



YELKEN KUMAŞI MALZEMESİ

3* YELKENCİ MAKALESİ

KAĞAN İNCETAN

MART 2016

İçindekiler

Önsöz.....	2
1. Geçmişten Günümüze Yelken Malzemesi.....	3
2. Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri	3
3. Kumaş Üretim Teknikleri.....	8
3.1. Dokuma Yöntemi.....	9
3.2. Laminasyon Yöntemi	11
3.3. Cuben Fiber.....	13
3.4. Kalıpla Üretim Yöntemi (3DL).....	14
4. Cross-cut ve Radial-cut Yelkenler.....	15
5. Yelkenin Değişirme Zamanının Geldiği Nasıl Anlaşılır?.....	16
6. Yelken Alırken Dikkat Edilecek Hususlar	17
7. Yelken Bakımı	18
8. Yelken Tamirinde Kullanılan Malzemeler ve Teknikler	19
9. Kaynakça.....	21
Ek	22

Önsöz

Yabancı ve Türkçe kaynaklardan edindiğim bilgilerle yelken tecrübemi ve konudaki teknik bilgimi katarak hazırlamış olduğum bu araştırmanın yelken kumaşında kullanılan malzemeleri, yelken üretim, bakım ve tamir tekniklerinin inceliklerini merak eden tüm yelkencilere ve araştırmacılara kaynak olması aynı zamanda Türk denizcilik ve yelkencilik mirasına katkı sağlaması dilekleriyle...

Yelken sporunu ve denizciliği bana öğretip sevdiren, kaptanlık yolunda bana destek olup yanımda olan başta mentorum Özcan Vardar olmak üzere tüm kaptanlarıma ve başta yönetim kurulu başkanım Göktuğ Marmara olmak üzere tüm takım arkadaşlarıma çok teşekkür ederim.

1.Geçmişten Günümüze Yelken Malzemesi

Arkeolojik çalışmalar yelkenlerin götürücü bir araç olarak kullanımının M.Ö. 4000 yıllarına dayandığını göstermektedir. Motorun henüz bulunmadığı bu dönemlerde savaş, ticaret, ulaşım ve balıkçılık gibi amaçlar için kullanılan yelkenler pek çok uygarlığın kaderini belirlemiştir. Örneğin Mısırlılar daha büyük yelkenler taşıyabilsin diye daha uzun ve sağlam direkli tekneler inşa etmiş ve bu sayede pek çok savaş kazanmıştır. Kullandıkları yelkenli tekneler sayesinde Vikingliler denizlerde çok uzun mesafeler katedebilmişlerdir. Tarihte kullanılan ilk yelkenler papirüs parçalarından yapılmış fakat bu malzemenin dayanıksız oluşu büyüyen yelken ebatlarıyla birlikte bu malzemeyi kullanışsız hale getirmiştir. Tarihten günümüze genellikle yelkenli teknelerin gelişimi teknenin en önemli parçası olan yelkenlerin gelişimiyle sınırlanmıştır. Malzeme bilimi ve teknolojinin gelişmesiyle birlikte yelkenlerin şekli, yapısı ve malzemesi ciddi değişikliklere uğramıştır.

19. Yüzyılın ortalarına kadar ince dokunmuş keten kumaşı ve pamuk en çok kullanılan yelken malzemeleri olmuştur. Pamuğun ketene göre daha hafif olması avantaj sağlasa da doğal liflerden üretilen bu malzemelerin kolay çürümesi, UV ışınlarına ve neme karşı dayanıksız olması gibi dezavantajları yelken üreticilerini çevresel ve mekanik etkilere karşı daha dayanıklı olan yeni malzeme arayışlarına ve üretimde yeni teknikler geliştirmeye itmiştir. Bu sürecin sonunda daha yüksek performanslı sentetik malzemeler üretilmeye başlanmıştır.

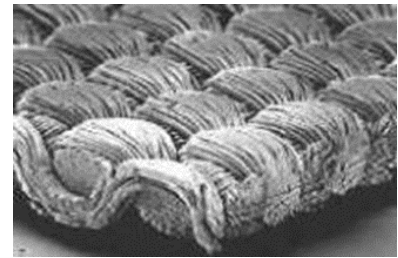
1938 yıllarından itibaren yelken kumaşında doğal malzemenin yerini sentetik malzemeler almıştır. Naylon ve Polyester ilk kullanılan sentetik malzemeler olmuştur. Daha sonraları yine Naylon ailesinden olan Aramid'ler (Kevlar, Twaron ve Technora gibi) kullanılmıştır. Teknolojinin geliştikçe bu yarışa Spectra, Certran ve Dyneema gibi Polietilen malzemeler ve Sıvı-Kristal Polimer malzeme (Vectran ve PBO gibi) eklenmiştir. Son olarak Karbon Fiber kullanılmaya başlanmıştır.

Yelken kumaşı diğer kumaşlarda olduğu gibi ipliklerin işlenmesiyle üretilir ve binlerce iplik birleşerek kumaşı meydana getirir. Dolayısıyla yelken kumaşını incelerken en küçük birim olan ipliklerin incelenmesi kumaşın özelliğini anlamamızı kolaylaştırır.

2.Günümüzde Yaygın Olarak Kullanılan Malzemeler ve Özellikleri

Dacron

Kimyasal adı Polyethylen Terephthalate olan ve 1950 yılında polyesterden üretilip DuPont firması tarafından tescillenen bu kumaş ilk başta mobilya kaplamalarında kullanılmak için üretilmiş olsa da sahip olduğu özellikler sayesinde kısa süre içinde yelkenler için de kullanılmaya başlanmıştır. Dacron yelken kumaşında



ŞEKİL 1:DOKUMA DACRON'UN BÜYÜTÜLMÜŞ GÖRÜNÜŞÜ

Naylon'dan sonra kullanılan ilk sentetik malzeme olmuştur. Dacron yelkenlerin sahip olduğu güç, aşınmalara ve bükülmelere karşı dayanıklılığı, UV ışınlarına karşı dirençli olması ve makul fiyatlara alınabilir olması bu kumaşın bu kadar çok tercih edilmesini açıklayan sebeplerdir. Ayrıca bu polyester lifler emme özelliği az olduğundan yelken ıslandığında kumaşın kurummasını kolaylaştırmaktadır. Tüm bunlar bu yelkenlerin uzun yıllar özellikle gezi yelkenciliğinde tercih edilmesini açıklayan özelliklerdir. Dacron yelkenler uzaktan bakıldığında birbirine çok benzerler ve kumaşın kalitesini anlamak güçtür. Dacron



ŞEKİL 2:DACRON YELKEN KUMAŞI

kalitesini etkileyen faktörlerden birincisi ipliklerin kopma direnci, anlık ve uzun süreli yük altında oluşacak esnemeye karşı direnci ve dokuma kalitesi gibi ipliklerin fiziksel özellikleridir. Tüm bu özellikleri en iyi şekilde sağlayan Dacron en kaliteli ve dolayısıyla en pahalı kumaştır. İkincisi ipliklerin dokuma sırasındaki yerleşimindeki görülen farklılıklardır. Dacron yelkenler ipliklerin çözgü ve atkı adı verilen kumaşın boyuna ve enine yönlerindeki uzamalarıyla dokunur ve bu yönlere yerleştirilen iplik oranları değişkendir ve bu oranlar Dacron kalitesini etkiler. (Ayrıca bkz Çözgü, Atkı ve Verev Kavramları) Dokuma sıklığı kaliteyi etkileyen üçüncü etkendir. İpliklerin yoğun olduğu kumaşlar daha sıkı dokunurken iyi sıkıştırılmamış iplikler dokumanın kalitesini düşürür. Kumaşın yüzeyine uygulanan bitirme işlemi Dacron kalitesini belirleyen son unsurdur. Bu kumaşların ısıtılıp ıslatıldığında çekerek büzüldüğü fark edilmiş ve büzüldükten sonra sıkılaştıran iplikler dokumayı daha sıkı bir hale getirmiştir. Çekerek sıkılaştıran dokuma kumaşı üreticiler reçine ile kaplayarak daha kararlı bir yapı elde etmektedir. Bu işlemde uygulanan reçine miktarı ve kalitesi yelkenin kalitesini doğrudan etkilemektedir çünkü reçinenin salınması durumunda ipliklerde kırılmalar görülmeye başlanır. Gün geçtikçe Dacron'lar popülerliğini teknolojinin gelişmesiyle ortaya çıkan daha güçlü ve az esneyen malzemelere bırakmaya başlamıştır. 2002 yılında üretilen yelkenlerin %70'i Dacron iken günümüzde bu oran hızla düşmektedir.

Naylon

1938 yılında yelken kumaşında kullanılan ilk sentetik malzeme olan Naylon güçlü, aşınmalara dayanıklı ve hepsinden önemlisi hafif olmasıyla özellikle geniş seyirlerde kullanılan balon yelkenlerde çok tercih edilen bir malzeme olmuştur. Dar seyirlerde kullanılmamasının sebebi ise bu malzemenin esnemelere karşı dayanıksız olmasıdır. Bu yüzden Naylon yelkene uygulanan kuvvetlerin az olduğu geniş seyirlerde tercih edilir. Naylon'un kolay şekilde boyanabiliyor olması genellikle beyaz renkli Dacron'a göre daha estetik bir görünüş kazandırması balon yelken için bir tercih unsuru daha oluşturmaktadır. Fakat Naylon, güneş ışığından, nemden ve kimyasal maddelerden kolay etkilenip

bozulduğu için ömrü diğer sentetik malzemelere göre daha kısadır. Naylon'dan yapılmış bir balon yelken yıkanırken kesinlikle klorlu ağartıcılar ya da çamaşır sularına temas ettirilmemesi gerekir.



ŞEKİL 3: NAYLON'DAN ÜRETİLMİŞ BALON YELKENLER

Pentex

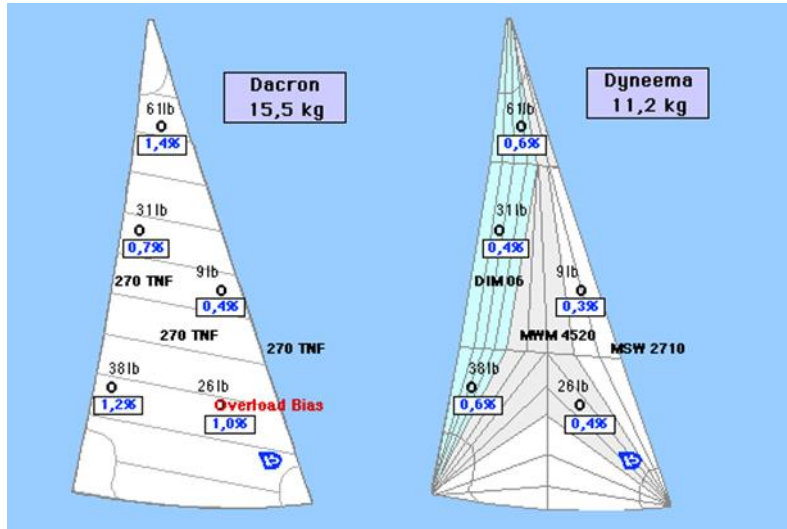
Uzun adı Polyethylene Napthalate olan Pentex ilk olarak araba lastiği ya da endüstriyel lastiklerde kullanılmış olup malzeme özellikleri sayesinde yelken kumaşı olarak kullanılmaya başlanmıştır. Dacron'un tüm özelliklerine sahip olup Dacron'dan 2.5 kat daha yüksek esneme direncine sahip Pentex'in en büyük dezavantajı liflerin sıcaklık ve nem altında çok az çekiyor olmasıdır. Dacron'un özelliklerini anlatırken de bahsedildiği üzere dokuma kumaşlar üretildikten sonra çektirilip iplikler sıkılaştırılır ve bu sayede daha kararlı bir yapı elde edilir. Dacron lifler boyunun %15-20'si oranlarında çekerek dokumanın sıklaşmasını sağlarken Pentex sadece boyunun %5'i kadar çekebilir bu yüzden istenildiği kadar sıkı bir yapı elde edilemez. Bu sorunu çözmek ve kararlı bir yapı oluşturmak için yelken üreticileri daha çok reçine kullanmayı düşünmüşlerdir fakat bu da başka sorunlara yol açmıştır. Bu yüzden Pentex, dokuma yerine laminasyon yöntemiyle üretilen kumaşlarda kullanılmaya daha uygun bir malzemedir. (Ayrıca bkz. Laminasyon yöntemi) Bu yöntemde Pentex lifler bir tabakaya (genellikle Mylar filme) özel yapıştırıcılar yardımıyla sabitlenir ve Pentex'in sunduğu yüksek güç ve esneme dayanımı alt katmanın sağladığı stabil yapıyla birleşerek yüksek performanslı bir kumaş elde edilir. Aynı zamanda Pentex'in maliyetinin düşük olması bu kumaşı yarış tekneleri için cazip kılmaktadır. Bazı yarışlarda daha yüksek teknoloji ve üst düzey malzemelerin kullanımı yasaklanarak Pentex kullanımı teşvik edilmektedir ve bu sayede yarışlardaki rekabetin maliyetleri olabildiğince düşük tutulmaya çalışılmaktadır. Son olarak Pentex UV ışınları altında diğer Polyester malzemelere göre çok daha sağlam kalabilmektedir ve kullanıldığı yelkenin ömrünü en az 2 kat uzatmaktadır. Tüm bunlar Pentex'i yüksek performans isteyen gezi tekneleri ve Dacron'a alternatif arayan yarış tekneleri için iyi bir alternatif yapmaktadır.

Spectra

Polietilen ailesinin üyelerinden olan Spectra Karbon'dan sonra esnemeye karşı en dirençli malzemedir. Ayrıca UV ışınlarına karşı çok dayanıklı olması, kopma ve bükülme dirençlerinin çok yüksek olması bu malzemenin yelken kumaşı olarak tercih edilmesinin sebeplerindendir. Fakat Spectra'nın sürünme direnci (uzun süreli yük altında oluşacak uzamalara karşı direnç) düşüktür. Dolayısıyla bu malzemenin yapılmış bir yelken uzun süreli kullanımdan sonra şeklini kaybetmektedir. Bu sebeple America's Cup gibi uzun süreli yüksek performans gerektiren yarışlarda kullanılması uygun değildir. Ayrıca Spectra'nın sahip olduğu kaygan yapı laminasyon yöntemiyle işlenmesine izin vermemektedir çünkü malzeme yapıştırıcıyı tutmamaktadır. Bu malzeme yelken kumaşı dışında kurşun geçirmez yeleklerde veya uçakların kokpit kapılarının üretiminde de kullanılmaktadır.

Dyneema ve Certran

Polietilen ailesinin son iki üyesi olan bu malzemeler Spectra'ya çok benzeyip Avrupa ülkelerinde üretildiği için Avrupa'da Spectra yerine yelken kumaşlarında kullanılmaktadır. Certran esneme direnci Spectra'ya göre biraz daha düşük olup Dyneema'nın iplikleri Spectra'dan farklı ebatlarda bulunabilmektedir.



ŞEKİL 4: DACRON VE DYNEEMA YELKENLERİN 5 KRİTİK NOKTA İÇİN AYNI YÜK ALTINDAKİ ESNEME DEĞERLERİ

Kevlar

Bir Aramid türü olan Kevlar 1971 yılında DuPont firması tarafından üretilip kısa sürede Dacron'dan sonra en çok bilinen yelken malzemesi olmuştur. Altın rengiyle kolayca tanınabilen Kevlar aynı ağırlıktaki çelikten daha güçlüdür ve Polyester'den beş kat daha yüksek esneme direncine sahiptir. Üretilen farklı özelliklerdeki Kevlar'lar farklı esneme dirençlerine sahiptir fakat esneme direnci arttıkça malzemenin bükülme direnci azaldığından bu iki özellik arasında bir denge kurulmaya çalışılmaktadır.

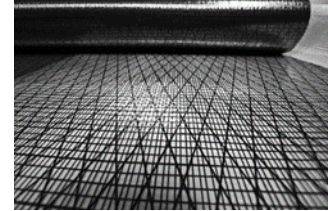
Bükülme yelkenlerde pırpırlama esnasında malzemenin şeklini kaybetmesidir ve bu direncin azalması yelkenin ömrünü ciddi şekilde kısaltmaktadır. Ayrıca güneş ışığı altında Kevlar lifler Polyester'e göre iki kat daha hızlı bozulmaktadır ve gücünü kaybetmektedir. Bunun sonucu olarak altın rengi solgun kahverengine dönüşmektedir. Yelken üreticileri Kevlar'ı güçlü tafta malzemeyle kaplayarak güneşin ve rüzgarın olumsuz etkilerini en aza indirmeye çalışmaktadır. Bu sayede UV ışınlarının zararlı etkisi azaltılırken rüzgarın bükme momenti kırılmakta ve yelkenlerin ömrü uzatılmaktadır. Yüksek fiyatlı bir malzeme olmasına rağmen Kevlar sahip olduğu avantajlarla yüksek performans yelkenler arasında öncü olmaya devam etmektedir.



ŞEKİL 5:KEVLAR BİR YELKEN RENGİNDEN KOLAYCA TANINABİLİR

Technora

Diğer bir Aramid türü olan Technora Japonya tarafından üretilmektedir. Kevlar'dan esneme direnci daha düşük olup bükülme direnci daha yüksek olan bir malzemedir. Kevlar gibi altın renkli olmasına rağmen UV ışınlarının etkisini azaltmak için siyaha boyanarak kullanılmaktadır. Maliyetine göre performansının düşük olması sebebiyle günümüzde daha az tercih edilse de lamine kumaşlarda verev (çapraz, köşegen) yönünde direnci artırmak için kullanılmaktadır.



ŞEKİL 6:SIYAHA BOYANMIŞ TECHNORA KUMAŞ

Twaron

Kimyasal ve fiziksel özellikleri Kevlar'a çok benzeyen Japon üretimi bir Aramid olan Twaron, neredeyse Kevlar kadar esneme direncine sahip olup UV ışınlarına Kevlar'dan daha dirençli olması sebebiyle tercih edilen bir malzemedir.

Vectran

En yeni yüksek teknoloji malzemelerden biri olan Vectran bir çeşit Sıvı-Kristal Polimer maddedir. Aynı ağırlıktaki çelikten beş kat alüminyumdan on kat daha güçlü olan Vectran, Kevlar kadar esneme direncine sahipken bükülme direnci Kevlar'dan daha yüksektir. Aşınması çok zor olan bu malzemenin sürünme direnci çok yüksektir. Fakat bu malzeme ışığa karşı çok hassastır ve güneş ışınlarına maruz kaldıkça lifler güçsüzleşip kopmaya başlamaktadır. Vectran'ın başka bir avantajı ise nem tutmamasıdır ve bu sayede liflerin küflenip bozulması çok güçtür. Ayrıca bu malzeme şeritler halinde üretildiği için laminasyon yönteminde kullanılan film ve taftalara çok iyi yapışıp kararlı bir yapı sağlamaktadır.

PBO

Sıvı-Kristal Polimer ailesinin üyesi olan bu malzeme şu ana kadar üretilmiş aynı ağırlıktaki diğer tüm liflerden daha yüksek esneme direncine ve sağlamlığa sahiptir. PBO'nun sahip olduğu yüksek bükülme, aşınma ve sürünme direnci bu malzemeyi kusursuz kılıyor gibi görünse de PBO maliyeti yüksek bir malzemedir. Bu yüzden kullanımı kısıtlanmaktadır. Yüksek fiyatının yanında PBO güneş ışınlarına karşı çok hassastır ve koruyucu filmler arasına sandviç yöntemiyle yerleştirilmediği sürece ömrü çok çabuk tükenmektedir. Tüm pozitif özelliklerine rağmen PBO'nun fiyatı ve güneşe karşı hassaslığı bu malzemenin tek başına kullanılmaması için yeterli sebeplerdir. Bu yüzden bu lifler diğer sentetik Kevlar veya Twaron gibi malzemelerle karıştırılarak kullanılmakta ve ortaya Aramid'lerden daha güçlü ve hafif, PBO'dan daha uzun ömürlü bir kumaş çıkmaktadır.

Karbon Fiber

Karbon, hidrojen ve nitrojen içeren akrilik malzemeden üretilen ve yüksek esneme direncine sahip bu malzeme aynı zamanda kırılğan ve yüksek maliyetli olması sebebiyle yelken kumaşı olarak kullanılmaya çok geç başlanmıştır. Isıl işlem uygulanarak karbon hariç diğer atomların ortadan kaldırılmasıyla elde edilen aynı ağırlıktaki yüksek esneme direnci, Karbon'u yelken üreticileri tarafından tercih edilen bir malzeme haline getirmiştir. Karbon Fiber ilk defa America's Cup yarışlarındaki yelkenlerde görülmüştür. PBO'da olduğu gibi Kevlar, Spectra veya Vectran gibi diğer malzemelerle kombine edilerek kullanıldığında ortaya daha uzun ömürlü ve esnemeyen kumaşlar çıkmıştır. Ayrıca kendinden siyah renkli olması sebebiyle UV ışınlarından neredeyse hiç etkilenmemesi Karbon'u günümüzde daha da popüler hale getirmeye başlamıştır.



ŞEKİL 7:KARBON FİBER YELKENLERİN GÖRÜNÜŞÜ

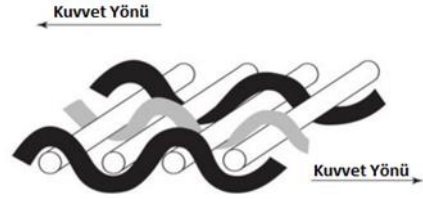
3.Kumaş Üretim Teknikleri

Kumaş üreticileri yukarıda anlatılan malzemeleri kullanarak en az esneyen, en hafif, en sağlam ve en ucuz yelkenleri üretmeye çalışmaktadır. Yelkenin daha iyi bir performans sağlayabilmesi, kullanılan malzemelerin özelliklerine bağlı olsa da gelişen teknolojiyle bu malzemelerin farklı kombinasyonlarının aynı kumaşta kullanılabilmesi üretim tekniklerinin de yelken performansını etkilediğini göstermektedir. Uygulanan üretim tekniği kullanılan malzeme çeşidinden sonra yelken maliyetini belirleyen ikinci unsurdur. Kullanılan malzemenin nasıl işlendiği işçilik zamanını etkilediği için uygulanan üretim tekniği doğrudan maliyetleri değiştirmektedir.

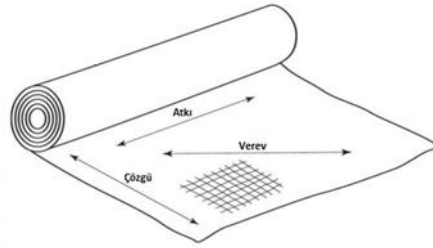
Kumaş üretiminde kullanılan üç yöntem bu bölümde incelenecektir.

3.1.Dokuma Yöntemi

Yelkencilğin ilk günlerinden beri kullanılan bu yöntem, yelkeni oluşturacak iplikleri birbirlerinin altından ve üstünden geçirerek işlenmesiyle yani dokunmasıyla uygulanır. Tarihteki ilk yelkenler ketenin dokumasıyla üretilirken günümüzde polyester malzemenin dokunmasıyla yelken kumaşı üretilmektedir. Diğer yöntemlere kıyasla dokuma yöntemi genellikle tek tip malzemenin geleneksel yollarla işlenmesiyle uygulanır. Günümüzde çok yaygın olarak kullanılan Dacron yelkenler bu yöntemle üretilmektedir. Dacron 1950'lerden beri yelken üretiminde kullanılmaya başlanmış polyester bazlı bir malzemedir ve o yıllarda yelken yapmanın tek yolu dokuma yöntemi olduğundan Dacron kısa sürede marketin temel taşı olmuştur. Dokuma işlemi ipliklerin birbirlerinin altından ve üstünden geçerek işlenmesiyle uygulanır ve bu iplikler yelken kumaşına yük uygulandığında uzayarak kumaşın istenmeyecek ölçüde esnemesine yol açmaktadır. Yelken üreticileri bu sorunu çözmek için uğraşmışlar ve gelişen teknolojiyle daha güçlü kumaşlar üretmişlerdir. Bu yöntemi daha iyi anlayabilmek için önce dokunan kumaşın özelliklerini ele almak gerekir.



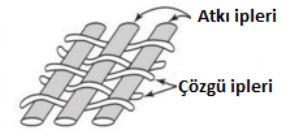
ŞEKİL 8: HER TÜR DOKUNMUŞ KUMAŞ GİBİ DOKUMA YELKEN DE YÜK ALTINDA ESNEYEREK DÜZLEŞMEK İSTER



ŞEKİL 9: ÇÖZÜ, ATKI VE VEREV YÖNLERİ

Çözü, Atkı ve Verev Kavramları

Çözü kumaşın uzunluğu boyunca uzanan, atkı çözüye dik olarak kumaşın genişliği boyunca uzanan ipliklere verilen isimlerdir. Tercihe göre yelken üreticileri yelkenleri atkı ya da çözü yönünde daha çok iplik kullanarak daha sağlam tasarlayabilmekte veya iki yönde de eşit miktarda iplik dokuyarak dengeli kumaşlar elde edebilmektedir. İpliklerin hangi yönde daha kuvvetli olması gerektiği yelkenin kullanımına göre dolayısıyla yelkene uygulanacak en fazla kuvvetin doğrultusuna göre belirlenmelidir. Örneğin en fazla kuvvetin

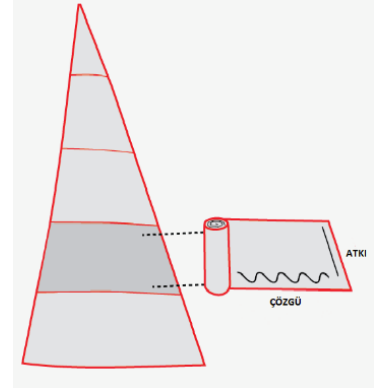


Atkı yönü daha kuvvetli (Atkı ipleri daha büyük)



ŞEKİL 10: RESİMDEKİ KUMAŞTA ÇÖZÜ İPLİKLERİ (SOLDAN SAĞA DOĞRU UZAYAN İPLİKLER) ATKI İPLİKLERİNİN ÜSTÜNDEN VE ALTINDAN GEÇEREK ÖRÜLMÜŞTÜR. BU DURUMDA ESNEME BU ALTA VE ÜSTE GİREN ÇÖZÜ İPLİKLERDE DAHA ÇOK GÖRÜLÜRKEN DÜZ UZANAN ATKI İPLİKLERİNDE DAHA AZ GÖRÜLMEKTEDİR

güngörmez yakasında olduğu bir yelken için ipliklerin daha fazla atkı yönünde dokunduğu bir kumaş tercih edilmelidir. İpliklerin herhangi bir yönde artırılması yelkenin ağırlığını da etkilediği için kullanılacak teknenin boyutu ve yelkenden beklenen performans göz önünde bulundurularak dokuma iplikleri yoğunlaştırılmalıdır. Unutulmamalıdır ki dokuma sırasında çözgü yönündeki iplikler atkı yönündekilerin altından ve üstünden geçmektedir. Bu yüzden kuvvet altında esneme çoğunlukla çözgü yönünde görülmektedir. Dolayısıyla yelkenler genellikle genişliği boyunca daha az esnemektedir. Dokuma kumaşı oluşturan birimlerin yani iplerin birbirleri üzerine bükülmesiyle



ŞEKİL 11: ÇÖZGÜ VE ATKI YÖNLERİNİN YELKEN ÜZERİNDE GÖSTERİLİŞİ

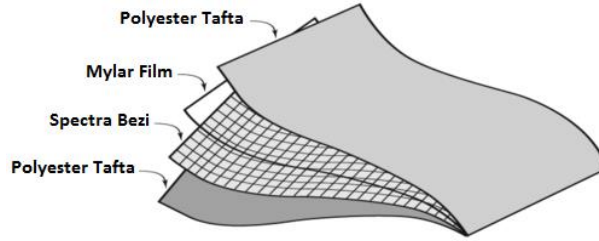
uygulanır ve ipliklerin çözgü veya atkı yönlerindeki yoğunluğu DPI (Denier Per Inch) kavramıyla ifade edilir. Buna göre belirtilen sayı o yöndeki bir inç (2.54 cm) iplik üzerindeki büküm sayısını vermektedir. Örneğin 300 DPI çözgü 1000 DPI atkı bir dokuma 40 feet üzerindeki bir gezi teknesi için uygun bir cenova veya daha küçük bir tekne için uygun bir ana yelken olabilir.

Dokunmuş kumaşta çözgü ve atkı yönlerine 45 derecelik açı yapan hayali bir doğrultuya verev denir. Verev yani köşegen yönünde herhangi bir iplik bulunmadığından dokuma kumaşın bu yöndeki esneme direnci diğer yönlere göre çok daha düşüktür. Bu özellik herhangi bir dokuma kumaşın üstünden veya yanlarından çekilmesiyle ve köşelerinden çekilmesiyle oluşan şekil bozulmasının kıyaslanmasıyla çok rahat görülebilir. Bu yönde oluşacak esnemeler yelkenin şeklinin bozulmasına ve dolayısıyla kullanılamamasına sebep olabilmektedir. Bu esnemeyi ortadan kaldırmak için mühendisler çeşitli teknikler geliştirmişlerdir. Bunlardan birincisi dokunmuş kumaşa ısı işlem uygulayıp çekmesini sağlamaktır. Sıcaklığın yükselmesiyle küçülen iplikler dokuma kumaşı sıklaştırarak ipliklerin birbirlerine yaklaşmasını sağlamaktadır. Çözgü iplikleri %15-20 oranında küçülürken atkı ipliklerinde bu oran daha azdır. Esneme direncini yükselten ikinci işlem dokunmuş kumaşın reçine yedirilerek liflerin güçlendirilmesidir. Bu işlem için kullanılan reçine günümüzde Melamin gibi senetik malzemelerden hazırlanarak üretilmektedir. Bu işlem sonunda daha kararlı ve az esneyen kumaşlar elde edilir. Özetlemek gerekirse dokuma kumaşın kalitesini etkileyen dört unsur vardır. Bunlardan birincisi ipliklerin kalitesi yani kumaşı oluşturan liflerin sahip olduğu esneme, kopma veya sürünme direnci gibi fiziksel ve UV veya kimyasallara karşı direnç gibi kimyasal özelliklerdir. İkinci unsur kumaşın dokunurken çözgü ve atkı yönlerindeki liflerin miktarı ve oranıdır. Üçüncü unsur kumaşın ısı işlemler sonucunda çekmesiyle elde edilen dokumanın sıklık miktarıdır. Dokuma ne kadar sıkça kumaş o kadar kararlı bir yapıya sahip olacaktır. Kumaşın kalitesini etkileyen son unsur ise dokumadan sonra kumaşa yedirilen reçinenin miktarı ve kalitesidir. Reçine işlemi kumaşın esneme direncini etkilediği için önemlidir.

3.2.Laminasyon yöntemi

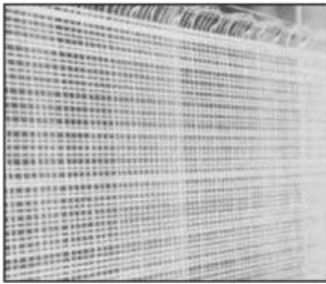
1970 yıllarında ortaya çıkan bu yöntem ilk defa America's Cup yarışlarında kullanılan yelkenlerin üretiminde kullanıldı ve bu yöntemin sağladığı yüksek performans sayesinde laminasyon kısa süre içinde yaygın hale geldi. Bu yöntemde kumaşı oluşturan iplikler dokumada olduğu gibi birbirinin altından ve üstünden geçerek işlenmek yerine özel yapıştırıcılar yardımıyla katları oluşturan filmlere ısıtılmış rulolar arasından geçirilerek yapıştırılmaktadır ve bu katlar farklı şekillerde kombine edilerek yelken kumaşını

oluşturmaktadır. Laminasyon yönteminin sağladığı en büyük avantajlardan biri farklı malzemelerin kombine edilerek optimum özellikte kumaş üretilebilmesidir. Bu yöntemle yelken



ŞEKİL 122:LAMİNEVİ OLUŞTURAN KATLAR

üzerine uygulanan kuvvetler baz alınarak yelkenin farklı bölgelerinde farklı özelliklere ve kalınlıklara sahip malzemeler kullanılmaktadır. Örneğin, bir yelkenin orsa yakasında veya orta kısımlarına uygulanan kuvvet güngörmez yakasına uygulanana nazaran çok daha küçüktür. Geleneksel dokuma yöntemiyle üretilen ve cross-cut kesilen bir yelken kumaşı boylu boyunca aynı özelliğe sahip olacaktır. Dolayısıyla en fazla kuvvetin olduğu güngörmez yakası göz önüne alınarak üretilecek bir dokuma yelkenin orsa yakası gereğinden fazla kalın dolayısıyla da ağır olacaktır ve bu da yelkenin performansının düşmesine sebep olacaktır. Oysa ki laminasyon yöntemiyle üretilen yelkenlerde radial-cut denilen kesim yönteminin de sayesinde orsa yakası ve yelkenin orta kısımları hafif tutulabilmektedir. (Ayrıca bkz. Cross-cut ve Radial-cut Yelkenler) Bu sayede daha güçlü daha hafif ve daha yüksek performanslı yelkenler üretilebilmektedir. Ayrıca dokuma



ŞEKİL 13:LAMİNASYONU OLUŞTURAN İPLİKLER KATMANI OLUŞTURACAK FİLM ÜZERİNE YAPIŞTIRILMAKTADIR

yelkenlerdeki atkı ve çözgü yönleri dışındaki doğrultularda (verev) meydana gelen istenmeyen uzamalar, lamine edilmiş kumaşlarla üretilen yelkenlerde Mylar ve PEN adı verilen filmler kullanılarak ortadan kaldırılabilir. Dacron gibi dokuma yelkenlerde birbirinin altından ve üstünde geçen ipliklerin arasında oluşan boşluklardan ortaya çıkan esnemeler bu yöntemde benzer boşluklar olmaması sebebiyle görülmemektedir. Bu sayede Dacron'a göre çok daha az esneyen ve neredeyse hiç kırılmayan ve şeklini Dacron'a göre çok daha uzun süre koruyabilen kumaşlar elde edilebilmektedir. Laminasyon kalitesini

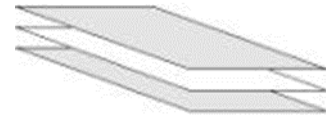
kullanılan yapıştırıcının özelliği ve miktarı, sıkıştırma işlemi sırasında uygulanan sıcaklık ve basınç değerleri etkiler. Lamine yelkenlerin en büyük dezavantajı kullanılan film kaplamalarının güneş ışığıyla uzun süreli temastan sonra kırılganlaşarak kolay bir şekilde parçalanabilmesidir. Ayrıca kaplanan film

zamanla çekerek yelkenin şeklinin bozulmasına sebep olabilmektedir. Bunu önlemek ve filmi korumak amacıyla ipek veya naylondan yapılan ince, sert ve parlak bir kumaş olan tafta kullanılmaktadır. Tafta kumaşa dayanıklılık ve aşındırma direnci kazandırır. Bu her ne kadar işe yarayan bir çözüm olsa da yelkenin ağırlığını ve fiyatını artırdığı için kısıtlı kullanılmaktadır.

Laminasyonla üretilen kumaşlarda üretim tekniği çok değişkenlik gösterebilmektedir. En çok kullanılan yöntemler 4 başlık altında incelenebilir.

i) Tafta/Film/Tafta

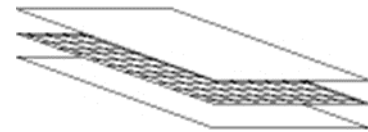
Bu tip, en basit laminasyon uygulamasıdır. Alt kat dokuma polyester malzemeden hazırlanıp film tabakasına lamine edilir. Bu dizaynda polyester, yelkenin aşınma ve yırtılma direncini artırırken film tabakası kumaşta görülecek esnemeleri azaltmaktadır. Daha güçlü ya da ağır bir kumaş üretilmek istenirse filmin diğer tarafına tafta gibi dayanıklı bir dokuma malzeme eklenerek film sandviç yapılabilmektedir. Kaliteli bir kumaş elde etmek için dokuma kumaş olarak Spectra ya da Kevlar kullanılmaktadır. Çözü ve atkı yönlerindeki direnci bu kumaşlar artırırken film tabakası da diğer yönlerdeki (verev gibi) esneme direncini artırmaktadır.



ŞEKİL 13:TAFTA/FİLM/TAFTA DİZİLİMİ

ii) Film/Elyaf/Film

Bu laminasyon yönteminde yelken kumaşını oluşturacak ana malzeme filmler arasına yerleştirilir ve bir sandviç gibi filmler birbirlerine tutturulur. Bu yöntemde lifler dokuma yöntemine göre çok daha az esnemektedir ve doğrudan filmler birbirine temas ettiği için az bir yapıştırıcı yardımıyla çok güçlü bağlar kurulması sağlanmaktadır. Genellikle Kevlar, Spectra, Twaron veya bunların kombinasyonları elyaflar kullanılır. Bu yöntemle üretilen kumaşların ömrü kısadır çünkü sandviçi oluşturan filmler bükülmelere ve güneşin zararlı etkilerine karşı dayanıksızdır. Sandviçe UV koruyucu film eklenerek kumaş güneş ışınlarından veya tafta eklenerek kırılma, aşınma ve bükülmelerden korunsa da bu tip kumaşların sıkça değiştirilmesi gerekir bu yüzden performansın öncelikli olduğu yelkenlerde kullanılır. Örneğin 35 feet bir yarış teknesinin hafif havalarda kullanacağı kod 1 cenovası bu yöntemle üretilebilir. Çözü yönünde 1100

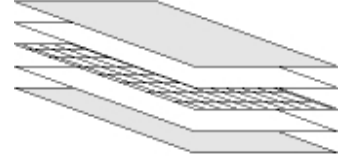


ŞEKİL 14:FİLM/ELYAF/FİLM

DPI Twaron, atkı yönünde 400 DPI Twaron ve Spectra karışımına vevrev yönünde 375 DPI Spectra eklenerek yüksek performansta bir yelken üretilmektedir.

iii) **Tafta/Film/Elyaf/Film/Tafta**

Bu yöntem ikinci yöntemin dışına iki yönden tafta eklenmesiyle ortaya çıkmış daha sağlam ve az esneyen kumaşlar üretmek amacıyla kullanılmaktadır. Dış katmanda bulunan tafta merkezdeki filmleri ve elyafı bükülmelerden, aşınmalardan ve UV ışınlarından korumaktadır. Dış kısma konulan tafta polyesterden, dokuma Spectra'dan veya Kevlar'dan yapılmaktadır fakat daha önceki kısımlarda işlendiği gibi dokuma kumaşlar ipliklerin diziliş şekillerinden dolayı esnemeye meyillidirler. Bu yüzden bu yöntem dezavantaja sahip gibi görünse de bu dizilişte tafta malzeme kumaşın esneme direncinden çok sağlamlığını artırmakla görevlidir. Bu yüzden Vendée Globe veya Around Alone gibi uzun süren okyanus yarışlarında kullanılmaktadır.



ŞEKİL 15:
TAFTA/FİLM/ELYAF/FİLM/TAFTA

3.3.Cuben Fiber

1992 yılında Amerika tarafından geliştirilmiş bu kumaş sır gibi saklanan ileri teknolojiler kullanılarak sadece America's Cup yarışını kazanmak için tasarlanmıştır. Özellikle orsa seyrinde avantaj sağlamak adına tasarlanan bu yelkenler diğer iki teknikle üretilen tüm yelkenlere göre daha sağlam, kararlı ve hafif bir yapıya sahiptir. Bunu başarmak için mühendisler Spectra elyaflarını en ince ipliklere ayırarak yelken üzerine düşen kuvvetlerin doğrultularını dikkate alarak film tabakaları arasına basınçla yapıştırmış ve muadillerine göre çok daha hafif bu yelkeni üretmişlerdir. Spectra'nın yanı sıra Karbon veya Aramid elyaflar da bu teknikle üretilmektedir. Aynı maddeler kullanılarak laminasyonla üretilen diğer yelken kumaşlarından farkı ise bu kumaşı oluşturan elyafların çok ince ipliklere ayrılıp silindirik bir demet olarak değil de yassı şekilde istenilen doğrultularda Mylar ya da Fluoride filmler arasında basınçlı fırınlarda yapıştırılmasıdır. Bu teknolojinin sonucu olarak çok hafif,



ŞEKİL 16:CUBEN FİBER
YELKENLER

esneme direnci çok yüksek ve çok sağlam yelkenler üretilmeye başlanmıştır. Keşfedildikten bir süre sonra sağladığı eşsiz avantajlar sayesinde büyük yelken üretim firmaları tarafından pazara sunulmaya başlanan bu kumaşları günümüzde ana yelken, cenova ve hatta balonda bile görmek mümkündür. Bu yelkenlerin yüksek fiyatlarının yanında çok sert bir yapıya sahip olması büyük dezavantaj yaratmaktadır çünkü bu sert kumaş katlanması oldukça zordur ve sıkça yelkenlerin değiştirildiği bir yarışta bu sert ve

katlanmayan yelkenler ciddi sıkıntılar doğurabilmektedir. Katlanıp torbaya konulmayan bir balonun bir yarışta yaratabileceği sorunlardan bahsetmeye gerek bile yoktur. Böyle olumsuzluklara rağmen bu yelkenlerin sağladığı avantajlar tercih edilmeleri için yeterli sebepler olarak görülmektedir. Ayrıca bu yelkenin üretiminde kullanılan teknoloji daha sonraları savunma sanayinde ve paraşütlerde de kullanılmaya başlanmıştır.

3.4.Kalıpla Üretim Yöntemi (3DL)

Yelken üretiminde kullanılan en son teknoloji olan ve North Sails firması tarafından geliştirilen 3DL tekniği yelken üretimini bambaşka bir boyuta taşıyarak aynı malzemedeki diğer yöntemlerle üretilen yelkenlere göre aynı esneme direncinde %20 daha hafif yelkenler üretilebilmesini mümkün kılmıştır. Ayrıca bu yelkenler muadillerine göre daha geniş aralıktaki rüzgar şiddetlerinde kullanılabilir. Bu yöntemde üretilmesi istenilen yelken tasarlanıp çizildikten sonra bilgisayar ortamına 3-boyutlu tasarım programları kullanılarak (CAD/CAE) aktarılmaktadır. Bilgisayar tasarımı her birinin yüksekliği ayrı ayrı ayarlanabilen binlerce mekanik ayaklara aktarılıp üretilecek yelkenin şekli oluşturulmaktadır.

Aramid'le güçlendirilmiş Mylar film bu ayakların üzerine basınçla kaplandıktan sonra yelkeni oluşturacak elyaf iplikler yelkene uygulanan kuvvetler göz önüne alınarak yapılan tasarıma göre vinçler yardımıyla yapıştırılmaktadır. Bu işlem sırasında döşeme ve yapıştırma işlemini yapan makineyle birlikte bir işçi ipliklerin filme düzgün yapıştırıldığından emin olmak için uygulamaları yakından takip etmektedir. Bu



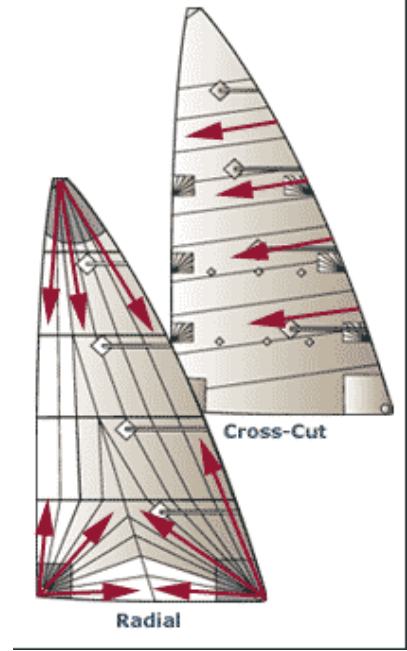
ŞEKİL 17:METAL AYAKLARLA ÜRETİLECEK YELKENİN ŞEKLİ VERİLDİKTEN SONRA VİNÇLER YARDIMIYLA ÜRETİM İŞLEMİ BAŞLANIR

işlem aynı ya da farklı malzemelerle üretilen yelkenin tasarımına göre gerektiği kadar tekrarlanmaktadır. Elyaf döşendikten sonra büyük bir vakum cihazı yelkenin üzerinde dolaştırılarak katların sıkışması sağlanır. Vakum cihazı çıkarılıp yerine özel ısıtıcı yerleştirilerek yelkeni oluşturan katlar ısıtılma tabii tutulmaktadır. Aşırı ısınma gibi acil durumlara müdahale etmek amacıyla bir işçi bu işlem sırasında da ısıtıcıya yakın bulunmaktadır. Bu işlemin sonunda yelken kumaşı üretimi tamamlanmış olur. Yakalara takviyeler ve baten cepleri dikildikten sonra yelken alıcıya teslim edilmeye hazırdır. Vendée Globe, America's Cup ve Volvo Ocean Race gibi en prestijli yarışlarda son yıllarda en çok kullanılan yelkenler bu teknikle üretilenlerdir.

4. Cross-cut ve Radial-cut Yelkenler

Kumaşlar istenilen malzemelerde istenilen tekniklerle üretildikten sonra kullanılacak teknenin boyutuna ve kullanılacak yelkenin amacına uygun boyutlarda kesilerek yelken haline getirilmektedir.

Bir araya gelip yelkeni oluşturan kumaşlar şekillerine göre ikiye ayrılmaktadır. Bunlardan birincisi panellerin yelkenin uzunlamasına doğru yani güngörmez yakasına dik olacak şekilde birbirlerine dikilmesiyle elde edilmektedir. Bu kesimdeki paneller genellikle dikdörtgendir. Diğer kumaş şekli olan radial-cut, yelken kumaşının yelkenin köşelerinden uzayacak şekilde yerleştirilmesidir. Bu kesimde kumaşı oluşturan paneller genellikle üçgen şeklinde olup köşelerden saçılarak uzamaktadır. Cross-cut yelkenler hem Dacron gibi dokuma kumaşlarla kullanılırken hem de laminasyon yöntemiyle üretilen atkı yönünde daha güçlü olan yelkenlerde kullanılmaktadır. Radial-cut yelkenler ise sadece laminasyon yöntemiyle üretilen kumaşlardan üretilmektedir ve bu yelkenler çözgü yönünde daha güçlüdür. Cross-cut yelkenlerin üretimi sırasında daha az kumaş fire verildiği için bu tip kesim yelkenlerin maliyeti daha düşüktür. Fakat daha önceki bölümlerde anlatıldığı



ŞEKİL 18: RADIAL-CUT VE CROSS-CUT YELKENLER

gibi Dacron yelkenlerin esnemeye daha meyilli olması sebebiyle cross-cut yelkenlerde daha kalın kumaş kullanılmakta bu da bu tip yelkenlerin ağırlığını artırmaktadır. Bu sebeple benzer kalitedeki radial-cut yelkenlerin performansları daha yüksektir. Ayrıca radial-cut yelkenlerin sağladığı diğer bir avantaj yelken kumaşının ağırlığı istenilen bölgelerde (yelken üzerine uygulanan kuvvetin fazla olduğu bölgelerde) istenildiği kadar ayarlanabiliyor olmasıdır. Genellikle üreticiler bu teknikle güngörmez yakasında, mandar ve iskota köşelerinde kumaşın ağırlığını artırırken orsa yakasında ve orta kısımlarda daha hafif kumaş kullanmaktadır. Radial-cut kesim yelkenlerde üreticiler yükün fazla olduğu bölgelerde daha kalın kumaş kullanmakla kalmayıp bu bölgelerde daha güçlü malzemeler de kullanmaktadır. Örneğin güngörmez yakasında Kevlar kullanırken, orta kısımlarda standart polyester kullanıp maliyetin düşürülmesi ve performansın artırılması sağlanabilmektedir. Orsa seyirde yelkenin ön yakasında az bir yük vardır ve apaz seyirde dönüldüğünde yelkenin ön kısmındaki yük artarken yelkenin üzerine uygulanan toplam yük azalmaktadır fakat unutulmamalıdır ki uygulanan yük açısından kritik olan kısım güngörmez yakasıdır ve mühendisler yelken dizayn ederken güngörmez yakasını referans alırlar. Cross-cut yelkenlerde paneller yelkenin uzunluğu boyunca yerleştirildiği için aynı hizadaki güngörmez yakası ve orsa yakası aynı panelden oluşmakta dolayısıyla aynı ağırlıkta olmaktadır. Güngörmez yakasındaki fazla yükü dengelemek için kullanılan kalın panel orsa yakasında gereksiz bir kalınlık artışına yol açmaktadır ve sonuçta olması gerekenden daha ağır bir yelken ortaya çıkmaktadır. Oysa ki radial-cut yelkenlerde uygulanan teknik sayesinde yelkenin farklı bölgelerinde farklı kalınlıkta kumaş kullanılabilen ve

daha hafif yelkenler üretilebilmektedir. Yelken hafif oldukça kurulumundan trimine kadar her şey daha kolay olacaktır. Ayrıca hafif havalarda hafif yelkenler şeklini daha iyi koruyarak daha yüksek performans sağlamaktadır. Peki radial-cut yelkenler böyle avantajlara sahipken neden her zaman tercih edilmiyor? Bunun maliyet artışıyla sonuçlanan iki farklı sebebi var. Birincisi radial-cut yelkenlerin kesiminde kullanılan malzemenin pahalı olması, ikincisi ise bu kesim türünün daha fazla iş gücü gerektirmesidir.

5-Yelkeni Değiştirme Zamanının Geldiği Nasıl Anlaşılır?

Uzun süreli iyi bakılmış bir yelken uzaktan hala sağlam gibi görünebilir fakat yelkene yakından bakarak detaylı bir inceleme yapmadan bir sonraki sezonu yine o yelkenle mi geçireceğinize yoksa yelkenin artık çanta olma zamanının mı geldiğine karar vermemek gerekir. Yakından bakıldığında görünen köşelerden orta kısımlara doğru uzayan kırışıklıklar ve dikiş yerlerinin genişlemesiyle açılan deliklerden sızan güneş yelkeninizin eskimeye başladığının belli başlı göstergeleridir. Dikiş yerleri sürekli aşınmaya maruzken UV ışınları da bu kısımları zamanla çürütür ve bu bölgelerdeki iplikler yıpranır ve zayıflar. Bu gibi zamanlarda basit bir test uygulayarak bu zayıflamanın ne boyutlarda olduğunu ölçüp yeni bir yelken almanın zamanının gelip gelmediği belirlenebilir. Tıg gibi ucu sivri bir araçla dikiş yerleriyle kumaşın tam arasına uygulanacak bir kuvvet sonucunda iplikler kopuyorsa yelkenin değiştirilme zamanı gelmiş demektir. Fakat tıg kullanarak bu bölgedeki iplikleri çektiğinizde karşı bir direnç göstererek tutunuyorsa yelkeniniz bir sonraki sezonda sizi idare edecek demektir.



ŞEKİL 19:TIĞ YA DA TORNAVİDA GİBİ ALET KULLANARAK DİKİŞ KONTROLÜ YAPILIR

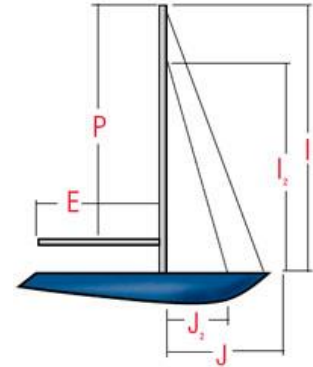
Dacron bir yelken üretildiği anda verev yöndeki esnemeyi engellemek için kullanılan reçinenin verdiği sertlik hissi çok belirgindir. Zamanla kumaşta kullanılan bu kaplama (Melamin apre) yelkenden salınmaya başlamakta ve kumaş daha yumuşak bir hal almaktadır. Ayrıca birkaç yıl kullanımdan sonra güneşin zararlı etkisi yelken üzerinde kendini daha çok göstermeye başlar ve kumaş zamanla sert ve kırılğan bir hale gelir. Oluşan bu yapı da yelkenin şeklini kaybederek aşırı torlanmasına neden olmaktadır. Kumaşın kırılğanlık seviyesini ölçmek için yukarıda da anlatıldığı gibi tıg gibi bir araç yardımıyla test yapmak gerekir. Eğer tıgla dürtmenin etkisinden sonra iplikler kırılmadan yanlara kaçıyorsa yelkenin ömrü daha bitmemiş demektir. Dokuma kumaş yelkenin ömrünü bu şekilde kontrol edebilirken lamine bir yelkenin ömrünü tahmin etmek oldukça zordur. Lamine yelkenler için delaminasyonun yani kumaşı oluşturan katmanların sağlamlığının tespiti ya da dikiş yerlerindeki çürümeler incelenmelidir.

6-Yelken Alırken Dikkat Edilecek Hususlar

Yeni bir yelken almayı düşünen kimsenin ilk sorması gereken soru alacağı yelkeni ne tür seyirlerde kullanacağı ve bu yelkene ne kadarlık bir bütçe ayrıldığı olmalıdır. Bu soruların cevapları verildikten sonra ilk karar verilecek nokta yelkenin kumaşının ne olacağı olmalıdır. Bu noktada yelkenin nasıl bir kesim şekline (cross-cut veya radial-cut) sahip olacağı da aynı anda karşılaşılan bir diğer sorudur çünkü tüm bu soruların cevapları birbiriyle bağlantılıdır. Kesimin nasıl olacağı konusunda daha önceki kısımlarda da anlatıldığı gibi iki farklı opsiyon vardır. Bunlardan ilki dokunarak üretilen ve cross-cut özellikteki Dacron yelkenler iken ikincisi radial-cut opsiyonuyla genellikle dokunarak değil de tabakaların yapıştırılarak üretilmesiyle elde edilen lamine yelkenlerdir. Her ikisinin de lifleri polyester malzemeden üretilmektedir fakat ipliklerin işleniş şekli farklı özellikte kumaşlar elde edilmesini sağlamaktadır. Unutulmamalıdır ki pahalı yelkenler daha iyi anlamına gelmez, önemli olan kullanım amacına ve kullanacak kişinin tecrübesine göre en doğru yelkeni seçmektir. Sağlam, tamiri ve bakımı kolay yelken arayan bir kişi için en doğru seçim Dacron yelkenler olabilirken tek önceliği performans olan kimseler için daha yeni teknolojiyle geliştirilmiş yelkenler daha doğru bir seçim olabilir. Yelken alacak kişinin tüm bu sorulara doğru cevaplar verecek kadar araştırma yapıp bilgi sahibi olması gereklidir.

Malzeme, üretim tekniği ve kesim şekli seçildikten sonra farklı yelken tipleri için karar verilmesi gereken başka noktalar da vardır. Örneğin ana yelken seçerken karşılaşılan en yaygın sorulardan biri ana yelkenin furling sistemine mi yoksa klasik lazyjack sistemine mi sahip olacağıdır. Her iki seçeneğin de artıları ve eksileri vardır. Son on yıldır popülerliğini artıran furling ana yelkenler, direğe sarılıp kolay bir şekilde açılmasıyla ve toplanmasıyla pek çok tekne sahibini cezbetmiş ve kullanılmaya başlanmıştır. Fakat bu tip yelkenler direğe sarılırken rulo haline gelebilmesi için mandar ile iskota arasındaki düz hattan daha kısa bir güngömrez yakasına sahiplerdir. Dolayısıyla da lazyjack denilen klasik basma tip yelkenlere göre daha küçük alana sahiptirler ve bu sebeple furlingli yelkenler performanslarından ödün vermektedir. Yelken alacak kimsenin teknesine uygun yelkenler kestirebilmesi için yelken üreticisine

bazı ölçüler vermesi gerekir. Ana yelkenler için bumbanın üzerinden mandara kadar giden uzunluk yani ön yaka P olarak, direğin arkasından bumbanın sonuna kadar giden uzunluk yani alt yaka E olarak adlandırılmaktadır. Flok ve cenova yelkenler için bu adlandırmalar sırasıyla I ve J olarak değişmektedir. Baş ıstralyadan direğe doğru inen uzunluk yani arka yaka I, direğin önünden baş ıstralyaya kadar olan uzunluk yani alt yaka J olarak adlandırılmaktadır. Ana yelken ve flok birbirlerine göre ters duran üçgenler oldukları için üçgenin aynı kenarı farklı yakalara denk gelmektedir. Bu yüzden adlandırmada P ve I farklı yakalara denk gelmektedir.



ŞEKİL 20:P, E VE I, J ÖLÇÜLERİ

Ana yelken seçilirken karar verilmesi gereken bir diğer önemli nokta ise yelkendeki camadan sayısıdır çünkü yelkenin sahip olduğu camadan sayısı yelkenin kullanılabilceği hava şartlarını daha çeşitli kılmaktadır. Günlük seyir yapan tekneler için tek camadan yeterli olurken sert havalarda yelken yapan birinin en az iki camadanlı bir ana yelken tercih etmesi gerekir fakat camadan sayısının artması yelkenin maliyetini yükselttiği için ihtiyaç kadar camadanlı yelkenler tercih edilmelidir.

Ana yelken seçiminde karşılaşılan bir başka tercih konusu ise yelkende kullanılan batenlerin (çıtaların) boyutu ve yapısıdır. Bazı yelkenler orsa yakasından güngörmez yakasına kadar boyuna uzanan uzun batenlere sahipken bazıları klasik ve kısa çıtalara sahiptir. Tam boy çıtalar yelkene istenen şekli sağlamasına yardım ederken yelkenin pırpırlayıp yıpranmasını engellemektedir fakat bu uzun batenlerin geçtiği ceplerde aşınmalar görülür ve uzun çıtalı yelkenlerin maliyeti daha yüksektir. Çıtaların şekilleri de yelkencilerin seçimine kalmaktadır. Kimi yelkenlerde boru şeklinde ya da oval fiberglas çita kullanılırken bazılarında düz çita kullanılmaktadır. Yelkeni direğin arkasına geçirmek için kullanılan matafyonları metal olan yelkenler uzun çıtalı yelkenler için uygun değildir



ŞEKİL 21:TAM BOY ÇITAYA SAHİP BİR ANA YELKEN

bu yüzden farklı bir sistem tasarlanmadığı sürece bu yelkenlerde klasik kısa çıtalar kullanılmalıdır. Plastik oval matafyonlar uzun çıtalı yelkenler için kullanılabilmekte ve bu matafyonlar yelkenleri basarken ve indirirken kolaylık sağlamaktadır. Bu bağlantı araçları yelkenlerde tramola veya motorlu seyir (yelken basılı iken) sırasında pırpırlamalar yüzünden oluşacak yıpranma veya aşınmaları azalttığı için önemlidir.

7-Yelken Bakımı

Modern yelkenler eski tiplere göre çok daha dikkat gerektiren bakım istemektedir. Bu yelkenleri fazla sarsarak zorlamak şekillerini kısa sürede bozulmasına yol açabilir. Bu sebepten yelkenleri, özelliklerine uygun havalarda ve koşullarda kullanmak gerekir. Özellikle yarış teknelerinde havanın şiddetine göre kod 1-2-3 gibi farklı cenovalar basılması bu prensipten gelmektedir. Örneğin sert esen havada kod 1 gibi hafif bir yelken kullanmak yelkenin yıpranmasına hatta yırtılmasına yol açabilir. Ayrıca yelkenleri pırpırlatmaktan mümkün olduğunca kaçınmak gerekir çünkü yelken pırpırladıkça kumaşı oluşturan malzemeler kırılmaktadır.

UV ışınları sentetik lifleri zayıflattığı için yelkenleri kullanılmadığı zamanlarda güneşten korumak gerekmektedir. Bunun için birçok yelkende güngörmez yakasından orsa yakasına doğru uzanan güneş koruyucuları bulunmaktadır. Koruyucular için genellikle iki farklı malzeme kullanılmaktadır. Bunlardan ilki yapışkanlı yüzeye sahip bantlardır. Bu bantlar yelkene direk olarak yapıştırılmaktadır. Birçok yelken üreticisi bu işlemi uygulama kolaylığı yönünden tercih etse de bu

yapıştırıcı malzemeyi bir arada tutan bağlar yelkenin esnemesi ve sıkışmasıyla zamanla kopmakta ve yapışkanlığını yitirmektedir. Güneş koruyucusunun yapışkanın çıkması durumunda yerine yenisinin yapılması pahalı ve zor bir işlemdir. Diğer tip güneş koruyucusu yelkene dikilerek kaplanmaktadır ve bu işlem için iki farklı malzeme kullanılmaktadır. Bunlardan birincisi yelken ömrü kadar dayanabilecek ve genellikle renkli olan akrilik malzemedir fakat bu malzeme ağır olduğu için hafif havalarda yelkenin performansını olumsuz etkileyebilir. Diğer malzeme ise akriliğe göre daha hafif olan UV ışınlarına ve soyulmalara karşı daha dayanıklı kumaş kaplamadır fakat bu malzeme akrilik kadar uzun ömürlü değildir. Hangi tip koruyucu malzeme seçilirse seçilsin bu koruyucular yelken kullanıldığı sürece yelkende olmalıdır aksi takdirde yelken kumaşının ömrü kısılacaktır.

Dacron yelkenler polyester malzemedden üretildikleri için UV ışınlarına ve deniz tuzunun yıpratıcı etkisine karşı dayanıklı olsalar da yelkenlerini daha uzun ömürlü kullanmak isteyen kişilerin bu tür dış etkenlere dikkat etmesi gerekir. Bunun için yelkenler seyir veya yarış sonrasında önce duru suyla temizlenip sonra katlanarak özel kılıflarına kaldırılmalıdır. Yelkenleri doğru biçimde katlamak için tercihen en az iki kişiye ihtiyaç vardır. Karşı karşıya geçen iki kişi kumaşın çıtalarını ve dikişlerini dikkate alarak bunlara paralel şekilde katlar oluşturarak aynı anda yelkeni katlamalıdır. Yelkenlerin üçgen şekli nedeniyle katlama sırasında bir kenara gidildikçe kumaş daralır. Katlamanın düzgün yapılabilmesi için katları tek bir kenarda toplamak gerekir. Katlanacak yelken tekne içine sığmıyorsa pontona dikkatli bir şekilde taşınıp aynı adımlar izlenerek katlanmalıdır. Katlanan yelkenler rutubetsiz ve çok sıcak olmayan ortamlarda saklanmalıdır.



ŞEKİL 22:ANA YELKENLERDE BUMBA KILIFI VEYA LAZY BAG YELKENLERİ KORUMAK İÇİN İDEALDİR

8-Yelken Tamirinde Kullanılan Malzemeler ve Teknikler

Yelkenlerde dikiş yerleri sürtünmeye en çok maruz kalan yerlerdir ve zamanla dikişler işini yapamaz hale gelerek kumaşa uygulanacak az bir kuvvet dikişlerin kopmasına sebep olabilmektedir. Böyle durumlarda yelkeni tamir etmek için dikme yöntemi en sağlıklı ve yaygın kullanılan yelken tamir metodudur. Bazı yelkenciler küçük yırtıkları kendi dikmeyi tercih ederken okyanus seyri yapan bir yelkenci kendi yelkenini dikmeye mecbur kalabilir. Amatör dikiş yapacak kişinin dikkat etmesi gereken bazı noktalar vardır. Öncelikle dikiş yerlerinin dikimden önce iyi sabitlenmiş olması ve dikime başlamadan önce panellerin hizalarının aynı olmasına dikkat etmek gerekir. Ayrıca tamirin daha kalıcı

olması için dikim sırasında kullanılacak iplikler yelkenin orijinal iplikleriyle aynı olmalıdır. Bu husular göz önüne alınarak dikim işlemi yapılmalıdır. Yırtılan ya da sökülen yelkenleri tamir etmek için dikimin dışında yaygın olarak kullanılan diğer bir yöntem ise bantlar kullanılarak yırtığın veya söküğün kapatılmasıdır. Yelken tamiri için özel olarak üretilen bantlar kullanılarak yapıştırılan kumaş daha sonra dikiş ile güçlendirebilir. Bu teknikte dikkat edilmesi gereken husus bant kullanırken yelken kumaşının kalınlığının gereğinden fazla artırılmamasıdır çünkü fazla kalınlaştırılan kumaşlar etrafında kırılmalara yol açarak yeni yırtıklar meydana getirebilmektedir. Uzun seyir yapılan teknelerde bu özel bantlardan taşımak gerekir. Sail tape ya da duct tape olarak isimlendirilen bu bantlar dikiş yerine geçmese de acil durumlarda kullanılan tamir araçlarıdır. Ayrıca makas, el ayası, çeşitli ölçülerde dikiş iğneleri, dikiş ipliği, balon yapıştırmak için ripstop naylon bant, ana yelken ve cenovanın malzemesine uygun yapıştırıcı bant kendi yelkenini tamir etmek isteyen yelkencilerin teknelerinde bulundurması gereken malzemelerdir.

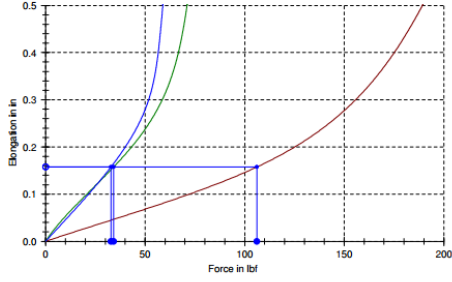


ŞEKİL 23:YELKEN TAMİRİNDE KULLANILAN MALZEMELER

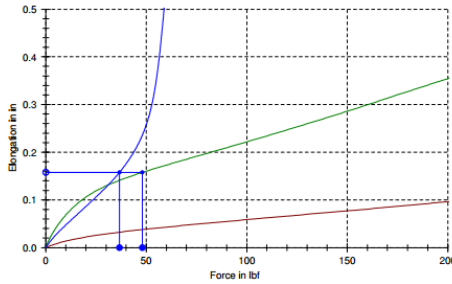
9-Kaynakça

- Hancock, B. (2003). Maximum sail power: The complete guide to sails, sail technology and performance. Norwich, VT: Nomad Press.
- <http://www.doylesails.com/design/fabric.html>
- Rousmaniere, J. (1989). The Annapolis book of seamanship. New York, NY: Simon and Schuster.
- Tom D'Albora-Dimension-Polyant Sailcloth
- http://www.turksail.com/index.php?option=com_content&view=article&catid=64:teknik-koe&id=1259:yeni-bir-yelken-kuma-cuben-fiber&Itemid=77
- <http://boatdesign.net/articles/sail-materials-technology/>
- <http://www.fxsails.com/sailchoicearticle.php>
- <https://alberg37junk.wordpress.com/tag/junk-sail/>
- <http://www.popesails.com/buying.html>
- <http://www.kalyeta.com/?pnum=131&pt=Yelken+Kuma%C5%9Flar%C4%B1>
- <http://www.speedandsmarts.com/TipsTests/Tip/3>
- <http://sailingmagazine.net/article-1272-sail-repair.html>
- <http://www.northsails.com/us/innovation/manufacture>
- Tahsin Öge-QSails

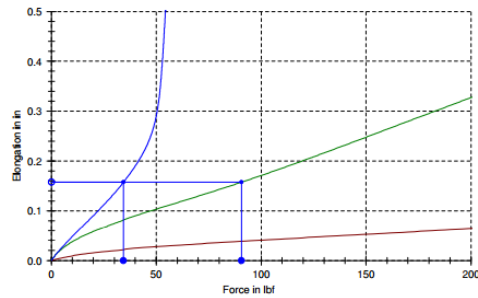
Style	: PXB20	Act. Weight	: 273 g/m ²					
Lot-No.:	: 55607	Act. Weight	: 6.37 sm oz					
Color:	: BLACK							
Legends	warp 0°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	1	Lab	1.4	3.4	6.8	14.6	58.9	106.1
Legends	fill 90°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	2	Lab	5.3	11.8	23.8	-	-	34.2
Legends	bias 45°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	3	Lab	4.6	11.7	27.9	-	-	32.9



Style	: BX 10	Act. Weight	: 213 g/m ²					
Lot-No.:	: 55332	Act. Weight	: 4.97 sm oz					
Color:	: BLACK							
Legends	warp 0°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	1	Lab	1.4	2.6	3.9	5.9	9.6	-
Legends	fill 90°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	2	Lab	6.8	11.9	16.0	22.2	35.4	48.1
Legends	bias 45°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	3	Lab	4.7	10.6	25.7	-	-	36.7



Style	: GPL 10	Act. Weight	: 215 g/m ²					
Lot-No.:	: 54874	Act. Weight	: 5.02 sm oz					
Color:	: CARBON LAM							
Legends	warp 0°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	1	Lab	0.9	1.8	2.8	4.1	6.4	-
Legends	fill 90°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	2	Lab	3.8	6.6	10.3	17.1	32.7	90.7
Legends	bias 45°	condition	10 lbf	25 lbf	50 lbf	100 lbf	200 lbf	ε 1%
Nr	3	Lab	4.8	11.2	29.0	-	-	34.4



Soldaki 3 grafik yukarıdan aşağıya sırasıyla Polyester (PXB), Aramid (BX) ve Karbon (GPL) malzemelerden laminasyon yöntemiyle üretilmiş yelken kumaşlarının laboratuvar ortamında uygulanan test sonuçlarını göstermektedir. Kırmızı çizgiler verev yönünü, yeşil çizgiler atkı yönünü, mavi çizgiler ise çözü yönünü göstermektedir. Kritik olan verev yön olduğu için kırmızı çizgiler göz önüne alınarak sonuçlar incelenirse polyester malzeme 200 lbf kuvvet altında 58.9 birim eserken Aramid kumaş aynı yük altında 9.6 birim Karbon malzeme ise sadece 6.4 birim esmiştir. Fakat bilinmelidir ki Karbon yelken Polyester malzemeden üretilen yelkenin iki katından daha pahalıdır. (warp=çözgü, fill=atkı, bias=verev)