

DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**ÖRME KUMAŞLARDA YÜK-UZAMA
DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR**

Sinem ÖZTÜRK

Ağustos, 2015

İZMİR

ÖRME KUMAŞLARDA YÜK-UZAMA DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR

Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi

Tekstil Mühendisliği Anabilim Dalı

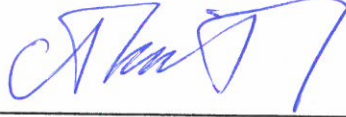
Sinem ÖZTÜRK

Ağustos, 2015

İZMİR

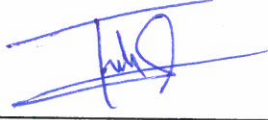
YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU

SİNEM ÖZTÜRK, tarafından PROF. DR. ARİF KURBAK yönetiminde hazırlanan “ÖRME KUMAŞLARDA YÜK-UZAMA DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR” başlıklı tez tarafımızdan okunmuş, kapsamı ve niteliği açısından bir Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.



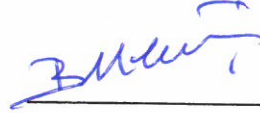
Prof. Dr. Arif KURBAK

Yönetici



Prof. Dr. TUBA ALPÇİLDİZ

Jüri Üyesi



Doç. Dr. Bülent Murat İÇTEN

Jüri Üyesi



Prof. Dr. Ayşe OKUR

Müdür

Fen Bilimleri Enstitüsü

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın var olmasında büyük etken olan, tez çalışmam süresince bana tecrübeleri ve bilgi birikimiyle sabırla yol gösteren çok değerli danışmanım Prof. Dr. Arif KURBAK'a teşekkürü bir borç bilirim. Tezimin her aşamasında çok kıymetli fikirleriyle bana ışık tutan, desteğini her zaman hissettiğim Doç. Dr. Tuba ALPYILDIZ ve Doç. Dr. Bülent Murat İÇTEN'e teşekkür ederim.

Beni her zaman destekleyen, her zaman yanımda olan ve bana olan inançlarını hiçbir zaman yitirmeyen sevgili annem Zeynep ÖZTÜRK, sevgili babam Erdoğan ÖZTÜRK ve sevgili kardeşim Alican ÖZTÜRK'e sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunarım.

Lisansüstü eğitimim süresince benden desteklerini hiç esirgemeyen arkadaşlarım Araş. Gör. Gülşah Ekin KARTAL, Hüseyin Erdem YALKIN, Darioush DENTOR, Esra TOPEL, Gözde AYDOĞDU ve Vahit ALAN'a teşekkürlerimi sunarım.

Sinem ÖZTÜRK

ÖRME KUMAŞLARDA YÜK-UZAMA DAVRANIŞLARI ÜZERİNE BAZI ÇALIŞMALAR

ÖZ

Tekstil malzemelerinin mekanik özellikleri ürünün fiziksel ve mekanik özellikleri arasındaki ilişkiyi bulmak ayrıca belirli bir kullanıma yönelik performansını tayin etmek için belirlenir. Malzemenin fonksiyonel özellikleri hem işlenmesinde hem de son kullanım için büyük önem taşımaktadır.

Tekstil uygulamalarının klasik uygulamalarla sınırlı kalmayıp teknolojinin birçok alanında kullanılması ile fiziksel ve mekanik özelliklerin tayin edilmesi ve geliştirilmesi önemli bir konu haline gelmiştir. Örme yapıları da bu teknolojik gelişmeler içerisinde özel taleplere konu olmuştur. Dokuma kumaşlarla karşılaştırdığımızda örme kumaşların esnekliği ve şekil alabilirliği teknik uygulamalarda örme kumaş yapısına ayrıcalıklı bir özellik kazandırmaktadır.

Literatür taramasında uzun yıllardır örme kumaşların yük-uzama özellikleri araştırma konusu olduğu görülmüştür. Teknolojik gelişmeleri takiben sürdürülen bu çalışmalar tekstil malzemelerinin fonksiyonel özelliklerini ve teknik özelliklerini ön plana çıkartacak şekilde halen devam etmektedir.

Bu tez kapsamında yüksek performanslı iki farklı iplikten 4 farklı örme yapısında, en az iki farklı sıklıkta hem enine yönde hem de boyuna yönde kumaş numuneleri elde edilmiştir. Bu örme kumaşların geometrik özellikleri belirlenmiş ve mekanik özellikleri yük-uzama deneyleri ile incelenmiştir. Her malzemenin kendine ait yük-uzama davranışı vardır. Bu davranışları değerlendirmek için Poisson oranı, yani bir malzemede kuvvet uygulanan yöndeki uzama miktarı ile diğer yöndeki kısalma miktarı arasındaki bağıntı tanımlanmıştır ve bu önemli bir parametredir. Bu tez kapsamında da kumaşların Poisson oranlarının hesaplanabilmesi için deneysel veri tabanı oluşturulmuştur.

Kumaşlar Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Örme Laboratuvarında bulunan “V Yataklı Düz Örme Makinasında” üretilmiştir. Üretilen kumaşların yük-

uzama davranışları ise Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarında bulunan “Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzenğinde” ölçülmüştür. Sonuçlar tablolarda verilmiş ve grafikler halinde gösterilmiştir.

Anahtar kelimeler: E-Cam, Aramid, örme kumaş, Poisson oranı, yük-uzama

**STUDIES ON THE LOAD-EXTENSION BEHAVIOUR OF KNITTED
FABRICS
ABSTRACT**

The mechanical properties of textile materials determine to find the relationship between the physical and mechanical properties of product and also for estimating the performance for a particular use. Functional properties of materials are of great importance for both processing and end use.

The determination of physical and mechanical properties of textile products has become an important issue with their use in many areas together with the development of technology nowadays, thus it is not limited to classical applications. Knitted structures have also been subject to special requirements in these technological advances. When we compare the knitted fabric with woven fabric, for technical applications; flexibility and formability of the knitted fabric gives a special feature to the knitted fabric structure.

For many years in the literature load-extension properties of knitted fabrics were found to be the subject of research. Following the ongoing technological developments in the study of functional properties of textile materials and technical features to the forefront is still continuing. Each of material has its own load-extension behavior. Poisson's ratio of a material, that is the relation between the forces applied in the direction of elongation and contraction in the other directions, has been defined and it is an important parameter. Scope of this thesis is to prepare an experimental data base for enable to calculate the Poisson's ratio of the material.

The fabrics are manufactured on 7 gauge flat knitting machine in the Knitting Workshop of DEU Textile Engineering Department. The load-extension behavior of the produced fabric samples are measured in “The Fabric Elongation Properties Measurement Apparatus”. The results are given in tables and shown in graphics.

Keywords: E-Glass, Aramid, knitted fabric, Poisson ratio, load-extension

İÇİNDEKİLER

Sayfa

YÜKSEK LİSANS TEZİ SINAV SONUÇ FORMU	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZ	iv
ABSTRACT.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	xii

BÖLÜM BİR - GİRİŞ 1

1.1 Yüksek Performanslı Lifler	1
1.1.1 Cam.....	5
1.1.1.1 Cam Lifi Üretim Süreci ve Cam Elyafı İpliği	7
1.1.1.2 Cam Liflerinin Özellikleri	10
1.1.1.3 Cam Lifi Kullanım Alanları	11
1.1.2 Aramid	12
1.1.2.1 Aramid Lifi Üretim Süreci	14
1.1.2.2 Aramid Lifi Kullanım Alanları	14
1.2 Örme	15
1.2.1 İlmek ve Farklı İlmek Yapıları	16
1.2.1.1 İlmek Parametreleri	20
1.2.2 Temel Örgü Yapıları.....	21
1.2.2.1 Düz Örgü	21
1.2.2.2 Çift Yatak (1x1 Rib).....	22
1.2.2.3 Haroşa.....	23
1.2.3 Çift Yataklı Örme Makinalarında Örülen ve Çok Kullanılan Diğer Bazı Örgü Yapıları.....	25
1.2.3.1 Milano Rib.....	25
1.2.3.2 Yarım Selanik.....	26
1.2.3.3 Tam Selanik.....	27
1.3 Teknik Uygulamalarda Örme	28

1.4 Hooke Kanunu ve Poisson Oranı	34
1.5 Amaç	38
BÖLÜM İKİ – MATERYAL VE METOD	39
2.1 Örme Kumaşların Üretilmesi ve Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi.....	39
2.2 Yük-Uzama Testi	44
BÖLÜM ÜÇ – DENEY SONUÇLARI.....	46
3.1 Deney Numunelerinin Yapısal Parametreleri.....	46
3.2 Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzenegi Deney Sonuçları	48
3.3 Numune Fotoğrafları	63
BÖLÜM DÖRT - SONUÇLAR	69
KAYNAKLAR	70

ŞEKİLLER LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1 Yeni nesil liflerin ve geleneksel tekstil liflerinin karşılaştırılması	1
Şekil 1.2 Camsı mineral liflerin sınıflandırılması	6
Şekil 1.3 Cam filament çekimi	8
Şekil 1.4 Amerikan sistemine göre cam iplik sınıflandırması	8
Şekil 1.5 Tex-metrik sisteme göre cam iplik sınıflandırılması	9
Şekil 1.6 S büküm ve Z büküm yönleri	9
Şekil 1.7 Örme makinaları sınıflandırılması	16
Şekil 1.8 İlmek yapısı	16
Şekil 1.9 Sıra ve çubuk yönü Gösterimi	17
Şekil 1.10 Atlama yapısı gösterimi	18
Şekil 1.11 İğne üzerinde atlama yapısı oluşumunu gösterimi	18
Şekil 1.12 Atlama notasyonu	18
Şekil 1.13 Askı yapısı gösterimi	19
Şekil 1.14 İğne üzerinde askı yapısı oluşumunun gösterimi	19
Şekil 1.15 Askı notasyonu	19
Şekil 1.16 İlmek parametreleri	20
Şekil 1.17 Düz örgünün üç boyutlu geometrik modeli	22
Şekil 1.18 1x1 Rib örgü notasyonu	22
Şekil 1.19 1x1 Rib örgünün üç boyutlu geometrik modeli	23
Şekil 1.20 V yataklı düz örme makinesinde 1x1 rib örgü oluşum aşamaları	23
Şekil 1.21 Haroşa yapısı notasyonu	24
Şekil 1.22 Haroşa örgünün üç boyutlu geometrik modeli	24
Şekil 1.23 Haroşa örme makinesi gösterimi	25
Şekil 1.24 Milano Rib yapısı notasyonu	25
Şekil 1.25 Milano Rib üç boyutlu geometrik modeli	26
Şekil 1.26 Yarım Selanik yapısı notasyonu	26
Şekil 1.27 Yarım Selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli ön yüzü gösterimi	27
Şekil 1.28 Yarım Selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli arka yüzü gösterimi.	27
Şekil 1.29 Tam Selanik yapısı notasyonu	28

Şekil 1.30 Tam selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli	28
Şekil 2.1 Selanik Türevi yapısı notasyonu	39
Şekil 2.2 V yataklı düz örme makinası	40
Şekil 2.3 Örme makinası başlıca elemanları gösterimi a. Kam yolları b. İğneler c. İplik tutucu, fırçalar	40
Şekil 2.4 Boyuna yönde örülmüş numuneler	41
Şekil 2.5 Enine yönde örülmüş numuneler	41
Şekil 2.6 Hassas terazi.....	44
Şekil 2.7 Yük uzama testi için kumaş uzama özellikleri ölçüm düzeneği	45
Şekil 3.1 E-Cam 1x1 Rib enine numune yapılarının yük- uzama grafikleri.....	52
Şekil 3.2 E-Cam Milano Rib enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri	53
Şekil 3.3 E-Cam Yarım Selanik enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri	53
Şekil 3.4 E-Cam Selanik enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri.....	53
Şekil 3.5 E-Cam 1x1 Rib boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri.....	54
Şekil 3.6 E-Cam Milano Rib boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri	54
Şekil 3.7 E-Cam Yarım Selanik boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri .	54
Şekil 3.8 E-Cam Selanik Türevi boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri.....	55
Şekil 3.9 Aramid 1x1 Rib enine numunelerin yük-uzama grafikleri.....	55
Şekil 3.10 Aramid Milano Rib enine numunelerin yük-uzama grafikleri	55
Şekil 3.11 Aramid Yarım Selanik enine numunelerin yük-uzama grafikleri.....	56
Şekil 3.12 Aramid Selanik Türevi enine numunelerin yük-uzama grafikleri	56
Şekil 3.13 Aramid 1x1 Rib boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri.....	56
Şekil 3.14 Aramid Milano Rib boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri	57
Şekil 3.15 Aramid Yarım Selanik boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri	57
Şekil 3.16 Aramid Selanik Türevi boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri	57
Şekil 3.17 E-Cam 1x1 Rib enine numunelerin enden daralmaları.....	58
Şekil 3.18 E-Cam Milano Rib enine numunelerin enden daralması.....	58
Şekil 3.19 E-Cam Yarım Selanik enine numunelerin enden daralması	58
Şekil 3.20 E-Cam Selanik Türevi enine numunelerin enden daralması	59
Şekil 3.21 E-Cam 1x1 Rib boyuna numunelerin enden daralması	59
Şekil 3.22 E-Cam Milano Rib boyuna numunelerin enden daralması.....	59
Şekil 3.23 E-Cam Yarım Selanik boyuna numunelerin enden daralması.....	60

Şekil 3.24 E-Cam Selanik Türevi boyuna numunelerin enden daralması	60
Şekil 3.25 Aramid 1x1 Rib enine numunelerin enden daralması.....	60
Şekil 3.26 Aramid Milano Rib enine numunelerin enden daralması	61
Şekil 3. 27 Aramid Yarım Selanik enine numunelerin enden daralması	61
Şekil 3.28 Aramid Selanik Türevi enine numunelerin enden daralması.....	61
Şekil 3.29 Aramid 1x1 Rib boyuna numunelerin enden daralması	62
Şekil 3.30 Aramid Milano Rib boyuna numunelerin enden daralması	62
Şekil 3.31 Aramid Yarım Selanik boyuna numunelerin enden daralması	62
Şekil 3.32 Aramid Selanik Türevi boyuna numunelerin enden daralması.....	63
Şekil 3.33 Numunenin 2. ağırlıktaki ve 3. ağırlıktaki görüntüsü	63
Şekil 3.34 Numunenin 4. ağırlıktaki ve 5. ağırlıktaki görüntüsü	64
Şekil 3.35 Numunenin 6. ağırlıktaki ve 7. ağırlıktaki görüntüsü	64
Şekil 3.36 Numunenin 8. ağırlıktaki ve 9. ağırlıktaki görüntüsü	64
Şekil 3.37 Numunenin 10. ağırlıktaki ve 11. ağırlıktaki görüntüsü	64
Şekil 3.38 Numunenin 12. ağırlıktaki görüntüsü	65
Şekil 3.39 1x1 Rib numunenin 2. ağırlıktaki görüntüsü	65
Şekil 3.40 1x1 Rib numunenin 3. ağırlıktaki görüntüsü	65
Şekil 3.41 1x1 Rib numunenin 4. ağırlıktaki görüntüsü	66
Şekil 3.42 1x1 Rib numunenin 5. ağırlıktaki görüntüsü	66
Şekil 3.43 1x1 Rib numunenin 6. ağırlıktaki görüntüsü	66
Şekil 3.44 1x1 Rib numunenin 7. ağırlıktaki görüntüsü	67
Şekil 3.45 1x1 Rib numunenin 8. ağırlıktaki görüntüsü	67
Şekil 3.46 1x1 Rib numunenin 9.ağırlıktaki görüntüsü	67
Şekil 3.47 1x1 Rib numunenin 10. ağırlıktaki görüntüsü	68
Şekil 3.48 1x1 Rib numunenin 11. ağırlıktaki görüntüsü	68
Şekil 3.49 1x1 Rib numunenin 12. ağırlıktaki görüntüsü	68

TABLÖLAR LİSTESİ

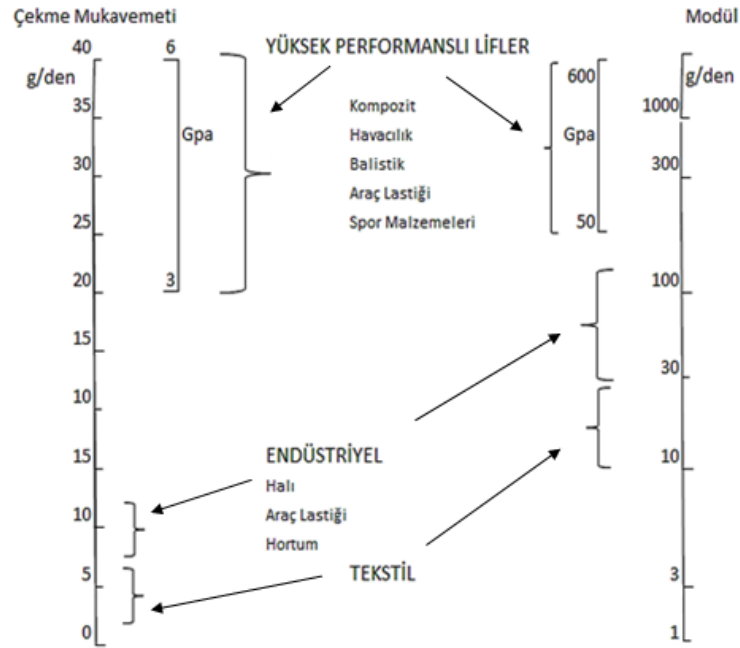
	Sayfa
Tablo 1.1 Bazı yüksek performanslı liflerin özellikleri	5
Tablo 1.2 Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri	12
Tablo 2.1 Numune tablosu	42
Tablo 3.1 136 Tex E-Cam ipliğinden örülen numunelerin yapısal parametreleri.....	46
Tablo 3.2 168 Tex Aramid ipliğinden örülen numunelerin yapısal parametreleri ..	47
Tablo 3.3 E-Cam enine numunelerin yük-uzama değerleri	48
Tablo 3.4 E-Cam boyuna numunelerin yük-uzama değerleri	49
Tablo 3.5 Aramid enine numunelerin yük-uzama değerleri	49
Tablo 3.6 Aramid boyuna numunelerin yük-uzama değerleri	50
Tablo 3.7 E-Cam enine numunelerin enden daralması	50
Tablo 3.8 E-Cam boyuna numunelerin enden daralması	51
Tablo 3.9 Aramid enine numunelerin enden daralması	51
Tablo 3.10 Aramid boyuna numunelerin enden daralması	52

BÖLÜM BİR

GİRİŞ

1.1 Yüksek Performanslı Lifler

Geleneksel tekstil liflerine nazaran daha üstün mukavemet, modül, kimyasal dayanım, hava şartlarına dayanım, termal dayanım gibi özellikler gösteren lifler yüksek performanslı lifler şeklinde ifade edilebilir (Erdoğan, 2012)



Şekil 1.1 Yeni nesil liflerin ve geleneksel tekstil liflerinin karşılaştırması (Hearle, 2001)

Yüksek performanslı lifler kendilerine özgü belirli fiziksel özellikler gerektiren özel teknik fonksiyonları ile sürdürülebilir elyaflardır. Geleneksel liflere göre karşılaştırılması Şekil 1.1 'de ve bazı yüksek performanslı liflerin özellikleri Tablo 1.1 'de verilmiştir. Yüksek performanslı liflerin en önemli özelliklerinden bazıları şunlardır; çekme mukavemeti, çalışma sıcaklığı, oksijen sınırlandırma indeksine ve kimyasal dirence sahip olmalarıdır.

Yüksek performanslı lifler yüksek mukavemetli lifler, ısıya dayanıklı lifler ya da kimyasallara dayanıklı lifler olarak üç farklı kategoride incelenebilmektedir ve genellikle birden fazla üstün özelliği aynı anda sergileyebilmektedirler. (mukavemet, ısı dayanımı vb.). Ancak üstün özelliklere sahip herhangi bir lifin hangi kategori altında inceleneceğine, lifin son kullanım alanı göz önünde tutularak karar verilmektedir. Örneğin bir meta-aramid lifi olan Nomex geleneksel liflerle karşılaştırıldığında daha mukavim ve ısı dayanımı daha yüksektir. Ancak nihai kullanıma bakıldığında Nomex lifleri ısı dayanım özelliğine göre kullanılır ve ısıya dayanıklı lifler sınıfına girer. Yüksek performanslı liflerin genel sınıflandırılması aşağıda verilmiştir (Erdoğan, 2011).

A. Yüksek Mukavemetli Lifler

- a. Aromatik Polyamidler- Para Amidler (Kevlar, Twaron)
- b. Yüksek Mukavemetli Polyetilen Lifleri (Dyneema, Spectra)
- c. Benzazole Polimerinden Elde Edilen Lifler (PBO, PBZT, Zylon)
- d. Aromatik Polyesterler (Vectran)
- e. İnorganik Lifler (Karbon, Cam, Seramik)

B. Isıya Dayanıklı Lifler

- a) Aromatik Poliamidler- Metaaramidler (Nomex, Conex)
- b) Termoset Lifler
- c) Melamin Formaldehit Lifleri
- d) Fenol Formaldehit Lifleri- Novoloid Lifleri (Kynol)
- e) Polyamide-imid Lifleri (Kermel)
- f) Poliamid Lifleri (P84)
- g) Polybenzimidazol Lifleri (PBI)

C. Kimyasallara Dayanıklı Lifler

- a) Polivinilden Klorit Lifleri (Saran)
- b) Flor Esaslı Lifler
- c) Polytetrafloroetilen (PTFE/ Teflon)
- d) Polyvinilflorid Lifleri (PVF)
- e) Polivinilden Florit Lifleri (Kyner, Trofil)
- f) Florlu Etilen Polimerleri (Halar, Tefzel, Teflon-FEB)

- g) Polyetereterketon Lifleri (PEEK)
- h) Polyfenilen Sülfid Lifleri (PPS)
- i) Polyeterimid Lifleri (PEI)

Klasik tekstil liflerine nazaran daha yüksek mukavemetli ve modüllü olan liflere yüksek mukavemetli lifler denir. Herhangi bir lifin yüksek mukavemetli lifler sınıfına dahil olması için özgül mukavemet için en az 20 gr/denye veya 2,5 GPa, modül için 50 gr/denye veya 5,5 GPa olacak şekilde tanımlanmıştır. Bu özelliklerin yanı sıra bu liflerin termal dayanımlarının hava şartları ve kimyasal dayanımlarının yeterli olması gerekmektedir. Ticari olarak en yaygın kullanılan Para-aramidler ve türevleridir. (Erdoğan, 2011)

Aramid lifi yüksek performanslı, sentetik, organik lif olarak en bilinen liftir. Aramid halkasının dengeli yapısından ve amid bağının eklenmiş mukavemetinden dolayı, aramidler yüksek gerilme mukavemeti ve termal direnç sağlarlar. Bu üstün özellikleri sayesinde yüksek mukavemetli lifler sınıfına dahil olurlar.

Yüksek performanslı inorganik lifler de son yıllarda çok önemli hale gelmiştir.

Cam bilinen en eski yüksek performanslı liflerdendir ve 1930'lardan beri üretilmektedir. Bugün cam lifleri teknelerde veya botlarda olduğu gibi kompozit takviyesi olarak, aleve dayanıklı kumaşlar veya yalıtım malzemesi olarak kullanılabilir. Ayrıca optik yeteneği olan cam filamentler son yıllarda iletişim sektöründe devrim yaratmıştır.

Karbon lifleri, askeri ve havacılık alanlarındaki uygulamalar için en önemli yüksek performanslı liflerden biridir. Karbon lifleri, mukavemet ve sertlik için özel olarak tasarlanmıştır ancak varyasyonları elektrik iletkenliği, termal ve kimyasal özellikleri açısından farklılık gösterir. Ticari karbon lifleri, filamentler halinde bazı organik öncü malzemesi ekstrüzyonu ile yapılmaktadır ve bunu karbon filamentlere dönüştürmek için bir karbonizasyon işlemi takip etmektedir. İstenen ürün özelliklerine göre farklı öncü malzemesi ve karbonizasyon işlemi uygulanmaktadır.

Öncü malzemesi özellikle rayon, zift ya da akrilikten saflaştırılabilir. Öncü malzeme ayrıca daha sonra bir son ürün üretmek için karbonize edilip kumaş formuna dönüştürülebilir. Karbon lifleri kompozit malzemelerde takviye lifi olarak ve ısıya dayanıklı giysilerde kullanılır (Hearle, 2011). Bu tezde karbon lifi kullanılmamıştır.

Isıya dayanıklı lifler ısı dayanımları genellikle 200°C ‘nin üzerinde olan 350°C ‘ye kadar dayanabilen liflerdir. Bu liflerin öncelikli özelliği mukavemet değil ısı dayanımıdır. Isıya dayanıklı liflerin genel olarak kimyasallara dayanımları da çok yüksektir. Bunun yanı sıra termal dayanım için liflerin tutuşma sıcaklıkları ve yanma özellikleri de önemlidir.

Kimyasallara dayanıklı lifler genellikle laboratuvarlarda koruyucu giysi amaçlı, filtrelerde, jeotekstillerde, tıbbi tekstillerde tercih edilir. Yüksek mukavemetli ve ısıya dayanıklı liflerin birçoğu kimyasallara da dayanıklıdır.

Tablo 1.1 Bazı yüksek performanslı liflerin özellikleri

Lif	Modül GPa	Çekme Mukavemeti GPa	Uzama %	Yoğunluk g/cm ³	Spesifik Modül	Spesifik Çekme Mukavemeti
Yüksek Modüllü polyethylen e melt-spun	60	1,3	5	0,96	62,2	1,34
Yüksek Modüllü polyethylen e gel-spun Dyneema	87	2,7	3,5	0,97	89,6	2,78
Spectra	120	2,6	3,5	0,97	123,7	2,68
Aramid						
Twaron	79	3	3,3	1,4	56,4	2,14
Kevlar 29	58	2,7	3,7	1,44	40,2	1,92
E-glass	88	4,6	5	2,55	34,5	1,8
Carbon	390	1,85	1	1,78	210,8	1,03

1.1.1 Cam

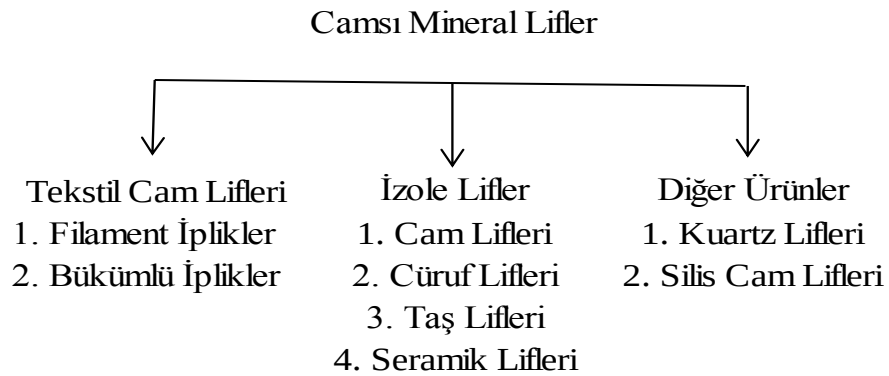
Cam lifinin ticari olarak üretimine 1930’lu yıllarda başlanmıştır. Cam liflerinde kullanılan temel hammadde daha çok soda kireç silikatları veya boraks silikatları şeklindedir. 1935 yılında Owens-İllinois Glass Co, Newark / Ohio, firması tarafından iplik haline getirilebilecek ve dokunabilecek incelikte cam lifleri üretilmiştir. 1942 yılında takviye edilmiş kompozit materyaller olarak ilk zamanlarda havacılık sektöründe kullanılmaya başlanmıştır. 1950’lerin başından itibaren ise plastik malzemenin donatılmasında kullanılmaya başlanmıştır. 1960’ların başlarında cam lifinin üretiminde A-Camı yani alkali cam kullanılmaya başlanmıştır. Bunu çok az alkali içeren ve çok üstün elektriksel ve mekanik özelliklere sahip bir borsilikat camı olan “elektrik dayanımlı camın” kısa adı E-Cam’ın kullanılmaya başlanması izlemiştir.

İlk E-Cam %9 B_2O_3 içeriğine sahiptir. Bu da camın stabilitesini arttırmakta ve yüksek çekme mukavemeti sağlamaktadır. Yüksek elektriksel dirence sahip olmak için, toplam alkali oranı %1 ile sınırlandırılmıştır. Modern E-camları %6-10 B_2O_3

içeriğine sahiptir. Bu camlar, gemi yapımı, uzay çalışmalarında kullanılan malzeme parçaları gibi birçok endüstri sektöründe kullanılmaktadır. C-Cam yüksek kimyasal dayanıma sahip camdır ve levhaların güçlendirilmesinde tercih edilir. S-cam ise yüksek mukavete sahip olup borularda özel kimyasal dayanım için ve ileri düzeyde yüksek mukavemetli binalarda kullanılmaktadır. D-Cam ise %23 B_2O_3 içeriği ile en yüksek boroksit içeriğine sahiptir (Advanced glass fibers yarns, 2014).

Lif çekim yöntemlerinin geliştirilmesi ile cam liflerinin üretimi hız kazanmıştır. Bu oran 2000'li yıllarda 2,9 milyon ton/yıl'a ulaşmıştır. Bu miktar tüm teknik lifler tüketiminin %20 'sini teşkil etmektedir.

Cam lifleri yüksek sıcaklık dayanımına ve stabilitesine, saydamlık ve teknik amaçlara uygunluk özelliklerine sahiptir. Bu nedenle bugün dünyada üretilen cam liflerinin büyük kısmı teknik amaçla ve özellikle izolasyon malzemesi olarak kullanılır. Cam lifi son yıllarda daha çok filtrasyon, koruyucu giysilik ve ambalajlama alanlarında kullanıldığı gibi sızdırmazlık malzemeleri ve kauçuk takviyeleri de dahil olmak üzere yüksek performanslı kompozit uygulamalarının çeşitli türlerinde geniş ölçüde kullanılmaktadır (Özdemir, 2006). Camsı mineral liflerin sınıflandırılması Şekil 1.2'de gösterilmiştir.



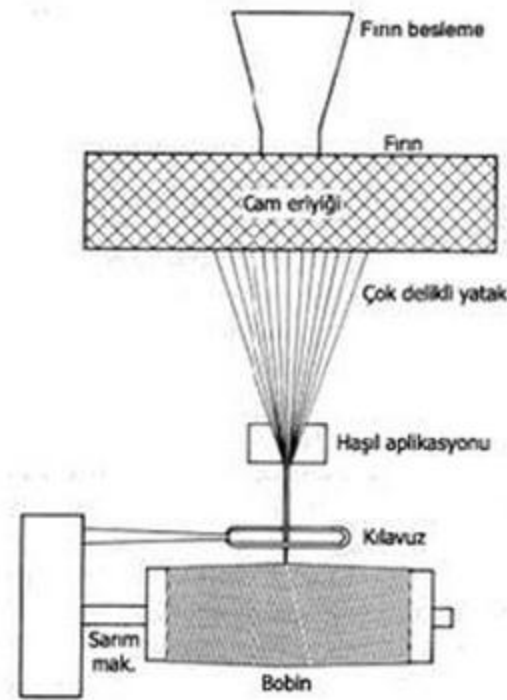
Şekil 1.2 Camsı mineral liflerin sınıflandırılması (Özdemir, 2006)

1.1.1.1 Cam Lifi Üretim Süreci ve Cam Elyafı İpliği

Bugün en ulaşılabilir en ekonomik kompozit takviye malzemesi camdır. Yaygın olarak kullanılan ham malzemeden üretim yapılmaktadır ve ürünler için basit bir teknoloji uygundur (Kumar, 1991).

Cam lifleri filament ya da şapel lif şeklinde üretilmektedirler. Lif üretim şekline göre kullanılan malzeme farklı olabilir. Örneğin filament lif üretimi genellikle E-cam, şapel lif üretiminde ise C-cam kullanılmaktadır (Harmancıoğlu, 1981).

Günümüzde cam elyafı üretimi gerekli hammaddelerin (Kum, Soda, Kireç Taşı, Kolemanit) birlikte karıştırılarak bir fırına beslenmesi ile başlar. Bu fırınlar, gaz veya elektrik enerjisi ile yaklaşık 1600°C'ye ısıtılır. Bu sıcaklıkta fırın içinde eriyen hammaddeler camlaşarak cam eriyiğini meydana getirir. Bu aşamada, cam eriyiği, akıtılmak üzere kanallara yönlendirilir. Bu kanalların ucunda bulunan ve elektrik enerjisi ile ısıtılan kovanlar, cam liflerini akıtmak için kullanılır. Her kovandan 10-24 mikron çapında binlerce lif üretilebilir. Kovan deliklerinden serbest akış ile akan cam eriyiği, mekanik olarak, yüksek hızda dönen bir mandrel üzerine sarılarak, sabit çaplı cam elyafı olarak üretilir. Lifler ayrıca, demetler halinde bir arada tutulabilmesi ve süreç sırasında oluşabilecek aşınmalardan korunabilmesi için, bağlayıcı adı verilen bir kimyasal madde ile kaplanır. Bu bağlayıcı, cam elyafının daha sonraki süreç işlemleri için gerekli olan temel özellikleri de sağlar. Bu şekilde üretilen ıslak cam lifleri, prosese sokulmadan önce 120- 130°C sıcaklıkta, 10-15 saat süre ile hava fırınında kurutulur. Gerekirse az ya da çok büküm verilir ve hafifçe yağlanır. Bu şekilde 3-5 mikron kalınlığında uzun filamentler elde edilir. Bu ürünler daha çok tekstil alanında kullanılır. Cam filament çekim işlemi Şekil 1.3 'de şematik olarak gösterilmiştir.



Şekil 1.3 Cam filament çekimi (Özdemir, 2006)

Cam elyafı iplikleri genellikle ya inç-pound (Amerikan sistemi) (Bkz Şekil 1.4) ya da Tex-metrik tabanlı sistem vasıtasıyla tanımlanırlar (SI-Metrik Sistem) (Bkz Şekil 1.5).

Gelişmiş cam elyafı ipliği ürünlerinde alfabetik ve nümerik gösterimleri içeren standartlaştırılmış bir sınıflandırma kullanılır ve cam yapısının filament tipini, demet sıklığı ve iplik yapısı belirtilir. Bu sınıflandırma hem inç-pound sistemine hem de Tex-Metrik sistemi uygundur. Her iki sistemde endüstriyel olarak kullanılır.

E	C	G	75	1/2	2.8	S
Cam Alaşımı:	Filament	Lif Çapı	İplik No	Eğrilmiş	İplikteki	Büküm Yönü
E: Elektriksel	Tipi:			Tek İplik	Büküm	S: S Büküm
C: Kimyasal	C: Kesiksiz			Sayı	Sayı	Z: Z Büküm
S: Yüksek	S: Ştapel					
Mukavemetli	T: Tekstüre					

Şekil 1.4 Amerikan sistemine göre cam iplik sınıflandırması

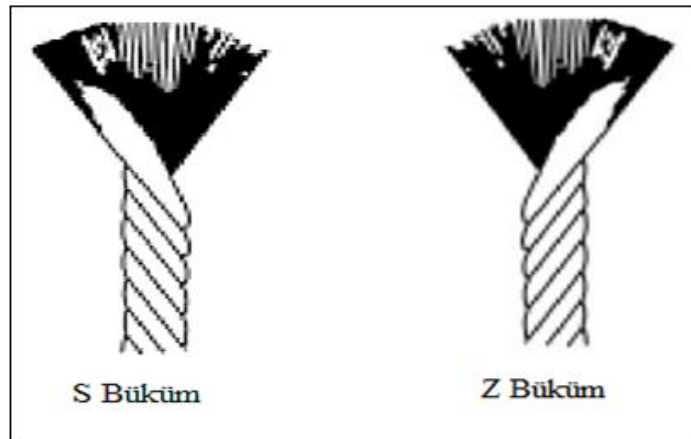
İplik numarası yukarıdaki örnek için 75 İplik No'su 15119.3019 m/kg demetteki çıplak camın nominal değeridir. Büküm sayısı ise bitmiş iplikte 1 inç (2,54 cm) uzunluğundaki ipliğin tur sayısıdır.

E	C	9	68	1x2	S	112
Cam Alaşımı E: Elektriksel C: Kimyasal S: Yüksek Mukavemetli	Filament Tipi C: Kesiksiz S: Ştapel T: Tekstüre	Lif Çapı	İplik No	Eğrilmiş Tek İplik Sayısı x Birlikte Katlanan Eğrilmiş İplik Sayısı	Büküm Yönü S: S Büküm Z: Z Büküm	Bitmiş İplikteki Büküm Sayısı

Şekil 1.5 Tex-metrik sisteme göre cam iplik sınıflandırılması

Yukarıdaki örnekte 9 lif çapı 9 mikrometredir. İplik numarası 1000 metre ipliğin 68 gr olduğunu gösterir. Bitmiş iplikteki büküm sayısı ise 1 metre ipliğin büküm sayısı ile verilmektedir.

Cam filamentlerinin bir arada tutulmasını sağlamak için ipliğe büküm verilir. Bu büküme mekanik büküm denilmektedir. İpliğe verilen S veya Z yönü iplik dik olarak tutulduğunda ipliklerin eğim yönünü ifade etmektedir (Bkz Şekil 1.6). İpliğe verilen büküm sayesinde daha iyi bir aşınma dayanımı, kolay işlenebilirlik ve daha iyi çekme mukavemeti sağlanır (Advanced glass fibers yarns, 2014).



Şekil 1.6 S büküm ve Z büküm yönleri

1.1.1.2 Cam Liflerinin Özellikleri

Cam lifleri oldukça ince bir yapıya sahiptir. Bir mikrona kadar inceltilmiş liflere rastlanır. Genel olarak incelikleri 2-13 mikron arasında değişir. Saydam görünümlü ve yüzeyleri son derece düzgündür. Sırt çizgilerine pek rastlanmaz. Cam liflerinin mikroskop altında enine kesitleri girintili çıkıntılı değildir ancak tam bir daire görünümüne de sahip değildir.

Cam lifleri mukavemetleri yüksek liflerdir. Genellikle kopma mukavemetleri 6-7,3 gr/denyedir. Bununla beraber ince liflerin mukavemeti kalın liflerden daha iyidir. Cam liflerinde ıslanma işlemi mukavemeti düşürücü yönde etki yapar. Ancak mukavemet kaybı lif çapının küçüklüğüne ve içerdiği alkali oranına bağlı olarak artar. Isı değişikliklerinde cam lifi mukavemeti az da olsa etkilenir. Genellikle -50 °C dereceden +250°C dereceye kadar değişen ısıнын etkisi pek görülmez. Fakat +250° C dereceden sonra ısı ve zaman mukavemeti etkiler.

Cam lifleri 700° C ‘nin altında yumuşamazlar. Cam lifleri %0.3 gibi çok az miktarda nem absorbe ederler. Bu yüzden ıslak ve yağ koşullarda kullanılmaya elverişlidirler. Önemli özellikleri şöyledir;

1. Cam lifleri yanmaz
2. Sıcaklığa dayanıklıdır
3. Dış etkilerle çözünmez
4. Güve ve benzeri zararlılara dayanıklıdır
5. Elektiriği geçirmez
6. Kimyasal etkilerin pek çoğuna dayanıklıdır
7. Yıkandığında çekmez, buruşmaz. (Harmancıoğlu, 1981)

1.1.1.3 Cam Lifi Kullanım Alanları

Cam liflerinin uzama yetenekleri ve sürtünme mukavemetleri oldukça düşüktür ve bu nedenle giyim eşyası olarak pek kullanılmamaktadır. Ancak absorbe ettikleri

rutubet miktarı çok az olduğundan vücudu soğuk tutmaktadırlar ve ayrıca toksik etkileri bulunmamaktadır. Bu özellikleri nedeniyle diğer tekstil lifleri ile karıştırılarak kullanılmaya elverişlidir. Daha çok ısıyı ve elektriği iletmemesi nedeniyle, ısı ve elektrik izolasyon maddesi, plastik malzemelerin mukavemetini arttırmak için takviye malzemesi olarak kullanılmaktadır. Bununla beraber bazı teknolojik özellikler zamanımızda cam liflerine son derece önem kazandırmıştır. Özellikle ısıyı geçirmemesi ısıya oldukça dayanıklı oluşu, röntgen ve radyasyon ışınlarını önlemesi bunların başında gelmektedir. Örneğin, ışınlara ve yangınlara karşı tente, perde, önlük, masa örtüsü, mobilya yüzü, miğfer, elbise, vs. gibi koruyucu eşya ve kumaşların yapılması bu özelliğe dayanmaktadır. Bu eşya ve kumaşlar yanan sigara izmariti ve kibrit ile tutuşmazlar. Aynı şekilde petrol taşıyan tanker gemilerinde cankurtaran kayıklarında ve yangından koruyucu eşyaların yapılmasında kullanılmaktadırlar.

Cam liflerinin çok kullanıldığı başka bir alan da filtrasyon işleridir. Bunların birçok kimyasal etkenlere dayanıklı oluşu nedeni ile pek çok kimyasal maddenin muhafaza ve taşınmasında kullanılan kaplar ve aynı zamanda birçok boruların izolasyonu, çeşitli kazanların ve kabloların kaplanması da bu liflerle yapılmaktadır. Yer altı izolasyonunda, toz ve duman filtrelerinde bina, duvar ve çatılarının kaplanması da bu lifler tercih edilmektedir. Son zamanlarda çok kullanılmakta olan çeşitli plastik maddelerin, özellikle film ve şeritlerinin mukavemet kazanmalarında cam lifler yararlı olmaktadır. Bunun gibi cam lifi ile takviye edilmiş ambalaj kağıtları, karton kutuları, bağlama şeritleri, yapıştırıcı bantlar da yapılmaktadır.

Fakat asıl önemini çeşitli otomobil gövdelerinin, yarış araba ve kayıklarının, tankların ve uçakların bazı parçalarının yapılmasında, sentetik plastik maddelerle cam liflerinin uçak endüstrisinde ve roket yapımında özel bir yere sahip olduğu da eklenince uzay çalışmalarında neden yer aldığı anlaşılmaktadır. Ayrıca cerrahların kullandığı maskelerde de cam lifleri kullanılmaktadır, bu maskeler, paralel serilmiş veya ıslak serilmiş yöntemler ile elde edilmiş dokusuz yüzey sentetik mikro lifler ile kaplanarak üretilirler. Bu geniş açıklamalar cam liflerinin bugünün teknolojisinde

artık vazgeçilmez maddeler haline geldiği kanısını kuvvetlendirmiş olmaktadır. Ayrıca teknolojik gelişmeler cam liflerinin önemini bir kat daha arttıracak gibi gelecekte tekstil alanındaki yerini de daha çok genişletmesine olanak sağlayacaktır (Harmancıoğlu, 1981).

1.1.2 Aramid

Kimyasal bileşeni Poliparafenilin terepitemid 'dir. 1960'larda ilk olarak DuPont tarafından geliştirilmiştir. Ticari olarak erişimi 1972'li yıllardadır. Meta-aramid ve daha sonra üretilen Para-aramid olarak iki bilinen türü mevcuttur. Meta-aramidler ısıya karşı yüksek dirençleri olağan oksijen seviyelerinde erimemeleri ve alev almamaları sebebiyle koruyucu giysiler, ısı ve elektrik yalıtım malzemeleri gibi alanlarda kullanılırlar. Para-aramidler ise bazı üstün mekanik özellikleri sebebiyle karma malzeme üretiminde yaygın olarak kullanılırlar. Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri Tablo 1.2 'de verilmiştir

Tablo 1.2 Para-aramid liflerinin fiziksel özellikleri

Tip	Yoğunluk gr/cm ³	Özgül Mukavemet (N/tex)	Başlangıç Modülü (N/tex)	Kopma Uzaması (%)
Kevlar 29	1,43	2,03	49	3,6
Kevlar 49	1,44	2,08	78	2,4
Kevlar 149	1,47	1,68	115	1,3
Twaron	1,44	2,1	60	3,6
Twaron HM	1,45	2,1	75	2,5
Nomex	1,38	0,485	7,5	35
Tecknora	1,39	2,2	50	4,4

Ticari uygulamalar için geliştirilen para-aramid türevleri;

- Kevlar 29 (Dupont)
- Tecknora (Teijin)
- Kevlar 49 (Dupont)
- Twaron (Teijin)

olarak sıralanabilir.

Kevlar 29 ve Tecknora kurşungeçirmez uygulamalar, Kevlar 49 ve Twaron ise kompozit uygulamaları için kullanılır ve aralarında ciddi farklılıklar vardır.

Para-aramidlerin üstün temel nitelikleri;

1. Düşük yoğunluk
2. Yüksek esneklik katsayısı
3. Yüksek çekme mukavemeti
4. Yüksek darbe mukavemeti
5. Yüksek yorulma mukavemeti
6. Yüksek sürtünme mukavemeti
7. Yüksek kimyasal dayanıklılık
8. Düşük kopma uzaması
9. Düşük ısı genleşme
10. Ateşe dayanıklılık
11. Yalıtkanlık

Zayıf özellikleri olarak;

1. Düşük basma mukavemeti
2. Morötesi ışınlarla karşı hassasiyet (sürekli karanlıkta saklanmaları gereklidir)
3. Lif veya kumaş halindeyken katlama, büzme gibi etkilerle zarar görebilmesi
4. Kesme ve mekanik işleme zorluğu
5. Bünyesine nem almaya meyilli olması
6. Tuzlara ve asitlere karşı hassasiyet

1.1.2.1 Aramid Lif Üretim Süreci

Aramid filament iplik üretim süreci 3 procesten oluşur bunlar polimerizasyon, filament lif çekimi ve bükümüdür. İlk basamakta monomerler sağlam bir ince taneli polimer toz haline dönüştürülür. Bu materyal, para-aramidin tipik termal ve kimyasal özelliklerine sahiptir. Bu ince toz plastik parçaların özelliklerini geliştirmek için de

kullanılabilir. İkinci aşamada, sıvı kristal halinde bir solüsyon elde etmek için sülfürik asit içinde polimerin eritilmesini içerir. Bu çözelti daha sonra, ince doğal sarı veya eriyikten boyalı siyah filament iplik haline eğrilir. İplik yapısı, neredeyse % 100 olduğu parakristalin olan lifin molekül zincirleri liflerin eksene paralel olarak yerleşmektedir. Bu yüksek derecede yönelim Aramid filament ipliklerin olağanüstü özelliklerine katkı sağlamaktadır. Ştapel veya kısa kesilmiş elyafın üretilmesi için, lifler kıvrılır ve daha sonra bir kaplama maddesiyle ile muamele edilir. Kurutma işleminden sonra, lifler istenen uzunlukta kesilir ve sonra paketlenir (Twaron product brochure final, 2012).

1.1.2.2 Aramid Lifi Kullanım Alanları

Geçen yirmi yıl boyunca, ileri teknoloji ürünleri olarak bilinen aramid elyafı önemli bir mesafe katetmiş olup uzay, denizcilik, spor ürünleri, eğlence, otomotiv ve silah endüstrisi gibi klasik kompozit pazarlarına hitap etmiştir. Yüksek düzeyde yönlendirilmiş olan bu polimer, düşük yoğunluk ile yüksek modül ve yüksek düzeyde yapışma özelliği ile yüksek mukavemet/ağırlık oranını üründe bir araya getirmektedir. Aramid elyafının negatif ısıl genleşme katsayısından dolayı, ısıl yayılmanın önem taşıdığı ortamlarda fayda sağlamaktadır. Aramid elyafı, fiyat/performans değerlerini sağlamak üzere tasarlanmış cam ve karbon elyafının kombinasyonu şeklinde olan hibrid ürünler halinde de mevcuttur. Yalnızca yapısından kaynaklanan sınırlamalar kompozit tasarımında dikkate alınmalıdır.

Aramid ürünleri iplik, fitil, kırpılmış elyaf şeklinde mevcuttur. Aramid elyafı iplik olarak farklı desenlerde dokunmuş kumaş şeklinde, fitil olarak da elyaf sarma veya şerit şeklinde kullanılmaktadır. Kırpılmış lifler ise hazır kalıplama bileşimlerinin içine karıştırılmaktadır.

Aramid elyafı başlıca ateşe dayanıklı giysilerde, koruyucu elbise ve kasklarda yelken bezi malzemesinde, sıcak hava filtrasyon malzemesinde, spor giysilerde, vücut zırhında, kompozit malzeme olarak ve genellikle karbonla kombine edilmiş olarak kullanılmaktadır.

1.2 Örme

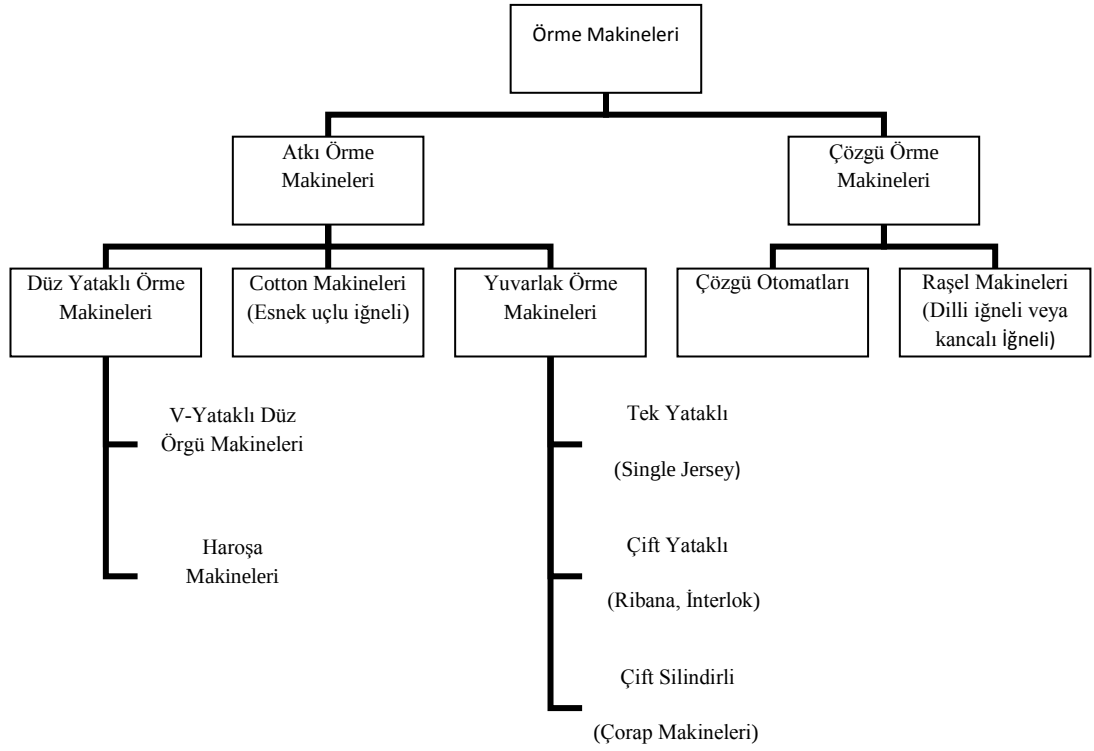
Örme kumaş; yatay veya dikey yönde ilmek adı verilen ipliklerin eğrisel kıvrım oluşturularak birbirinin içerisinden geçirilmesi sonucu oluşan tekstil yüzeyidir (Candan, 2000). Buna göre örme yapılar sırasıyla çözgülü ve atkılı olarak adlandırılır.

Atkı Örmeciliği sürekli olarak beslenen tek bir iplikten enine yönde ilmek sıraları oluşturur. Bağımsız iğne hareketiyle yüzey oluşturulur.

Çözgü Örmeciliği boyuna yönde oluşturuldukları ilmeklerle bağlanarak birbirine paralel dizilmiş çözgü ipliğiyle oluşturulan yüzeydir. Bu örme işleminde iğneler toplu halde hareket eder (Candan, 2000).

Örme teknolojisinde önemli bir parametre de makine inceliğidir. Düz örme makinalar için 1 inç'te bulunan iğne sayısı olarak tanımlanır ve "E" harfi ile gösterilir. Elde edilecek örme kumaşın kalınlığı makine inceliğine bağlıdır.

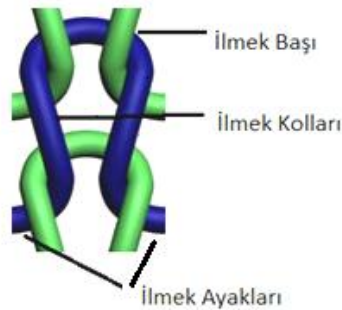
Şekil 1.7' deki diyagramda örme makinelerinin sınıflandırılması görülmektedir.



Şekil 1.7 Örme makinaları sınıflandırılması

1.2.1 İlmeğin ve Farklı İlmeğin Yapıları

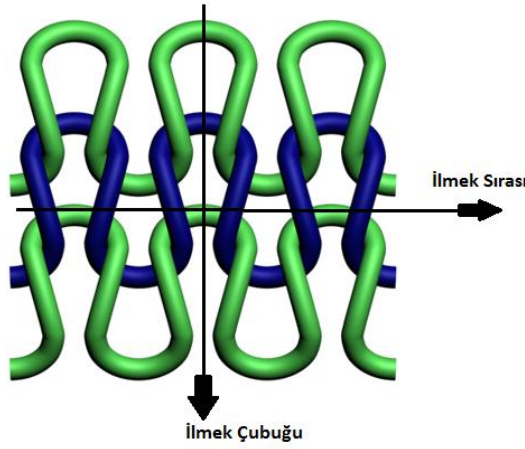
İlmeğin: Örme kumaşların en küçük birimi “ilmeğindir” . İlmeğin Şekil 1.8’ de görüldüğü gibi baş, kollar ve ayaklar olmak üzere 3 kısımdan oluşur. İlmeğin ayakları bir önceki sıranın ilmeğin başı ile ilmeğin başı kendinden sonraki sıranın ayakları ile bağlantı kurarlar. İlmeğin ayakları yan yana duran ilmeğinlerle bağlantı sağlar.



Şekil 1.8 İlmeğin yapısı

İlmeğin iğne tarafından oluşturulan üst yarısına iğne ilmeği, platin tarafından oluşturulan alt yarısına platin ilmeği denir. İlmeğin kollarının belirgin olarak görüldüğü yüzüne düz ilmek, baş ve ayaklarının belirgin olarak görüldüğü yüzüne ters ilmek denir.

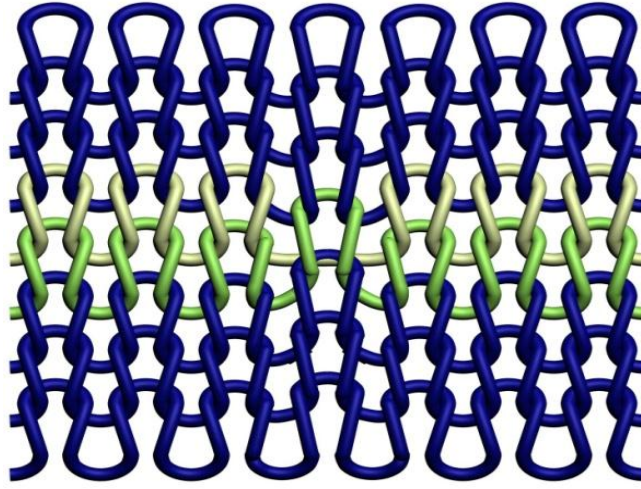
Örgüde enine yönde yan yana dizilen ilmeklere ilmek sırası denir. Örgüde boyuna yönde üst üste yer alan ilmekler dizisine ilmek çubuğu denir. İlmek sıra ve çubuğu Şekil 1.9’ da gösterilmiştir.



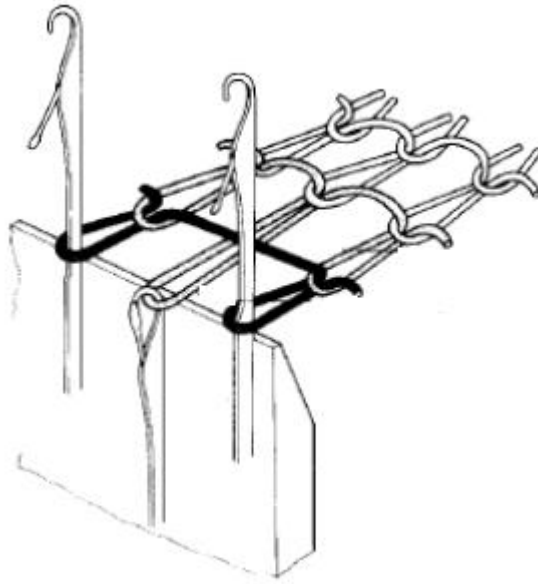
Şekil 1.9 Sıra ve çubuk yönü gösterimi

Bir örme kumaş yüzeyinin oluşabilmesi için ipliğe iğne yardımı ile iğnenin hareketine göre verilebilen şekiller ilmek ve ayrıca farklı yapılar oluşturmak için atlama ve askıdır.

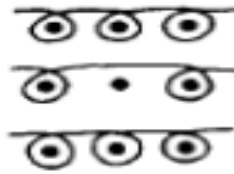
Atlama: Atlama kumaşın enine yöndeki stabilitesini artırır. Çünkü atlama nedeniyle, komşu iki ilmek arasında oluşan düz iplik parçaları yapının elastikiyetini azaltır. Kumaş stabilitesi, atlama sayısına bağlı olarak artar. Atlama yapısının iğne üzerinde oluşumu Şekil 1.11 gösterilmiştir. Atlama yapısını üç boyutlu geometrik modeli Şekil 1.10 ‘da ve atlama yapısı notasyonu Şekil 1.12’de verilmiştir.



Şekil 1.10 Atlama yapısı gösterimi (Kayacan ve Kurbak, 2008)



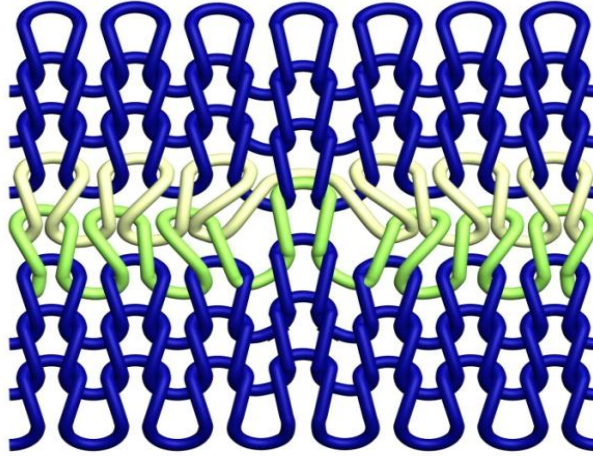
Şekil 1.11 İğne üzerinde atlama yapısı oluşumunu gösterimi (Spencer, 2001)



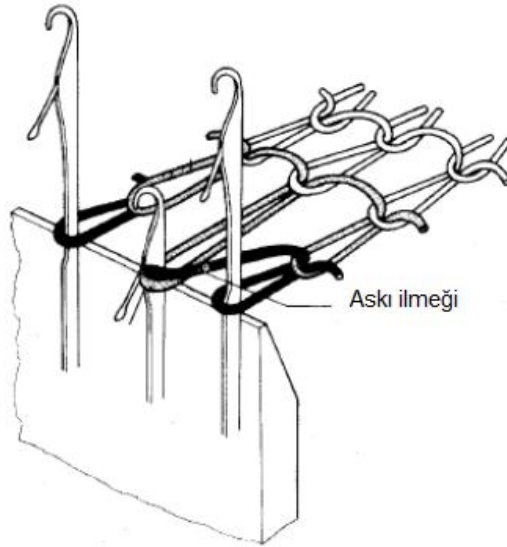
Şekil 1.12 Atlama notasyonu

Askı: Yeni bir sıra oluşturmaksızın normal ilmeklerin üzerine askı iplikleri yerleştirildiğinden askı kumaşın gramajını ve kalınlığını artırır. İlmeğin üzerine

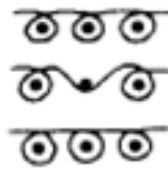
yerleştirilen askı, ilmek çubuğunun genişlemesine ve dolayısıyla kumaş eninin artmasına yol açar. Şekil 1.13’de askı yapısının üç boyutlu geometrik modeli Şekil 1.14’de askı oluşumu ve Şekil 1.15’de askı yapısının örme notasyonu verilmiştir.



Şekil 1.13 Askı yapısı gösterimi (Kurbak ve Kayacan, 2008)



Şekil 1.14 İğne üzerinde askı yapısı oluşumunun gösterimi (Spencer, 2001)



Şekil 1.15 Askı notasyonu

1.2.1.1 İlmek parametreleri

İlmek parametrelerinin örgü yapısı üzerinde gösterimi Şekil 1.16'da gösterilmiştir.

İlmek iplik uzunluğu (l), bir ilmeği meydana getiren ipliğin uzunluğunun iplik eksenindeki ölçümüdür.

Sıra açıklığı (c), ilmeğin kumaş yüzeyinde etkili olan yüksekliği olup her ilmek sırasında kumaş boyunu arttırma miktarını verir. Bir örgü kumaş parçası boyunun o kumaşta bulunan sıra sayısına bölümü ile hesaplanır.

Çubuk açıklığı (w), ilmeğin kumaş yüzeyinde etkili olan genişliği olup her ilmek çubuğunun kumaş enini arttırma miktarını verir. Bir örgü kumaş parçası eninin kumaşta bulunan çubuk sayısına bölümü ile hesaplanır.

İlmek alanı (N=c.w), bir ilmeğin kumaş yüzeyinde kapladığı alan olup sıra açıklığı ile çubuk açıklığının çarpımına eşittir.

$$N=c.w \quad (1.1)$$

Birim kumaş boyundaki sıra sayısı (cpc), kumaşın 1 cm uzunluğunda bulunan sıra sayısıdır.

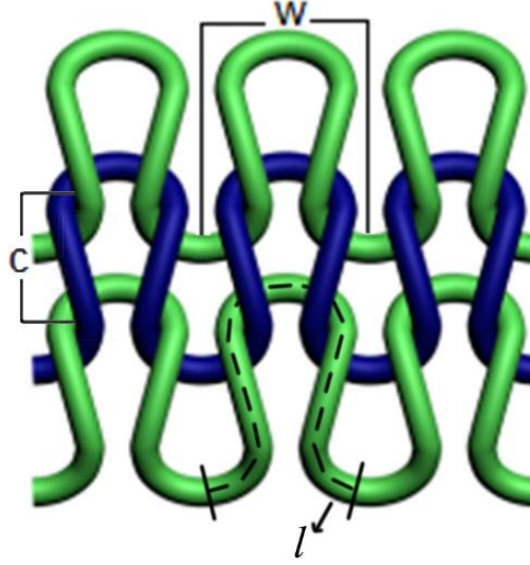
$$cpc=1/c \quad (1.2)$$

Birim kumaş enindeki çubuk sayısı (wpc), kumaşın 1 cm genişliğinde bulunan çubuk sayısıdır.

$$Wpc=1/w \quad (1.3)$$

İlmek yoğunluğu(S), birim kumaş alanında bulunan ilmek sayısıdır.

$$S=cpc \times wpc \quad (1.4)$$



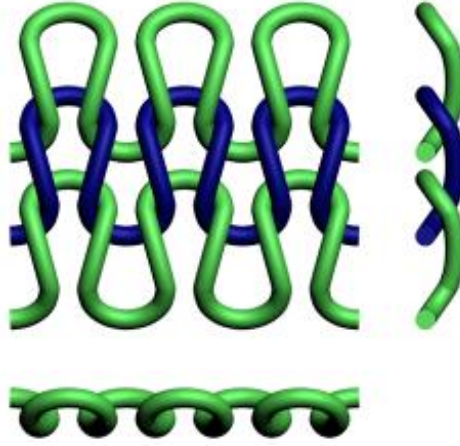
Şekil 1.16 İlmek parametreleri

1.2.2 Temel Örgü Yapıları

1.2.2.1 Düz Örgü

Tek iğne yatağına sıralanmış iğnelerin ilmek oluşturması ile elde edilen yapıya düz örgü denir. Düz örgü yapısı üç boyutlu geometrik modeli Şekil 1.17’de gösterilmiştir. Ön yüzü ve arka yüzü farklı bir yapı elde edilir. Düz örme kumaşın ön yüzüne bakıldığında ilmek kolları, arka yüzüne bakıldığında ise ilmek başları belirgin olarak gözlenir. Düz örme kumaş yapısı dengesiz bir kumaş yapısıdır ve kenar kıvrılmasına sebep olmaktadır. Tek yatakta ilmekler aynı yönde olduğundan ilmek şeklindeki iplikler tekrar eski doğrusal haline gelmeye çalışırlar ve kumaşta kenar kıvrılmaları meydana gelir.

V yataklı düz örme makinesinde sadece ön veya sadece arka yataktaki iğnelerin ilmek oluşturması ile elde edilebilir. Tek yataklı yuvarlak örme makinelerde de düz örme kumaş yapısını tüp halinde elde edebiliriz.



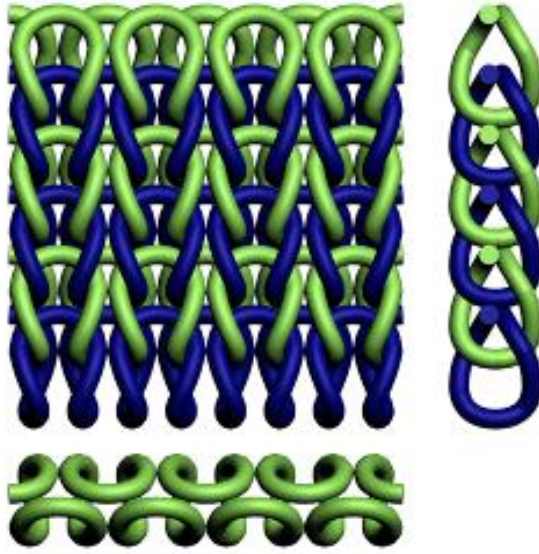
Şekil 1.17 Düz örgünün üç boyutlu geometrik modeli (Kurbak ve Ekmen, 2008)

1.2.2.2 Çift Yatak (1x1 Rib)

Her iki iğne yatağındaki tüm iğnelerin ilmek oluşturduğu çift yatak örgülerdir. Örne işlemi yapan bütün iğneler ilmek yapar. 1x1 rib örgünün üç boyutlu geometrik modeli Şekil 1.19 'da gösterilmiştir. Dengeli kumaş yapısı elde edilir ve kenarlarda kıvrım olmaz. Bu kumaş yapısı ön yüzeyinde ve arka yüzeyinde aynı görüntüye sahiptir. Ön ve arka yüzeyine bakıldığında sadece düz ilmekler belirgin olarak görülür. Ters ilmekler örgü kumaş iki kenarından çekilerek gerdirilirse görünür hale gelirler. Bu kumaşlar enine yönde yüksek esnekliğe sahiptir. Şekil 1.18'de 1x1 Rib örgü yapısının notasyonu gösterilmiştir.

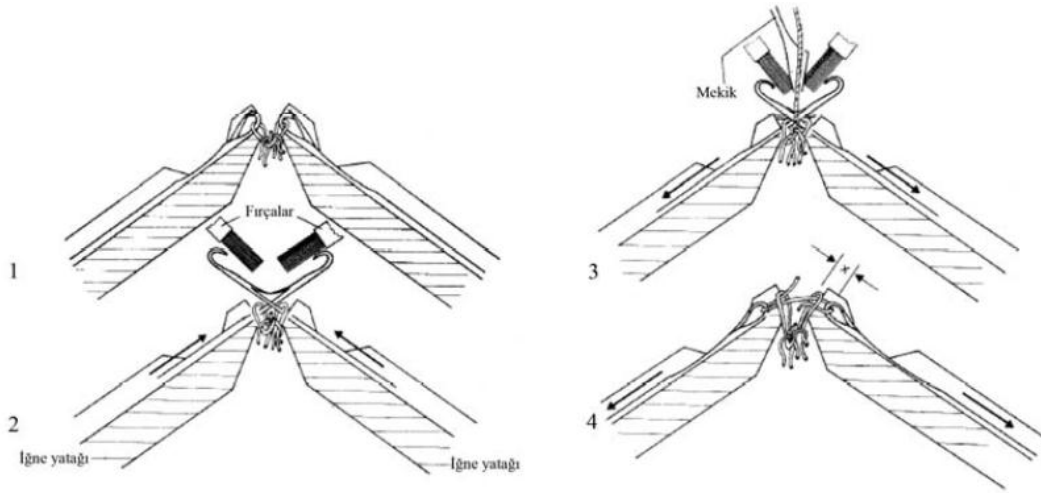


Şekil 1.18 1x1 Rib örgünün notasyonu



Şekil 1.19 1x1 rib örgünün üç boyutlu geometrik modeli (Kurbak, 2009)

İki sıra iğneli V yataklı makinede bütün iğnelerin ilmek oluşturmaları ile elde edilen örgü 1x1 rib örgüdür. Şekil 1.20'de V yataklı düz örme makinesinde örgü oluşumu gösterilmiştir.



Şekil 1.20 V yataklı düz örme makinesinde 1x1 Rib örgü oluşum aşamaları (Spencer, 2001)

1.2.2.3 Haroşa

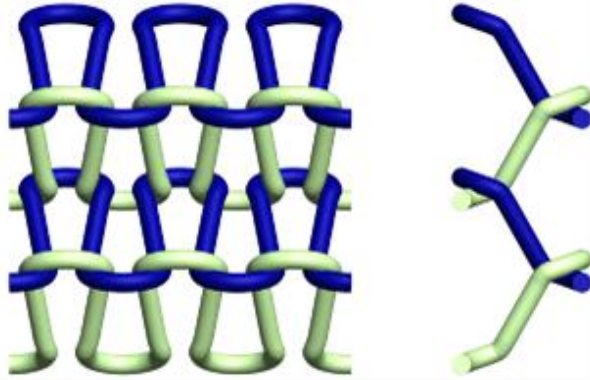
Haroşa kumaşlara links&links ya da ters kumaşlar da denmektedir. Bir ters, bir düz ilmek sıralarının ardı ardına oluşturulmasıyla elde edilirler. En belirgin özelliği

aynı çubuk boyunca ters ve düz ilmekler oluşturulabilmesidir. Dengeli ve düzgün yüzeyli kumaş yapıları elde edilir ve bu yüzden kenarlarda kıvrılma olmaz.

Haroşa örgüler boyuna yönde en fazla uzayan örme kumaşlardır. Kumaşın ön yüzeyinden ve arka yüzeyinden bakıldığında çoğunlukla ters ilmekler belirgin olarak görülür. Haroşa makinesinde bütün iğnelerin her iki yatak üzerinde ördüğü temel örgü 1x1 haroşa örgüdür. Haroşa yapısı notasyonu Şekil 1.21’de bu örgünün üç boyutlu geometrik modeli Şekil 1.22’ de gösterilmiştir.

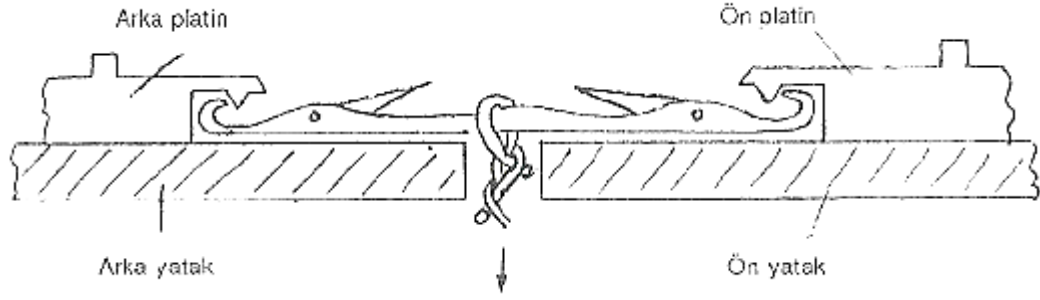


Şekil 1.21 Haroşa yapısı notasyonu



Şekil 1.22 Haroşa örgünün üç boyutlu geometrik modeli (Kurbak ve Soydan, 2008)

Şekil 1.23’ de görüldüğü gibi haroşa örgü elde edilmesi için kullanılan düz makinalarda iki ucu kancalı iğnelerle üretim yapılmaktadır. Buna göre ön yatakta ilmek oluşumu (düz ilmek) tamamlandıktan sonra iğne, diğer örme elemanlarının yardımıyla arka yatağa aktarılır ve burada da ilmek oluşumu (ters ilmek) gerçekleştirilir.

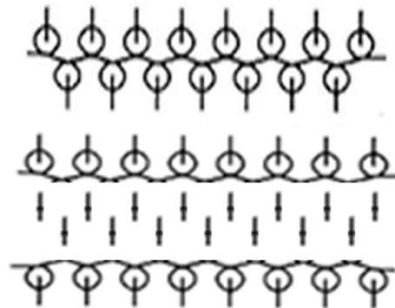


Şekil 1.23 Haroşa örme makinesi gösterimi (Kurbak, 1992)

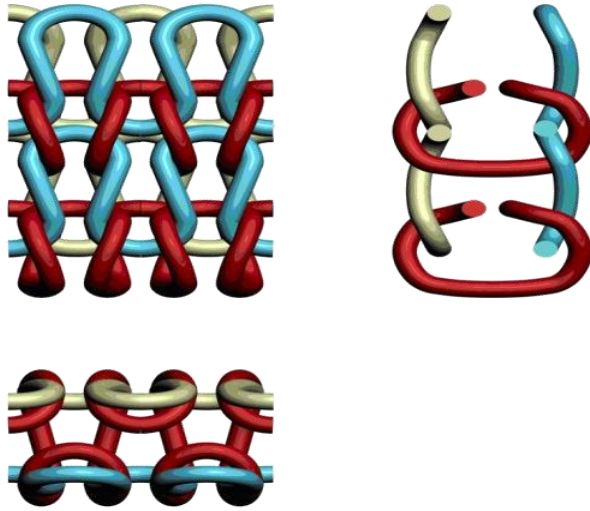
1.2.3 Çift Yataklı Örme Makinalarında Örülen ve Çok Kullanılan Diğer Bazı Örgü Yapıları

1.2.3.1 Milano Rib

Bir sıra 1x1 Rib, arkada ve önde iki sıra düz örme sırası (Hortum) olarak üretilen Milano Rib kumaş yapısının boyutsal stabilitesi yüksektir. Milano Rib kumaşlar spor giyim, sıcak dış giyim gibi ticari ürünlerde tercih edilmektedir. Milano Rib kumaş yapısı içinde sıkışan havayı korur ve bir yüzeyden diğer yüzeye sıcak soğuk transferini önleyecek şekildedir. Ayrıca Milano Rib yapısı elektrik kabloları, su boruları, geçme borular gibi fonksiyonel olarak teknik tekstillerde de kullanılmaktadır. Ayrıca darbe kuvvetlerini absorbe için de uygun yapılardır. Milano Rib yapısı notasyonu Şekil 1.24’de ve üç boyutlu geometrik model Şekil 1.25’de gösterilmiştir.



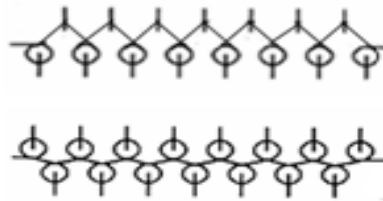
Şekil 1.24 Milano Rib yapısı notasyonu



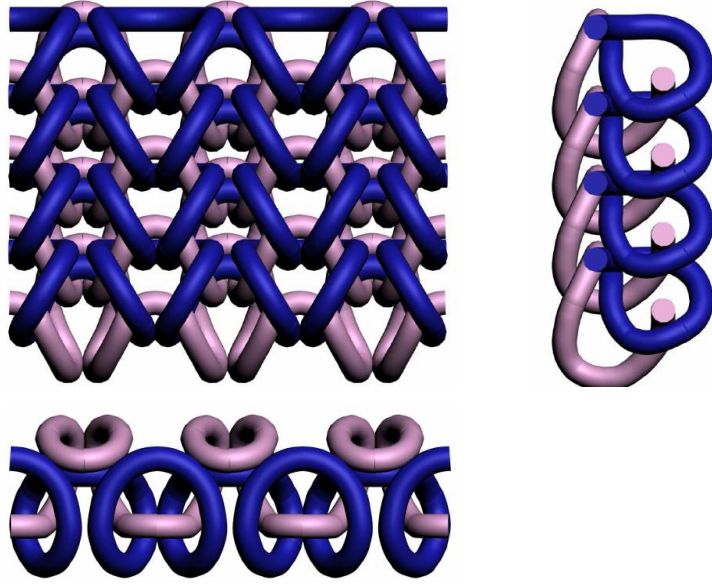
Şekil 1.25 Milano Rib üç boyutlu geometrik modeli (Kurbak ve Amreeva, 2006)

1.2.3.2 Yarım Selanik

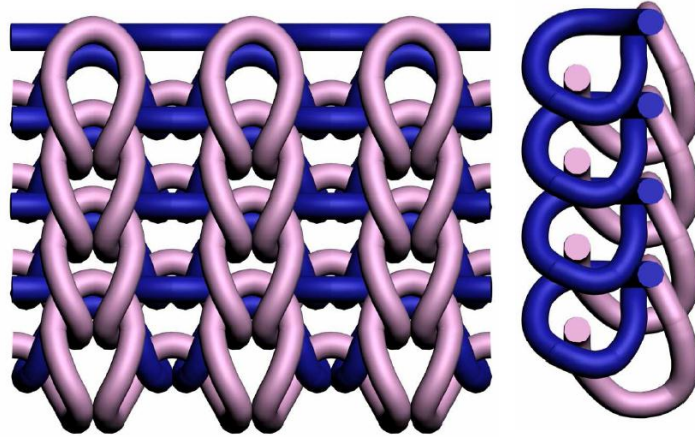
Selanik yapıları askı ilmekli rib yapılarıdır. Her tekrarda iki sıra örülür. İlk sıra rib sırası ikinci sırada ön yüzü askı ilmekleri arka yüzü ise düz ilmeklerden oluşturulmaktadır. Yarım Selanik geniş bir kumaş yapısıdır. Büyük oranda askı ilmekleri enine yönde daralmayı azaltır. Yarım Selanik yapısı dengeli bir yapı değildir. Ön ve arka yüzeyi farklı görüntülere sahiptir. Şekil 1.27 ve Şekil 1.28’de Yarım Selanik örgü yapısının hem ön yüzü hem arka yüzü üç boyutlu olarak gösterilmektedir. Kumaşın her iki tarafındaki 1 santimdeki sıra sayısı farklıdır. Yarım Selanik yapısı notasyonu Şekil 1.26’da gösterilmiştir



Şekil 1.26 Yarım Selanik yapısı notasyonu



Şekil 1.27 Yarım Selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli ön yüzü gösterimi (Kurbak ve Alpyıldız, 2009b)

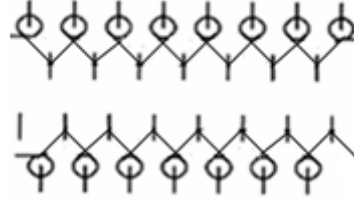


Şekil 1.28 Yarım Selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli arka yüzü gösterimi (Kurbak ve Alpyıldız, 2009b)

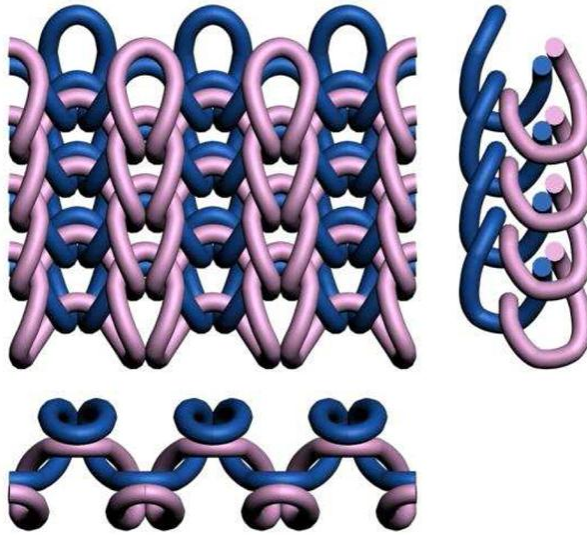
1.2.3.3 Tam Selanik

Tam Selanik örgü yapısı iki sistem tekrardan oluşur. İlk sistemde kumaş ön yüzünde ilmek arka yüzünde askı, ikinci sistemde ise kumaş ön yüzünde askı arka yüzünde ilmek oluşur. Askılı yapılar sayesinde hacimli bir kumaş yapısı elde edilir.

Tam Selanik örgü notasyonu Şekil 1.29'da ve 3 boyutlu geometrik modeli Şekil 1.30'da verilmiştir.



Şekil 1.29 Tam Selanik yapısı notasyonu



Şekil 1.30 Tam Selanik yapısı üç boyutlu geometrik modeli (Kurbak ve Alpyıldız, 2009a)

1.3 Teknik Uygulamalarda Örme Kumaşlar

Son yıllarda teknik uygulamalar açısından örme kumaşların bilinirliği artmaya başlamıştır. Yüksek mukavemetli lifler genellikle kompozit takviye malzemesi (önşekil) olarak kullanılmaktadır. Bu konuda yapılmış çalışmalar aşağıda kısaca özetlenmiştir.

Araujo ve arkadaşlarının (2003), teknik uygulamalarda kullanmak için atkı örme kumaşların mekanik davranışlarını modellemek üzere yaptıkları çalışma 4 parttan oluşmaktadır. Bu çalışmanın ilk kısmında deneysel analizler yapılmıştır. Cam lifinden üretilmiş atkı örme kumaş ve atkı örme takviyeli kompozit malzemelerin

mekanik özelliklerinin teorik analizine farklı yaklaşımlarda bulunulmuştur. Bu yazıların 1.kısmı atkı örme kumaşların mekanik özelliklerini geliştirme yöntemleri ve deneysel analizleri ile ilgilidir. 4 farklı örme kumaş yapısı kullanılmıştır. Bu yapılar düz örgü, patinet örgü (tek iğne yatağında tek ve çift numaralı iğnelerin iki ayrı sistemde örüldüğü iç içe geçmiş bir atlamalı desenli düz örgü) , futter ve sandviçtir. Her bir yapı için 10 adet numune hazırlanmış ve halat metodu kullanılarak çekme cihazında testleri yapılmıştır. Enine yönde ve boyuna yönde numuneler test için kullanılmıştır. Her örme yapısı için yük uzama eğrileri verilmiştir. Düz ve patinet örgülerden %0 ve %20 ön uzama değerleri verilerek tek tabaka ve iki tabaka olmak üzere bir seri kompozit yapıp yük-uzama testleri yapılmıştır. Sandviç kumaşlar sadece %20 ön uzama ile kompozit yapıp yük-uzama testleri yapılmıştır. Futter için %15 ön uzama verilip sadece enine yönde numunelerde yük-uzama testleri yapılmıştır. Örme kumaş yapısının kompozit yapısına etkileri ortaya konulmuş ve tartışılmıştır. Bu çalışma sonucunda çekme mukavemetinin takviye yapılarının test yönünden ve ön gerilmeden etkilendiği, Young modülü test yönünden, takviye yapısının ön gerilmesinden ve örme kumaş yapısından etkilendiği, kopma uzamasının da aynı şekilde test yönünden, ön gerilmeden ve örme kumaş yapısından etkilendiği ortaya çıkmıştır.

Savci ve arkadaşları (2000), gelişmiş kompozit yapılar için atkı örme ön şekillerinin özellikleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Bu çalışma 2 bölümden oluşur. 1. bölümde cam lifinden atkı örme ön şekillerinin fiziksel, mekanik ve simüle edilmiş şekillendirilebilirlikleri arasındaki ilişki açıklanmıştır. Farklı atkı örme yapılarının kompozit ön şekilleri olarak deformasyonundaki etkileri araştırılmıştır. 68x2 Tex E-Cam lifinden Yarım Milano, Milano, Selanik ve Çift Pike yapıları 8 incelikte örme makinesinde üretilmiştir. Bu ön şekil yapıların fiziksel özellikleri belirlenmiştir. Sıra ve çubuk yönünde 10 adet numunenin yük uzama testleri KESF metodu ile ölçülmüştür.

Balea ve arkadaşları (2013), yatırım iplikleri ve lif tipinin düz örme takviyeli kompozit yapıların mekanik özelliklerinin geliştirilmesi üzerine bir çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada cam, bazalt ve karbon elyafından numuneler üretilmiştir.

Enine ve boyuna yönündeki takviye yapılarının gerilme özellikleri araştırılmıştır. Eşit ilmek boyutlarında aynı örme parametrelerine sahip 3 farklı elyafıtan üretilen düz örme kumaşların kompozit yapısında ve kumaş yapısında lif tipinin etkileri araştırılmıştır. Bunun sonucunda örme kumaş deformasyonu 2 ana bölüme ayrılmıştır. İlk kısım ilmek deformasyonunu yani kumaş uzamasını 2. kısım ise iplik ve lif deformasyonlarını verir. En iyi özellikler cam ve bazalta göre karbon liflerinde gözlemlenmiştir. Bazalt lifleri cama göre biraz daha yüksek değerlere sahip olmasına rağmen benzer özellikler sergilerler. Bu çalışma sonucunda örme takviyeli kompozit malzemelerinin ve örme ön şekillerinin gerilme ve uzama özelliklerinin lif tipine ve örme yapısına bağlı olduğu ortaya çıkmıştır.

Hong ve arkadaşları (2002), atkılı örme düz örme kumaşın gerilme özellikleri üzerine bir çalışma yapmıştır. Atkılı örme düz kumaşın gerilme özellikleri üzerine yapılan çalışmada cam lifinden elde edilmiş örme kumaşların yük-uzama eğrileri hesaplanmıştır. Diğer çalışmalarda da olduğu gibi sıra ve çubuk yönleri için eğriler teorik olarak hesaplanmış ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada hem tek eksenli (uniaxial) hem çift eksenli (biaxial) gerilme özelliklerinin tahminlenmesinde elastika teorisine dayanan teorik analiz kullanılmıştır. Sıra yönünde ve çubuk yönünde cam lifinden elde edilen kumaşları yük-uzama eğrileri teorik olarak hesaplanmış ve deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Bu çalışmada örme kumaş takviyeli kompozit yapıların avantajlarından bahsedilmiş ve kullanım yeri açıklanmıştır. Düz örme kumaşlar için kabul edilen bazı temel varsayımlarla çalışma gerçekleştirilmiştir. Teorik analizde ilmek yapısının simetrisinden ötürü sadece çeyrek ilmek analiz edilmiştir. Gerilme testi için Hounsfield H10KS universal test cihazı kullanılmıştır. Her bir yönde 10 test sonucunun ortalama değerleri deneysel yük-uzama eğrileri karşılaştırmak için kullanılmıştır. Yük-uzama eğrilerinin elde edildiği teorik ve deneysel sonuçlar karşılaştırılmış ve sonuçlar birbirine yakın çıkmıştır.

Karimi ve arkadaşları (2009), çalışmalarında düz atkılı örme kumaşlar her iki yönde tek eksenli yüklemeye maruz bırakılmıştır. Bu çalışmada Castigliano Teoremi kumaş modülünü belirlemek için başlıca yöntem olarak kullanılmıştır. Sıkıştırma,

uzama, eğilme rijitliği gibi iplik özellikleri, ilmek uzunluğu, incelik faktörü, çubuk ve sıra açıklığı gibi kumaş karakterleri de dikkate alınmıştır. Straight-line (kesikli çizgi) modeliyle oluşturulan kumaş geometrisiyle bağlantı kurularak gerilme özellikleri tahminlenmiştir. Numuneler makine yönünde çubuk ve sıra yönü ayrıca ilmek yönünde çubuk ve sıra yönünde kesilmiştir. Gerilme mukavemeti cihazında her bir numune için yük-uzama eğrisi elde edilmiştir. Bu çalışmada kumaşların özellikleriyle karşılaştırdığında ilmek uzunluğunun artmasıyla hem sıra hem çubuk yönünde başlangıç modülü azaldığı sonucuna varılmıştır. “Straight-line” modellemesiyle Castigliano teoremine dayandırılmış düz örme kumaşın gerilme-uzama ilişkisi tahminlenmiştir. Teorik ve deneysel sonuçlara bakarak kumaş başlangıç modülü, cm’deki sıra sayısı, cm’deki çubuk sayısı, ilmek iplik uzunluğu ve ipliğin özellikleri (iplik eğilme rijitliği, iplik modülü, iplik yarıçapı vd.) gibi birçok özellik kumaşın mekanik özellikleri üzerinde etki etmekte olduğu vurgulanmıştır.

Khondker ve arkadaşları (2001), takviye kumaşın örme yapısının kompozitin çekme ve basma dayanımına etkilerini araştırmışlardır. Değişik ilmek sıklıklarında Düz, Ribana, ve Milano Rib örme kumaş takviyeli kompozitlerin çubuk ve sıra doğrultusundaki çekme ve basma dayanımları incelenmiştir. Tüm kompozitlerde ilmek sıklığının azalması dolayısıyla ilmek kesişim bölgelerinin azalmasıyla, lif hacim oranı kumaş kat sayısını artırarak sabit tutulmak şartıyla, dayanımların arttığı gözlenmiştir. Elastisite modülünün lif hacim oranı ve lif oryantasyonundan etkilendiği belirtilirken, ilmek iplik uzunluğunun çekme dayanımına etkisinin karmaşık olduğu; ilmek iplik uzunluğunun artmasıyla düz örme kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımı artarken, Ribana ve Milano Rib kumaş takviyeli kompozitlerin çekme dayanımında düşme gözlemlendiği belirtilmiştir. Ancak Ribana ve Milano kumaş takviyeli kompozitler için maksimum çekme dayanımı sağlayan bir uygun ilmek iplik uzunluğu değerinin olduğu da vurgulanmıştır. Tüm kompozitlerde çubuk doğrultusunda basma dayanımına ilmek iplik uzunluğundaki artışın bariz bir etkisi görülmemiştir. Ancak Ribana ve Milano Rib kumaş takviyeli kompozitlerde sıra doğrultusundaki basma dayanımı artan ilmek uzunluğu ile artmaktayken düz örme kumaş takviyeli kompozitlerde sıra doğrultusundaki basma dayanımı artan ilmek iplik uzunluğu ile düştüğü gözlemlenmiştir. Yüksek çekme ve basma

dayanımına sahip örme takviyeli kompozit elde edebilmek için örme takviye kumaşının yapısının yüksek ilmek çapı eğriliklerine sahip basit ve az sayıda ilmek kesişme noktası içeren seyrek bir yapının tercih edilmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Bini ve arkadaşları (2001), düz örme kumaş takviyeli kompozitlerde takviye kumaş ilmek sıklığının kompozitin farklı yükleme eksenlerindeki çekme dayanımına etkilerini incelemiş ve ilmek sıklığının azalması yani ilmek boyutlarının artması ve ilmek sıralarının zigzag yapıdan uzaklaşması dolayısıyla kuvvet eksenini doğrultusundaki elyaf oryantasyonunun artmasıyla çubuk doğrultusundaki çekme dayanımında artış olduğunu belirtmişlerdir.

Zhangyu ve arkadaşları (2006), cam elyafi-polypropylene ipliklerden 1x1 Rib yapısında üretilen takviye kumaşların ilmek sıklıklarındaki değişimin kompozit çekme dayanımına etkilerini incelemişlerdir. Çekme dayanımında ilmek sıklığının artmasıyla artış gözlenmiştir, belirli bir sıklık değerinden sonra ise kompozit dayanımında düşme olmuştur.

Zhangyu ve arkadaşları (2006a), ayrıca ribana kumaş takviyeli kompozitlerde kumaşın ilmek sıklığının çekme dayanımına etkilerini araştırdıkları çalışmalarında ilmek sıklığının artması ile çubuk doğrultusundaki çekme dayanımının önce arttığı ancak ilmek sıklığının belirli bir değeri aşmasıyla çekme dayanımında düşme gözlemlenmiştir. Durum şu şekilde açıklanmıştır; örme kumaş takviyesindeki ilmek sıklığının belirli bir değere kadar artması ile lif hacim oranı artmakta ve iplikler için uygun eğrilikte örme işlemi gerçekleştirilebildiği için hasar görüp kırılan lif sayısı az olmaktadır. Bu ilmek sıklığı değeri aşıldığında ise her ne kadar lif hacim oranı artsa bile örme işlemi esnasında hasar görüp kırılan lif sayısı da arttığı için kompozitin dayanımında düşme gözlemlenmektedir. Bu durumda ilmek sıklığı değeri için optimum değer olduğu ve yapının ilmek sıklığının bu değerden yüksek ya da düşük olmasına göre çekme dayanımına etkisinin değişeceği söylenebilmektedir.

Asi ve arkadaşları (2010), ribana kumaş takviyeli kompozitlerin çekme, basma ve kesme dayanımı üzerinde yaptıkları çalışmada ise sıklık faktörünün artışıyla

kompozitin dayanımında hem sıra hem çubuk doğrultusunda artış olduğu belirtilmiştir.

Leong ve arkadaşları (1999) , Milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve basma davranışlarına takviye kumaşın belirli bir gerginlik altındayken kompozit haline getirilmesinin etkileri incelemişlerdir. Takviye kumaş sıra ve çubuk doğrultularında değişik miktarlarda gerili haldeyken kompozit imal etmişler ve hem sıra hem çubuk doğrultusunda dayanımlarına bakmışlardır. Çubuk doğrultusunda kumaşın gerilmiş olmasının yükleme doğrultusundan bağımsız olarak hem sıra hem çubuk doğrultusunda çekme dayanımını artırdığı, ancak basma dayanımını çubuk doğrultusunda artırırken sıra doğrultusunda azalttığı belirtilmiştir. Sıra doğrultusunda takviye kumaşın gerilmiş olmasının ise sadece sıra doğrultusunda çekme dayanımının artırdığı, ancak yükleme doğrultusundan bağımsız olarak hem sıra he çubuk doğrultusunda basma dayanımını azalttığı ifade edilmiştir. Dayanımlardaki bu değişimler kuvvet doğrultusunda yerleşen elyaf miktarındaki değişikliklerle açıklanmıştır; kuvvet doğrultusunda elyaf miktarının artması ile o doğrultudaki dayanım artmaktadır. Hasar davranışının ise takviye kumaşın gerili olmasından bağımsız olarak her durumda reçine çatlaması ile başladığı belirtilmiştir.

Khondker ve arkadaşları (2006a), Milano kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve basma davranışlarına takviye kumaşın belirli bir gerginlik altındayken kompozit haline getirilmesinin etkileri incelenmiştir. Kompozitlerin davranışlarında Leong ve arkadaşları (1999) çalışmalarıninkine benzer eğilimler gözlemlemişlerdir. Ancak gerginlik miktarları daha önceki çalışmalardan düşük olduğu için basma dayanımındaki değişiklikleri gözlemleyememişlerdir. Ayrıca takviye kumaşın gerilme miktarı ve yönünden bağımsız olarak tüm kompozitlerde en yüksek çekme dayanımının çubuk doğrultusunda gözlemlendiği belirtilmiştir.

Zhangyu ve arkadaşları (2006b), takviye kumaşın çubuk doğrultusunda farklı gerginlikler altındayken kompozit haline getirilmesinin kompozitin çekme dayanımına etkisini incelemişlerdir. Daha önceki çalışmalarla uyumlu olarak çubuk doğrultusunda uygulanan gerginliğin kompozitin çubuk doğrultusundaki çekme

dayanımını arttırdığını ve hasar başlangıç ve ilerleme şeklinde bir değişiklik olmadığını belirtmişlerdir. Ancak uygulanacak germe miktarının bir kritik değerinin olduğunu, dolayısıyla bu kritik değer aşıldığında kompozitin dayanımında azalma gözlemlendiğini ifade etmişlerdir. Çubuk doğrultusunda takviye kumaşın gerilmesi ile bu doğrultuda yerleşen elyaf miktarının arttığını ancak aynı zamanda ilmek başlarındaki eğriliğin de arttığını gözlemleyen yazarlar çubuk doğrultusundaki söz konusu kritik gerginlik değerinin elyaf miktarındaki artışın eğrilikteki artıştan hala fazla olduğu en yüksek gerginlik oranı olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu kritik değer kullanılan liflerin özelliklerinden, ilmek yapısından ve geometrik özelliklerinden etkilendiği de ifade edilmiştir.

1.4 Hooke Kanunu ve Poisson Oranı

Bütün elastik cisimler yükleme altındayken gerilir ve bu gerilmeye bağlı olarak şekil değiştirir. Mukavemette kullanılan ideal kavramlar arasında, tam elastik ve tam plastik cisim sınırda olan iki cismi gösterir.

Tam elastik özellik, cisimde şekil değiştirmenin dış etki ile birlikte geri dönmesi demektir. Tam plastik ise dış etkiler ortadan kalkınca şekil değiştirmenin olduğu gibi kaldığı durumları gösterir. Yapısal cisimler ise, genel olarak, bu iki ideal durumun arasında kalır yani dış etkiler ortadan kalkarken şekil değiştirme kısmen ortadan kalkar. Buna elasto plastik cisim denir (Kocatürk, bt).

Hooke kanunu 1660'da Robert Hooke tarafından “ Kuvvet ne kadarsa uzama da o kadardır” tanımıyla verilmiştir. Bu tanıma göre kuvvetle şekil değiştirme arasında lineer bir bağıntının olduğu düşünülür. Şekil değiştirme kanununa göre lineer cisimlere Hooke cismi adı verilir (Kocatürk, bt). Tek yönlü gerilme için Hooke kanunundan bahsederken, elastik gerilme ve şekil değiştirme ilişkisi aşağıda gösterilen denklemde verilmiştir.

$$\sigma_{xx} = E\epsilon_{xx} \quad (1.5)$$

Burada

σ_{xx} : gerilme,

E : Elastisite modülü,

ϵ_{xx} : uzama oranıdır.

Tek yönlü gerilme için geçerli olan bu eşitlik, yalnızca çekme ya da basma gerilmeleri için kullanılabilir. Gerilmenin iki ya da üç boyutlu olduğu durumlarda ise, Hooke kanununun bu gerilme durumlarına uygun hale uyarlanması gerekmektedir.

Bu uyarlamayı açıklamak için üç boyutlu geometrideki bir cisme tek bir yönde (mesela x yönünde) çekme kuvveti uygulandığı düşünülür. Bu kuvvetin etkisiyle cisim x yönünde belli bir miktar esnerken, diğer doğrultudaki boyutlarının bir miktar daraldığı gözlemlenebilir. Çünkü cismin hacmi sabit olduğu için, bir doğrultudaki boyutu arttıkça, diğer doğrultudaki boyutlarının azalması gerekmektedir. Benzer şekilde, tek bir yönde sıkıştırılan bir cismin diğer doğrultulardaki boyutlarının arttığını, yani cismin enlemesine şiştiği görülebilir.

Kuvvetin sadece x yönünde uygulanmasına rağmen, cisimdeki şekil değiştirme sadece x yönünde değil, y ve z yönlerinde de oluşmaktadır. Fakat kuvvet yönünde oluşan şekil değiştirme ile enlemesine oluşan şekil değiştirme birbirlerinden farklı değerler sergilemektedir (yani $\Delta L_1 \neq \Delta L_2$). Hooke kanunu vasıtasıyla x, y, z yönlerindeki şekil değiştirmeler aşağıdaki denklemlerde gösterilebilir.

x yönündeki şekil değiştirme;

$$\epsilon_{xx} = \frac{\sigma_{xx}}{E} \quad (1.6)$$

y ve z yönünde oluşan şekil değiştirmeler ise;

$$\epsilon_{yy} = \epsilon_{zz} = -V \epsilon_{xx} = -V \frac{\sigma_{xx}}{E} \quad (1.7)$$

Burada V değeri Poisson oranıdır ve maksimum değeri $\frac{1}{2}$ 'dir.

Bu eşitliklerde dikkat etmemiz gereken iki önemli nokta vardır. İlk olarak, kuvvet yönünde oluşan şekil değiştirme ile kuvvete dik yönlerde oluşan şekil değiştirmenin

zıt işaretlere sahip oldukları görülmektedir. Cisim kuvvet yönünde uzuyorsa, diğer yönlerde daralıyor; ya da kuvvet yönünde cisim sıkıştırılıyorsa, diğer yönlerde genişliyor demektir. Elastik şekil değişiminde gözlemlenen bu etkiye, Fransız matematikçi ve fizikçi Siméon Denis Poisson'a ithafen Poisson etkisi adı verilmektedir.

Bir malzeme, bir yönde gerildiğinde, bu germe yönüne dik doğrultuda daralmaya eğilim göstermektedir. Bu olguya, *Poisson etkisi* denilir. Poisson oranı, Poisson etkisini gösteren bir grafik, uygulanan yükün doğrultusunda oluşan uzama gerginliğine kıyasla daralma gerginlik oranıdır. (Jinyun ve ark., 2010)

Eşitliklerde kuvvete dik yönlerdeki şekil değiştirmeleri, kuvvet yönündeki şekil değişimine oranlamak için V ile gösterilen ve *Poisson sabiti* adını verdiğimiz bir sabit kullanılmaktadır.

Kuvvete dik doğrultudaki, yani enlemesine oluşan şekil değiştirme ε_{en} ile kuvvet eksen yönündeki şekil değiştirme de ε_{eksen} ile gösterilirse, Poisson sabitini aşağıdaki şekilde ifade edebiliriz.

$$V = -\frac{d\varepsilon_{en}}{d\varepsilon_{eksen}} = -\frac{d\varepsilon_y}{d\varepsilon_x} = -\frac{d\varepsilon_z}{d\varepsilon_z} \quad (1.8)$$

Eğer cisim üzerine üç eksenli bir gerilme etki ediyorsa, her bir yönde oluşan şekil değiştirmeyi bulmak için, gerilmenin bütün bileşenlerinin her bir doğrultuda yarattığı şekil değiştirmeleri toplamak gerekmektedir. Bu fıkirden yola çıkarak ve Poisson etkisini de göz önüne alarak, üç boyutlu gerime için Hooke kanunu denklemleri aşağıda gösterilen şekilde yazılabilmektedir (Anonim, 2015)

$$\varepsilon_{xx} = \frac{\sigma_{xx} - V(\sigma_{yy} + \sigma_{zz})}{E} \quad (1.9)$$

$$\varepsilon_{yy} = \frac{\sigma_{yy} - V(\sigma_{xx} + \sigma_{zz})}{E} \quad (1.10)$$

$$\varepsilon_{zz} = \frac{\sigma_{zz} - V(\sigma_{xx} + \sigma_{yy})}{E} \quad (1.11)$$

Poisson oranı malzeme uygulamalarının belirlenmesi açısından en önemli özelliklerdendir. Bu parametre, yapısal elemanlar olarak tekstil kumaşları dahil mühendislik sistemleri de dahil olmak üzere birçok uygulamada kullanılır ve kumaşlar için de önemli bir mekanik özelliktir (Dabiryan ve ark., 2012).

Tekstil kumaşlarında kumaş çekme deformasyon davranışlarına karar vermek için, Poisson oranı ve elastik modülü temel elastik sabitlerdir. Örme kumaşın Poisson oranı ve elastik modül ile ilgili olarak, hiçbir standart test yöntemi mevcut değildir ve literatürde sadece birkaç tartışma vardır. Dokuma kumaşla karşılaştırdığımızda ilmek yapısından ötürü Poisson etkisi örme kumaşlar için daha önemli bir parametredir. Örme kumaşlar için Poisson oranı ve modül ölçüm yöntemlerinin verimli ve etkin şekilde geliştirilmesi gerekmektedir (Jinyun ve ark., 2010).

Frank ve Ruoff (1958) Poisson oranı yanal gerilmenin boyuna gerilmeye oranı olarak tanımlamışlardır. Liflerin Poisson oranının ölçülmesi ile ilgili metot geliştirilmiştir. Bu çalışmada aşağıda verilen denklemler kullanılmıştır.

$$\mu = -\frac{\frac{\Delta r}{r_0}}{\frac{\Delta l}{l_0}} \quad (1.12)$$

$$\mu = -\frac{\frac{dr}{r}}{\frac{dl}{l}} \quad (1.13)$$

ve buradan;

$$\mu = -\frac{1/2d(\ln A/A_0)}{d(\ln l/l_0)} \quad (1.14)$$

r_0 = lif çapı Δr = lif çapındaki değişim

l_0 = lif uzunluğu Δl = lif uzunluğundaki değişim

A_0 = lifin orjinal alanı A = herhangi bir zamanda lifin alanı

Yukarıdaki literatür incelendiğinde yüksek performanslı lifler kullanılarak örülen kumaşların Poisson oranları ile ilgili sistematik bir çalışmaya rastlanmamıştır.

1.5 Amaç

Teknik amaçlı, özellikle kompozit takviye malzemesi olarak kullanılan örme kumaşların amaca uygunluğunun tespit edilip önceden planlanabilmesi için bazı yazılım ve paket programlar geliştirilmiştir. Bu yazılımlara ve paket programlara kumaşların Poisson oranlarının veri olarak girilmesi önem arz etmektedir. Bu tezin amacı bilinen ve çok kullanılan iki yataklı örme makinalarında yüksek performanslı iplikler kullanılarak üretilebilen bazı örme yapılarının Poisson oranlarının teorik veya ampirik olarak hesaplanabilmesi için deneysel veri tabanı oluşturmaktır.

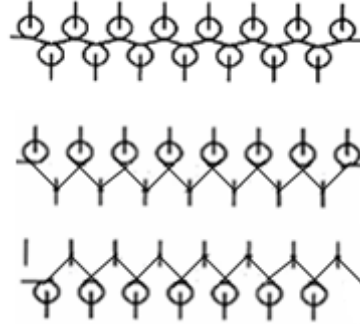
BÖLÜM İKİ

MATERYAL VE METOD

2.1 Örme Kumaşların Üretilmesi ve Kumaş Özelliklerinin Belirlenmesi

Yüksek performanslı lifler olan E-cam (136 Tex) ve aramid (168 Tex) multifilament ipliklerinden 3 farklı sıklıkta Rib, 2 farklı sıklıkta Milano Rib, Yarım Selanik ve Selanik Türevi hem enine hem boyuna olmak üzere iki yönde kumaş numuneleri üretilmiştir. Kumaşlar 7 incelikteki V yataklı düz örme makinesinde üretilmişlerdir.

Daha önceki çalışmalarda Tam Selanik örgü yapısı cam ipliği ile örüldüğünde may dönmesi görülmüş ve Tam Selanik örgü birim raporuna bir 1x1 Rib sırası ilave edilmiştir (Alpyıldız ve ark., 2009). Yani bu çalışmada kullandığımız Selanik Türevi örme kumaş birim raporu üç sistemle oluşur. Askılı tam Selanik raporunun ardından üçüncü sistemde 1x1 rib oluşturulur. Şekil 2.1’ de Selanik Türevi yapısına ait örme notasyonu verilmiştir.

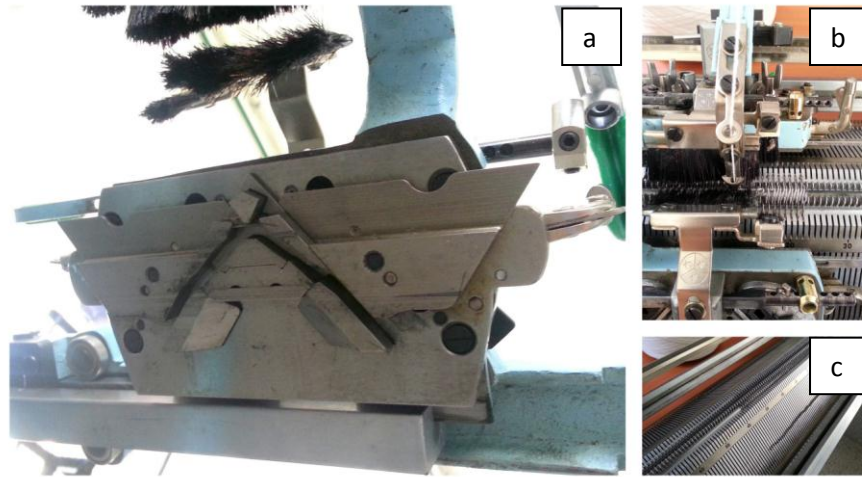


Şekil 2.1 Selanik Türevi yapısı notasyonu

Kumaşların üretildiği makine Şekil 2.2 ‘de ve makine başlıca elemanları Şekil 2.3’de verilmiştir.



Şekil 2.2 V yataklı düz örme makinası



Şekil 2.3 Örme makinesi başlıca elemanları gösterimi a. Kam yolları b. İğneler c. İplik tutucu, fırçalar

Teknik ipliklerin rijitlikleri fazla olduğundan açık uçlarından çok çabuk kendiliğinden sökülmesi nedeni ile doğrudan numune boyutlarında örme işlemi gerçekleştirilmiştir. Numune boyutları enine numunelerde yaklaşık 10 cm boy ve 20 cm enine sahipken boyuna numuneler ise yaklaşık 20 cm boy, 10 cm genişliğe sahiptir. Enine numuneler sabit iğne sayısı 110 iğneden örülmüş. Boyuna numuneler ise sabit 35 iğneden örülmüştür. Numunelerin örme makinasında üretimi sırasında başlangıçta en az 5 pamuk ipliği sırası ve bitiş yapılırken de en az 5 sıra pamuk ipliği sırası

ör÷lmüştür ve kenarlardan sökülmemesi sağlanmıştır. Örülen kumaş numunelerine Şekil 2.4 ve Şekil 2.5 de bazı örnekler verilmiştir.



Şekil 2.4 Boyuna yönde ör÷lmüş numuneler (a. E-cam lifi numunesi b. Aramid lifi numunesi)



Şekil 2.5 Enine yönde ör÷lmüş numuneler (a. E-cam lifi numunesi b. Aramid lifi numunesi)

En stabil kumaş yapısını elde etmek için iplik giriş gerginliği ve kumaş çekim ağırlığı her bir yapı için sabit tutulmuştur. Tablo 2.1’de 2 farklı yüksek performanslı iplikten, 4 farklı örme yapısında, farklı sıklıklarda ve enine ve boyuna olmak üzere iki yönde üretilen numuneler verilmiştir. Her numune isimlendirilmiştir. Düz ve kuru zeminde kondisyonlandıktan sonra kumaş parametreleri belirlenmiştir.

Tablo 2.1 Numune tablosu

E- Cam (136 tex)	Rib	6 sıklık 8 sıklık 10 sıklık	Aramid (168 tex)	Rib	6 sıklık 8 sıklık 10 sıklık
	Milano Rib	8 sıklık 10 sıklık		Milano Rib	8 sıklık 10 sıklık
	Yarım Selanik	8 sıklık 10 sıklık		Yarım Selanik	8 sıklık 10 sıklık
	Selanik Türevi	8 sıklık 10 sıklık		Selanik Türevi	8 sıklık 10 sıklık

Her elyaf tipi, her sıklık ve her kumaş yapısı için 3 adet sıra, 3 adet çubuk doğrultusunda numuneleri temsil etmek için 6 adet numune hazırlanmıştır. Bu yapıların 5 önemli kumaş yapı parametresi belirlenmiştir.

Birim alandaki sıra ve çubuk sayısı: Her bir numune için sıra ve çubuk sayısı lup ve cetvel yardımıyla hesaplanmıştır. Lup yardımıyla birim alandaki ilmek sıra ve çubuk sayıları numunelerin üzerinden sayılarak bulunmuştur. Bu hesaplamalardan ortalama sıra ve çubuk sayıları elde edilmiştir. Kumaş yüzeyinin 3 farklı kısmından ölçümler yapılmıştır ve ortalama sıra ve çubuk sayısı her bir numune için hesaplanmıştır. Yarım Selanik örgüde sıra sayısı ön yüzde arka yüzün iki katıdır. Sıra sayısı az olan yüzün (arka yüz) değerleri esas alınmıştır. Ön yüz için burada bulunan değerler ikiyle çarpılmalıdır.

İlmek iplik uzunluğu: Bir ilmekteki iplik miktarıdır. İlmek iplik uzunluğu tüm örme kumaşlar için en baskın faktördür ve örme işlemindeki bütün parametrelerle

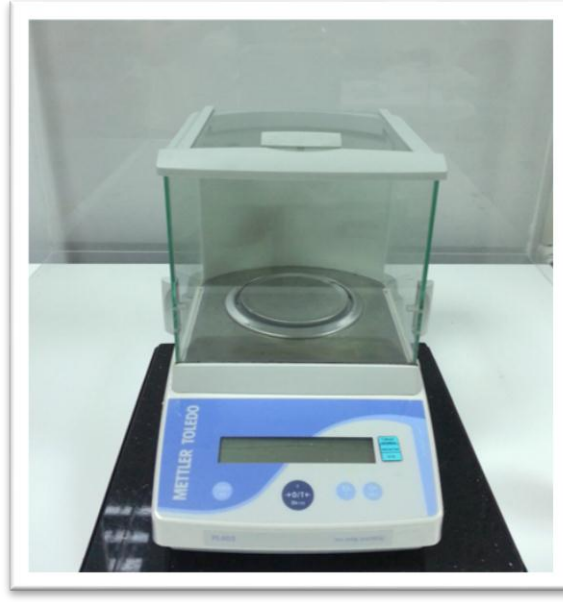
ilişkilidir. İlmek iplik uzunluğu hesaplamak için düz ve kuru zeminde kondisyonlanan kumaş numuneleri üzerinden 10 x 5 cm olmak üzere 3 farklı bölgeden çıkartılan iplikler 10 gr ağırlıkla asılmıştır. Bu ağırlık örülmüş ipliğin düz hale getirilmesi için literatürde tavsiye edilen bir değerdir (Kurbak, 1982) . Her bölgeden 5 iplik parçasının bu yöntemle uzunluğu ölçülmüştür ve ortalama değerleri hesaplanmıştır. Her bir kumaş yapısı için ortalama değerler aşağıdaki gibi ayrı ayrı hesaplanmıştır.

Yapılan çalışmalarda askı ilmeği iplik uzunluğu normal ilmek iplik uzunluğundan çok az fazla bulunmuştur (Dönmez ve Kurbak, 2000; Kurbak ve Alpyıldız, 2009b). Bu çalışmada Selanik Türevi örgüsü askı ilmekleri ve Yarım Selanik örgüsü askı ilmekleri iplik uzunlukları normal ilmek iplik uzunluğuna eşit alınıp ortalama ilmek iplik uzunluğu (l), sökülen sıra iplik uzunluğunun (L) o sırada arkada ve önde bulunan askı ve normal ilmek sayıları toplamına bölünerek bulunmuştur. Bu tezde hesaplanan ilmek iplik uzunluğu bir iğnenin oluşturduğu tek bir ilmeğin veya askının ortalama iplik uzunluğudur.

Milano Rib örgüsünde 1x1 Rib sırası, arkada ve önde düz örgüden oluşan hortum sırası vardır. 1x1 Rib ve düz örgü sıraları için ayrı ayrı ilmek iplik uzunluğu hesaplanmıştır. Yarım Selanik ve Selanik Türevi örgülerde de 1x1 Rib sırası ve askı ilmekleri olan sıralar vardır. Bu örgülerde de 1x1 Rib sırasındaki bir ilmeğin iplik uzunluğu ve askı ilmekleri olan sıraların ortalama ilmek iplik uzunlukları ayrı ayrı verilmiştir.

Kumaş eni ve boyu: Düz ve kuru bir yüzeye yerleştirilen her bir numunenin cetvel yardımıyla eni ve boyu ölçülmüş, kaydedilmiştir. Bu ölçümlerden kumaş alanı hesaplaması yapılmıştır. Kumaş gramajı hesaplanmasında bu değerler kullanılmıştır.

Kumaş gramajı: Her numune isimlendirildikten ve düz, kuru zeminde kondisyonlandıktan sonra Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği bölümü Haslık laboratuvarında bulunan hassas teraziyle ölçülmüştür (Bkz Şekil 2.6). Elde edilen değerler kumaş alanına bölünüp birim alanın ağırlığı (gramaj) hesaplanmıştır.



Şekil 2.6 Hassas terazi

Kumaş yapı parametrelerinin belirlenmesinde kumaşların E-cam ve Aramid iplikleri ile örülen kısımları ölçümlerde göz önünde bulundurulmuştur.

2.2 Yük-Uzama Testi

Yük-uzama testi DEÜ Tekstil Mühendisliği Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarında bulunan “Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzeneginde” yapılmıştır (Bkz Şekil 2.7). Bu düzenekte numune alt ve üst çeneler arasına yerleştirilmiştir, üst çene sabit tutulurken alt çeneye kumaşta istenen uzama oranını sağlayacak şekilde sırasıyla 12 farklı ağırlık asılmıştır. Kumaşlar sıra ve çubuk yönünde 200 mm boya sahip olacak şekilde ölçülmüş ve kumaş üzerinden çizilmiştir. Bu kısımlardan dışarda kalan örme yüzeyi ağırlık taşınmasını kolaylaştırmak üzere sürtünme yüzeyi oluşturacak şekilde hazırlanmıştır. İlk boy 200 mm belirlendikten sonra ölçüm düzeneğine yerleştirilen kumaşların her ağırlıkta boydan uzaması ve enden daralması ölçülmüş ve veriler kaydedilmiştir. Bu düzenek ile sabit ve sürekli bir yükleme yapılmaktadır. Herhangi bir standart çekme cihazı (örneğin Shimadzu çekme cihazı) yerine elle ölçme metodunun kullanılması endeki kumaş daralmalarını da ölçebilmek içindir.

Numuneler düzeneğe üzerindeyken fotoğrafları çekilmiştir. Bu fotoğraflar üzerinden yükleme altındaki kumaşların şekil değiştirmeleri gözlemlenmiştir. Bu numuneler için yük-uzama grafikleri çizilmiştir. Bu işlem basamakları hem enine yönünde hem boyuna yönünde 5'er numune üzerinde gerçekleştirilmiştir.



Şekil 2.7 Yük uzama testi için kumaş uzama özellikleri ölçüm düzeneği

BÖLÜM ÜÇ

DENEY SONUÇLARI

3.1 Deney Numunelerinin Yapısal Parametreleri

Deney numunelerinin ölçülen yapısal parametreleri olarakilmek iplik uzunlukları, cm'deki sıra ve çubuk sayıları, kumaş m² gram ağırlığı değerleri hesaplanmış ve 136 Tex E-Cam ipliği için Tablo 3.1 'de, 168 Tex Aramid ipliği için Tablo 3.2 'de verilmiştir.

Tablo 3.1 136 Tex E-Cam ipliğinden örülen numunelerin yapısal parametreleri

Örme Yapıları		l (ilmek iplik uzunluğu-mm)	Sıra/cm	Çubuk/cm	gr/m ²
1x1 Rib	6 Sıklık	5,9	9,5	4,7	783,4
	8 Sıklık	7,3	7,7	3,5	575,6
	10 Sıklık	9,2	5,4	3,0	460,2
Milano Rib	8 Sıklık	Rib/Düz 7,8/ 5,81	8,1	3,8	718,2
	10 Sıklık	Rib/Düz 9,7/ 7,31	6,6	2,9	475,4
Yarım Selanik	8 Sıklık	Rib/Askı 7,3/ 7,6	6,3	3,1	842,9
	10 Sıklık	Rib/Askı 9,25/ 9,85	4,8	2,6	678,4
Selanik Türevi	8 Sıklık	Rib/Askı 7,46 /7,74	4,1	3,0	842,8
	10 Sıklık	Rib/Askı 8,8/ 9,38	4,0	2,3	659,7

Tablo 3.2 168 Tex Aramid ipliğinden örülen numunelerin yapısal parametreleri

Örme Yapıları		l (ilmek iplik uzunluğu-mm)	sıra/cm	çubuk/cm	gr/m ²
1x1 Rib	6 Sıklık	6,6	7,7	4,0	749,0
	8 Sıklık	7,4	7,5	3,4	691,0
	10 Sıklık	8,8	5,8	3,3	677,5
Milano Rib	8 Sıklık	Rib / Düz 7,84/ 6,78	8,0	4,1	866,6
	10 Sıklık	Rib/Düz 9,77/ 8,81	5,7	3,3	658,3
Yarım Selanik	8 Sıklık	Rib/Askı 7,5/ 7,97	5,2	2,9	833,5
	10 Sıklık	Rib/ Askı 8,92/ 9,5	3,4	2,8	682,5
Selanik Türevi	8 Sıklık	Rib/ Askı 6,84/ 7,2	6,8	2,9	815,2
	10 Sıklık	Rib/Askı 9,01/ 9,8	3,5	2,5	651,7

Tablo 3.1 ve Tablo 3.2 ‘den görüleceği gibi kumaş sıklaştıkça birim uzunluktaki ilmek sayıları artmakta ve buna bağlı olarak kumaş gramajı artmaktadır.

Burada şunu da belirtmek gerekir ki Tablo 3.1, Şekil 3.1 ve Şekil 3.2 ‘deki 6, 8 ve 10 sıklıkları makine üzerindeki sıklık skala değerleridir ve küçükten büyüğe doğru örme kumaş seyrekleşir. Esas hesaplarda kullanılan sıklık iplik çapına göre (veya Tex değerinin kareköküne göre) ilmek iplik uzunluğudur.

Eğer bir örme yapısının tekrar eden birimi farklı ilmek iplik uzunlukları içeriyorsa o yapının sıra başına ortalama ilmek iplik uzunluğu birim rapordaki sistemlerin ördükleri ilmek iplik uzunlukları toplanıp raporun sıra sayısına bölünmelidir. Örneğin Milano Rib için sıra başına ortalama ilmek iplik uzunluğu iki düz örgü sistemi ve bir rib sisteminin ördüğü ilmeklerin iplik uzunlukları toplamının ikiye bölünmesi ile bulunabilir.

3.2 Kumaş Uzama Özellikleri Deney Sonuçları

DEÜ Tekstil Mühendisliği Fiziksel Tekstil Muayeneleri Laboratuvarında bulunan ve Tekstil Mühendisliği bünyesinde imal ettirilen “Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzeneği” üzerinde numunelerin boydan uzamaları ve enden daralmaları ölçülmüştür.

Bütün örme yapılarının 12 kademeli yük altında uzamış boyları Tablo 3.3, Tablo 3.4, Tablo 3.5 ve Tablo 3.6 ‘da verilmiştir. Değerler santimetre cinsindendir.

Tablo 3.3 E-Cam enine numunelerin yük-uzama değerleri

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 sıklık	8 sıklık	10 sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0
238,4	23,2	40,8	57,3	22,0	25,7	39,3	50,2	40,0	45,5
480,0	30,7	49,9	66,3	24,9	30,1	46,6	56,1	46,7	49,1
800,0	38,5	55,6	70,3	28,3	33,3	51,3	60,3	51,7	52,1
1050,0	41,9	57,8	72,1	29,9	34,0	53,0	61,7	53,0	52,9
1563,3	46,3	60,7	74,6	31,9	34,7	55,4	63,6	54,9	54,2
2050,5	48,7	62,5	76,1	32,9	35,1	57,0	64,8	56,2	55,3
4050,5	53,7	66,2	78,4	34,4	35,8	60,4	67,8	59,1	57,3
6001,5	56,0	67,8	79,2	35,0	36,3	61,8	69,5	60,6	58,9
8360,0	57,3	68,7	80,0	35,6	36,6	62,6	70,6	61,7	60,4
10700,0	58,3	69,5	80,5	36,0	36,8	63,3	71,0	62,4	62,1
12570,5	58,7	70,2	80,1	36,3	37,0	63,6	70,8	62,9	62,8

Tablo 3.4 E-Cam boyuna numunelerin yük-uzama değerleri

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık	6 sıklık	8 sıklık	10 sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
238,4	20,9	27,1	28,9	21,3	26,1	32,6	33,5	28,3	35
480	26,2	30,5	33	25,2	31,7	36,6	36,8	36,5	42,1
800	30,1	33,1	35,4	28,6	34,3	39,6	40	40,5	45,7
1050	30,9	33,9	36,2	29,9	35,5	40,9	41	42	46,8
1563,3	32,8	34,7	37,2	31,4	36,3	42,4	42	43,6	48,1
2050,5	33,4	35,4	37,7	32,3	37,1	43,9	42,9	44,7	49,1
4050,5	35	36,4	38,7	34	38,5	46,1	44,5	46,8	50,7
6001,5	35,9	36,5	39,4	34,9	39,4	47	45,5	47,9	51,6
8360	36,4	36,8	39,8	35,6	40	47,9	46,6	48,7	52,4
10700	36,8	37,1	40,1	36,1	40,5	48,4	47,1	49,2	53
12570,5	37	37,3	40,2	36,4	40,9	48,8	47,5	49,8	53,4

Tablo 3.5 Aramid enine numunelerin yük-uzama değerleri

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 sıklık	8 sıklık	10 sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
238,4	21,02	21,9	38,1	20,2	21,4	25,4	40,7	27,2	42,9
480	22,9	25,1	45,1	20,6	23,1	31,1	47,8	33,9	49,1
800	25,5	28,6	52,5	21,3	25,5	35,4	52,5	38,8	53
1050	26,8	30,5	57,7	21,8	27,1	37,2	54,2	40,5	55,04
1563,3	28,8	33,3	61,6	22,6	29,4	39,6	56,3	42,9	57,7
2050,5	30,3	35,7	63,9	23,7	31,5	41,3	57,9	44,6	59,5
4050,5	34,7	41,2	69,5	25,6	36,4	45,4	61,8	48,5	62,6
6001,5	37,3	43,6	71,8	26,8	39,5	47	63,8	50	63,8
8360	39,1	45,3	73,6	27,7	41	48	65,5	51,1	64,8
10700	39,8	46,6	74,6	28,5	42	49,1	66,6	51,9	65,5
12570,5	41	47,4	75,2	29	42,6	49,6	67,4	52,4	66,1

Tablo 3.6 Aramid boyuna numunelerin yük-uzama değerleri

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 sıklık	8 sıklık	10 sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	20	20	20	20	20	20	20	20	20
238,4	20,4	20,4	24,9	20,1	21,3	23,3	22,0	21,6	25,4
480	20,6	22,8	33,1	20,5	23,4	25,9	23,8	24,6	27,9
800	21,1	25,7	36	21,1	25,4	27,9	25,0	27,2	29,5
1050	21,5	26,9	36,8	21,5	26,24	28,7	25,6	28,0	30,1
1563,33	22	28,3	37,9	22,1	27,3	29,7	26,4	29,4	30,8
2050,5	22,5	29,1	38,7	22,5	27,78	30,5	26,8	30,1	31,3
4050,5	23,9	30,9	40,1	23,7	29,4	32,4	28	31,7	32,4
6001,5	24,4	31,8	40,6	24,5	30,3	33,3	28,5	32,5	32,9
8360	24,9	32,6	41,5	24,9	30,8	34,0	28,5	33,2	33,3
10700	25,2	33,0	41,9	25,4	31,3	34,5	29,0	33,6	33,7
12570,5	25,5	33,4	42,3	25,8	31,6	34,9	29,2	33,9	33,9

Bütün örme numunelerin 12 kademeli yük altında daralmış enleri Tablo 3.7, Tablo 3.8, Tablo 3.9 ve Tablo 3.10’da verilmiştir. Değerler santimetre cinsindendir.

Tablo 3.7 E-Cam enine numunelerin enden daralması

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	10,1	6,7	8,6	9,2	9,7	9,3	9,0	8,3	8,6
238,4	9,7	4,5	3,6	8,8	7,8	8,1	6,8	7,3	6,2
480	8,6	3,1	2,4	7,7	5,5	7,2	5,8	6,5	5,2
800	6,6	2,5	2,0	6,0	3,8	6,4	5,1	5,7	4,3
1050	5,9	2,3	1,8	5,1	3,4	5,9	4,7	5,4	4,0
1563,3	4,8	2,0	1,6	4,1	3,1	5,2	4,0	4,8	3,5
2050,5	4,4	1,9	1,5	3,7	2,9	4,8	3,8	4,4	3,3
4050,5	3,9	1,6	1,4	3,1	2,8	4,1	3,2	3,7	2,8
6001,5	3,6	1,5	1,3	2,9	2,8	3,8	3,0	3,4	2,5
8360	3,5	1,4	1,3	2,8	2,8	3,7	2,8	3,2	2,4
10700	3,4	1,4	1,2	2,7	2,7	3,6	2,7	3,1	2,2
12570,5	3,3	1,3	1,3	2,7	2,7	3,6	2,7	3,1	2,1

Tablo 3.8 E-Cam boyuna numunelerin enden daralması

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık (gr)	6 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	9,5	9,8	11,5	8,7	11,5	10,8	11,7	11,5	14,2
238,4	9,0	7,5	7,8	8,3	9,2	9,2	9,5	9,9	10,7
480	7,4	6,1	6,0	7,0	6,7	8,5	8,7	8,4	8,3
800	6,3	5,0	4,8	5,8	5,5	7,8	8,2	7,2	6,8
1050	6,0	4,6	4,5	5,4	5,0	7,5	8,0	6,8	6,4
1563,3	5,4	4,2	4,0	4,8	4,6	7,0	7,4	6,1	5,7
2050,5	5,1	4,0	4,0	4,5	4,3	6,6	7,1	5,8	5,3
4050,5	4,7	3,6	3,5	3,9	3,8	5,8	6,6	5,1	4,7
6001,5	4,5	3,5	3,4	3,8	3,6	5,4	6,2	4,8	4,3
8360	4,3	3,4	3,3	3,6	3,5	5,1	5,8	4,6	4,1
10700	4,1	3,3	3,2	3,5	3,4	4,9	5,5	4,4	4,0
12570,5	4,1	3,3	3,2	3,4	3,3	4,8	5,3	4,3	3,8

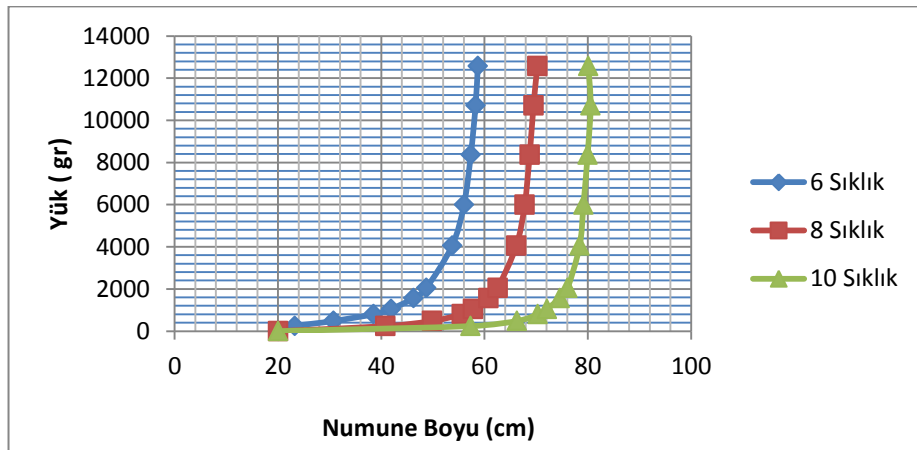
Tablo 3.9 Aramid enine numunelerin enden daralması

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	9,1	9,3	8,5	9,6	10,2	9,5	8,3	8,1	7,1
238,4	9,0	9,1	7,4	9,6	9,9	9,3	7,5	7,9	6,3
480	8,8	8,8	6,6	9,5	9,5	8,8	6,5	7,6	5,4
800	8,5	8,2	5,0	9,3	8,8	8,3	5,7	7,1	4,7
1050	8,3	7,8	3,8	9,1	8,4	8,0	5,3	6,8	4,3
1563,3	8,0	7,0	3,2	8,8	7,6	7,5	4,8	6,3	3,7
2050,5	7,8	6,3	2,9	8,3	6,8	7,1	4,6	6,0	3,3
4050,5	6,6	4,7	2,6	7,4	4,6	6,1	4,0	5,1	3,0
6001,5	6,0	4,2	2,4	6,8	4,0	5,7	3,7	4,8	2,7
8360	5,4	3,9	2,3	6,3	3,6	5,5	3,5	4,6	2,6
10700	5,1	3,7	2,2	6,1	3,4	5,4	3,4	4,5	2,5
12570,5	4,8	3,6	2,1	5,9	3,3	5,2	3,3	4,3	2,5

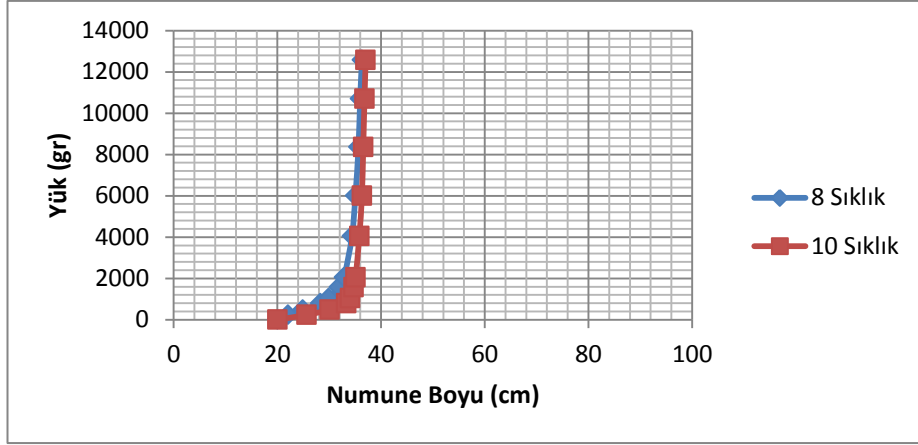
Tablo 3.10 Aramid boyuna numunelerin enden daralması

	1x1 Rib			Milano Rib		Yarım Selanik		Selanik Türevi	
Ağırlık(gr)	6 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık	8 Sıklık	10 Sıklık
0	7,8	10,1	12,1	8,9	9,8	12,1	11,7	11,3	13,2
238,4	7,6	9,9	10,1	8,8	9,4	11,6	11,4	11,2	12,4
480	7,5	9,2	8,1	8,7	8,7	11,1	11,0	10,9	11,5
800	7,3	8,3	7,4	8,5	8,0	10,6	10,6	10,4	10,6
1050	7,2	7,9	7,2	8,3	7,6	10,4	10,5	10,1	10,2
1563,3	7,0	7,5	7,0	8,1	7,3	10,2	10,1	9,7	9,9
2050,5	6,9	7,2	6,8	8,0	6,9	9,9	9,8	9,3	9,5
4050,5	6,2	6,5	6,4	7,4	6,2	9,3	9,3	8,5	8,7
6001,5	6,0	6,0	6,2	7,2	5,8	8,9	9,0	8,0	8,3
8360	5,8	5,8	6,0	6,9	5,6	8,6	8,8	7,7	8,0
10700	5,7	5,6	5,9	6,7	5,4	8,3	8,6	7,4	7,8
12570,5	5,6	5,5	5,8	6,5	5,3	7,6	8,5	7,3	7,6

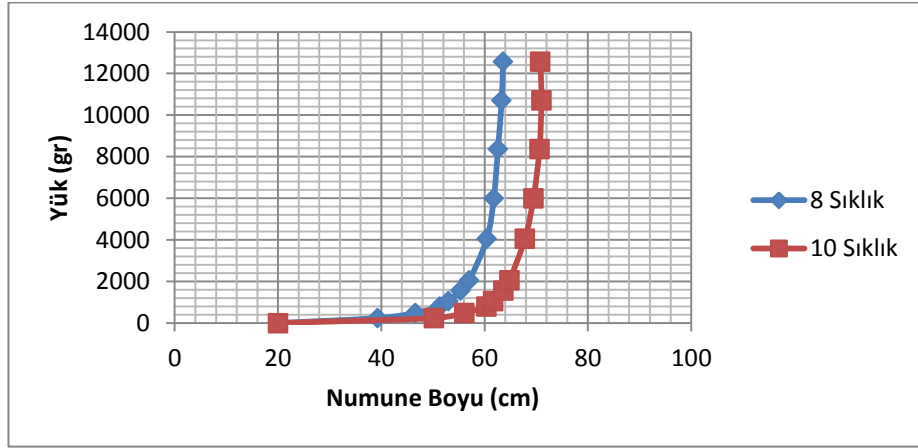
Ölçüm sonuçlarından elde edilen ve yukarıdaki tablolarda verilen yük altında uzamış boyları ve yük altında enden daralmaların verilerini karşılaştırmak amacıyla Microsoft Excel programında çizdirilen grafikler her bir yapı için yük altındaki numunelerin uzamış boyları Şekil 3.1- Şekil 3.16 ‘da ve yük altındaki numunelerin enden daralmaları Şekil 3.17-Şekil 3.32’de verilmiştir.



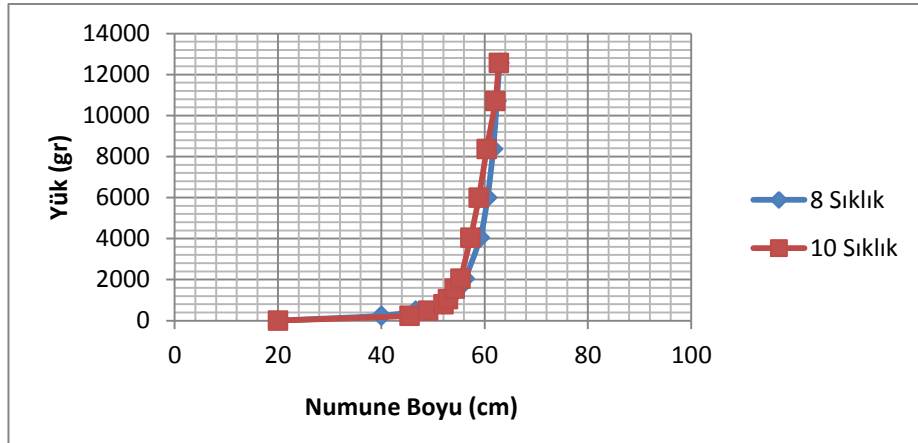
Şekil 3.1 E-Cam 1x1 Rib enine numune yapılarının yük- uzama grafikleri



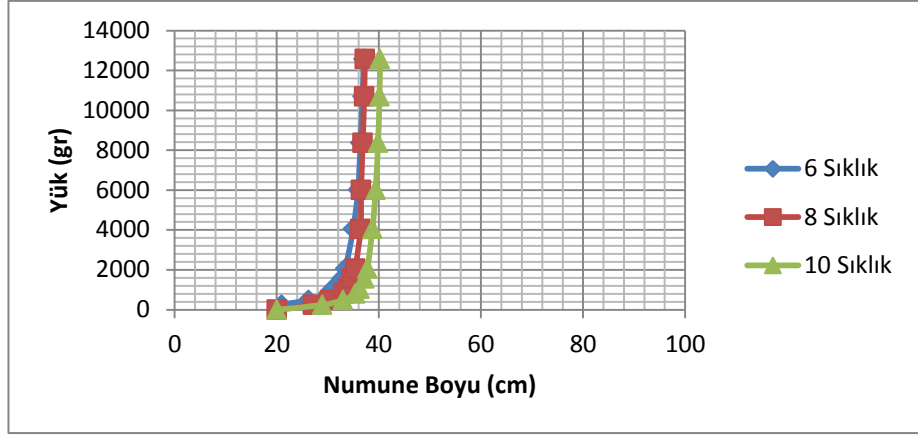
Şekil 3.2 E-Cam Milano Rib enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri



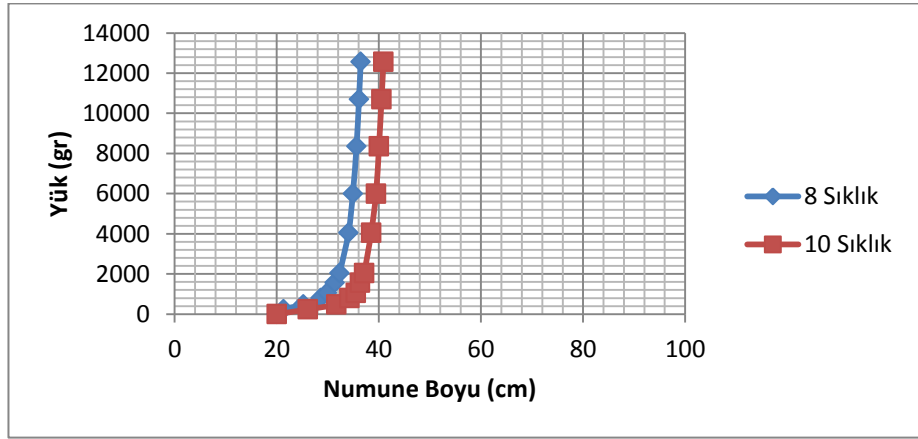
Şekil 3.3 E-Cam Yarımlı Selanik enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri



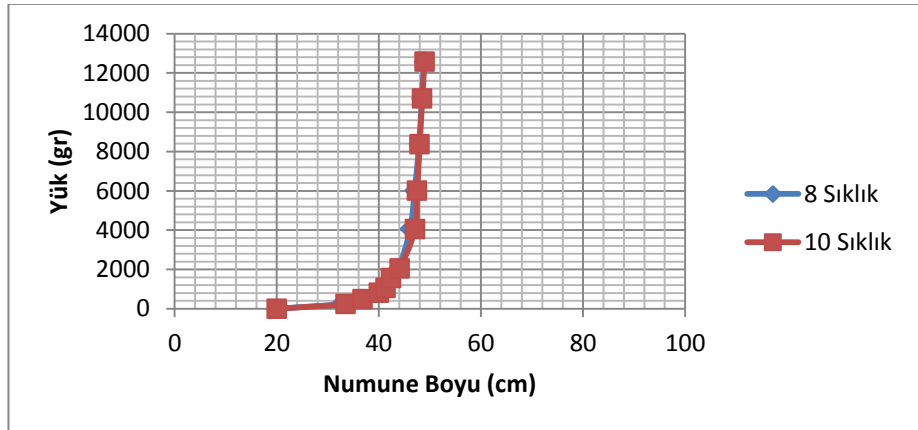
Şekil 3.4 E-Cam Selanik enine numune yapılarının yük-uzama grafikleri



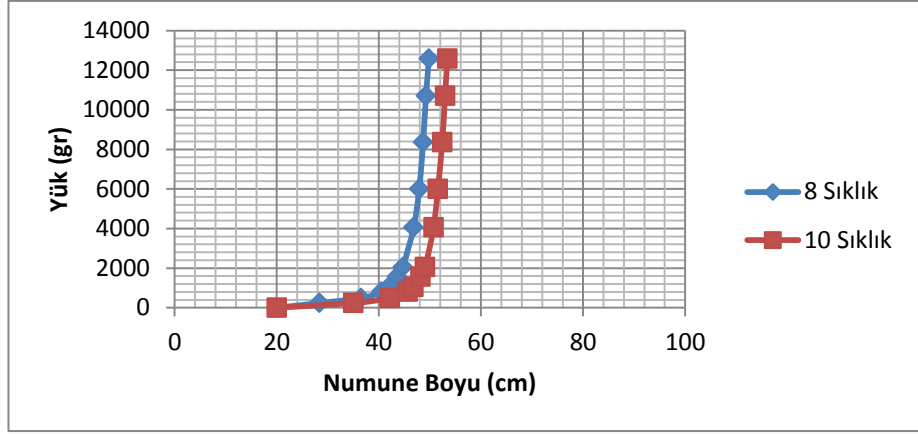
Şekil 3.5 E-Cam 1x1 Rib boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri



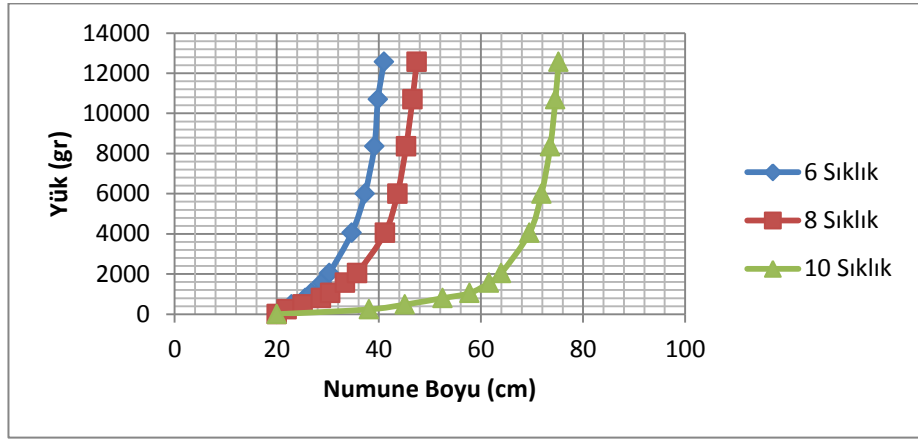
Şekil 3.6 E-Cam Milano Rib boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri



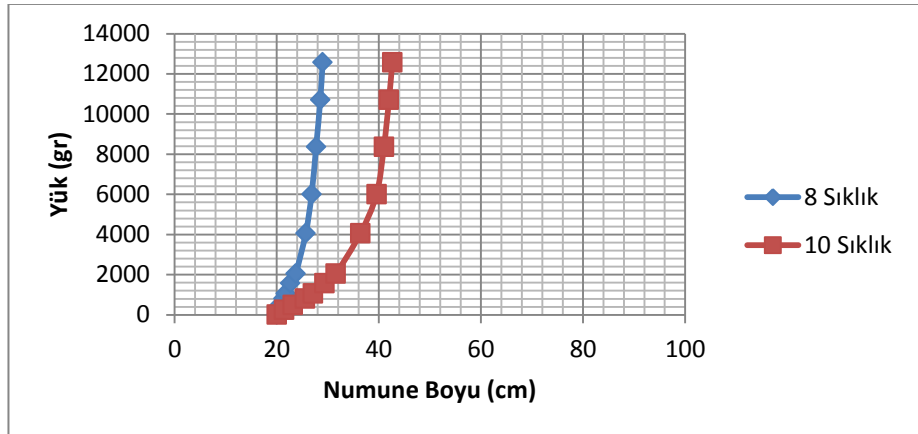
Şekil 3.7 E-Cam Yarım Selanik boyuna numune yapılarının yük-uzama grafikleri



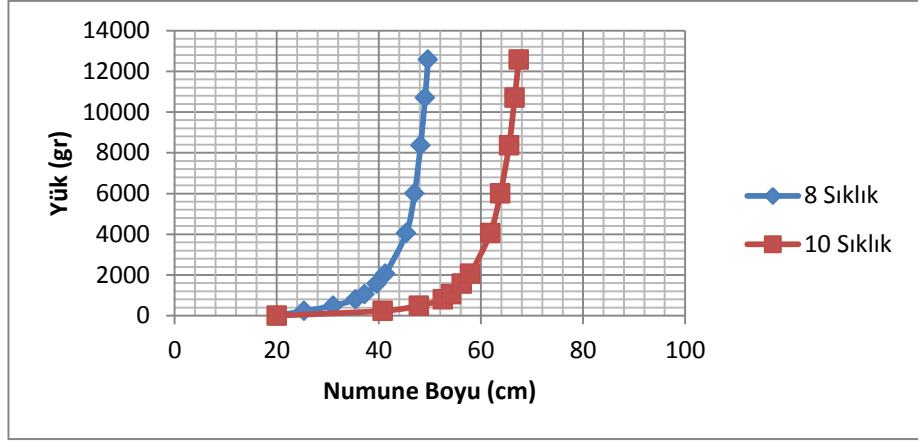
Şekil 3.8 E-Cam Selanik Türevi boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri



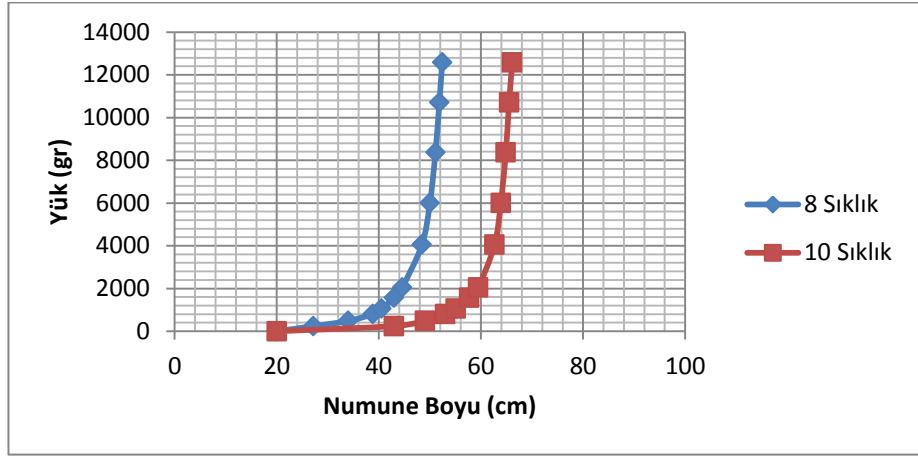
Şekil 3.9 Aramid 1x1 Rib enine numunelerin yük-uzama grafikleri



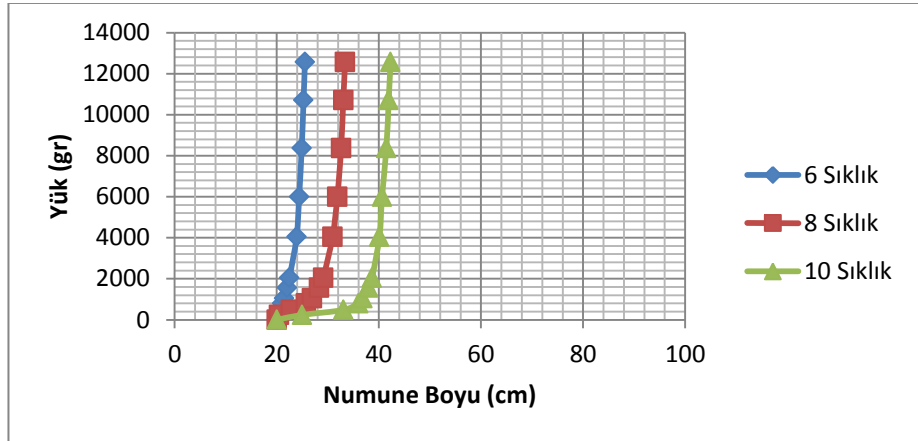
Şekil 3.10 Aramid Milano Rib enine numunelerin yük-uzama grafikleri



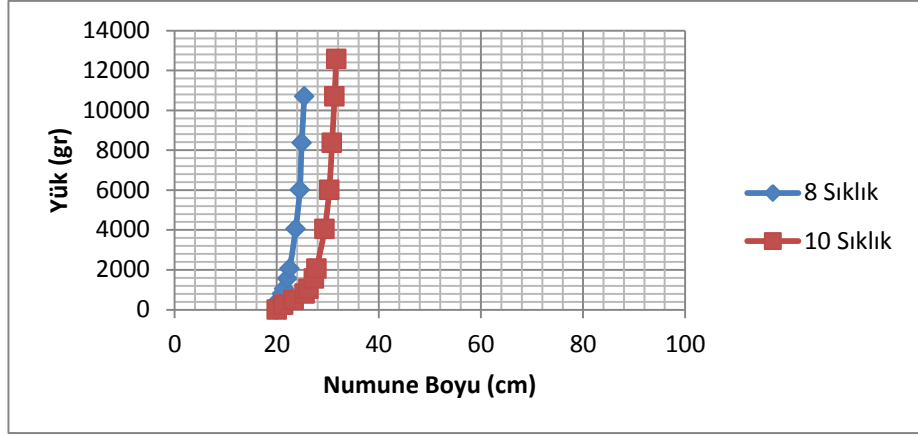
Şekil 3.11 Aramid Yarım Selanik enine numunelerin yük-uzama grafikleri



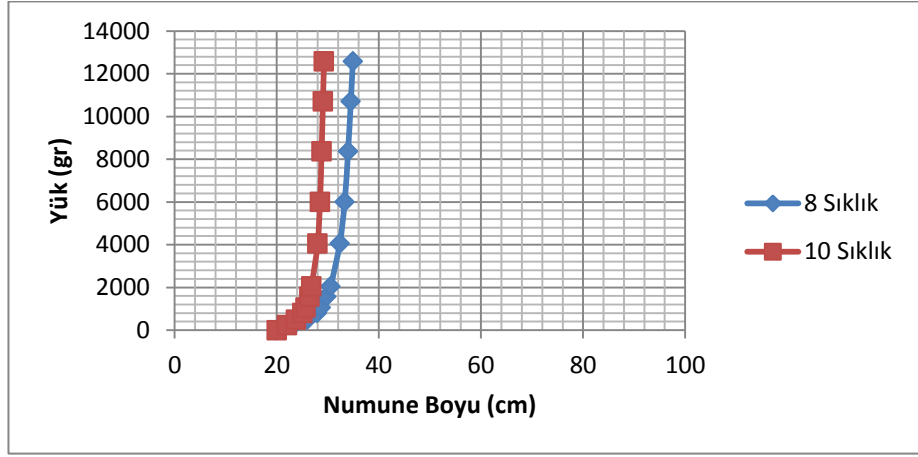
Şekil 3.12 Aramid Selanik Türevi enine numunelerin yük-uzama grafikleri



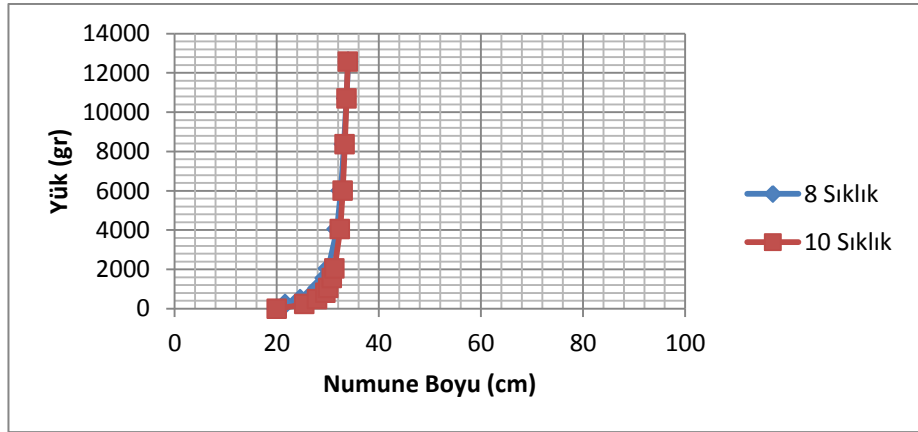
Şekil 3.13 Aramid 1x1 Rib boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri



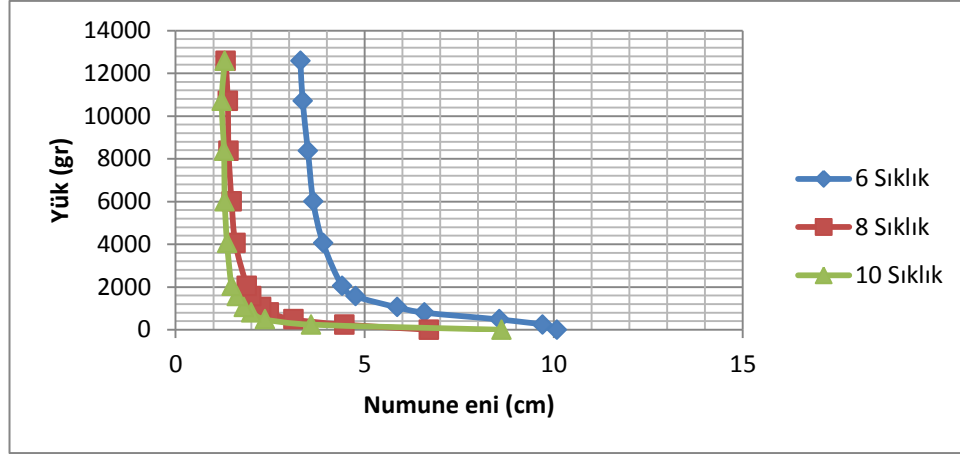
Şekil 3.14 Aramid Milano Rib boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri



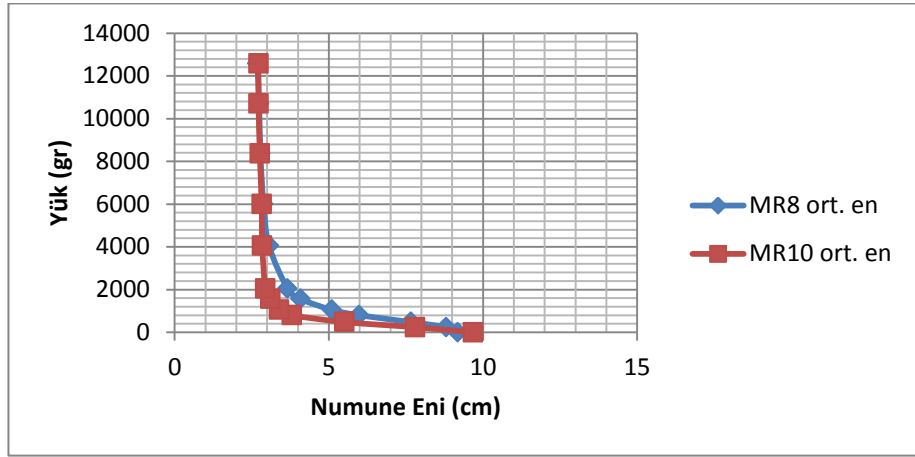
Şekil 3.15 Aramid Yarımlık boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri



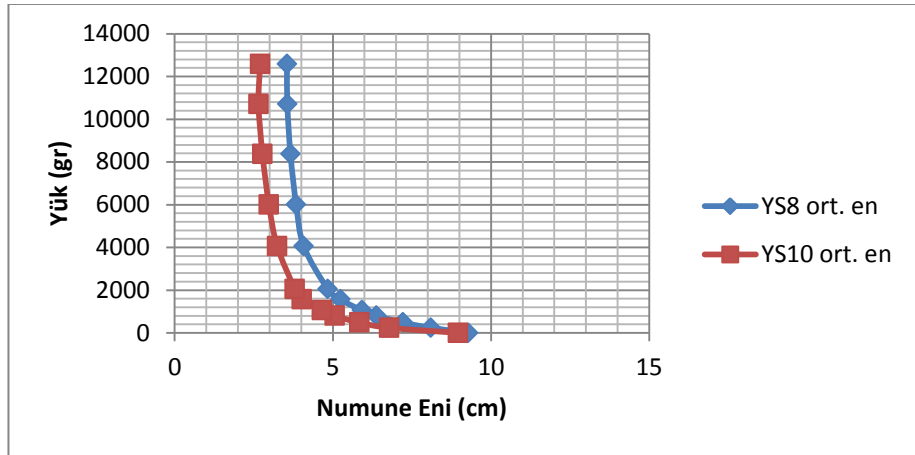
Şekil 3.16 Aramid Sıklık Türevi boyuna numunelerin yük-uzama grafikleri



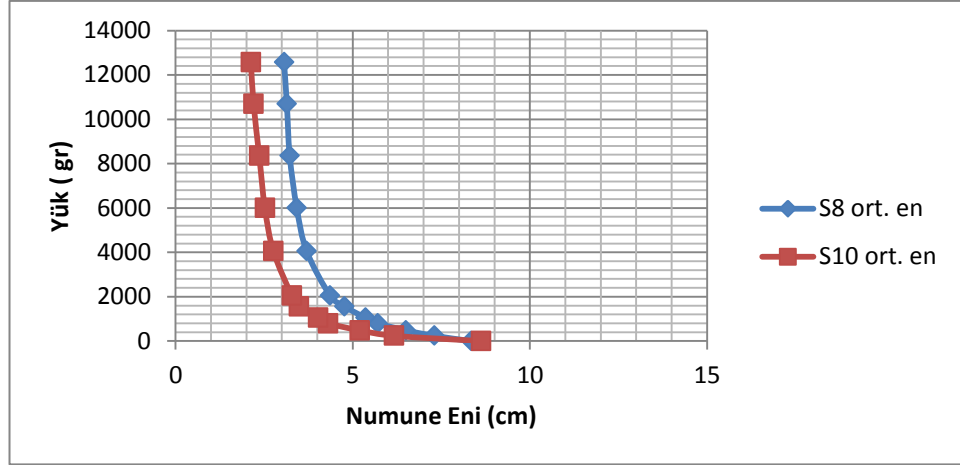
Şekil 3.17 E-Cam 1x1 Rib enine numunelerin enden daralmaları



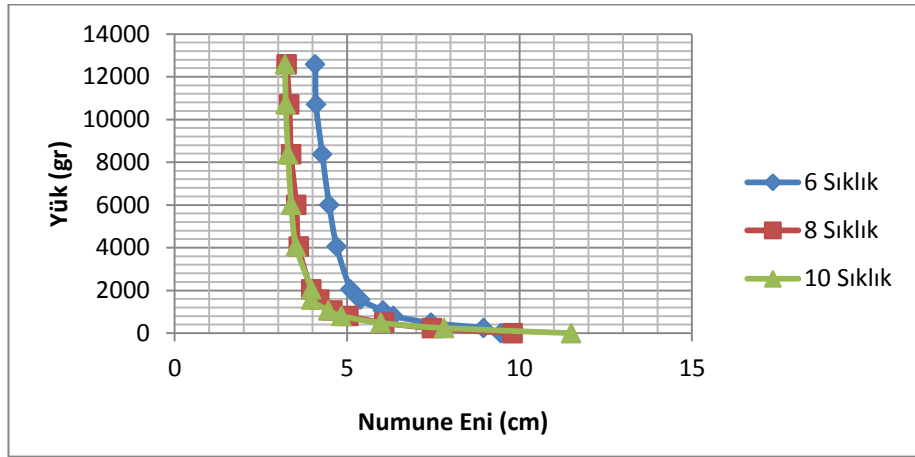
Şekil 3.18 E-Cam Milano Rib enine numunelerin enden daralması



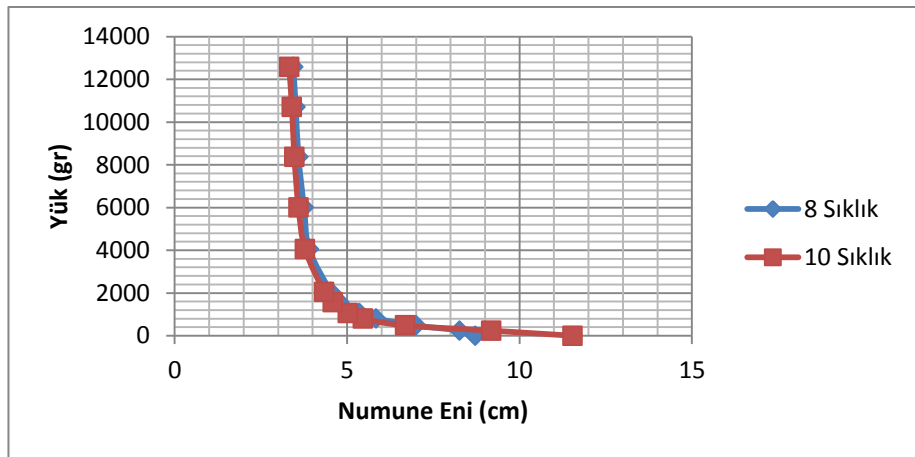
Şekil 3.19 E-Cam Yarım Selanik enine numunelerin enden daralması



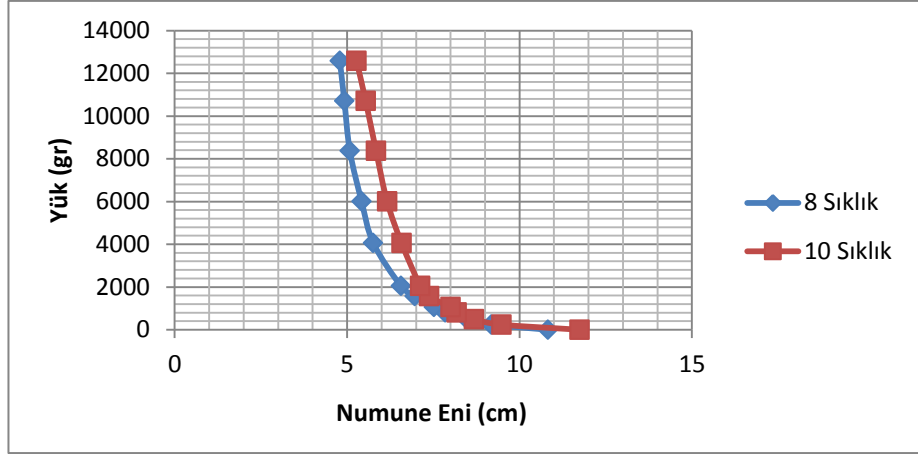
Şekil 3.20 E-Cam Selanik Türevi enine numunelerin enden daralması



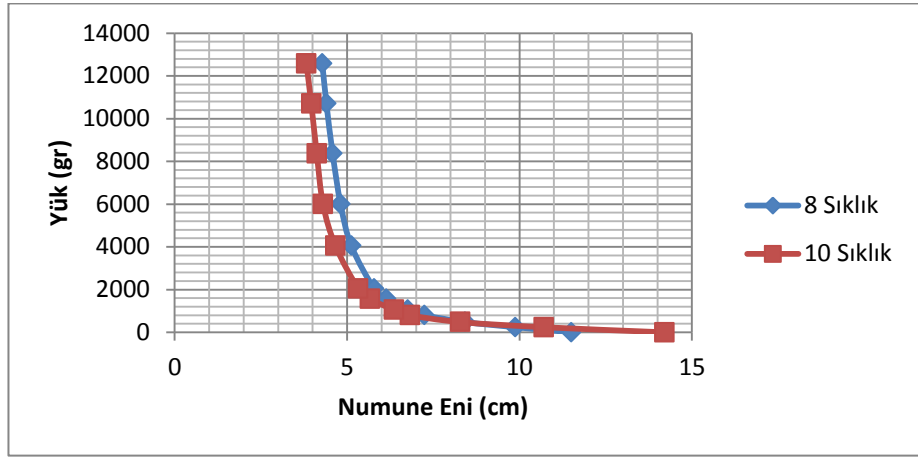
Şekil 3.21 E-Cam 1x1 Rib boyuna numunelerin enden daralması



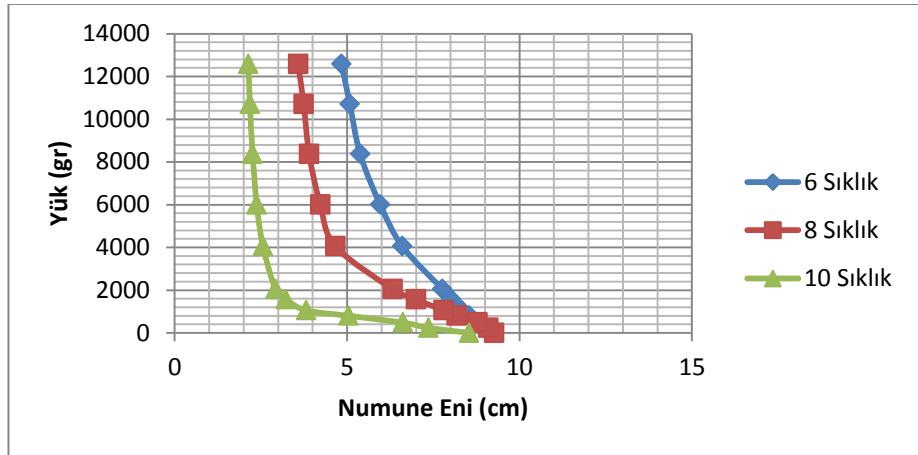
Şekil 3.22 E-Cam Milano Rib boyuna numunelerin enden daralması



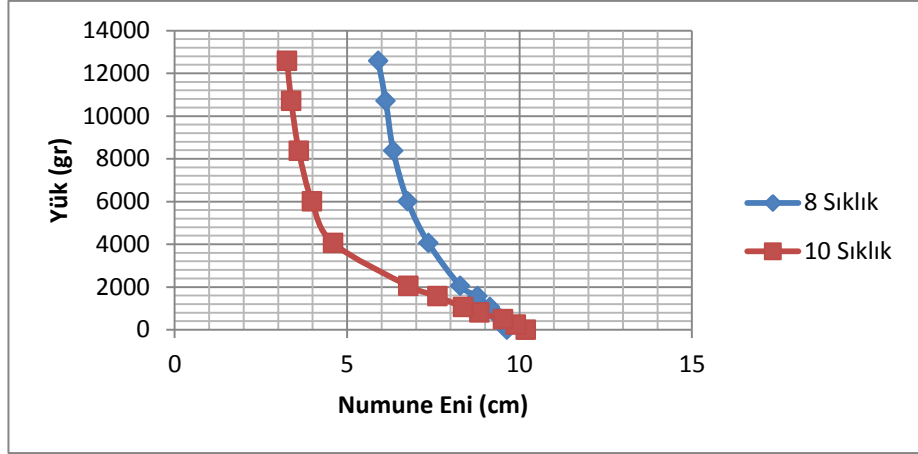
Şekil 3.23 E-Cam Yarımlık boyuna numunelerin enden daralması



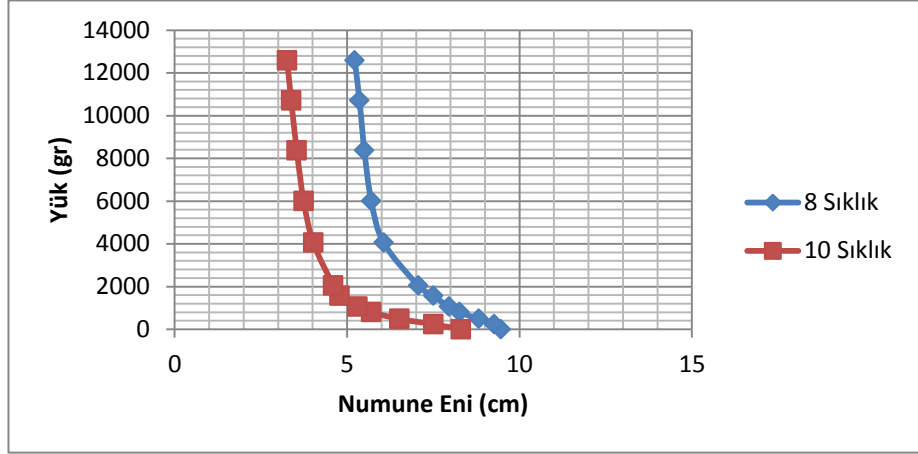
Şekil 3.24 E-Cam Sırlık Türevi boyuna numunelerin enden daralması



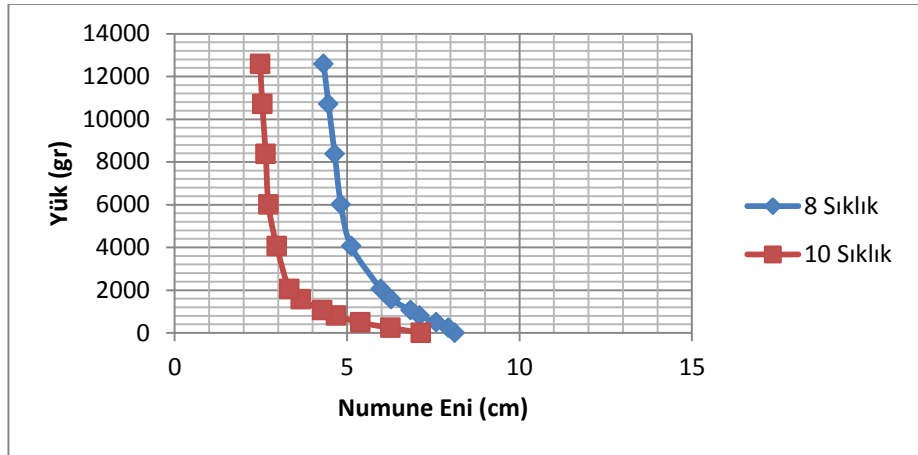
Şekil 3.25 Aramid 1x1 Rib enine numunelerin enden daralması



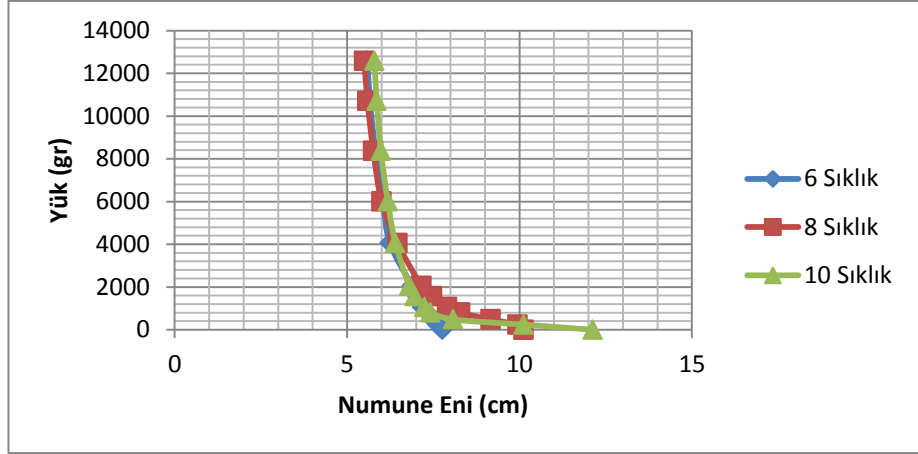
Şekil 3.26 Aramid Milano Rib enine numunelerin enden daralması



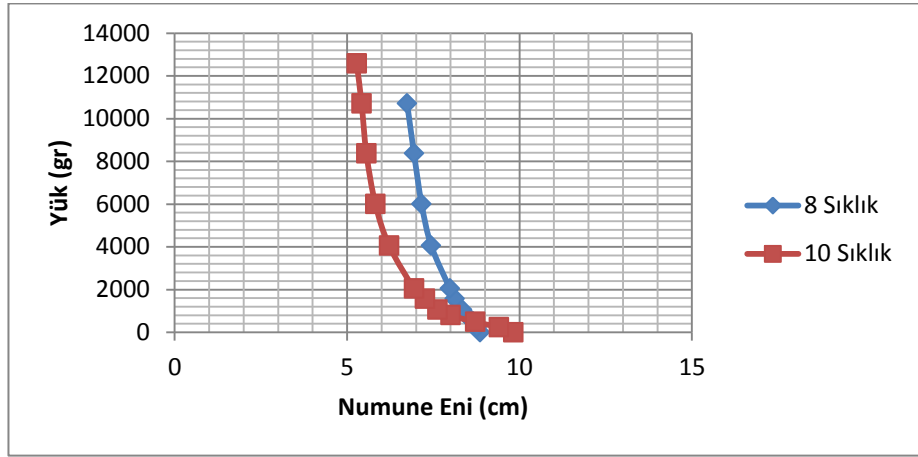
Şekil 3. 27 Aramid Yarımlanık enine numunelerin enden daralması



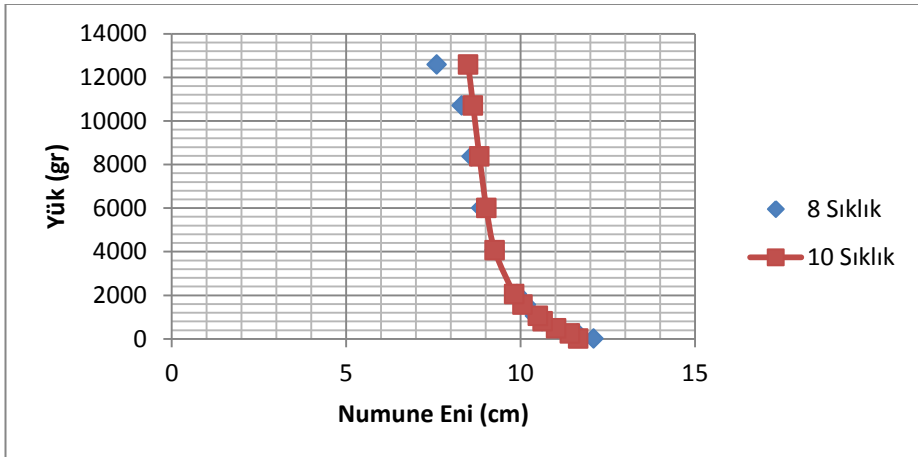
Şekil 3.28 Aramid Sırtlık Türevi enine numunelerin enden daralması



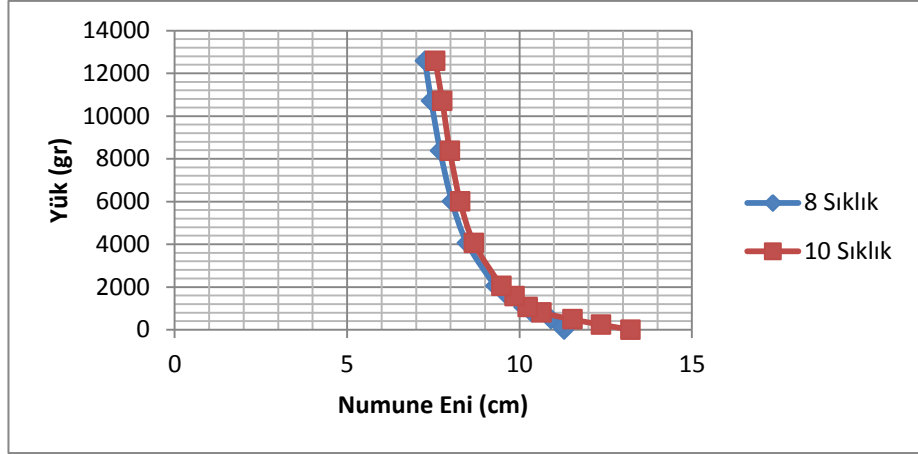
Şekil 3.29 Aramid 1x1 Rib boyuna numunelerin enden daralması



Şekil 3.30 Aramid Milano Rib boyuna numunelerin enden daralması



Şekil 3.31 Aramid Yarımlık boyuna numunelerin enden daralması

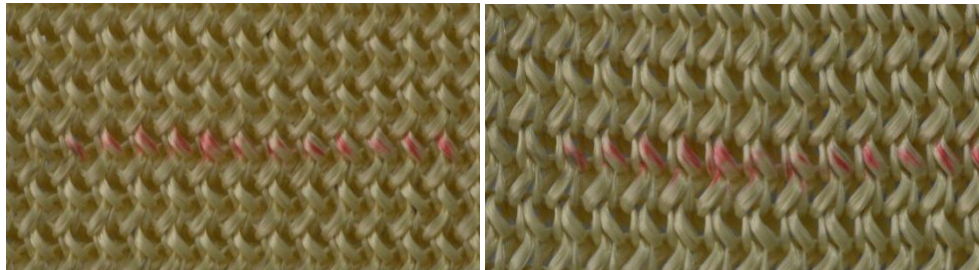


Şekil 3.32 Aramid Selanik Türevi boyuna numunelerin enden daralması

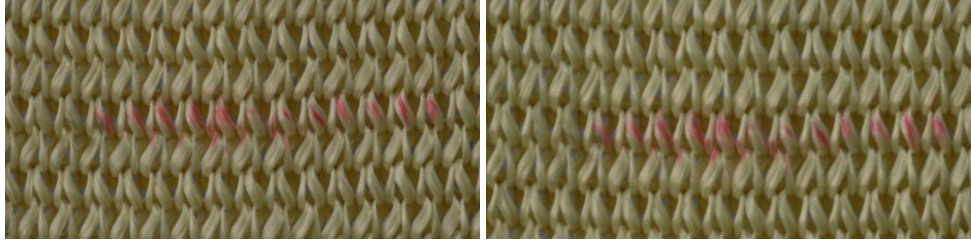
İstisnasız bütün grafiklerden de görüleceği gibi birinci ağırlık noktasından (0 gramdan) beşinci ağırlık noktasına kadarki uzamalar ve daralmalar kumaş ilmeklerinin şekil değiştirmesi bölgesidir. Beşinci ve sekizinci ağırlık noktası arası iplik şekil değiştirmesi (liflerin iplik içinde yerleşmesi) bölgesidir. Sekizinci noktadan sonraki bölge liflerin zarar görmesi ve nihayet kopması bölgesidir.

3.3 Numune Fotoğrafları

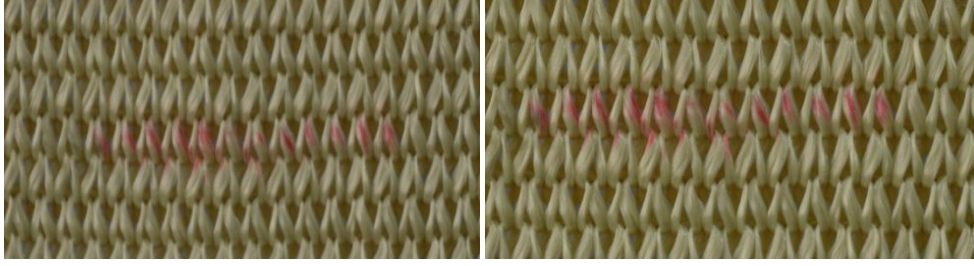
Bütün boyuna numunelerin yük altında fotoğrafları çekilmiştir. Aramid ipliğinden örülmüş 1x1 Rib 10 sıklık boyuna yönde örme deney numunelerinin “Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzeneği” üzerinde başlangıç sıfır noktası hariç ard arda yüklenen 11 ağırlık için görüntüleri Şekil 3.33- 3.38’de örnek olarak verilmiştir.



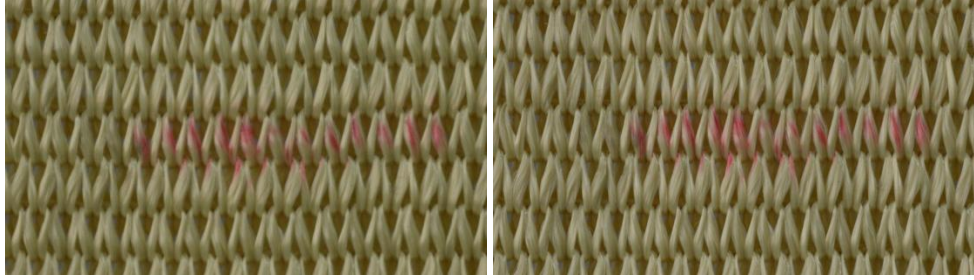
Şekil 3.33 Numunenin 2. ağırlıktaki ve 3. ağırlıktaki görüntüsü



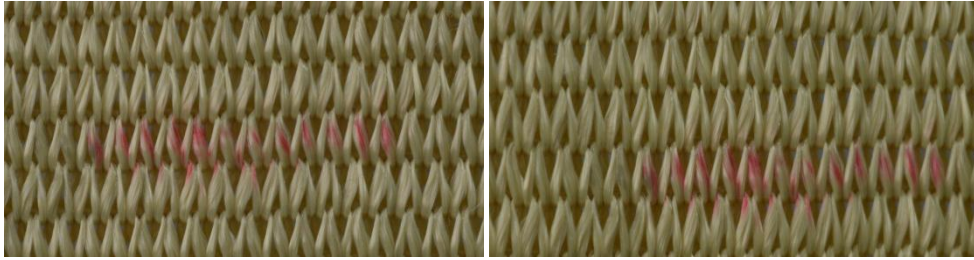
Şekil 3.34 Numunenin 4. ağırlıktaki ve 5. ağırlıktaki görüntüsü



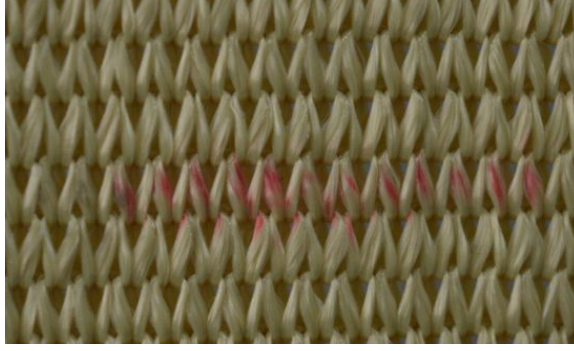
Şekil 3.35 Numunenin 6. ağırlıktaki ve 7. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.36 Numunenin 8. ağırlıktaki ve 9. ağırlıktaki görüntüsü



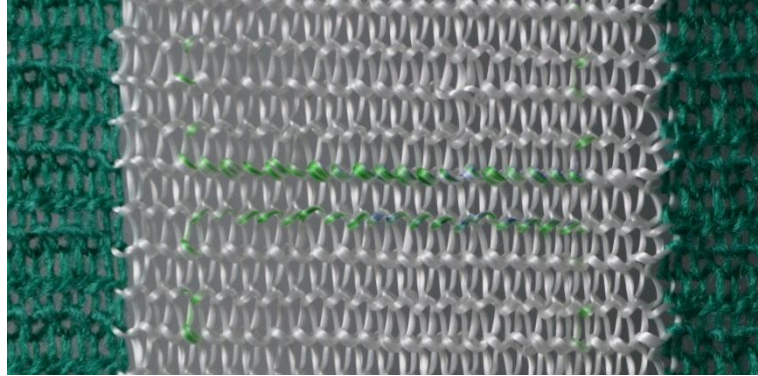
Şekil 3.37 Numunenin 10. ağırlıktaki ve 11. ağırlıktaki görüntüsü



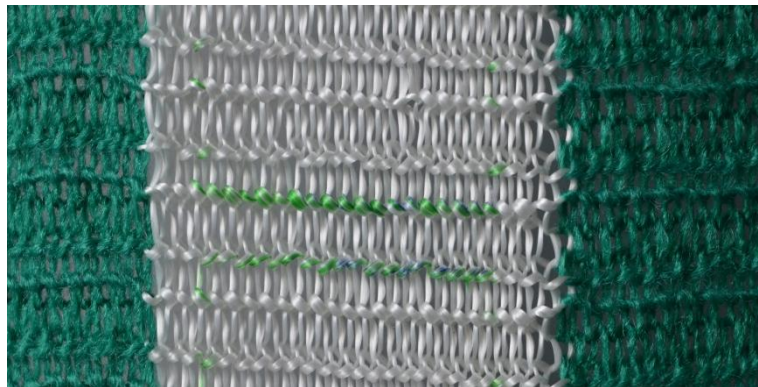
Şekil 3.38 Numunenin 12. ağırlıktaki görüntüsü

Bütün enine numunelerin yük altında fotoğrafları çekilmiştir.

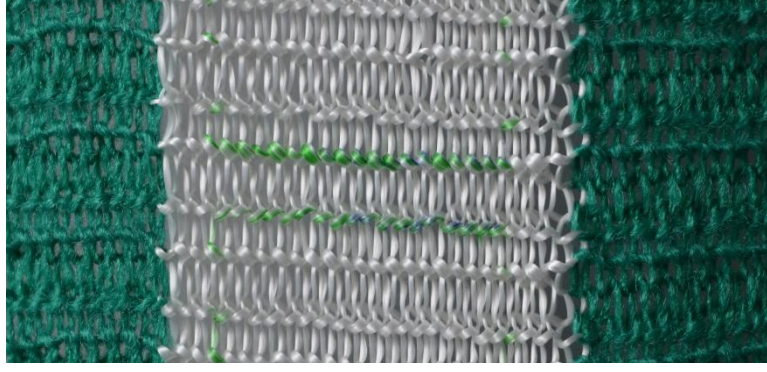
E-Cam ipliğinden örülmüş 1x1 Rib 10 sıklık enine yönde örme deney numunelerinin “Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzeneği” üzerinde başlangıç sıfır noktası hariç ard arda yüklenen 11 ağırlık için görüntüleri Şekil 3.39-3.49 ‘da örnek olarak verilmiştir.



Şekil 3.39 1x1 Rib numunenin 2. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.40 1x1 Rib numunenin 3. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.41 1x1 Rib numunenin 4. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.42 1x1 Rib numunenin 5. ağırlıktaki görüntüsü



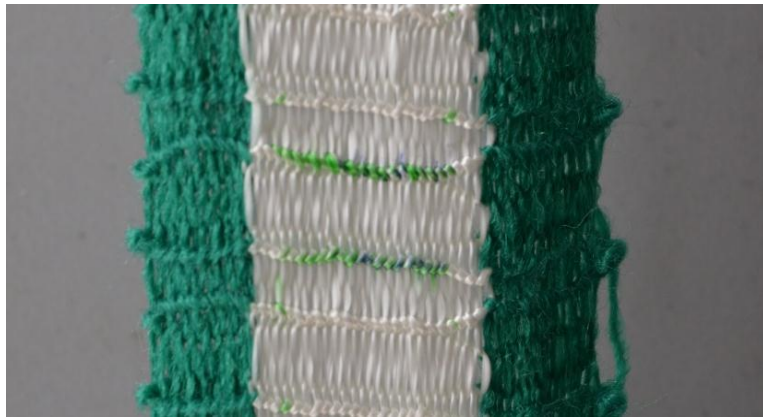
Şekil 3.43 1x1 Rib numunenin 6. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.44 1x1 Rib numunenin 7. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.45 1x1 Rib numunenin 8. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.46 1x1 Rib numunenin 9.ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.47 1x1 Rib numunenin 10. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.48 1x1 Rib numunenin 11. ağırlıktaki görüntüsü



Şekil 3.49 1x1 Rib numunenin 12. ağırlıktaki görüntüsü

Fotoğraflardan da görüldüğü gibi yük arttıkça boyuna yönde numunelerde ilmeklerin boyları, enine yönde numunelerinde ilmeklerin enleri uzamıştır.

BÖLÜM DÖRT

SONUÇLAR

Bu tezde V yataklı örme makinesinde yüksek performanslı ipliklerle örülebilen bazı temel ve çok kullanılan örme yapılarının Poisson oranlarının hesaplanabilmesi için deneysel veri tabanı oluşturulması amaçlanmıştır.

Yukarıdaki amaç için 7 incelikte V yataklı el örme makinasında üç farklı sıklıkta (6, 8 ve 10) 1x1 Rib, iki farklı sıklıkta (8 ve 10) Yarım Selanik, iki farklı sıklıkta (8 ve 10) Selanik Türevi örme yapılarında ve iki farklı iplikle (136 Tex E-Cam ve 168 Tex Aramid iplikleri ile) iki farklı yönde (enine ve boyuna) numuneler üretilmiştir.

Öncelikle fazladan numune üretilerek 5’şer numune üzerinden kumaş yapı parametreleri belirlenmiş ve sonuçları tablolarda verilmiştir. Daha sonra her bir deney 5 kere tekrar edilerek bütün yapı, sıklık, iplik cinsi ve numune yönü olmak üzere bütün numunelerin yük-uzama ve enden daralma davranışları Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümünde bulunan “ Kumaş Uzama Özellikleri Ölçüm Düzeneği” kullanılarak ölçülmüştür. Sonuçlar tablolar halinde verilmiş ve grafikler halinde gösterilmiştir. Bütün yapı, iplik cinsleri ve sıklıklar için beşinci ağırlık noktasına kadar olan uzama ve daralmalar kumaş şekil değiştirmesi bölgesi olarak tanımlanabilecek şekilde çıkmıştır. Beşinci ve sekizinci yükler arası bölge iplik uzaması sekizinci bölgeden sonraki bölge liflerinin zarar görmesi ve nihayet kopması bölgesi olarak tanımlanabilmektedir.

Ayrıca bu yük-uzama ve enden daralma ölçümleri yapılırken numunelerin tam ortasından fotoğrafları çekilerek yük-uzama sırasında kumaş ilmeklerinin şekil değiştirmeleri gözlemlenmiştir.

Teorik veya ampirik çalışmalarla Poisson oranlarının bu tezdeki verilerle test edilerek bulunması ilerde bu konuda yapılacak çalışmalara bırakılmıştır.

KAYNAKLAR

- Advanced glass fibers yarns LLC, (2014). 25 Haziran 2015. *Glass fiber reference guide*, <http://www.agy.com/wp-content/uploads/2014/03/AGY-Technical-Product-Guide-Rev.1.pdf>
- Alpyıldız, T., İçten, B.M., Karakuzu, R. ve Kurbak, A., (2009). The effect of tuck stitches on the mechanical performance of knitted fabric reinforced composites. *Composite Structures*, 89(3), 391- 398.
- Araujo, M., Figueiro, R. ve Soutinho, F., (2009). Improving the stiffness of unidirectionally oriented weft-knitted structures for polymer matrix composite reinforcement. *Journal of the Textile Institute*, 100(8), 715 – 721.
- Asi, O., Aktaş, A., Tercan, M. ve Yüksekaya, M.E., (2010). Effect of knitting tightness on mechanical properties of weft knitted glass fibre reinforced epoxy composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29(1), 86-93.
- Balea, L., Dusserre, G. ve Bernhart, G., (2014). Mechanical behavior of plain knit reinforced injected composites: effect of inlay yarns and fibre type. *Composites: Part B*, 56, 20-19.
- Bini, T.B., Ramakrishna, S., Huang, Z.M. ve Lim, C.T., (2001). Structure-tensile property relationship of knitted fabric composites. *Polymer Composites*, 22(1), 11-21.
- Candan, C. (2000). *Düz örme teknolojisi*. İstanbul: IMC Basım.
- Chou, T.W. ve Ko, F.K., (1989). *Textile structural composites (Volume 3)*. New York: Elsevier Science Publishing Co.

- Dabiryan, H., ve Jeddi, A.A., (2012). Analysis of warp knitted fabric structure Part IV: modeling the Poisson's ratio in elastic deformation region. *Journal of The Textile Institute*, 103(12), 1352-1360.
- Dönmez, S., (1996). *Some investigations on tuck knitted fabrics*, Msc Thesis. Ege University, İzmir.
- Dönmez, S. ve Kurbak, A., (2000). Some investigations on tuck knitted fabrics. *Knitting Technology*, 22(3), 12-14.
- Ersoy, M.S., (2005). *Lif takviyeli kompozit malzeme tasarımı*. Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, 18-37.
- Erdoğan, H.Ü., (2011). *Teknik tekstiller I*. Ders anlatımında içerik. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Erdoğan, Ü.H., (2012). Yüksek mukavemetli lifler ve iplikler. *TSE Standard Ekonomik ve Teknik Dergi*, 51, (602), 57-65.
- Frank, I.F., ve Ruoff, A.L., (1958). A Method of measuring Poisson's ratio of fibers. *Textile Research Journal*, 28, 213-217.
- Harmancıoğlu, M., (1981). *Tekstil maddeleri II., rejenere ve sentetik lifler*. İzmir: Ege Üniversitesi Matbaası.
- Hearle, J.W.S., (2001). *High-performance fibers*. USA: Woodhead Publishing.
- Hong, H., De Araujo, M.D., Figueiro, R. ve Ciobanu, O., (2002). Theoretical analysis of load-extension properties of plain weft knits made from high performance yarns for composite reinforcement. *Textile Research Journal*, 72(11): 991-995.

- Jinyun, Z., Li, Y., Lam, J. ve Xuyong, C., (2010). The Poisson ratio and modulus of elastic knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 80, 18, 1965-1969.
- Karimi, H.R., Jeddi, A.A.A., ve Rastgoo, A., (2009). Theoretical analysis of load-extension behaviour of plain-weft-knitted fabric. *Journal of The Textile Institute*, 100(1), 18-27.
- Kayacan, Ö. ve Kurbak, A., (2008). Basic studies for modelling complex weft knitted fabric structures Part IV: Geometrical modelling of miss stitches. *Textile Research Journal*, 78(8), 659-663.
- Khondker, O.A., Herszberg, I. ve Leong, K.H., (2001). An investigation of the structure-property relationship of knitted composites. *Journal of Composite Material*, 35(6) 489-508.
- Kocatürk, T., (b.t). *Mukavemet ders notları (Cilt 1)*. 30 Haziran 2015, <http://www.yildiz.edu.tr/~kocaturk/muk1.pdf>.
- Kurbak, A. ve Kayacan, Ö., (2008). Basic studies for modelling complex weft knitted fabric structures Part II: Geometrical model for plain knitted fabric spirality. *Textile Research Journal*, 78(4), 279-288.
- Kurbak, A. ve Ekmen, Ö., (2008). Basic studies for modeling complex weft knitted fabric structures Part I: a geometrical model for widthwise curlings of plain knitted fabrics. *Textile Research Journal*, 78(3), 198-208.
- Kurbak, A., (2009). Geometrical models for balanced rib knitted fabrics Part I: conventionally knitted 1 × 1 rib fabrics. *Textile Research Journal*, 79(5), 418-435.
- Kurbak, A. ve Soydan, A.S., (2008). Basic studies for modelling complex weft knitted fabric structures Part III: a geometrical model for 1x1 rib purl fabrics. *Textile Research Journal*, 78(5), 377-381.

- Kurbak, A. ve Amreeva, G., (2006). Creation of a geometrical model for milano rib fabric, *Textile Research Journal*, 76(11), 847–852.
- Kurbak, A. ve Alpyıldız, T., (2009a). Geometrical models for cardigan structures Part I: Full cardigan. *Textile Research Journal*, 79(14), 1281-1300.
- Kurbak, A. ve Alpyıldız, T., (2009b). Geometrical models for cardigan structures Part II: Half cardigan. *Textile Research Journal*, 78(18), 1635-1648.
- Kurbak, A., (1982). *Some effects of substituting a presser-foot for take down tension in weft knitting*. Ph.D. Thesis, University of Leeds, England.
- Kurbak, A., (1998). Plain-knitted fabric dimensions Part I, Part II. *Textile Asia*, 36-34, 41-44.
- Kurbak, A., (1995). *More about the plain knitted fabric dimensions*. İzmir: Uğur Ofset.
- Kurbak, A. ve Alpyıldız, T., (2009). Geometrical models for balanced rib knitted fabrics part II: applications of 1×1 rib model to presser-foot knitted 1×1 rib, interlock and half milano rib. *Textile Research Journal*, 79(6), 495-505.
- Leong, K.H., Nguyen, M. ve Herszberg, I., (1999). The effects of deforming knitted glass fabrics on the basic composite mechanical properties. *Journal of Materials Science*, 34(10), 2377-2387.
- Mühendishane, (2015). *Üç boyutlu gerilim için Hooke kanunu ve Poisson sabiti*. 30 Haziran 2015, <http://muhendishane.org/kutuphane/malzemelerin-mekanik-davranisi/uc-boyutlu-gerilim-icin-hooke-kanunu-ve-poisson-sabiti>.

Savci, S., Curiskis, J.I. ve Pailthorpe, M.T., (2000). A study of deformation of weft knit preforms for advanced composite structures Part I.: Dry preform properties. *Composite Science and Technology*, 60, 1931-1942.

Spencer, D.J., (2001). *Knitting technology, (Third Edition)*. A Comprehensive Handbook and Practical Guide, England: Woodhead Publishing Series in Textiles.

Sevencan, G., (2011). *1x1 Rib örgü yapısındaki karbon ve cam elyafından hibrid kompozit yapıların mekanik özelliklerin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.

Özdemir, D., Mecit, H.D., Seventekin, N. ve Öktem, T., (2006). Cam lifleri. *Tekstil ve Konfeksiyon*, 16(1), 281-287.

Twaron product brochure final, (2012). 25/05/2015.
http://www.teijinaramid.com/wpcontent/uploads/2012/02/1090308_Twaron-productbrochurefinal_051.pdf

Zhangyu, F.Z., Yanmo, C. ve Hairu, L., (2006). Investigation on the tensile properties of knitted fabric reinforced composites made from GF-PP commingled yarn preforms with different loop densities. *Journal of Thermoplastic Composite Material*,19(1), 113-126.

Zhangyu, F.Z., Yanmo, C. ve Hairu, L., (2006b). Tensile properties of glass fiber knitted fabric reinforced polypropylene composite made from GF/PP commingled yarn affected by prestretching. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*,25(5), 553-560.