 4.1: Paketleme yöntemleri ve avantaj/dezavantajları.

Paketleme Yöntemi	Avantaj	Dezavantaj
Havalandırılmalı polietilen Ziploc torbalar.	Basit depolama sistemi, montajı kolay ve hızlı, ucuz, tekstilin yerinde sabit tutulmasına yardımcı olur.	Torbaya girip çıkarken eseri yorar, kumaşı sabitlemek için yapıştırıcı / bant kullanımı gereksinimi.
Şeffaf filmler ile kapsülleme	Basit depolama sistemi, her iki tarafı da görülebilir, kolay monte edilebilir, ucuzdur.	Esere doğrudan erişim yok, statik yük oluşumu riski, bant kullanımı, minimum destek, kılıf içinde yanıl hareket.
Menteşeli klasör sistemi	Her iki taraf da doğrudan görülebilir, ek kumaşa ihtiyaç yok.	Montajı ters çevirirken yanıl hareket, yapışkan/bant kullanımı gereksinimi.
Kumaş kaplı asitsiz kartona dikilmiş kumaş	Destek sağlar.	Sadece bir tarafa erişim, yapıştırıcı kullanımı, tekstilin dikilmesi.
Asitsiz dokulu, kapaklı karton kutu.	Kolay gözlemlenebilir, her iki tarafa da doğrudan erişim, sağlam, prefabrik, standart boyutlu kaplar, montajı kolaydır, ters tarafı görmek için ünite kapak üzerine ters çevrilebilir.	Derin kapak, tekstilin ters çevrilirken içine düşmesine neden olur, yapıştırıcı / bant kullanımı, yoğun emek gerektirir.
Eser şekline göre kesilmiş asitsiz karton içine gömmeli sistem (Şekil 4.11).	Her iki taraf da görülebilir, kalın tekstiller için uygundur.	Yoğun emek gerektirir, yapıştırıcı/bant kullanımı, doğrudan erişim yok, parçanın kenarları görünmüyor, sadece bir tarafa erişim.
Asitsiz karton ile yapılmış pencere sistemli yöntemler: a) Astarsız pencere çerçevesi. b) Penceresi astarsız menteşeli. c) Kumaş kaplı asitsiz karton üzerine tek astarlı paketleme. d) Çift astarlı, pencereli sistem. e) Menteşeli çift astarlı. f) Yastık destekli, pencereli sistem. Bazı paketleme şekilleri Ektedir. Tüm şekiller için (bkz: Peacock, Griffin, 1998).	a) Hafif, istiflenebilir birim. b) Sınırlandırılmamış parçalar her iki taraftan da görülebilir, hafif, istiflenebilir standart ölçülerde yapılabilir, daha kalın tekstillere uyum sağlamak için katmanlı yapılabilir. c) Sınırlandırılmamış parçalar, hafif, istiflenebilir birimler, standart ölçülerde yapılabilir. d) Kapak açmadan her iki taraftan da tekstil görülebilir, hafif, istiflenebilir üniteler, standart ölçülerde yapılabilir, kalın tekstilleri barındıracak şekilde katmanlanabilir, koruyucu kılıf özelliği görür. e) Koruyucu, istiflenebilir üniteler, standart ölçülerde yapılabilir, tekstilin her iki yüzü görünür. f) Tekstil sınırlandırılmamış, standart ölçü, istiflenebilir birimler.	a) Yapıştırıcı kullanımı, küçük düz tekstillerin yüzeyi korunmaz. b) Kapak açılmadan tekstiller görülemez, emek yoğun, yapıştırıcı / bant kullanımı. c) Yapıştırıcı kullanımı, film ile statik yük oluşumu, tekstile erişilemez, yalnızca tek taraftan görülebilir, yoğun emek gerektirir. d) Yapıştırıcı / bant kullanımı, kolayca filmde kaynaklı statik yük oluşur, gossmer ağ (şeffaf tül ağ), filme göre daha az şeffaflık sağlar, emek yoğun, tekstil sınırlandırılmış ve doğrudan erişim yok. e) Yapıştırıcı / bant kullanımı, Melinex ile statik yük oluşumu, gossamer ağ filme göre daha az şeffaf, tekstil sınırlandırılmış, emek yoğun, menteşeli kapak açılmadan eser görünmez. f) Tekstil görünmez, doğrudan erişim yoktur, yoğun emek gerektirir.

Kaynak: Peacock, Griffin, 1998: 76-77.

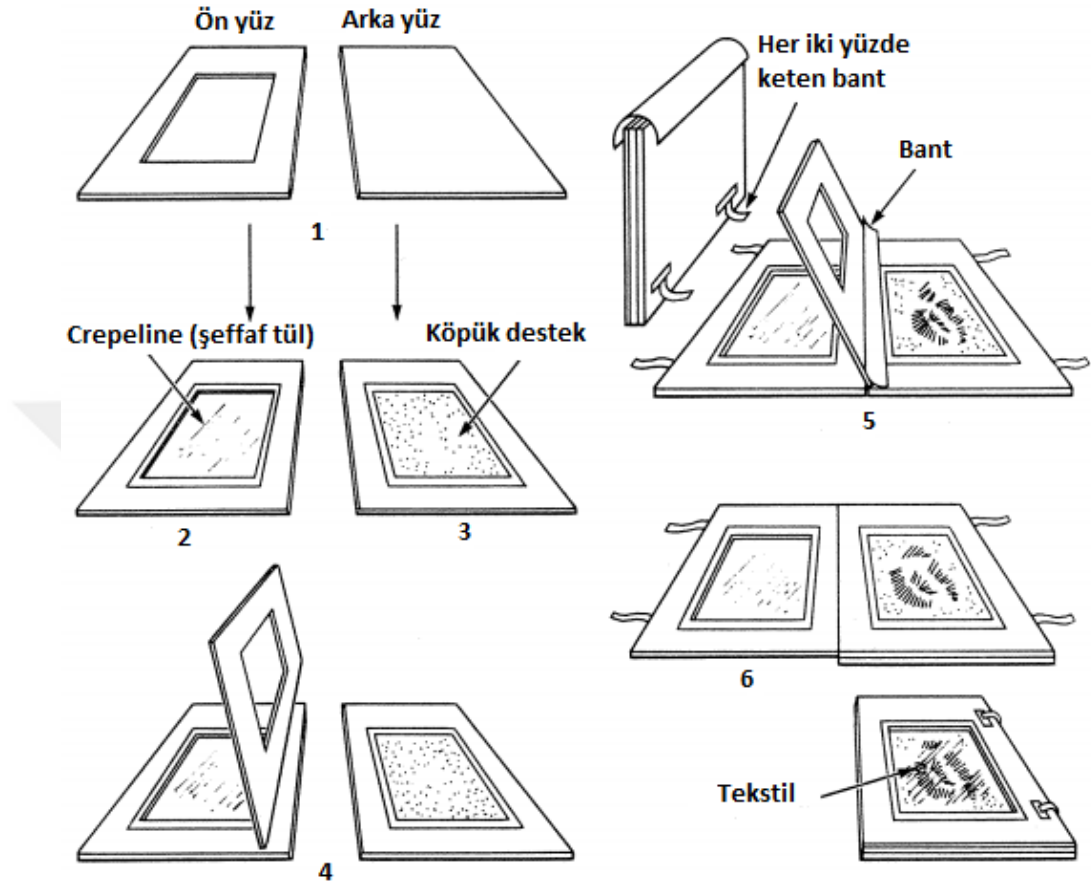
Şekil 4.11: Eserin şekline göre kesilmiş gömmeli sisteme örnek.



Kaynak: Karstern v.d., 2018: 41.

NPS (*National Park Service*) *Museum Handbook Part I* kitabında yer alan paketleme sisteminin yapım aşaması, kullanılacak malzemelerin listesi müze çalışanları için kolaylık sağlamaktadır. Bu sistem standart boyutlarda ve toplu olarak kolayca üretilen bileşenler kullanılarak yapılabilir: Öncelikle asitsiz kartondan tekstilin boyutundan daha büyük olacak “½ ya da 1” şekilde iki eşit parça kesilir ve bir parçasına pencere açılır. İkinci olarak pencere polyester tül ile kapatılır ve asitsiz bant ile sabitlenir. Üçüncü olarak pencerenin boyutunda olacak şekilde penceresiz asitsiz karton yüzeyine köpük destek yapılır. Köpük dokunmamış bir polyester kumaşla kaplanır ve keten bant ile yapıştırılır. Dördüncü aşamada tekstilin stereose maruz kalmaması için bir ara eleman olarak pencere karton parçasının aynı ölçüsünde bir karton daha sisteme konulur. Beşinci aşamada tüm parçalar birbirine birleştirilip ciltlenir ve bantlar yardımı ile sabitlenir ve eser paketleme sistemi tekstil için hazır olur. Şeffaf polyester tül eserin rahat görünmesinde yardımcı olur ve eseri tozdan korur (Şekil 4.12). Bu paketlemeye örnek olarak yukarıda verilmiş olan şekil 4.10’a bakınız (Klügl, Moll-Dau, Pietro, 2018: 384; Murdock, Johnson, 2001: 14).

Şekil 4.12: Arkeolojik Tekstil Parçaları için paketlenme sistemi örneği.



Kaynak: Murdock, Johnson, 2001: 14.

SONUÇ VE DEĞERLENDİRMELER

Bu tez çalışması kapsamında arkeolojik olarak ele geçmiş ıslak tekstil objelerin koruma çalışmaları değerlendirilmiştir. Araştırmanın amaçları, literatürde yer alan ıslak arkeolojik tekstillerin koruma yöntemlerini belirlemek ve sonuçlarına göre hangi yöntemin başarılı/daha başarılı ya da başarısız olduğunu değerlendirmektir. Sualtı ortamından geri kazanılan arkeolojik tekstillerin korunması, tekstil kimyası, tekstil tarihi ve teknolojisi, malzeme bilimi gibi birçok disiplin ile bağlantılıdır.

Özellikle gemi batıklarından ıslak olarak ele geçen tekstillerin birçoğu ip ve halat olduğu için halatın üretimi ile ilgili incelemeler yapılmıştır. Arkeolojik tekstillerde kullanılmış olan lifler organik yapılı yani bitkisel ve hayvansal liflerdir. Liflerin organik yapıları gereği, zamana ve koşullara karşı doğal bir yaşlanma süreci içinde olmaktadır. İnsanlar, ilk olarak bitki liflerini, gövdesini ve dallarını kullanarak elde ettikleri ip ve dokumaları vücutlarını örtmek için kullanmışlardır. Daha sonra insanoğlu bu dokuma işini, dokuma tezgâhını, aletlerini ve gereçlerini geliştirmiş ve bitkisel liflerin dışında evcilleştirilen hayvanların tüylerini de kullanarak başka bir dokuma türü oluşturmuşlardır. Literatürde yer alan bilgilere göre en ilkel dokumanın taş devrinde başladığı bilinmektedir.

Islak olarak ele geçen tekstil objelerin değişik özelliklerdeki bozulmaları fiziksel, kimyasal ve biyolojik olarak incelenmiştir. Tekstil liflerinin hammaddeleri olan selülozik ve proteinlerde meydana gelen fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulmalar da bu bölümde değerlendirilmiştir. Genel olarak sualtı ortamındaki organik malzemelerin bozulması, sualtı ortamının kendisi (gelgitler, sıcaklık, tuzluluk, pH, ışık) ve (mikro ve makro) organizmalar (bakteriler veya mantarlar) tarafından meydana getirilen fiziksel eylemler veya kimyasal reaksiyonlardan kaynaklanır. Nehirlerin düşük oksijen seviyeleri, anaerobik ortamları oluşturan ve böylece anaerobik bakteri saldırısına neden olan organik bileşikler içeren koşulları oluşturur. Bir denizde veya okyanusta en büyük bozulmanın nedeni fiziksel stres veya deniz sondajlarıdır. Bununla birlikte, oksijen seviyeleri yüksek olduğunda, oksidasyon süreçleri gerçekleşir ve aerobik bozulma meydana gelir. Islak arkeolojik ortamlardaki tekstillerin fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulması liflerde morfolojik hasara, lif maddesinin kaybına ve lifin fiziksel özelliklerinin bozulmasına neden olur. Islak arkeolojik tekstillerde aşınma, yırtılma, lekelenme, liflerde çatlama, su ile şişme, tuz kristalizasyonu ile lif yapısında meydana gelen bozulma, tekstillerin çamur ve tortu kaplı olması, katran emdirilmiş olması ve

liflerin asit ve mikroorganizmalar ile hidrolizi ile selülozik ve protein lifli malzemenin temel bileşenlerine parçalanması bu bozulmalara örnektir. Fiziksel, kimyasal ve biyolojik bozulma biçimlerini tespit etmek, bir eserin koruma ihtiyaçlarının belirlenmesinde en önemli aşamadır.

Islak arkeolojik tekstil eserler konservasyon çalışmasının ilk amacı eserin durağanlığını sağlamaktır. Islak tekstil objelerin korunması eserin kazılmaya başlandığı an başlar ve eserin kaldırılması, paketlenmesi ve transferi ile devam eder. Islak bir tekstil eserin ıslak tutulması ilk koruma uygulaması olarak değerlendirilir. Belgeleme ve analiz süreçleri en önemli süreçlerin başında yer almaktadır. Islak tekstillerin uzun süreli ıslak depolamadan önce ve bir koruma stratejisine karar verilmeden önce ayrıntılı olarak değerlendirilmesi genel bir ilke olarak kabul edilir. Belgeleme sonrası koruma işlemi, ilk olarak temizleme ve çözünabilir tuzdan arındırma işlemleri ile başlar. Temizlikte ilk aşama eser üzerindeki çökelti, çamur, tortu, kir ve lekelerin giderilmesidir ve bu işlemler mekanik ve kimyasal olarak ikiye ayrılır. Demir ve bileşiklerinin ıslak arkeolojik tekstillerin yapısından çıkarılması için genelde %5 Disodyum EDTA kullanılır ancak unutulmamalıdır ki ipek hammaddeli ıslak tekstillerde Disodyum EDTA zararlı olduğu için kullanılmamalıdır. İpekte EDTA yerine noniyonik deterjan ve su ile metal temizliği yapılabilir. Islak arkeolojik tekstiller bir iskelet ile bütünleşik olarak bulunabilir. Bu durumda ilk olarak karar verilmesi gereken sorunun, eser yerinde mi kazılacak yoksa laboratuvara taşınıp mı kazılacak olması gerekir. İskelet ile bütünleşik olan eserin kazısı dikkatli bir şekilde yapılmalıdır. Bazen ıslak tekstiller katranlı olarak ele geçer ve bu katranın eserden uzaklaştırılması gerekir. Katranın uzaklaştırılması konservatörleri zorlayan bir süreçtir. Genelde çözücüler kullanılarak eserlerden uzaklaştırılır. Ancak bazı durumlarda katranlı tekstilin katlanmış olan kısımlarının açılması gerekmektedir ve bu gibi durumlarda katranın varlığı tekstilin açılmasına izin vermemektedir. Bu durumun üstesinden gelmek için yapılmış bir çalışmada katranlı tekstilin sıcaklığı 100°C'ye kadar ısıtılmış suya batırılmış ve katranlı tekstilin rahat bir şekilde açılması sağlanmıştır. Temizlik aşamasından sonra olan konsolidasyon (emdirme) işlemi yapılır. Teorik olarak konsolidasyon ile ön işlemden sonra kontrollü kurutma, çözücü veya dondurarak kurutma yapılabilir ya da emdirme işlemi yapılmadan kontrollü hava ile kurutma, dondurarak kurutma veya çözücülerle kurutma işlemi yapılabilir. Emdirme işlemi yapılmadan kontrollü hava ile kurutma işlemi genelde liflerde çökme, çekme, lif kırıkları, parçalanma ve sertlik gibi etkilere neden olur. Çözücülerle kurutma işleminde

ise çözücü, suyun yerini alır ve çözücünün buharlaşması kuruma sırasında meydana gelebilecek kılcal gerilme kuvvetlerinin zararlı etkilerini düşürür. Dondurarak kurutma sırasında su süblimleşme ile yapıdan çıkarılır ve eserde hücre çökmesi pek görülmez. Islak tekstillerde konsolidasyon malzemesi olarak Polietilen glikol (PEG), silikon yağı, şeker, gliserin (gliserol), çözünür naylon, selüloz nitrat, polivinilprilidon (PVP), polivinil asetat (PVA) gibi malzemeler kullanılır. Tekstil malzemelerini korumak için en yaygın yöntemlerden biri PEG ve dondurarak kurutma işlemidir. Tez kapsamında 50'den fazla PEG 400-4000 ve diğer malzemelerin kombinasyonları ile uygulama yapılmış eser incelenmiştir. PEG, zaman alıcı bir uygulama olmasına rağmen uygulama sonrasında tekstilin yapısında meydana gelen çekme ve çökmede çok iyi sonuçlar verir. Islak arkeolojik tekstillere daha iyi bir yapısal konsolidasyon kazandırmak ve hücre dokusu ile kompleks bağlar oluşturmak için silikon yağları kullanılır. Diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında çok zaman alıcı olmayan basit bir prosedürdür. Geri alınabilir olmaması nedeniyle pek tercih edilmeyen uygulamadır. Şeker, her organik malzemede kullanılsa da tekstilde kullanımı bilinmekte ve uygulaması kolay, sonuçları kabul edilebilirdir. Literatüre bakıldığında Polyox emdirme malzemesi ile yapılan uygulamanın tekstillere mukavemet sağladığı, dökülmeleri azalttığı görülmüştür. Bir diğer emdirme malzemesi olan E-2250 poliüretan malzeme ile halata yapılan koruma uygulaması sonrasında halatın, iyi mukavemet ve esneklik kazandığı bildirilmiştir.

Önleyici koruma, eserin ilk kazıldığı andan itibaren başlayan ve eserin ömrünün sonuna kadarki sürece kadar devam eden uygulamalardır. Önleyici koruma eserlere doğrudan müdahale etmeden çevresel koşulları ona uygun hale getirme veya taşınması sırasında alınması gereken önlemler, personel bilinçlendirilmesi, acil durum planları gibi konular ile ilgilidir. Tüm malzemelerde olduğu gibi, ıslak organik nesnelerin durağanlığını sağlamanın anahtarı, mümkün olduğu kadar sabit olan uygun koşulları sağlamaktır. Bu koşullar, ıslak tekstil malzemeler için özellikle önemlidir, çünkü birçok durumda bu malzemelerin proteinli veya selülozik bileşenleri büyük ölçüde bozulmuş olarak ele geçer. Islak arkeolojik tekstiller, ışık, sıcaklık ve yüksek nemin bozucu etkilerinden korunmalıdır, böcek istilası için düzenli izleme yapılmalıdır, toz ve partikül gazların oluşturduğu hava kirliliğini önlemek için HVAC sistemi kullanılmalıdır. Islak arkeoloji tekstiller, konservasyon sonrası uygun stabil ortamı sağlayabilen bir depoda saklanmalıdır. Sergilemede uygun mekanik desteklerin ve depolamada uygun saklama ve teşhir dolaplarının kullanılması

gerekmektedir. Ek olarak, personel eserlerin durumunu düzenli olarak izlemelidir. Bu yüzden restoratör/konservatör, küratör, müze müdürü ve görevlileri, kazı başkanları, koleksiyonerler önleyici korumayı uygulayabilmeli veya bu konuda araştırma yaparak en uygun olanını belirleyebilmeli.

Sonuç olarak, konservatörler, ıslak tekstiller ile çalışırken, çevresel koşulların ve bozulma türlerinin karasal malzemelerden farklı olduğunun ve bu farklılıkların tedavi kararlarını etkileyebileceğinin farkında olmalıdırlar. Islak arkeolojik tekstillerin korumasında ilk aşama olan belgeleme işlemleri titizlikle yapılmalıdır. Temizliği yapılan tekstil eserin analizi kısa süre içinde yapılmalıdır. Tekstil eserin lif yapısını, bileşimini ve kimyasını bilmek o eser için bir koruma yöntemi prosedürü seçilmesini kolaylaştırır. Demir ve bileşiklerinin temizliğinde %5 Disodyum EDTA çözeltisi kullanılabilir ancak EDTA, ipekte zararlı etkilere neden olacağı için ipekli tekstillerde noniyonik deterjan ve su ile metal temizliği yapılabilir. Bakır lekeleri için %1-5 amonyum hidroksit kullanılabilir. Temizliği tamamlanmış tekstil, teknik özellikleri açısından da analiz edilmeli ve bilinen bozulmamış tekstil türleri ile karşılaştırılmalıdır. Kompozit eserler eğer ayrılabiliriyorsa ayrılmalıdır, ancak ayrılamıyorsa uygun temizleme işlemleri belirlenmelidir; örneğin, gümüş ve bakır korozyonu dışındaki metal lekeleri çıkarmak için Sodyum bikarbonat ve su ile yapılan bir macun kullanılabilir ve uygulama sonrası eser iyice durulanmalıdır, bakır korozyonunu temizlemek için ayrıca Disodyum EDTA da kullanılabilir. Çok İyi korunmuş tekstil parçaları, kontrollü havayla kurutma yöntemi ile kurutulabilir ancak bozulmuş olan ıslak tekstiller için bu yöntem yıkıcı sonuçlar verecektir. Çözücülerle kurutma sonucunda ise tekstilin yapısında çekme ve çökme olabileceği ve tekstilin yapısının mukavemetinin artmayacağı göz önünde bulundurulmalıdır. Önerilen koruma işlemi, bir tür ön emdirme işlemi veya bu emdirme işlemi olmadan dondurarak/vakumlu kurutmayı içerir. Dondurarak kurutma, PEG işleminin bir parçası olarak da kullanıldığında iyi sonuçlar elde edilir, ancak çok küçük oranda kabul edilebilir çekme olacağı bilinmelidir. İyi bir koruma çalışması, görünüm, doku, dayanıklılık ve elastikiyet bakımından doğal olan aynı zamanda ileriye dönük tekstilin yapısal durağanlığını sağlayan ve geri dönüşümlü bir uygulama olmalıdır. PEG yöntemi genelde başarılı olan bir yöntemdir. Tez kapsamında incelenen vaka örneklerinde uygulanan PEG çözeltilerinden görünüm, doku, dayanıklılık ve elastikiyet sonuçları bakımından kabul edilebilir olan çözeltiler şunlardır;

1. %10 PEG 1500 + Vakumlu Dondurarak Kurutma = 7-10 gün emdirme
2. %15 PEG 1500 + Vakumlu Dondurarak Kurutma = 4 hafta emdirme
3. %20 PEG 1500 + Dondurarak Kurutma = 1-3 hafta emdirme
4. %5 PEG 400/ %2 gliserol/ %1 EHEC (Etil hidroksietil selüloz) = 6 hafta emdirme
5. %5 PEG 400/ %1 Ethiloz 400/ %2 gliserol = 2 hafta emdirme
6. %10 PEG 400/ %2 Rhoplex AC-33 = 2 hafta emdirme
7. %5 PEG 400/ %2 gliserol / %2 Rhoplex AC-33 = 2 hafta emdirme
8. %8 PEG 400, %0,72 ethiloz, %2 gliserol= Emdirme belirtilmemiş (1-3 hafta önerilen süredir)
9. %15 PEG 4000 ile başlanıp %70-80 oranına kadar yükseltilmiş= 60 °C sıcak suda (1-3 hafta önerilen süredir)

Silikon yağı, ıslak tekstilin esnekliğini koruyan, mukavemet kazandıran, esneklik sağlayan, uzun bir süre boyunca doğal bir lif rengini, dokusunu koruyan ve fiziksel bütünlüğü koruyan bir işlemdir. Silikon yağı, ıslak arkeolojik tekstilin korunması için şu anda mevcut olan en iyi seçeneklerden biri olsa da geri dönüşümlü olmaması bu uygulamayı PEG'e göre geri planda tutmuştur. Silikon emdirme, ucuz bir yöntemdir ve kolay uygulanır. Uygulanmış diğer yöntemlere bakıldığında: PEG yerine kullanılmış olan POLYOX adıyla üretilen polietilen oksidin emdirme sonrası tekstillere mukavemet sağladığı, dökülmeleri azalttığı bildirilmiştir. Ancak dondurarak kurutma sırasında çözeltinin soğuması Polyox'u zayıflattığı ve işlem sonrasında parmaklar arasında birkaç saniye tutulduktan sonra çok hafif yapışkan bir his verdiği bildirilmiştir. Bir poliüretan olan E-2250 olarak adlandırılan kimyasal malzemenin dondurarak kurutma ile uygulandıktan sonra tekstile iyi mukavemet ve esneklik kazandırdığı ancak emdirme malzemesinin miktarına göre renk değişikliği olduğu bildirilmiştir. Ucuz bir yöntem olan şeker emdirme ile yapılan trehaloz uygulaması sonucunda eserin durumunun iyi ve mukavemetli olduğu bildirilmiştir. Polivinil alkol (PVOH) ile uygulanan eserlerde sertlik, çatlama olduğu ve PVB ile birlikte kullanıldığında uygulama sonunda ipeğin mekanik özelliklerinin bozulduğu bildirilmiştir. TEOS geri dönüşümü olmayan ve uygulama sonrası eser üzerinde beyaz bir toz kalıntısı bıraktığı için önerilmeyen bir uygulama olmuştur.

Islak tekstilin sergi alanındaki ışık, renk algılama ve yeterli görünürlük için maksimum 50 lüks seviyesinin yeterli olacağı şekilde tasarlanabilir. Ancak bu 50 lüks

seviyesi daha hassas olan ipek gibi tekstillerde daha az olmalıdır. Müzenin kapalı olduğunda saatlerde mekânın karanlık tutulması da çok önemlidir. Müzede neredeyse hiç ultraviyole yaymayan ampuller kullanılmalıdır. Işığa duyarlı nesneler için 200 klux saatlik genel maruziyet sınırı ıslak tekstiller için 100 klux saatlik sınıra kadar indirilmelidir. Işığın etkileri kümülatif olduğu için, bu hassas organik malzemeler sürekli sergilenmemeli ve belirli bir sergi döneminden sonra mutlaka bir süre depolamaya alınmalı; örneğin 6 ay sergileme ve 5 yıl depolama. Sıcaklığın bağıl nem üzerindeki etkisi dikkate alınmalıdır. Biyolojik aktivite sıcak havalarda artar, sıcaklıktaki bir artış kurumaya neden olur, malzemelerde genişleme ve daralma meydana getirir. Islak arkeolojik tekstil eserlerin depolandığı veya sergilendiği alanlardaki sıcaklık 18 ila 20°C (64-68°F) arasında olmalıdır. Bağıl nem %70'in üzerindeyse veya %40'ın altındaysa organik kökenli eserlerde önemli yapısal değişikliklere yol açar. Islak arkeolojik tekstillerin bulunduğu ortamda nem %45-65 arasında olmalıdır. Düşük molekül ağırlıklı PEG'ler higroskopik olduğundan, çevresine tepkisini etkileyecektir. Yüksek bağıl nem koşulları altında, PEG ile muamele edilmiş ıslak tekstiller yapışkan, yağlı bir görünüm alabilir ve küf oluşumu ve bakteri saldırısı artabilir. Bu tür bozulmaları önlemek için PEG ile konservasyonu tamamlanmış ıslak tekstil eserlerin bulunduğu ortamda bağıl nem %55'in altında olmalıdır. Bağıl nemi korumak için silika jel kullanılabilir ve müze gereksinimlerine iyi uyarlanmış HVAC sistemi kullanılmalıdır. Tekstillerin toz ve gaz partiküllerden kolaylıkla etkilendiği bilinmektedir. Bu sebeple müze ortamında kullanılan HVAC sisteminde yüksek verimli partikül hava (HEPA) vakumları kullanılmalıdır. Mikroorganizma büyümesi potansiyelini azaltmak için uygun bağıl nem koşulları sağlanmalıdır. Biyosit kullanımı ıslak tekstillere zarar vereceğinden böcek ve kemirgenlerin istilasını önlemek için düzenli olarak kontrol yapılmalıdır. Sergilemede paslanmaz çelik, cam, temiz, ağartılmamış pamuklu ve keten kumaşları, asitsiz kâğıt, polieten, polipropilen, polyester, polistiren gibi malzemeler kullanılmalıdır. Paketlemede eserler açıkça etiketlenmeli, kaydedilmelidir. Eser, ambalajından veya kutudan çıkarılmasına gerek kalmadan görünür olmalıdır ve tutarlı bir uzun vadeli depolama ortamı sağlanmalıdır. Kompozit malzemelerin bir arada bulunduğu eserler var ise en duyarlı olan esere göre hareket edilip depolanmalıdır. Sergi alanlarında da olduğu gibi psikometre, higrometre, higrotermograf ve elektronik veri kaydedicileri gibi çeşitli sıcaklık ve bağıl nem izleme araçları gibi depo alanlarında sıcaklık ve bağıl

nemi ölçüp kaydeden dataloggerlar bulunmalı ve belirli aralıklarla değerlerde bir değişim olup olmadığı kontrol edilmelidir.

Bu tez çalışmasındaki vaka örnekleri ve beraberindeki veriler ıslak arkeolojik tekstil objeleri için yapılan koruma çalışmaları ve bu çalışmaların başarılı/başarısız işlemlerin sonuçlarını temsil etmektedir. Unutulmamalıdır ki değerlendirilen yöntemlerin çoğunun avantajları ve dezavantajları vardır. Literatürde birçok kombinasyon rapor edilmiştir, ancak her bir ıslak arkeolojik tekstil eserin korunma durumu ve yapısı farklı olacağından konservasyon uygulamasında kullanılacak kesin ve tek bir yöntem, çözümleri yoktur. Bu vaka örnekleri ve sonuçları benzer durumdaki ıslak arkeolojik tekstil objelerinin korunmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKÇA

- 2001 **Textile Handbook**, Ed. Hong Kong Productivity Council, Hong Kong, The Hong Kong Cotton Spinners Association.
- 2012 **National Museum of Iceland Guidelines on the Care of Archaeological Artefacts**, June 2012, (Çevrimiçi) https://swaag.org/members/SWAAG%20DIG%20DOCUMENTS/Word%20SWAAG%20pdfs/guidelines-on-the-care-of-archaeological-finds-for-archaeologists_june-2012.pdf, 29 Eylül 2020.
- ADANUR, S.: 2001 **Handbook of Weaving**, United States, Technomic Publishing Company.
- AJMAT, R., J.J. "Lighting Design in Museums: Exhibition vs. Preservation", SANDOVAL, F.A. SEMA, B. O'DONELL, S. GOR, H. ALONSO: 2011 **WIT Transactions on the Built Environment**, Volume 118, WIT Press, s.195-206.
- AL-SAAD, Z.: 2020 **Course Outline: Preventive Conservation**, (Çevrimiçi) <http://whc.unesco.org/document/6819>, 25 Aralık 2020.
- AMİN, E.A.E.E.: 2017 "The Methods of Treatment of Indian Archaeological Cashmere Textile in Applied Art Museum, Cairo, Egypt", **The Conference Book of the General Union of Arab Archeologists 20(20)**, s.116-138.
- ANSELL, P.M., L.Y. "The Structure of Cotton and Other Plant Fibers", MWAİKAMBO: 2009 **Handbook of Textile Fibre Structure**, Vol.II, Ed. S.J. Eichhorn, J.W.S. Hearle, M. Jaffe, T. Kikutani, England,

Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC,
s.62-107.

ARAI, T., G. FREDDI, R. "Biodegradation of Bombyx Mori Silk Fibroin Fibers and
INNOCENTI, M. Films", **Journal of Applied Polymer Science**, Volume
TSUKADA: 2004 91, s.2383-2390.

ARSHAD, K., M. **Biodegradation of Textile Materials**, Master Thesis
MUJAHID: 2011 for the Master in Textile Technology, University of
Boras, Sweden, 2011.

BALAZSY, A.T., D. **Chemical Principles of Textile Conservation**,
EASTOP: 1998 United Kingdom, Routledge.

BALAZSY, A.T.: 1999 "Textile Drying Behaviour of Fibres", **ICOM
Committee for Conservation (ICOM-CC) Triennial
Meeting, 12th Lyon, France**, London, James and
James (Science Publisher), s.661-666.

BALEY, C., A.LE "Tensile Properties of Flax Fibers", **Handbook of
DUGOU, C. MORVAN, Properties of Textile and Technical Fibers**, Ed. A.R.
A. BOURMAUD: 2018 Bunsell, United Kingdom, Woodhead Publishing,
s.275-300.

BARBER, E.W.: 1995 **Women's Work: The First 20,000 Years_Women,
Cloth, and Society in Early Times**, United States of
America, Norton Paperback.

BARTOS, L., D. "The Sail of the Swedish Merchantman Jeanne-
SANDERS: 2012 Élisabeth, Wrecked off Montpellier, France, in 1755",
The International Journal of Nautical Archaeology,

Volume 41, Issue 1, United Kingdom, Blackwell Publishing, s.67-83.

BAŞER, İ.: 1983 **Tekstil Kimyası ve Teknolojisi**, İstanbul, İstanbul Ünivesitesi Yayınları.

BAŞER, İ.: 2002 **Elyaf Bilgisi**, İstanbul, Marmara Üniversitesi Yayın No: 687.

BECHTOLD, T., T. **Textile Chemistry**, Berlin, Walter de Gruyter GmbH. PHAM: 2019

BELANOVA, T.: 2005 "Archaeological Textile Finds from Slovakia and Moravia Revisited", **Archäologische Textilfunde – Archaeological Textiles, Proceedings of NESAT IX Braunwald 18th – 21st May 2005**, Ed. A.R. Eicher, R. Windler, s.41-48.

BENGTSSON, S.: 1975 "Preservation of the 'Wasa' Sails", **Conservation in Archaeology and the Applied Arts. Preprints of the Contributions to the Stockholm Congress, 2-6 June 1975**, s.33-35.

BILZ, M., D.W. "An Investigation of POLYOX for the Conservation of GRATTAN, J.A. LOGAN, Wet Archaeological Textiles and Other Fragile Fibrous C.L. NEWTON: 1991 Materials.", **Proceedings of the 4th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven 1990**, Ed. P. Hoffmann, Bremerhaven, Ditzen Druck and Verlags-GmbH, s.189-208.

BITTNER, E.: 2004 "Basic Textile Care: Structure, Storage, and Display", **INF 392 EIntroduction to the Structure and**

Technology of Records Materials, Pavelka, University of Texas, (Çevrimiçi) https://tekstilteknik.webnode.com.tr/_files/2000000044-1dee61ee87/Basic%20Textile%20CareStructure%20Storage%20and%20Display.pdf, 19 Aralık 2019. dsd

BİÇER, E.A.: 2017 “Suya Doymuş Organik Eserlerde Silikon Yağı ile Yapılan Konservasyon Uygulamaları”, **Restorasyon ve Konservasyon Çalışmaları Dergisi**, Sayı 19, Ed. N. Alkan, R.F. Atay, İstanbul, Şan Ofset Matbaacılık, s.73-82.

BİSELLİ, M.: 2009 **China’s Role in the Global Textile Industry**, Student Research Projects/Outputs No.039, China Europe International Business School, China.

BLAN, T. LE, M. “The Development of Non-Wovens”, **Multifunctional Barriers for Flexible Structure, Textile, Leather and Paper**, Ed. S. Duquesne, C. Magniez, G. Camino, Berlin, Springer, s.139-150.

BOWENS, A.: 2009 **Underwater Archaeology: The NAS Guide to Principles and Practice 2nd Edition**, Ed. A. Bowens, Nautical Archaeological Society.

BROOKS, M., A. “Artifacts or information? Articulating the Conflicts in Conserving Archaeological Textiles”, **Studies in Conservation**, Vol. 41, Issue 1, s.16-21.

BROOKS, M., C. “Restoration and Conservation- Issues for Conservators: A Textile Conservation Perspective”, **Studies in Conservation**, Vol. 41, Issue 1, s.16-21.

Anais Do Museu Paulista História E Cultura Material, 2(1), December 1993, s.235-250.

BROWN, J.C.: 1959 "The Determination of Damage to Wool Fibres", **Journal of the Society of Dyers and Colourists**, Volume 75, Issue 1, s.11-21.

BROWN, P.J., C.L. COX: "Preface", **Fibrous Filter Media**, Ed. Philip J. Brown, Christopher L. Cox, United Kingdom, Woodhead Publishing. s.xi.

BURR, E.: 2018 "Conservation of Fibrous Materials", **The Encyclopedia of Archaeological Sciences**, Ed. S.L.L. Varela, John Wiley & Sons, Inc., s.1-7, (Çevrimiçi) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119188230.saseas0118>, 11 Nisan 2021.

BÜKEN, N.R.O.: 1998 **Ulaşılabilen Yayınlarda ve Bazı Müzelerimizde Bulunan Anadolu Kökenli Arkeolojik Tekstiller (M.Ö. 8000-1000 Sonu), Teknik Çözümlmeleri ve Konservasyonu**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, 1998.

BÜKEN, N.R.O.: 2005 "El Dokumacılığının ve El Dokuma Tezgahının Tarihçesi, El Dokuma Tezgâhı Çeşitleri", **Sanat Güzel Sanatlar Fakültesi Dergisi**, Atatürk Üniversitesi Güzel Sanatlar Fakültesi, Sayı 8, Erzurum, s.63-84.

CARDAMONE, J.M.: 2000 "The Aging, Degradation, and Conservation of Historic Materials Made from Cellulosic Fibers", **Historic Textiles, Papers, and Polymers in Museums**, Ed.

J.M. Cardamone, M.T. Baker, American Chemical Society, s.8-22.

CHAROLA, A.E., R.J. KOESTLER: 2006 "Methods in Conservation", **Conservation Science Heritage Materials**, Ed. E. May, M. Jones, United Kingdom, The Royal Society of Chemistry, s.13-31.

CHASE, A.F., D.Z. CHASE, E. ZORN, W. TEETER: 2008 "Textiles and the Maya Archaeological Record: Gender, Power, and Status in Classic Period Caracol, Belize", **Ancient Mesoamerica**, No. 19, Issue 1, Cambridge University Press, s.127-142.

CHEN, R., K. JAKES: 2001 "Cellulolytic Biodegradation of Cotton Fibers from A Deep-Ocean Environment", **Journal of American Institute for Conservation**, Vol. 40, No. 2, s.91-103.

CIECHANSKA, D., E. WESOŁOWSKA, D. WAWRO: 2009 "An Introduction to Cellulosic Fibres", **Handbook of Textile Fibre Structure**, Vol.II, Ed. S.J. Eichhorn, J.W.S. Hearle, M. Jaffe, T. Kikutani, England, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.3-61.

COOK, J.G.: 2001 **Handbook of Textile Fibres**, Vol. I, England, Woodhead Publishing Limited.

COSTA, V., D. DE REYER, M. BETBEDER: 2012 "A Note on the Analysis of Metal Threads", **Studies in Conservation**, Volume 57, Number 2, Taylor & Francis, Ltd., s.112-115

COŞKUN, M.: 2003 "Coğrafya Öğretiminde Nem Konusundaki Kavram Yanlışlıkları ve Giderilmesine Yönelik Öneriler", **Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi**, Cilt 23, Sayı 3, s.147-158.

CREED, M., N. "Hanging by a thread: The effect of PEG treatment on
 EMMERSON, A. the tensile properties of waterlogged archaeological
 MIDDLETON, D. rope from the London", **14th ICOM-CC Group on Wet**
 PEARSON, E. **Organic Archaeological Materials (WOAM)**
 SCHOFIELD, J. **Conference Portsmouth, 20-24 May 2019,**
 THUNBERG, D. Yayınlanmamış Makale.
 WATKINSON: 2019

CRISCI, G.M., M.F. LA "Study of Archaeological Underwater Finds:
 RUSSA, M. Deterioration and Conservation", **Applied Physics A**,
 MACCHIONE, M. Vol. 100, Is. 3, Ed. F. Cassaido, C. Fotakis, M. Menu,
 MALAGODI, A.M. G. Padeletti, M. Struke, Springe-Verlag, s.855-863.
 PALERMO, S.A.
 RUFFOLO: 2010

CRONYN, J.M.: 2004 **The Elements of Archaeological Conservation**,
 London, Routledge, © 1990.

CRUICKSHANK, P., A. "From Excavation to Display: The Conservation of
 HARRISON, J. FIELDS: Archaeological Textiles from an Ad First-Third Century
 2002 Cemetery Site in Jordan", **The Conservator**, Number
 26:1, London, Routledge, s.45-56.

CURKOVIC, M.: 2014 "The Conservation and Restoration of Ceramics and
 Pottery" **Conservation of Underwater**
Archaeological Finds Manual, 2nd Edition, Zadar, Ed.
 B. Luka, International Centre for Underwater
 Archaeology in Zadar B. Petranovica 1, s.26-38.

CURRIE, R.: 2001 "Silk", **Silk, Mohair, Cashmere and Other Luxury**
Fibres, Ed. Robert R. Franck, United States,

Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC,
s.1-67.

CYBULSKA, M., J. MAĬK: "Archaeological Textiles – A Need for New Methods of Analysis and Reconstruction", **Fibres & Textiles in Eastern Europe**, Vol. 15, No. 5-6 (64-65), January / December 2007, s.185-189.

D'ORAZIO, L., E. "Nature, Origin and Technology of Natural Fibres of
MARTUCELLI, G. Textile Artefacts Recovered in the Ancient Cities
ORSELLO, F. RIVA, G. Around Vesuvius", **Journal of Archaeological
SCALA, A. Science**, No. 24, Academic Press, s.745-754.
TAGLIALATELA: 2000

DANCAUSE, R., J. "Caring for textiles and costumes", **CCI's Preventive
WAGNER, J. VUORI: Conservation Guidelines for Collections Online
2018 Resource Canadian Conservation Institute**, Ottawa,
Canadian Heritage = Patrimoine Canadien, (Çevrimiçi)
<https://www.canada.ca/en/conservation-institute/services/preventive-conservation/guidelines-collections/textiles-costumes.html>, 11 Nisan 2021.

DEBNATH, S.: 2017 "Sustainable Production of Bast Fibres", **Sustainable Fibers and Textiles**, Ed. Subramanian S. Muthu, United Kingdom, Woodhead Publishing, s.69-86.

DICKINSON, H.W.: 1942 "A Condensed History of Rope-making", **Transactions of the Newcomen Society**, Vol. 23, Issue 2, London, s.71-91.

DOOLEY, W.H.: 2007 **Textiles**, The Project Gutenberg eBook, ©2007.

- DOREE, C.: 1920 "The Action of Sea Water on Cotton and Other Textile Fibres", **Biochemical Journal**, Volume 14, Issue 6, Portland Press, s.709-714.
- FELDTKELLER, A.: 1991 "Weaves, Nets, and Wickerwork from Lake Constance Pile-Dwellings; Their Conservation and Storage", **Proceedings of the 4th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven 1990**, Ed. P. Hoffmann, Bremerhaven, Ditzgen Druck and Verlags-GmbH, s.173-176.
- FERREIRA, S.R., P.R.L. LIMA, F.A. SILVA, R.D. TOLEDO FILHO: 2014 "Effect of Sisal Fiber Hornification on the Fiber-Matrix Bonding Characteristics and Bending Behavior of Cement Based Composites", **Key Engineering Materials**, Vol. 600, Switzerland, Trans Tech Publication, s.421-432.
- FLORIAN, M.L.E.: 1990 "Plant Anatomy: An Illustrated Aid to Identification", **The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials**, Ed. M.L.E. Florian, D.P. Kronkright, R.E. Norton, Getty Conservation Institute, s.1-28.
- FLORIAN, M-L. E.: 1987 "The Underwater Environment", **Conservation of Marine Archaeological Objects**, Ed. C. Pearson, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., s.1-20.
- FLORIAN, M-L. E.: 1987 "Deterioration of Organic Materials Other Than Wood", **Conservation of Marine Archaeological Objects**, Ed. C. Pearson, Butterworth & Co. (Publishers) Ltd., s.21-54.

- FOCHT, A.L.: 2008 **Blackbeard Sails Again? Conservation of Textiles from the Queen Anne's Revenge Shipwreck (31CR314)**, Department of Anthropology, East Carolina University, Queen Anne's Revenge Shipwreck Project Conservation Laboratory, United States.
- FRANCK, R.R.: 2005 "Abaca", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.315-321.
- GARSDALE, P., P. WYETH: 2003 "Identification of Cellulosic Fibres By FTIR Spectroscopy I: Thread and Single Fibre Analysis by Attenuated Total Reflectance", **Studies in Conservation**, 48/4, s.269-275.
- GARSDALE, P., P. WYETH: 2006 "Textiles", **Conservation Science Heritage Materials**, Ed. E. May, M. Jones, United Kingdom, The Royal Society of Chemistry, s.56-91.
- GILLARD, R.D., S.M. HARDMAN, R.G. THOMAS, D.E. WATKINSON: 1994 "The Mineralization of Fibres in Burial Environments", **Studies in Conservation**, Volume 39, Issue 2, Taylor & Francis Limited, s.132-140.
- GILROY, D., I.M. GODFREY: 2017 "Preventive Conservation: Agents of Decay", **Conservation and Care of Collections (2017)**, Ed. I. Godfrey, D. Gilroy, Western Australian Museum, (Çevrimiçi) <https://manual.museum.wa.gov.au/conservation-and-care-collections-2017>, 8 Ekim 2020.
- GLEBA, M.: 2014 "Italian Textiles from Prehistory to Late Antique Times", **A Stitch in Time: Essays in Honour of Lise Bender**

Jørgensen, Ed. B. Sophie, S.H. Fossoy, Gothenburg University, s.145-169.

GODFREY, I., K. KASI, V. RICHARD: 2002 "Iron Removal from Waterlogged Leather and Rope Recovered from Shipwreck Sites", **Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference**, Ed. P. Hoffman, J. Spriggs, T. Grant, C. Cook, A. Recht, Stockholm, s.439-467.

GODFREY, I.M., N.K. SMITH: 1990 "Conservation of Degraded Rope from Marine Archaeological Sites", **AICCM Bulletin**, Taylor and Francis Ltd., 16:3, s.93-107.

GONG, D., Z. ZHU, L. LIU: 2015 "Technical Note Micro-Mechanism Elucidation of the Effects of Dehydration on Waterlogged Historic Silk (*Bombyx Mori*) By Near-Infrared Spectroscopy", **Studies in Conservation**, Vol. 60, Is.5, s.284-290.

GORDON, S.: 2009 "Identifying Plant Fibres in Textiles: The Case of Cotton", **Identification of Textile Fibers**, Ed. Max M. Houck, England, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.239-258.

GRIES, T., D. VEIT, B. WULFHORST: 2015 **Textile Technology, 2nd Edition**, Ed. T. Gries, D. Veit, B. Wulfhorst, Germany, Hanser Publication.

GRYGIEREK, J.F.: 2014 "Indoor Environment Quality in the Museum Building and Its Effect on Heating and Cooling Demand", **Energy and Buildings**, Volume 85, s.32-44.

- GRZYWACZ, C.M.: 2006 **Monitoring for Gaseous Pollutants in Museum Environments (Tools for Conservation)**, Geety Conservation Institute.
- GÜL, G.T.: 2013 **Anadolu'da Arkeoloji ve Filolojik Veriler Işığında Tekstil Teknolojisinin Gelişimi**, Yayınlanmamış Lisans Bitirme Tezi, Bursa 2013.
- HALD, M.: 1980 **Ancient Danish Textiles from Bogs and Burials**, The National Museum of Denmark, Aarhus University Pres.
- HAMILTON, D.L.: 1999 "Methods of Conserving Archaeological Material from Underwater Sites", **Texas A&M University**, Vol. 110, (Çevrimiçi) <https://nautarch.tamu.edu/CRL/conservationmanual/ConservationManual.pdf>, 20 Mart 2020.
- HAMILTON, D.L.: 2001 "Conservation of Cultural Materials from Underwater Sites", **Archives and Museum Informatics 13**, Netherlands, Kluwer Academic Publishers, ©2001, s.291-232.
- HARI, P.K.: 2020 "Types and Properties of Fibers and Yarns Used in Weaving", **Woven Textiles Principles, Technologies and Applications**, Seceond Edition, Ed. K. Gandhi, United Kingdom, Elsevier Ltd., s.3-34.
- HATCHFIELD, P.: 2018 "Conservation in Museums", **The Encyclopedia of Archaeological Sciences**, Ed. S.L.L. Varela, John Wiley & Sons, Inc., s.1-7, (Çevrimiçi) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119188230.saseas0114>, 11 Nisan 2021.

- HEKİM, H.Ç.: 2019 **Sinop Balatlar Kilisesi Mezar Buluntusu Tekstillerinin Yapısal Analizleri ve Belgelenmesi**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, 2019.
- HILL, H.C.: 2012 “The Story of Rope”, **The Wonder Book of Knowledge**, Ed. H.C. Hill, Philadelphia, The John C. Winston Company, s.122-138, (Çevrimiçi) <http://www.gutenberg.org/ebooks/41111>, 15 Şubat 2021.
- HOLSTEIN, VON I.C.C., K.E.H. PENKMAN, E.E. PEACOCK, M.J. COLLINS: 2014 “Wet Degradation of Keratin Proteins: Linking Amino Acid, Elemental and Isotopic Composition”, **Rapid Communications in Mass Spectrometry**, Volume 28, Issue 19, s.2121-2133.
- HOUCK, M.M.: 2009 “Ways of Identifying Textile Fibers and Materials”, **Identification of Textile Fibers**, Ed. Max M. Houck, England, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.6-26.
- HUEY, P.R.: 2018 **Annotated Bibliography of New Netherland Archeology: Rensselaer and Albany Counties, New York**, New York, Hartgen Archaeological Associates Inc.
- HUISMAN, D.J., JOOSTEN, NIENTKER: 2009 I. “Textile”, **Degradation of Archaeological Remains**, J. Ed. D.J. Huisman, Deen Hag, Sdu Uitgever, s.71-90.

HUISMAN, D.J., I. "Glass", **Degradation of Archaeological Remains**, JOOSTEN, J.F.P. Ed. D.J. Huisman, Deen Hag, Sdu Uitgever, s.137-146.
KOTTMAN: 2009

HUISMAN, D.J., M. "Preservation and Monitoring of Archaeological Sites", VORENHOUT, A. **Degradation of Archaeological Remains**, Ed. D.J. SMITH, B.J.H. VAN OS, Huisman, Deen Hag, Sdu Uitgever, s.177-212.
M. MANDERS: 2009

HUISMAN, D.J., "Wood", **Degradation of Archaeological Remains**, R.K.W.M. KLAASSEN: Ed. D.J. Huisman, Deen Hag, Sdu Uitgever, s.17-32.
2009

HUNTER, L., E.L. "Mohair", **Silk, Mohair, Cashmere and Other Luxury Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, HUNTER: 2001 Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.68-132.

HUSON, M.G.: 2009 "Tensile Failure of Wool", **Handbook of Tensile Properties of Textile and Technical Fibres**, Ed. A.R. Bunsell, England, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.100-143.

İşgören, A., S. Sungur: "Tatlandırıcılar", **Lectio Scientific Journal of Health and Natural Sciences**, Volume 3, Issue 1, s.19-32.
2019

JANAWAY, R.: 1983 "Textile Fibre Characteristics Preserved By Metal Corrosion: The Potential of S.E.M. Studies", **The Conservator**, Volume 7, Issue 1, s.48-52.

- JARO, M., A. TOTH, E. GONDAR: 1990 "Determination of the Manufacturing Technique of A 10th Century Metal Thread", **ICOM Committee for Conservation 9th Triennial Meeting Dresden German Democratic Republic 26-31 August 1990**, Ed. K. Grimstad, Los Angeles, ICOM Committee for Conservation, s.299-301.
- JARO, M.: 2003 "Metal Threads in Historical Textiles", **Molecular and Structural Archaeology: Cosmetic and Therapeutic Chemicals**, Ed. G. Tsoucaris, J. Likowski, Kluwer Academic Publishers, s.163-178.
- JARO, M.: 2009 "Metal Thread Variations and Materials: Simple Methods of 68 Pre-Treatment Identification for Historical Textiles", **Conserving Textiles studies in Honour of Ágnes Timár-Balázsy**, ICCROM Conservation Studies 7, Ed. I. Eri, Italy, Ugo Quintily S.p.A., s.68-76.
- JENSEN, P., K. STRAETKVERM, U. SCHNELL, J.B.: 2009 "Technical Specifications for Equipment for Vacuum Freeze-Drying of PEG Impregnated Waterlogged Organic Materials", **Proceedings of the 10th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Amsterdam 2007**, Ed. K. Straetkvern, D.J. Huisman, Amsterdam, s.417-438.
- JENSSEN, V.: 1987 "Conservation of Wet Organic Artefacts Excluding Wood", **Conservation of Marine Archaeological Objects**, Ed. C. Pearson, United Kingdom, Butterworth & Co. Ltd., s.122-163.

- JOHANSEN, K.: 2009 "Assessing the Risk of Wet-Cleaning Metal Threads", **Conserving Textiles studies in Honour of Ágnes Timár-Balázsy**, ICCROM Conservation Studies 7, Ed. I. Eri, Italy, Ugo Quintily S.p.A., s.77-86.
- JONES, J., J. UNRUH, R. KNALLER, I. SKALS, L.R. KNUDSEN, E.J., FAHRNACH, L. MUMFORD: 2007 "Guidelines for the Excavation of Archaeological Textiles", **First Aid for the Excavation of Archaeological Textiles**, Ed. C. Gills, M.L. Nosch, Great Britain, Oxbow Books, s.5-30.
- JONES, J.: 2005 **Deconstruction and Conservation of Roman Armour from the Millennium Excavations, Carlisle**, Centre for Archaeology Report 50/2005, English Heritage 2005.
- JORDAN, M.: 2016 "The Conservation of Cordage from the Newport Medieval Ship", **Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Istanbul 2013**, Ed. T. Grant, C. Cook, ICOM-CC WOAM, s.307-311.
- KABIR, M.M., H. WANG, K.T. LAU, F. CARDONA: 2013 "Effects of Chemical Treatments on Hemp Fibre Structure", **Applied Surface Science**, Volume 276, s.13-23.
- KALIA, S., R. SHEORAN: 2011 "Modification of Ramie Fibers Using Microwave-Assisted Grafting and Cellulase Enzyme-Assisted Biopolishing: A Comparative Study of Morphology, Thermal Stability, and Crystallinity", **International Journal of Polymer Analysis and Characterization**, Volume 16, Taylor & Francis Limited, s.307-318.

KARAOĞLAN, H.: 2017 “M.Ö 2000’de Anadolu’da Kumaş Üretimi (Arkeolojik Buluntular Işığında)”, **Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi Afro-Avrasya Özel Sayısı**, s.103-116.

KARSTEN, A., K. GRAHAM, J. JONES, P.W. ROGERS, Q. Swindon, **Waterlogged Organic Artefacts: Guidelines on Their Recaovery, Analysis and Conservation**, Historic England, Swindon, 2018.

KAYE, B.: 1995 “Conservation of Waterlogged Archaeological Wood “, **Chemical Society Reviews**, Issue 1, Volume 24, s.35-43.

KERR, N., B. SCHWEGER: 1989 “Survival of Archeological Textiles in an Arctic Environment”, **Biodeterioration Research** 2, Ed. C.E. O’rear, G.C. Llewellyn, New York, Plenum Press, s.19-38.

KILIÇ, N.: 2013 **Yenikapı 12 Batığında Kullanılacak Konservasyon Yönteminin Araştırılması ve Koruma Uygulaması**, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul 2013.

KIM, Y.S., A. P. SINGH: 2000 “Micromorphological Characteristics of Wood Biodegradation in Wet Environments: A Review”, **International Association of Wood Anatomists Journal**, Volume 21, Issue 2, s.135-155.

KLÜGL, J., F. MOLL-DAU, G. Dİ PIETRO: "A Portfolio-Mount for Archaeological Textile Fragments", **Proceedings of the 13th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Florence 2016**, Ed. E. Williams, E. Hocker, ICOM-CC WOAM, s.383-388.

KOÇAK, E., B. ESKİCİ: "Müzelerde Korumaya Etkiyen Faktörler", **Sanat ve Tasarım Dergisi**, Sayı 24, s.235-259.

KOEFOED, I.M.B., I. MEYER, K. STRAEKVER, P. JENSEN: 1993 "Conservation of Wet Archaeological Rope", **ICOM-CC 10th Triennial Meeting Washington**, Ed. J. Bridgland, Kansas, Allen Press, s.262-265.

KOZLOWSKI, R., M. RAWLUK, J.B. BEDOYA: 2005 "Ramie", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.207-227.

KRAMER, H.: 2017 **Diving Into Details... Reconstructing the Research and the Practices of the Textile Collection Found At Shipwreck Burgzand North 17**, Master Thesis, University of Amsterdam, Amsterdam, 2017.

KRASOWSKA, K., J. BRZESKA, M. RUTKOWSKA, H. JANIK, M.S. SREEKALA, K. GODA, T. SABU: 2010 "Environmental Degradation of Ramie Fibre Reinforced Biocomposites", **Polish Journal of Environmental Studies**, Volume 19, Issue 5, s.937-945.

KRISHNAN, K.B., I. "Jute", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. DORAISWAMY, K.P. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.24-93.
CHELLAMANI: 2005

KRONKRIGHT, D.P.: "Deterioration of Artifacts Made from Plant Materials", 1990
The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials, Ed. M.L.E. Florian, D.P. Kronkright, R.E. Norton, Getty Conservation Institute, s.139-195.

LANDI, S.: 1998
The Textile Conservator's Manual, Secon Edition, London, Routledge. ©1998.

LAWRENCE, C.A.: 2010 "Overview of Developments in Yarn Spinning Technology", **Advances in Yarn Spinning Technology**, Ed. C.A. Lawrence, United Kingdom, Woodhead Publishing Limited, s.3-41.

LESKARD, M.: 1987 "The Packing and Transportation of Marine Archaeological Objects", **Conservation of Marine Archaeological Objects**, Ed. C. Pearson, United Kingdom, Butterworth, s.117-121.

LI, M., M. OGISO, N. "Enzymatic Degradation Behavior of Porous Silk Fibroin Sheets", **Biomaterials**, Volume 24, Elsevier Science MINOURA: 2003 Limited, s.357-365.

LIU, J., D. GUO, Y. "Identification of Ancient Textiles from Yingpan, ZHOU, Z. WU, W. LI, F. Xinjiang, By Multiple Analytical Techniques", **Journal of Archaeological Science**, No. 38, Elsevier Ltd., ZHAO, X. ZHENG: 2011 s.1763-1770.

- LORD, P.R., M.H. MOHAMED: 1992 **Weaving: Conversion of Yarn to Fabric**, Second Edition, England, Merrow Publishing.
- LUCCHESI, C.S.: 2018 **The Unwound Yarn Birth and Development of Textile Tools Between Levant and Egypt**, Venezia, Edizioni Ca'Foscari Digital Publishing.
- MACHADO, A.R.R.V.: 2013 **Conservation of Underwater Archaeological Organic Material**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Haziran 2013.
- MACLEOD, I., R.J. CAR: 2014 "Conservation of A Mid-18th Century Italian Embroidered Ecclesiastical Cope and Treatment of Corroded Metal Threads Using Neutral Dithionite Solutions", **ICOM Committee for Conservation (ICOM-CC) Triennial Meeting 17th, Melbourne, Australia, 2014**, Ed. B. Janet, Paris, The International Council of Museums, s.1-7.
- MAHAPOL, S.: 2019 "The conservation of ropes from the Phanom-Surin Shipwreck Site, Thailand", **14th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials (WOAM) Conference, Portsmouth, 20-24 May 2019**, Yayınlanmamış Makale.
- MALEA, E., M. PETROU, S. RAPTI, A. POURNOU: 2016 "Managing Marine Archaeological Organic Materials in the Field", **Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Istanbul 2013**, Ed. T. Grant, C. Cook, ICOM-CC WOAM, s.36-46.

- MANNERING, U. I. "Textiles and Fabrics: Conservation and Preservation",
SKALS: 2014 **Encyclopedia of Global Archaeology 2014 Edition**,
Ed. C. Smith, New York, Springer, s.7282-7287.
- MANNERING, U., G. "Dating Danish Textiles and Skins from Bog Finds By
POSSNERT, J. Means of 14C AMS", **Journal of Archaeological
HEINEMEIER, M. Science**, Number 37, s.261-268.
GLEBA: 2010
- MAO, J., H. "Swelling and Hydrolysis Kinetics of Kraft Pulp Fibers in
ABUSHAMMALA, L.B. Aqueous 1-Butyl-3-Methylimidazolium Hydrogen
PEREIRA, M.P. Sulfate Solutions", **Carbohydrate Polymers**, Volume
LANORIE: 2016 153, s.284-291.
- MARKOVA, I.: 2019 **Textile Fiber Microscopy**, United States, John Wiley
& Sons Ltd.
- MARTINDALE, K.E.: **The Accelerated Degradation of Conserved
2015 Waterlogged Wood**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans
Tezi, Texas, 2015.
- MATHAI, P.M.: 2005 "Cair", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R.
Franck, United States, Woodhead Publishing Limited
and CRC Press LLC, s.274-314.
- MATHER, R.R., R.H. **The Chemistry of Textile Fibres 2nd Edition**, United
WARDMAN: 2015 Kingdom, The Royal Society of Chemistry.
- MCCASKILL, J.R.: 2009 **Conserving Waterlogged Rope: A Review of
Traditional Methods and Experimental Research**

With Polyethylene Glycol, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Amerika Birleşik Devletleri, Mayıs 2009.

MCCLOY, H.: 2000 **A History and Evolution of Spinning**, By Lady Siobhan Nic Dhuinnshleibhe, Known Whorl Spinners of Atlantia, (Çevrimiçi) <http://www.kws.atlantia.sca.org/spinning.html>, 16 Haziran 2020.

MCDONALD, F.: 2011 **Textiles: A History**, Great Britain, Pen & Sword Books Ltd.

MCKENNA, H.A., J.W.S. **Handbook of Fibre Technology**, Unidet States, CRC HEARLE, N. O'HEAR: Press LLC. 2004

MEMET, J.B.: 2007 "The Corrosion of Metallic Artefacts in Seawater: Descriptive Analysis", **Corrosion of Metallic Heritage Artefacts**, Ed. P. Dilmann, G. Beranger, P. Piccardo, H. Matthiese, England, Woodhead Publishing Limited, s.152-169.

MEREV, A.T.: 2019 **Tarihi Tekstillerde Bozulma Nedenleri ve Restorasyon Öncesi Yapılması Gereken İşlemler**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi, İstanbul, 2019.

MESSIRY, M. EL: 2017 **Natural Fiber Textile Composite Engineering**, United States, Apple Academic Pres.

MEUNIER, L., M. GUYON: 2019 "Caulking Textiles from the Lyon Saint-Georges 4's Shipwreck: Recording and Conservation Questions", **14th ICOM-CC Group on Wet Organic**

Archaeological Materials (WOAM) Conference, Portsmouth, 20-24 May 2019, Yayınlanmamış Makale.

MIAZGA, B., M. KONCZEWSKA: 2015 "Various Raw Materials and Large Amounts of Artefacts from New Market Square (Wrocław, Poland) A Great Challenge for the Minimal Intervention Laboratory", **Condition.2015 Conservation and Digitalization Conference Proceedings**, Ed. K. Piotrowska, P. Konieczny, Mieszka, Print Goup Szczein, s.67-72.

MIDDLETON, A.: 2018 "Conservation Trials of Rope from the London, Protected Shipwreck Site", **Proceedings of the 13th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Florence 2016**, Ed. E. Williams, E. Hocker, ICOM-CC WOAM, s.72-75.

MILLS, N.K., I.D. MACLEOD, N. SANDER: 1984 "Conservation of Waterlogged Organic Materials: Comments on the Analysis of Polyethylene Glycol and the Treatment of Leather and Rope", **ICOM Committee for Conservation, 7th Triennial Meeting Copenhagen 1984 Preprints**, 84/7, Paris, ICOM-CC, s.16-20.

MINOTTE, J.S., R.R. FRANCK: 2005 "Flax", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.94-175.

MONTEIRO, S., F.P.D. LOPES, A.P. BARBOSA, A.B. BEVITORI, I.L.A. "Natural Lignocellulosic Fibers As Engineering Materials An Overview", **Metallurgical and Materials Transactions A**, Vol. 42, Is. 10, The Minerals, Metals

DA SILVA, L.L. & Materials Society and ASM International, Article No. 2963-2974.
COSTA: 2011

MORGOS, A., I. "Sugar Conservation of Waterlogged Archaeological
SETSUO, I. KOJI: 2015 Finds in the Last 30 Years", **Condition.2015
Conservation and Digitalization Conference
Proceedings**, Ed. K. Piotrowska, P. Konieczny,
Mieszka, Print Goup Szeicn, s.15-21.

MORRIS, K., B.L. "Conservaion of Leather and Textiles form the
SEIFERT: 1978 Defence", **Journal the American Institute for
Conservation**, 18, s.33-43.

MORTON, W.E., J.W.S. **Physical Properties of Textile Fibres, Fourth
HEARLE: 2008 Edition**, England, Woodhead Publishing Limited and
CRC Press LLC.

MOUDOOD, A., A. "Flax Fiber and Its Composites: An Overview of Water
RAHMAN, A. and Moisture Absorption Impact on Their Performance",
OCHSNER, M. ISLAM, **Journal of Reinforced Plastics and Composites**,
G. FRANCUCCI: 2019 Volume 38, Issue 7, s. 323-339.

MUMFORD, L.: 2002 "The conservation of the Llangorse textile",
**Proceedings of the 8th ICOM Group on Wet Organic
Archaeological Materials Conference Stockholm
2001**, Ed. P. Horffmann, T. Grant, J.A. Spriggs, C.
Cook, A. Recth, ICOM-CC WOAM, Germany, s.471-
491.

MUNCHER, D.A.: 1991 "The Conservation of WLF-HA-1: The WHYDAH
Shipwreck Site", **The International Journal of
Archaeology**, Vol. 20, Issue 4, s.335-349.

- MUNOZ, E., J.A.G. "Water Absorption Behaviour and Its Effect on the Mechanical Properties of Flax Fibre Reinforced Bioepoxy Composites", **Hindawi Publishing Corporation International Journal of Polymer Science**, Volume 2015, Ed. S. Islam, Hindawi Limited, s.1-10.
- MURDOCK, C., J.S. "Appendix I, Curatorial Care of Archeological Objects", **The Museum Handbook Part I: Museum Collections**, Washington, DC, s.I,1-I,15.
- MURTHY, H.V.S.: 2016 **Introduction to Textile Fibers**, Woodhead Publishing India Pvt. Ltd and CRC Pres.
- MUSTACEK, M.: 2014 "Causes of the Decay of Archaeological Material", **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, 2nd Edition, Zadar, Ed. B. Luka, International Centre for Underwater Archaeology in Zadar B. Petranovica 1, s.17-25.
- MUSTACEK, M.: 2014 "Guidelines, Ethics and the Methodology of Conservation-Restoration Work Mustacek Mladen", **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, 2nd Edition, Zadar, Ed. B. Luka, International Centre for Underwater Archaeology in Zadar B. Petranovica 1, s.14-16.
- NEEDLES, H.L.: 1986 **Textile Fibers, Dyes, Finishes, and Processes a Concise Guide**, United States, Noyes Publications.
- NIENTKER, J.: 2016 "Sail in the Freezer", **Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials**

Conference Istanbul 2013, Ed. T. Grant, C. Cook, ICOM-CC WOAM, s.302-306.

NORTON, R.E.: 1990 "Conservation of Artifacts Made from Plant Materials", **The Conservation of Artifacts Made from Plant Materials**, Ed. M.L.E. Florian, D.P. Kronkright, R.E. Norton, Getty Conservation Institute, s.195-285.

O'CONNOR, S.: 2007 "High Definition X-Radiography of Textiles: Methods and Approaches", **X-Radiography of Textiles, Dress and Related Objects**, Ed. S. O'Connor, M.M. Brooks, Italy, Butterworth-Heinemann, s.23-57.

OSMAN, E.M., Y.E. "The Determination of Conservation State of ZIDAN, N.K. FAHİM: Archaeological Moroccan Kilim By Physical Analytical Methods", **International Journal of Conservation Science**, Vol. 8, Issue 1, s.51-58.

ÖZKAN, D.Z.: 2018 **Tekstil Konservasyonunda Uygulanan Fiziksel ve Kimyasal İşlemler ve Tekstil Konservasyonu Uygulamaları**, Yayınlanmamış Sanatta Yeterlilik Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara, Mart 2018.S

PARTHASARATHI, P., "Cotton Textiles and Global History", **The Spinning World, A global History Of Cotton Textiles, 1200-1850**, Ed. Riello G., P. Parthasarathi, New York, Oxford University Press, s.1-15.

PEACOCK, E.E., G. "A Survey of Conservation Methods for Trondheim's Water-Degraded Archaeological Rope", **Proceedings of the 6th ICOM Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference York 1996**, Ed.

P. Hoffmann, T. Daley, G. Tara, J.A. Spriggs, Bremerhaven, ICOM-CC WOAM, s.113-126.

PEACOCK, E.E.: 1990 "The Svalbar Textile Conservation Project", **Textiles in Northern Archaeology: NESAT III: Textile Symposium in York, 6-9 May 1987**, Ed. P. Walton, J.P. Wild, London, Archetype Publications Ltd., s.195-204.

PEACOCK, E.E.: 1991 "A Case for Artificial Water-Degraded Archaeological Textiles", **Proceedings of the 4th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven 1990**, Ed. P. Hoffmann, Bremerhaven, Ditzgen Druck and Verlags-GmbH, s.177-188.

PEACOCK, E.E.: 1996 "Biodegradation and Characterization OF Water-Degraded Archaeological Textiles Created for Conservation Research", **International Biodeterioration & Biodegradation**, Great Britain, Elsevier Science Limited, s.49-59.

PEACOCK, E.E.: 2003 "The Biodeterioration of Textile Fibres in Wet Archaeological Contexts With Implications for Conservation Choices", **Conference: Intrecci Vegetali E Fibre Tessili Da Ambientn Umido. Analisi Conservazione E Restauro**, Vol. Incontri Di Restauro 4, Trento, s.32-47.

PEACOCK, E.E.: 2005 "Investigation of Conservation Methods for a Textile Recovered from the American Civil War Submarine H.L. Hunley (1864)", **Proceedings of the 9th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Copenhagen 2004**, Ed. P. Hoffman, K.

Straetkvern, D. Gredory, J.A. Spriggs, Bremerhaven, ICOM-CC, s.497-509.

PEACOCK, E.E.: 2011 "Drying Archaeological Textiles", **Changing Views of Textile Conservation**, Ed. M.M. Brooks, D. Eastop, Hong Kong, Getty Conservation Institute, s.359-369.

PEARSON, C.: 1987 "On-Site Storage and Conservation", **Conservation of Marine Archaeological Objects**, Ed. C. Pearson, United Kingdom, Butterworth, s.105-116.

PERIN, T., A. JELIC: 2014 "Organic Material", **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, 2nd Edition, Zadar, Ed. B. Luka, International Centre for Underwater Archaeology in Zadar B. Petranovica 1, s.60-83.

PESIC, M.: 2011 "In situ Protection of Underwater Cultural Heritage" **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, 1st Edition, Zadar, Ed. B. Luka, Zadar, Futuro I.S., s.77-86.

PESIC, M.: 2014 "In situ Protection of Underwater Cultural Heritage" **Conservation of Underwater Archaeological Finds Manual**, 2nd Edition, Zadar, Ed. B. Luka, International Centre for Underwater Archaeology in Zadar B. Petranovica 1, s.97-107.

POKUPCIC, N., T. WIINBLAD, M. RINGGAARD: 2016 "Conservation of Textiles from the Metro Excavations in Copenhagen", **Proceedings of the 12th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference Istanbul 2013**, Ed. T. Grant, C. Cook, ICOM-CC WOAM, s.319-326.

PURNAWATI, R., F. “Physical and Chemical Properties of Kapok (Ceiba FEBRIANTO, I.N.J. Pentandra) and Balsa (Ochroma Pyramidale) Fibers”, WISTARA, S. **Journal of the Korean Wood Science and NIKMATİN, W. Technology**, 46(4), s.393-401.
HIDAYAT, S.H. LEE, N.H. KIM: 2018

REDDY N.: 2020 **Silk: Materials, Process, Adn Aplications**, United Kingdom, Woodhead Publishing.

RIJAVEC, T.: 2008 “Kapok in Technical Textiles”, **Textilec**, Vol 51, No 10-12, s.319-331.

RINGGAARD, M.: 2011 “Negative effects of aqueous rinsing of archaeological textiles”, **ICOM-CC Preprints. 16th Triennial Meeting, Lisbon**, (Çevrimiçi) <https://www.icom-cc-publications-online.org/>, 24 Haziran 2020.

RIOS-SOBERANIS, C.R.: 2020 “Textile Failure Analysis and Mechanical Characterization Using Acoustic Emission Technique”, **Handbook of Materials Failure Analysis, Wiith case Studies from the Electronic and Textile Industries**, Ed. Abdel S.H. Makhoulf, United Kingdom, Butterworth-Heinemann, s.303-328.

RISS, D.: 1993 “First Aid for Wet-Site Objects”, **National Park Service Conserve O Gram**, Vol. 6, Issue 1, July, s.1-3.

RIVERA, J., M. “A New Approach to Excavating and Handling JACOBSEN, P. Waterlogged Textiles from the American Civil War MARDIKIAN, M. Submarine H.L. Hunley”, **Proceedings of the 11th ICOM-CC Group on Wet Organic Archaeological**

- SCAFURI, P. DE VIVIES: **Materials Conference Greenville 2010**, Ed. K. Straetkvern, E. Williams, ICOM-CC WOAM, s.511-520. 2012
- RODGERS, B.A.: 2004 **The Archaeologist's Manual for Conservation A Guide to Non-Toxic, Minimal Inversion Artifact Stabilization**, New York, Kluwer Academic/Plenum Publisher, ©2004.
- ROTH, H.L.: 2008 **Ancient Egyptian and Greek Looms**, The Project Gutenberg eBook, ©2008.
- RYDER, M.L.: 2000 "Issues in Conserving Archaeological Textiles", **Archaeological Textiles Newsletter**, Number 31, Ed. J.P. Wild, United Kingdom, s.2-8.
- SANDERS, D.: 2010 "Knowing the Ropes: The Need to Record Ropes and Rigging on Wreck-Sites and Some Techniques for Doing So", **The International Journal of Nautical Archaeology**, 39.1, s.2-26.
- SCHARFF, A.B.: 2007 "Use of a Digital Camera for Documentation of Textiles", **First Aid for the Excavation of Archaeological Textiles**, Ed. C. Gills, M.L. Nosch, Great Britain, Oxbow Books, s.31-40.
- SCHARFF, A.B.: 2014 "Treatment of Air-Dried Archaeological Wool Textiles from Waterlogged Environments" **ICOM-CC 17th Triennial Conference Melbourne, Australia, Wet Organic Archaeological Materials**, s.1-8.
- SERRANO, A., A. "From the Bottom of the Sea to the Display Case: A
BROKERHOF, B. Study Into the Long-Term Preservation of

- ANKERSMIT, M.V. Archaeological Maritime Silk Textiles in Controlled Atmosphere”, **Journal of Cultural Heritage**, Volume 45, Ed. P. Guerriero, E. Maria, s.91-100.
- BOMMEL: 2020
- SHAMIR, O.: 2019 “Cotton Textiles from the Byzantine Period to the Medieval Period in Ancient Palestine”, **Revue d’ethnoécologie**, No. 15(15), Laboratoire Eco-anthropologie et Ethnobiologie, s.1-39.
- SHAMIR, O: 2002 “Textile Production in Eretz-Israel”, **Michmanim**, No. 16, s.19-32.
- SHAZAD, A.: 2012 “Effects of Water Absorption on Mechanical Properties of Hemp Fiber Composites”, **Polymer Composites**, Volume 33, Issue 1, s.120-128.
- SHISHLINA, N.I., O.V. “Bronze Age Textiles from the North Caucasus: New Evidence of Fourth Millennium BC Fibres and Fabrics”, **Oxford Journal of Archaeology**, 22(4), United Kingdom, Blackwell Publishing Ltd., s.331-344.
- ORFINSKAYA, V.P. GOLIKOV: 2003
- SINCLAIR, R.: 2015 **Textiles and Fashion Materials, Design and Technology Woodhead Publishing Series in Textiles**, Ed. R. Sinclair, United Kingdom, Woodhead Publishing.
- SINGH, D.P.: 2018 **Ramie (Boehmeria nivea)**, New Delhi, Central Research Institute for Jute & Allied Fibres, Indian Council of Agricultural Research.

SINGHAL, D., S. BHAGAT: 2018 "Cleaning of Metal Threads in Brocade Artifacts", **TIJ's Research Journal of Social Science & Management**, Volume 7, Number 11, s.154-160.

SLOGGETT, R.: 2018 "Conservation", **The Encyclopedia of Archaeological Sciences**, Ed. S.L.L. Varela, John Wiley & Sons, Inc., s.1-4, (Çevrimiçi) <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/9781119188230.saseas0112>, 11 Nisan 2021.

SMITH, C.W.: 2003 **Archaeological Conservation Using Polymers, Practical Applications for Organic Artifact Stabilization**, First Edition, United States of America, Texas A&M University Pres.

SMITH, N.K., M. MYERS: 2017 "Textiles", **Conservation and Care of Collections (2017)**, Ed. I. Godfrey, D. Gilroy, Western Australian Museum, (Çevrimiçi) <https://manual.museum.wa.gov.au/conservation-and-care-collections-2017>, 8 Ekim 2020.

SPONNER, J., L. TOTH, S. CZIGER, R.R. FRANCK: 2005 "Hemp", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.176-206.

STRAND, E.A., K.M. FREI, M. GLEBA, U. MANNERING, M.L., I. NOSCH, I. SKALS: 2010 "Old Textiles- New Possibilities", **European Journal of Archaeology**, Vol. 13(2), Sage Publications, s.149-173.

STRAND, E.A.: 2014 "Sheep, Wool and Textile Production. An Interdisciplinary Approach to the Complexity of Wool

Working”, **Wool Economy in the Ancient Near East and the Aegean**, Ed. C. Breniquet, C. Michel, United Kingdom, Oxbow Books, s.41-51.

SUROWIEC, I., A. “Liquid Chromatography Determination of Natural Dyes
QUEYE, M. in Extracts from Historical Scottish Textiles Excavated
TROJANOWICZ: 2006 from Peat Bogs”, **Journal of Chromatography A**,
Volume 1112, Issues 1-2, s.209-217.

TANDOĞDU, H.İ.: 2015 **Tarihi Anıt ve Sitlerde Önleyici Koruma Olarak
Ziyaretçi Yönetimi: Topkapı Sarayı Müzesi Örneği**,
Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 2015.

TARLETON, K.S., M.T. “Stabilization Methods for Textiles from Wet Sites”,
ORDONEZ: 1995 **Journal of Field Archaeology**, Vol. 22, No. 1, Taylor
& Francis Ltd., Spring 1995, s.81-95.

THOMSON, CBE G.: **The Museum Environment, Second Edition**, Great
1986 Britain, Butterworth-Heinemann.

TOLMACHEVA, E.G.: “Preliminary Report on Conservation and Studies of the
2018 Archaeological Textiles from TT 23 (Season 2018)”,
**Египет и сопредельные страны / Egypt and
Neighbouring Countries 2**, Issue 2, s.1-18.

TOPUZ, Ö.: 2018 **Arkeolojik Tekstil Konservasyonu: Türkiye Örneği**,
Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Antalya, 2018.

TOTH, M.: 2012 “Lessons Learned from Conserving Metal Thread
Embroidery in the Esterházy Collection, Budapest,
Hungary”, **Studies in Conservation**, Volume 57,
Number S1, s.305-312.

- VAJANTO, K: 2014 "Finnish Shipwreck Textiles from the 13th–18th Centuries AD." **In Monographs of the Archaeological Society of Finland 3: Focus on Archaeological Textiles: Multidisciplinary Approaches**, Ed. S. Lipkin, K. Vajanto, Helsinki, Archaeological Society of Finland, s.116-131.
- VARGHESE, A., V. MİTTAL: 2018 "Surface Modification of Natural Fibers", **Biodegradable and Biocompatible Polymer Composites, Processing, Properties and Applications**, Ed. N.G. Shimpi, United Kingdom, Woodhead Publishing, s.115-155.
- WANG, L., X. WANG: 2009 "Effect of Structure-Property Relationships on Fatigue Failure in Natural Fibres", **Fatigue Failure of Textile Fibres**, Ed. M. Mirafteb, United Kingdom, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.95-132.
- WATSON, J.: 2004 "The Freeze-Drying of Wet and Waterlogged Materials from Archaeological Excavations", **Physics Education**, Vol. 39, Number 2, IOP Publishing LTD, s.171-176.
- WEVERS, A.J.M.: 1991 "Treatment of Waterlogged Rope", **Proceedings of the 4th ICOM-Group on Wet Organic Archaeological Materials Conference, Bremerhaven 1990**, Ed. P. Hoffmann, Bremerhaven, Ditzel Druck and Verlags-GmbH, s.159-172.
- WIESNER, I., J. BEIROWSKI: 2012 "A Neolithic Shoe from Sipplingen-Technological Examination and. Conservation", **Proceedings of the 11th ICOM-CC Group on Wet Organic**

Archaeological Materials Conference Greenville 2010, Ed. K. Straetkvern, E. Williams, ICOM-CC WOAM, s.531-542.

WILD, J.P.: 2008 "Textile Production", **The Oxford Handbook of Engineering and Technology in the Classical World**, Ed. John P. Oleson, New York, Oxford University Press, s.439-464.

WRIGHT, R.P., D.L. "New Evidence for Jute (*Corchorus Capsularis* L.) in the LENTZ, H.F. BEAUBIEN, Indus Civilization", **Archaeological Anthropological Sciences**, No. 4, s.137-143.

YEHUDA, B.N., T. "Rope from the Christmas Cave: in Search of the Talmudic Hemp", **Archaeological Textiles Newsletter**, Number 50, Ed. U. Mannering, E.A. Strand, M. Gleba, C.A. Christiansen, Grafisk University of Copenhagen, Spring 2010, s.14-19.

YILDIZ, D.: 2015 **Karacakılavuz Dokumalarının Günümüz Tekstil ve Modasına Uyarlanması**, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Haliç Üniversitesi, İstanbul, 2015.

YÖNDEM, İ.A.: 2019 **Ankara'daki Müze Örneklerinde Aydınlatma Yöntemleri ve Önleyici Koruma Yöntemi Olarak Işığın Denetimi**, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara, 2019.

YU, C.: 2005 "Sisal", **Bast and Other Plant Fibres**, Ed. Robert R. Franck, United States, Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC, s.228-273.

YVANEZ, E.: 2018 "Clothing the Elite? Patterns of Textile Production and Consumption in Ancient Sudan and Nubia", **Fasciculi Archaeologiae Historicae**, No. 31, s.81-92.

<http://ids.si.edu/ids/deliveryService?id=NM AH-71-487&max=1000> 5 Mart 2020.

<https://wsimag.com/vasamuseum/artworks/117638> 21 Şubat 2021.

<https://wsimag.com/vasamuseum/artworks/117636> 21 Şubat 2021.

<https://www.peoplescollection.wales/items/44802> 20 Şubat 2021.

<https://texasbeyondhistory.net/belle/imagages/skel-close.html> 28 Şubat 2021.

<https://texasbeyondhistory.net/belle/imagages/skeleton-bullock.html> 28 Şubat 2021.

<http://www.thehistoryblog.com/archives/41653> 5 Mart 2021.

<https://www.omnitapps.com/cases/museum-kaap-skil-interactive-digital-exhibit/> 5 Mart 2021.

https://media.insiders.nl/fry/files/image/kaapskil-texel-1_3247976007.jpeg 5 Mart 2021.

https://ichef.bbci.co.uk/news/976/media/images/67761000/jpg/_67761386_dsc_0242.jpg 5 Mart 2021.

<https://hammaddeleransiklopedisi.com/makaleler.php> 9 Haziran 2021.

<https://hammaddeleransiklopedisi.com/makale-detay.php?seo=mannitol-ve-ozelliklerikullanimi.html>



EKLER

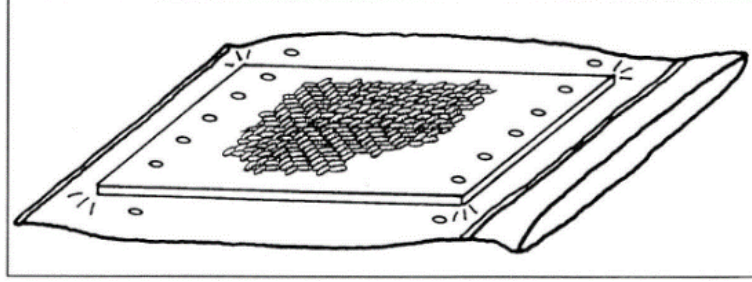
EK 1: Şekil

Şekil 1: Islak arkeolojik tekstil için oluşturulmuş envanter örneği.

CONDITION REPORT TEXTILE - ROPE		Side code:	Accession Number:
Site name:		Context no:	Artefact number:
		Grid square:	
Method of excavation	Hand retrieved ☐	Sieve retrieved ☐	
Type	Dimensions m/mm	Weaving	
Textile 2D ☐	Height:	Plain ☐	
3D ☐	Width:	Twill ☐	
Rope ☐	Thickness:	Other ☐	
Decoration	Yes ☐	No ☐	
Decoration type			
Dye:	Embroidery:	Metallic thread:	
Fringe:	Cord:	Other:	
Condition	Intact ☐	Fragment ☐	
Partially burnt ☐	Carbonized ☐	Excavation damage ☐	Mineralized ☐
Deformation ☐	Distortion ☐	Fold/crease ☐	Stain/discoloration due to metal corrosion ☐
Fraying ☐	Brittleness ☐	Stiffness ☐	Cracks ☐
Split ☐	Material loss ☐	Other ☐	
Research Potential YES ☐ NO ☐	Sampling YES ☐ NO ☐	Sampling No	
Part of composite object ☐	Fused with other organic material ☐	Fused with mineral concretions ☐	
Priority	0 (none) ☐	1 (low) ☐	2 (medium) ☐
			3 (high) ☐
Comments			
Packing:	Sticker place	Completed by:	
Box number:		Date:	

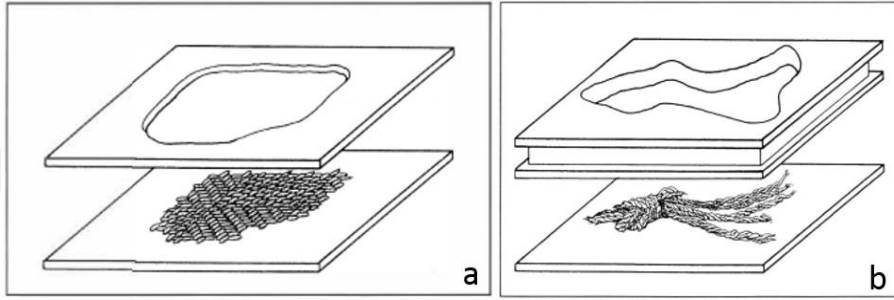
Kaynak: Malea v.d., 2016: 42.

Şekil 2: Eserin şekline göre kesilmiş sistem.



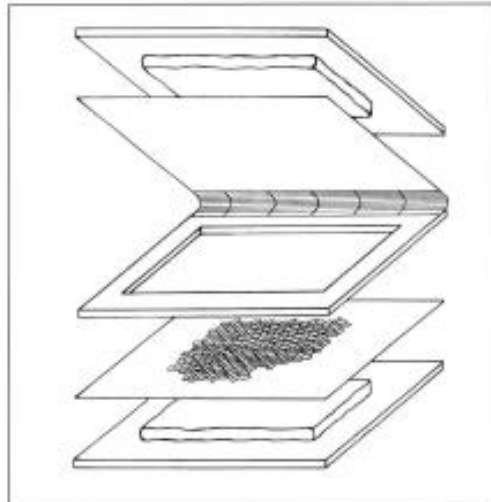
Kaynak: Peacock, Griffin, 1998: 69.

Şekil 3: Eserin şekline göre kesilmiş sistem.



Kaynak: Peacock, Griffin, 1998: 71.

Şekil 4: Yastıklı pencere sistemi. Polyester dolgulu kumaş kaplı asitsiz karton üzerine yerleştirilmiş tekstil.



Kaynak: Peacock, Griffin, 1998: 76-77.