2209/B

ÜNİVERSİTE ÖĞRENCİLERİ SANAYİYE YÖNELİK ARAŞTIRMA PROJELERİ DESTEĞİ PROGRAMI

SONUÇ RAPORU

PROJE BAŞLIĞI:
ECOCELL VE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ PAMUK KARIŞIMLARINDAN FARKLI EĞİRME TEKNOLOJİLERİNDE İPLİK ÜRETİLEBİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI:
SILA TAŞDELEN

DANIŞMANININ ADI:
PROF. DR. MUSA KILIÇ (AKADEMİK DANIŞMAN)
TÜLİN KAYA NACARKAHYA (SANAYİ DANIŞMANI)

GENEL BİLGİLER

PROJENİN KONUSU	ECOCELL VE GERİ DÖNÜŞTÜRÜLMÜŞ PAMUK KARIŞIMLARINDAN FARKLI EĞİRME TEKNOLOJİLERİNDE İPLİK ÜRETİLEBİLME OLANAKLARININ ARAŞTIRILMASI
PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI	SILA TAŞDELEN
DANIŞMANIN ADI	PROF. DR. MUSA KILIÇ (AKADEMİK DANIŞMAN) TÜLİN KAYA NACARKAHYA (SANAYİ DANIŞMANI)
PROJE BAŞLANGIÇ VE BİTİŞ TARİHLERİ	NİSAN 2025 – MART 2026

BÖLÜM 1
GİRİŞ

1.1 GİRİŞ

Tekstil sektörü, hızlı tüketim trendleri ve artan üretim talebi nedeniyle çevresel sorunların merkezinde yer almaktadır. Doğal kaynakların aşırı tüketimi, su ve enerji ihtiyacının yüksekliği, kimyasal kullanımının yarattığı etkiler ve artan atık miktarları, sektörün sürdürülebilir çözümler geliştirme gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu bağlamda, Ecocell lifleri ve geri dönüştürülmüş pamuk, çevre dostu üretim ve döngüsel ekonomi hedefleri doğrultusunda öne çıkan iki önemli malzeme olarak değerlendirilmektedir.

Ecocell lifleri, yenilenebilir hammaddelerden üretilen ve biyolojik olarak parçalanabilen yapısıyla çevresel etkileri minimize eden bir lif türüdür. Üretim süreçlerinde düşük enerji ve su tüketimi sağlaması, karbon ayak izini azaltması ve doğal özellikleriyle hem çevresel hem de performans açısından üstün nitelikler sunmaktadır. Ecocell liflerinin yumuşaklık, nefes alabilirlik ve dayanıklılık gibi özellikleri, bu malzemeyi hem üreticiler hem de tüketiciler için tercih edilir hale getirmektedir.

Geri dönüştürülmüş pamuk ise, tekstil üretimi sırasında ortaya çıkan atıkların geri kazanımıyla elde edilen bir malzemedir. Geleneksel pamuk üretiminin yüksek çevresel maliyetleri göz önüne alındığında, geri dönüştürülmüş pamuk, kaynakların korunması ve atıkların azaltılmasına yönelik stratejik bir çözüm sunmaktadır. Ayrıca, bu süreç, döngüsel ekonomi ilkelerine uygun olarak tekstil endüstrisinin sürdürülebilirlik hedeflerine önemli bir katkı sağlamaktadır.

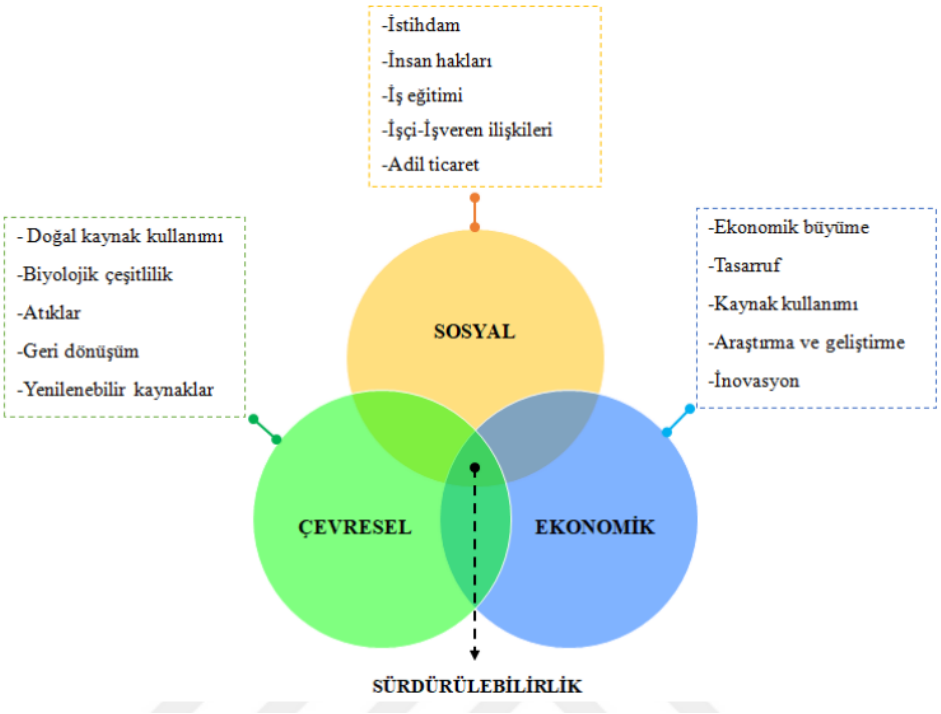
Bu çalışma kapsamında geri dönüştürülmüş pamuk liflerinin yeni bir lif olan Ecocell ile farklı oranlarda karıştırılarak iplik üretim olanaklarının araştırılması önemli hedefler arasındadır.

1.2 DÜNYADA VE TÜRKİYE'DE SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE GERİ DÖNÜŞÜM

1.2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı

Günümüzün hızla değişen rekabet ortamında, kısıtlı kaynaklarla üretim yaparken çevresel etkileri en aza indirmek, maliyetleri düşürmek ve müşteri memnuniyetini sağlamak için sürdürülebilir yaklaşımları benimsemek zorunlu hale gelmiştir. Sürdürülebilirlik, son yıllarda

farklı endüstrilerde üretim, çevre ve ekonomi odaklı problemlerin çözümünde kritik bir yaklaşım olarak öne çıkmaktadır. Genel anlamıyla sürdürülebilirlik, bir toplumun, ekosistemin veya diğer etkileşimli sistemlerin temel kaynaklarını tüketmeden, çevreye ciddi zararlar vermeden ve uzun vadeli işleyişini koruyarak varlığını sürdürebilme kapasitesini ifade eder. Bu kavram; ekonomik, çevresel ve sosyal göstergelerden oluşan üç temel boyut çerçevesinde incelenmektedir. Sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için bu üç boyutun bir bütün olarak ele alınması ve uyum içinde gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Şekil 1.1.). (Yaşar, 2022).



Şekil 1.1. Sürdürülebilirlik Kavramları (Yaşar, 2022).

Sürdürülebilirlik; ekonomik, çevresel ve sosyal boyutlarıyla bir sistemin uzun vadeli dengesini sağlama amacı taşır. Ekonomik sürdürülebilirlik, kalkınmanın düşük maliyetle ve yüksek verimlilikle gerçekleşmesini ifade ederken, bu kapsamda hammadde, enerji, yenilenebilir kaynaklar ve insan gücünün etkin kullanımı, maliyetlerin azaltılması ve inovasyonun teşvik edilmesi kritik unsurlar olarak öne çıkar. Çevresel sürdürülebilirlik ise doğal kaynakların korunması, çevre kirliliğinin önlenmesi, geri dönüşümün artırılması ve biyoçeşitliliğin devamlılığının sağlanması gibi temel hedefleri içerir. Doğal kaynakların sınırlı olması nedeniyle, tarım ve üretim gibi insani faaliyetlerin yenilenebilirlik ilkelerine uygun şekilde planlanması ve atıkların çevre dengesini bozmayacak biçimde yönetilmesi büyük önem taşır. Sosyal sürdürülebilirlik ise insan hakları, işçi-işveren ilişkileri, eğitim ve sağlık

standartları gibi alanlarda bireylerin temel ihtiyaçlarını karşılarken, toplumda eşitlikçi ve adil bir yaşam standardı sağlamayı amaçlar. Bu üç boyut, yalnızca devletlerin değil, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşların ortak çabasıyla bir araya gelerek hem insan hem de çevre odaklı bir kalkınmayı mümkün kılmaktadır. (Yaşar, 2022).

1.2.2. Tekstilde Sürdürülebilirlik

Tekstil endüstrisi, tüketim malları imalatında yer alan ve dünyanın en eski sektörlerinden biri olarak kabul edilen bir alandır. Doğal ve sentetik elyafların (örneğin pamuk, yün ve poliester) giysi, ev tekstili ve endüstriyel ürünler gibi son kullanıcı ürünlerine dönüştürüldüğü bu sektör, oldukça çeşitli ve heterojen bir yapıya sahiptir. Tekstil sektörü günümüzde çevresel, sosyal ve ekonomik konularla iç içe geçmiş durumdadır. Moda ve tekstil endüstrisi, çevreye verdiği zarar açısından kimya endüstrisi ile aynı derecede eleştirilmekte ve en fazla çevresel etki yaratan sektörlerden biri olarak değerlendirilmektedir. Örneğin pamuk, giyim endüstrisinde en çok kullanılan hammaddelerden biri olmasına rağmen, üretim sürecinde yüksek su ve kimyasal tüketimi nedeniyle mevcut en kirletici lif türlerinden biri olarak öne çıkmaktadır. (Toksöz, 2018).

Sürdürülebilirlik kavramı, günümüzde pek çok sektörde olduğu gibi tekstil endüstrisinde de kritik bir öneme sahiptir. Sanayi Devrimi, küreselleşme ve hızlı nüfus artışıyla birlikte artan üretim ve tüketim, çevresel ve sosyal tehditleri beraberinde getirmiştir. Tekstil endüstrisi; su ve enerji tüketimi, sera gazı emisyonları, yoğun kimyasal kullanımı ve atık miktarı açısından çevresel etkisi yüksek bir sektör olarak ön plana çıkmaktadır. Ayrıca karmaşık bir tedarik zincirine sahip olması, sürdürülebilirlik uygulamalarını daha da zorlaştırmaktadır. Buna karşılık, yeni politikalar, yasal düzenlemeler, sivil toplum girişimleri ve teknolojik yenilikler sayesinde sürdürülebilir ve döngüsel tekstil uygulamalarında önemli adımlar atılmaktadır. Ancak sentetik liflerin çevresel etkisinin yüksekliği, geri dönüşüm oranlarının düşüklüğü ve geri dönüştürülmüş hammaddelerin yeterince kullanılmaması gibi problemler devam etmektedir. Hızlı moda anlayışı, kısa ömürlü tekstil ürünleri ve artan atık miktarı da sektörün çevresel yükünü kritik seviyelere taşımaktadır. (Yaşar, 2022).

Avrupa Birliği Ortak Araştırma Merkezi (JRC) tarafından yapılan bir analizde, tekstil sektörü küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %10'unu oluşturmakta ve yoğun kaynak kullanımı ile ciddi bir atık üretimine neden olmaktadır. Mevcut üretim ve tüketim alışkanlıklarının devam etmesi halinde, tekstil sektörünün 2050 yılına kadar dünya karbon bütçesinin %26'sını tek başına tüketmesi öngörülmektedir. Bu nedenle, tekstil atıklarının geri dönüşüm yoluyla yeniden hammaddelere dönüştürülerek endüstriye kazandırılması büyük bir

öneme sahiptir. Sektörde sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşabilmek için döngüsel ekonomi modellerinin benimsenmesi ve geri dönüşüm teknolojilerinin yaygınlaştırılması kritik bir gereklilik haline gelmiştir. (www.tmo.org.tr, 2023).

1.2.2.1. Dünyada Sürdürülebilirlik ve Tekstil

Tekstil ve hazır giyim sanayi, ülkelerin ekonomik kalkınma sürecinde önemli bir rol oynayan sektörlerdir. Gelişmiş ülkelerin 18. yüzyıldaki sanayileşme sürecine önemli katkılar sağlayan tekstil sektörü, günümüzde de gelişmekte olan ülkelerin ekonomik kalkınmalarında benzer bir işlev görmektedir. (Ekti, 2013).

Tekstil ve hazır giyim ürünlerinin taşınmasının kolay olması, bu sektörlerin ürünlerinin dünya genelinde hızlı yayılmasına olanak sağlamış; böylece gelişmiş ülkeler, üretim faaliyetlerinin bir kısmını gelişmekte olan ülkelere kaydırabilmiştir. (Dilber, 2004).

Tablo 1.1'de dünya tekstil ve hazır giyim ihracatının toplam dünya ihracatı içindeki payı yer almaktadır.1995'de tekstil sektörünün dünya ihracatındaki payı %31,18 iken; 2013 yılına gelindiğinde bu oran %17,05 düzeyinde gerçekleşmiştir. Benzer şekilde 1995'de hazır giyim endüstrisinin dünya toplam ihracatındaki payı %32,44 iken; bu oran 2013 yılına gelindiğinde %24,30 seviyesinde gerçekleşmiştir. (Şahin, 2015)

Tablo 1.1. Dünya Tekstil ve Hazır Giyim İhracatı (Şahin, 2015).

Yıllar	Toplam Dünya İhracatı (milyar dolar)	Dünya Tekstil İhracatı (milyar dolar)	Tekstil İhracatının Toplam İhracattaki % Payı	Dünya Hazır Giyim İhracatı (milyar dolar)	Hazır Giyim İhracatının Toplam İhracattaki % Payı
1995	946.416	295.181	31,18	307.059	32,44
2000	1.232.560	307.132	24,91	392.816	31,86
2005	1.996.130	405.805	20,32	571.992	28,65
2006	2.332.460	436.118	18,69	639.854	27,43
2007	2.663.430	471.666	17,70	718.954	26,99
2008	3.086.930	492.622	15,95	757.356	24,53
2009	2.401.880	441.460	18,37	665.065	27,68
2010	2.911.770	497.592	17,08	736.937	25,30
2011	3.475.990	577.984	16,62	861.757	24,79
2012	3.378.640	547.286	16,19	810.182	23,97
2013	3.275.460	558.529	17,05	796.203	24,30

2019 yılında yayımlanan Avrupa Yeşil Mutabakatı, tekstil sektörü dahil olmak üzere çevresel ve sosyal etkileri yüksek tüm sektörlerde dönüşümü zorunlu kılmıştır. Bu bağlamda, 2020 yılında açıklanan Döngüsel Ekonomi Eylem Planı ile tekstil sektörü, sürdürülebilir ve döngüsel üretim modellerine geçiş sürecine başlamıştır. Bu dönüşümü desteklemek amacıyla yasal düzenlemeler, standartlar ve çeşitli projeler hayata geçirilmektedir. (Sağlık, 2021).

1.2.2.2. Türkiye'de Sürdürülebilirlik ve Tekstil

Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim sektöründe hem hammadde hem de işgücü ve iç tüketim açısından büyük kapasiteye sahip olması, bu sanayi kolunu daha da önemli kılmaktadır. Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim sektörü bugün, diğer sanayi kollarına kadar oldukça geniş bir yelpazede ülke ekonomisini etkilemektedir.

Bu nedenle sektörün dış ticarette gireceği yeni rekabet dönemi ülke ekonomisi açısından hayati bir önem taşımaktadır. Türkiye'nin dış ticareti içinde tekstil ve hazır giyim sektörünün bugünkü yerinin anlaşılabilmesi ve bu sektörün dış ticaret içindeki ve dolayısıyla ülke ekonomisi içindeki gelişiminin analiziyle mümkündür. (Şahin, 2015).

Tablo1.2'de Türkiye'nin tekstil ve hazır giyim ihracatının yıllar itibariyle gelişimi yer almaktadır. Tekstil ve hazır giyim ihracatının toplam ihracat içindeki payına baktığımızda 1995'de %40,02 olan oranın giderek azaldığı ve 2013 yılına gelindiğinde bu oranın %18,14'e düşmüştür. (Şahin, 2015).

Tablo 1.2. Türkiye Tekstil ve Hazır Giyim İhracatı (Şahin, 2015).

Yıllar	Toplam İhracat	Tekstil (65)	Hazır Giyim(84)	Toplam Tekstil ve Hazır Giyim İhracatı (65+84)	Tekstil ve Hazır Giyim İhracatının Toplam İhracat İçindeki Payı (%)
1995	21.598	2.526	6.118	8.644	**40,02**
2000	27.485	3.672	6.533	10.205	**37,12**
2005	73.476	7.075	11.833	18.908	**25,73**
2006	85.534	7.584	12.051	19.635	**22,95**
2007	107.271	8.942	13.886	22.828	**21,28**
2008	132.002	9.399	13.590	22.989	**17,41**
2009	102.138	7.723	11.555	19.278	**18,87**
2010	113.979	8.963	12.760	21.723	**19,05**
2011	134.915	10.772	13.947	24.719	**18,32**
2012	152.536	11.054.	14.289	25.343	**16,61**
2013	151.796	12.150	15.395	27.545	**18,14**

Türkiye'de tekstil sektörü oldukça gelişmiş olup üretimin fazla olmasıyla tüketim de oldukça fazladır. Tekstil ürünlerinin tüketimi sırasında oldukça tekstil atığı meydana gelmektedir. Tablo 1.1' de belirtildiği üzere son yapılan TÜİK raporunda 2020-2022 yılları arasındaki atık miktarları gösterilmektedir. (TÜİK, 2023).

Tablo 1.3. TÜİK 2022 Atık İstatistikleri (TÜİK, 2023)

Oluşan atık miktarı, 2020, 2022 (Ton)

	Toplam atık miktarı		Tehlikeli atık miktarı		Tehlikesiz atık miktarı	
	2020	2022	2020	2022	2020	2022
Toplam	**104 739 181**	**109 237 232**	**30 770 088**	**29 380 898**	**73 969 093**	**79 856 334**
İmalat sanayi işyerleri	**23 867 866**	**27 969 021**	4 597 274	5 439 883	19 270 593	22 529 139
Termik santraller	**24 375 356**	**27 815 548**	10 012	10 512	24 365 343	27 805 036
Maden işletmeleri[1]	**27 581 875**	**26 309 170**	26 044 730	23 794 881	1 537 144	2 514 289
Organize sanayi bölgeleri	**279 067**	**323 140**	116 720	127 268	162 347	195 872
Hanehalkı[2]	**28 635 018**	**26 820 352**	1 352	8 354	28 633 665	26 811 998

1.2.2.3. Giysilerin Geri Dönüşümü

Tekstil üretimi, yüksek doğal kaynak tüketimi (su, petrol, toprak), toksik kimyasal kullanımı ve karbon salınımı gibi çevresel sorunlara yol açmaktadır. Bununla birlikte, her yıl milyonlarca ton tekstil atığı oluşmaktadır. Avrupa ve Amerika'da yıllık 10 milyon ton, Çin'de ise tüketici öncesi ve sonrası tekstil atık miktarının 20 milyon tonu aştığı tahmin edilmektedir. Bu atıklar, yalnızca çevre kirliliğine ve doğal kaynakların tükenmesine neden olmakla kalmayıp, atık yönetim maliyetlerini de artırmaktadır. (Eser ve ark., 2016). 2022 yılında kişi başına 16 kg tekstil atığı oluşmuştur. Avrupa'da bu atıkların ortalama yalnızca %15'i geri dönüştürülmekte, bu da atılan tekstillerin büyük çoğunluğunun ya yakıldığını ya da depolama sahalarına gönderildiğini göstermektedir. Bu durum, AB içerisinde geri dönüşüm ve yeniden kullanım sistemlerinin geliştirilmesi gerekliliğinin altını çizmektedir. (www.ihkib.org.tr, 2025).

Tahminlere göre, atılan tekstil ürünlerinin %95'i yeniden giyilebilir, kullanılabilir veya geri dönüştürülebilir durumdadır. Buna rağmen, Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (USEPA) verilerine göre, tekstil geri dönüşüm oranı yalnızca %15 düzeyindedir ve geri kalan %85'i çöplüklere gitmektedir. Tekstil Geri Dönüşüm Kurumu (CTR), 2037 itibarıyla çöplüklerde hiç tekstil atığı olmamasını hedeflemektedir. (Eser ve ark., 2016).

Tekstil atıkları; lif, iplik, kumaş ve hazır giyim üretiminden; tüketiciler, ticari işletmeler ve hizmet sektöründen kaynaklanmaktadır. Bu atıklar, tüketici öncesi (üretim kaynaklı) ve tüketici sonrası (kullanım sonrası) olarak sınıflandırılmaktadır. Sürdürülebilirlik yaklaşımıyla, uygun teknolojilerle tekstil atıklarının geri dönüştürülmesi ve katma değerli ürünlere dönüştürülmesi önem kazanmaktadır. Geri dönüşüm hem çevresel etkilerin azaltılması hem de ekonomik faydalar sağlanması açısından sektöre stratejik bir yön vermektedir. (Eser ve ark., 2016).



Şekil 1.2. Tüketici Öncesi Tekstil Atıklarına Örnekler (Eser ve ark., 2016).



Şekil 1. 3. Tüketici Sonrası Tekstil Atıklarından Örnekler (Eser ve ark., 2016)

1.3. KUMAŞ ATIKLARININ VE HAZIR GİYİM ÜRÜNLERİNİN GERİ DÖNÜŞÜMÜ

1.3.1. Kumaş Atıklarının Eldesi

Tekstil üretim sürecinin son safhası konfeksiyon aşamasıdır. Bu aşamada ortaya çıkan atıklar, kumaş top başı ve sonu kumaş parçaları (toplam kumaşın yaklaşık %15'i), pastal kesiminde oluşan kırpıntılar, kumaş toplarının boyahaneden getirilirken kirlenmemesi için kullanılan paketleme naylonları ve topun içinde bulunan rolik, kesimden kaynaklanan kumaş tozları (klima tozu), dikiş ipliği gavataları (genelde plastik), overlok atığı, dikiş ipliği ve hatalı kumaş parçalarıdır. Dikimi tamamlanan ürünler paketlemeye uygun olanlar paketleme sürecine, ikinci kaliteye ayrılanlar ise tamir veya ikinci kalite satış sürecine yönlendirilirler. (Güngör vd., 2009).

Tekstil üretim sürecinde oluşan atıkların dışında tekstil ürünleri, ürünün eskimesi, renginin bozulması, fonksiyonunu kaybetmesi veya modasının geçmesi nedeniylede kullanım dışı bırakılmaktadır. Kullanılmış giysi atıklarından iyi durumdakiler ikinci el giysi olarak, daha kötü durumdakiler 3. Dünya ülkelerine yardım olarak, iyi durumda olmayanlar ise mekanik yöntemlerle geri kazanım ile değerlendirilmektedir. (Altun, 2011).

Geri kazanım merkezlerine getirilen tekstil atıkları mevcut sağlamlık, renk ve malzeme bileşenlerine göre ayrıştırılmaktadırlar. Daha sonra iyi durumda olanlar belli temizlik işleminden sonra ihtiyacı olanların kullanımına sunulabilmektedir. Ayrıştırılma işleminden sonra ürünlerin bir bölümü ısınma amaçlı olarak yakılmakta, geri kalan atıklar ise elyaf olarak açılmak üzere ilgili sürece yönlendirilmektedirler. (Güngör vd., 2009).



Şekil 1.4. Konfeksiyon Atıkları (Doğasan, 2025)

1.3.2. Kumaş Atıklarının Tasnifi

Kumaş atıklarının tasnifi, sürdürülebilirlik ve döngüsel ekonomi hedefleri doğrultusunda geri dönüşüm ve yeniden kullanım süreçlerinin etkin bir şekilde yönetilmesi için kritik öneme sahiptir. Bu süreçte atıkların kaynağı, lif içeriği, kumaş türü ve fiziksel özellikleri dikkate alınarak sınıflandırılması gerekmektedir. (Tablo 1.4.). (Hawley, 2006).

Tablo 1.4. Kaynak Atıklarının Tasnifi (Hawley, 2006).

Tasnif Kriteri	Alt Sınıflandırmalar	Açıklama
1. Kaynağına Göre	• Üretim Atıkları (Pre-consumer) • Tüketim Atıkları (Post-consumer)	Kesim fireleri, üretim fazlası kumaşlar, kullanım ömrünü tamamlamış giysi ve ev tekstilleri.

2. Lif İçeriğine Göre	• Doğal Lifler • Sentetik Lifler • Karışım Lifler	Pamuk, polyester gibi farklı lif türlerine göre sınıflandırılır.
3. Kumaş Türüne Göre	• Dokuma Kumaşlar • Örme Kumaşlar • Nonwoven (Dokusuz) Kumaşlar	Kumaşın üretim tekniğine bağlı olarak yapılan sınıflandırma.
4. Rengine Göre	• Açık Renkli Kumaşlar • Koyu Renkli Kumaşlar	Renk açma veya boya giderme işlemlerinin gerekliliğini belirlemek için yapılır.
5. Temizlik Durumuna Göre	• Temiz Atıklar • Kontamine (Kirlenmiş) Atıklar	Kirlenmemiş veya kimyasal/biyolojik kontaminasyona uğramış kumaşlara göre ayrım yapılır.

1.3.3. Kumaş Atıklarının Temizlenmesi

Kumaş atıklarının temizlenmesi malzemenin tekrar işlenmesini kolaylaştırır. Balyalar halindeki malzeme önce balya kesicilerle ardından rotatif kesicilerle yaklaşık 10-16 mm boyutlarında kesilebilir. (Şekil 1.5.) Parçalanan atıklar taraklama ve harmanlama makinelerinden geçirilerek liflerine ayrılır ve temizlenir. Bu aşama, liflerin açılması, yabancı maddelerden arındırılması ve homojen bir karışım elde edilmesi için önemlidir. (Gök ve ark., 2025).



Şekil 1.5. Kesilmiş Kumaş Atıkları (Gök ve ark., 2025).

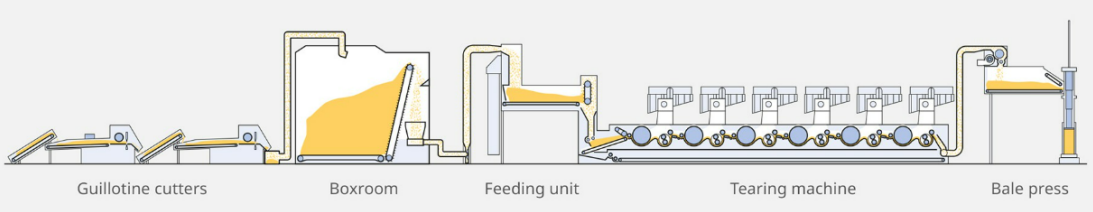


Şekil 1.6. Elyaf Açma Makinesi (fiberrecycling.com, 2020)

1.3.4. Kumaşın Life Dönüştürülmesi

1.3.4.1. Şifanöz Hattının Yapısı

Tearing (liflendirme) hattının ilk aşaması, katı tekstil atıklarının kesilmesidir. Başlangıç malzemesi, iki adet giyotin tipi kesici aracılığıyla küçük kumaş parçalarına ayrılır. Kesilen malzeme, homojenleştirilmesi ve partiler halinde depolanması amacıyla kapalı bir haznede toplanır. Daha sonra, bu malzeme besleme ünitesi aracılığıyla şifanöz (tearing) makinesine eşit şekilde iletilir. Malzeme, üzerlerinde iğne çubukları bulunan altı silindir aracılığıyla lif topaklarına ayrıştırılır. Elde edilen lif topakları, şifanöz makinesinden sonra vakumla emilerek balya presinde sıkıştırılır. (www.truetzschler.com, 2025).



Şekil 1.7. Şifanöz hattı (www.truetzschler.com, 2025).

1.3.4.2. Kesme İşlemi

Tekstil katı atıkları, şifanöz (tearing) makinesine uygun boyutlara getirilmek üzere iki adet giyotin tipi kesiciyle kesilmektedir. İlk giyotin kesici, metal dedektörü ile donatılmıştır. İkinci giyotin kesici ise birincisine 90° açıyla yerleştirilmiştir. (www.truetzschler.com, 2025).

Bu yerleşim, kumaş parçalarının homojen ve düzenli boyutlarda kesilmesini sağlamaktadır. (www.truetzschler.com, 2025).



Şekil 1.8 Kesici (www.truetzschler.com, 2025).

1.3.4.3. Liflendirme (Şifanözleme)

Şifanöz hattının ana makinesi, altı adet tearing (liflendirme) silindirinden oluşmaktadır. Bu silindirlerde bulunan iğne çubuklarının sayısının artmasıyla birlikte, tekstil sert atıkları kademeli olarak lif topaklarına ayrıştırılmaktadır. Silindirlerin çalışma hızları ve aralarındaki mesafeler, işlenen malzemenin özelliklerine göre ayarlanabilmektedir. (www.truetzschler.com, 2025).

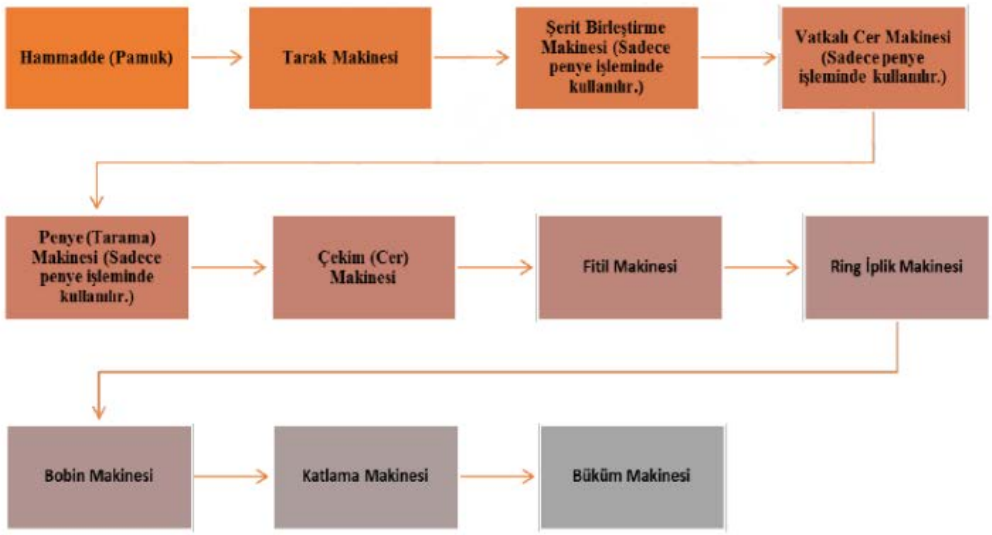
1.3.5. Liften Geri Dönüştürülmüş İplik Eldesi

İplik üretimi sürecinde, kondüsyonlama odasından eğirme ünitesine kadar çeşitli işlemler gerçekleşir. Kondüsyonlama odasında, lifler açılarak düzgün bir şekilde yayılır ve tabaka haline getirilir. Ardından, bu tabaka, taraklama işlemi ile şeride dönüştürülür.Taraklama, karışık lif yığınlarının keskin uçlu, hareketli yüzeyler arasında çalıştırılarak ince bir lif ağına indirgenmesidir. Taraklanmış pamukta kalan kısa liflerin, nepslerin ve diğer yabancı maddelerin giderilmesi için önemli bir işlemdir. Çekim aşamasında, şeritler harmanlanır, çoğaltılır, düzleştirilir ve bir dizi silindirden geçirilerek çekilir. Ardından, çekilen lifler iplik olmak üzere eğirme makinesine sevk edilir. (Arafat ve ark., 2022)

1.4. OE-ROTOR VE MVS İPLİK EĞİRME TEKNOLOJİLERİ

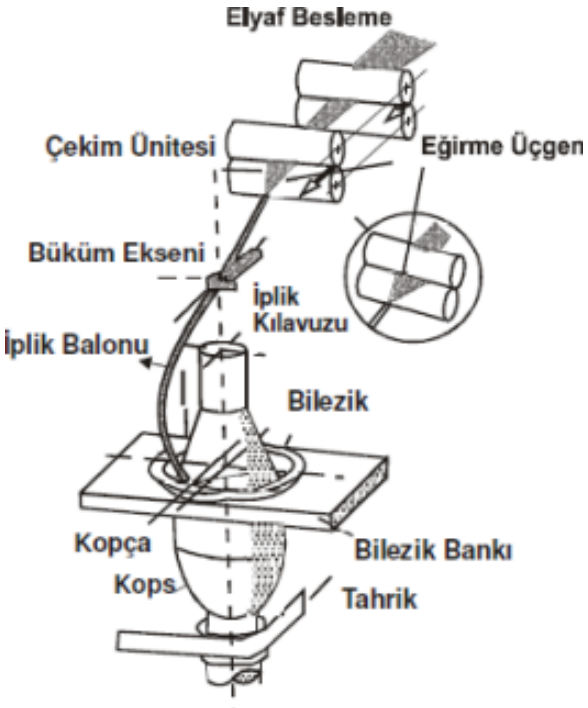
1.4.1 Konvansiyonel Ring İplik Eğirme Teknolojisi

Konvansiyonel ring iplik eğirme sistemi, ilk kez 1828 yılında John Thorpe tarafından geliştirilmiş ve 1850'den sonra sektörde yaygınlaşmıştır. Yüksek iplik kalitesi ve geniş uygulama esnekliği sayesinde, zaman içinde birçok alternatif eğirme sistemi geliştirilmesine rağmen önemini korumuştur. Bu sistemde, doğal liflerin yanı sıra kesikli sentetik ve rejenere lifler de hammadde olarak kullanılabilir, bu da sistemi farklı üretim ihtiyaçlarına uygun hale getirmektedir. Şekil 1.9'da hammadde olarak pamuk kullanılan bir ring iplik işletmesindeki prosesler yer almaktadır. (Buharalı, 2020).



Şekil 1.9 Hammadde olarak pamuk kullanılan bir ring iplik işletmesindeki prosesler (Buharalı, 2020).

Ring iplik eğirme makinesinin amaçları; makineye beslenen fitilin çekim sistemi yardımıyla istenilen iplik numarasına göre inceltilmesi, iğ-kopça-bilezik üçlüsü ile verilen büküm yardımıyla ipliğe yapısal bütünlük ve mukavemet kazandırılması ve üretilen ipliğin uygun şekilde masura üzerine sarılarak kops formuna getirilmesidir. Şekil 1.10'da ring iplik eğirme sistemin şematik görünümü yer almaktadır. (Buharalı, 2020).



Şekil 1.10 Ring iplik eğirme sisteminin şematik görünümü (Buharalı, 2020).

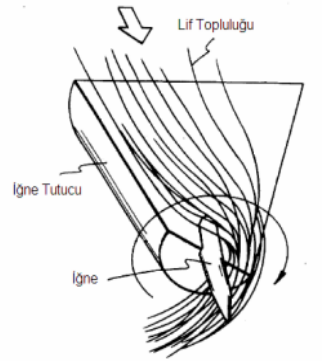
Ring iplik eğirme makinesinin çalışma prensibi, paralel lif demetinin (fitil) çekim sistemine beslenmesiyle başlamaktadır. Farklı çekim hızlarına sahip çekim silindirleri arasında yer alan bir çift apronun kontrolünde inceltilen fitil, çıkış silindirinden sonra iğ-bilezik-kopça sistemine gelir. Burada büküm alan iplik masuraya sarılır ve kops hâlini alır. (Buharalı, 2020).

1.4.2 MVS İplik Eğirme Teknolojisi

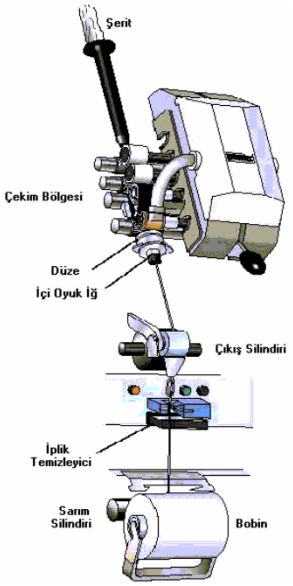
Murata Vortex İplik Eğirme Teknolojisi (MVS), Murata firması tarafından geliştirilmiş ve ilk olarak 1997 yılında Osaka Uluslararası Tekstil Makineleri Fuarında tanıtılmıştır. Hava jetli iplik üretim sisteminin yeni bir versiyonu ya da yalancı büküm yöntemi içerisinde yeni bir gelişme olarak değerlendirilen MVS iplik eğirme teknolojisi ile diğer hava jetli iplik eğirme sistemlerinden farklı olarak, Ne15- 70 numara aralığında %100 sentetik ve karışım ipliklerin yanı sıra %100 karde pamuk ipliği üretimi mümkün olmaktadır Ne20-Ne30 numara aralığında 450 m/dakika çıkış hızında iplik üretimi mümkün olmaktadır. (Küçük, 2009).

1.4.2.1 MVS İplik Eğirme Prensibi

MVS iplik eğirme makinelerinde, 4 silindirli ve apronlu bir çekim sistemi kullanılmaktadır. Hammadde, makineye ikinci veya üçüncü pasaj cer şeridi formunda beslenir. Çekim sistemi çıkış silindirlerinden çıkan lifler, düze tarafından oluşturulan hava emişi yardımıyla geçiş kanalı içine yönlendirilir. Bu geçiş kanalı, düze bloğu ve iğne tutucudan oluşur. İğne tutucu, belirli bir açıyla boylamasına uzanan rehber bir yüzey ile içi oyuk bir iğe doğru yönlenmiş, dışarıya çıkıntı yapan kılavuz bir iğneye sahiptir (Şekil 1.11). Bu yapı, liflerin düzenli bir şekilde iplik formuna dönüşmesini sağlar. Şekil 1.8'de MVS 851 iplik üretim makinesinin ana kısımları gösterilmektedir. (Küçük, 2009).



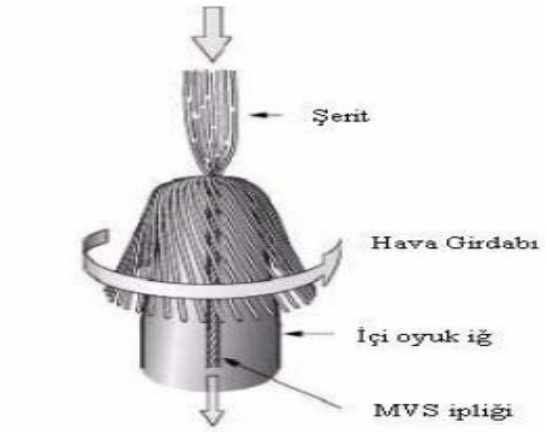
Şekil 1.11 İğne Tutucu ve İğne (Küçük, 2009).



Şekil 1.12 MVS 851 İplik Üretim Makinesi Ana Kısımları (Küçük, 2009).

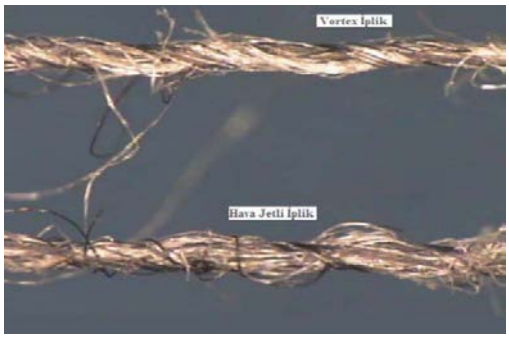
Geçiş kanalının ardından lifler, içi oyuk iğin içine emilir. Bu sırada, lifler iğin girişinde farklı yönlerden belirli bir açıyla verilen sıkıştırılmış havanın oluşturduğu kuvvet sayesinde yalancı büküme maruz kalır. Oluşan büküm, yukarıya doğru kayma eğilimi gösterir. Ancak, iğne tutucudan dışarıya doğru uzanan iğne, bükümün yukarıya doğru kaymasını engeller. Bu süreçte bazı liflerin üst kısımları, çekim sistemi çıkış silindirlerinin kıstırma çizgisinden ayrılarak açık kalır. (Küçük, 2009).

Liflerin ön uçları, iğneden sonra içi oyuk iğe girerek vortex ipliğinin merkezini oluşturur. Arka uçlar ise, ön silindirden çıktıktan sonra hava akımının döndürme etkisiyle tamamen açılarak iğ üzerinde bükülür. Bu lifler, çekirdek liflerin etrafına spiral şekilde sarılarak vortex iplik yapısını meydana getirir (Şekil 1.13). (Küçük, 2009).



Şekil 1.13 MVS sisteminde iplik oluşumu (Küçük, 2009).

Vortex sistemindeki özel düze tasarımı, ipliklerdeki sarım yapan lif sayısını ve sarım uzunluğunu hava jetli ipliklere göre artırır (Şekil 1.14). Bu yüksek sargı lif oranı, MVS ipliklerinin yapısını, hava jetli ipliklerden çok ring ipliklere benzer hale getirir. (Küçük, 2009).



Şekil 1.14 Vortex ipliğinin hava jetli iplik ile görünümünüm karşılaştırılması (Ne28, 30/60 PES/PAMUK) (Küçük, 2009).

Üretilen vortex ipliği, temizleme ünitesinden geçirilerek bobinlere sarılır. Kullanım alanına bağlı olarak, iplik temizleme işleminin ardından makine üzerinde parafinleme işlemine de tabi tutulabilir. (Küçük, 2009).

1.4.3 OE Rotor İplik Eğirme Teknolojisi

Dünya tekstil ihtiyacının büyük bir bölümü, yaklaşık 20 milyon tonluk üretimle kesikli lif ipliklerinden sağlanmaktadır. Bu üretim için her yıl 4 milyon ring iği ve 350.000 rotor ünitesi devreye alınmaktadır. Kurulu tesislerde yıllık yaklaşık 8 milyon ton Nm4-60 numarada open-end (OE) rotor ipliği üretilmekte ve benzer miktarda ring ipliği üretimi gerçekleştirilmektedir. OE iplikleri, toplam üretimde %50'lik bir paya sahiptir. (Küçük, 2009).

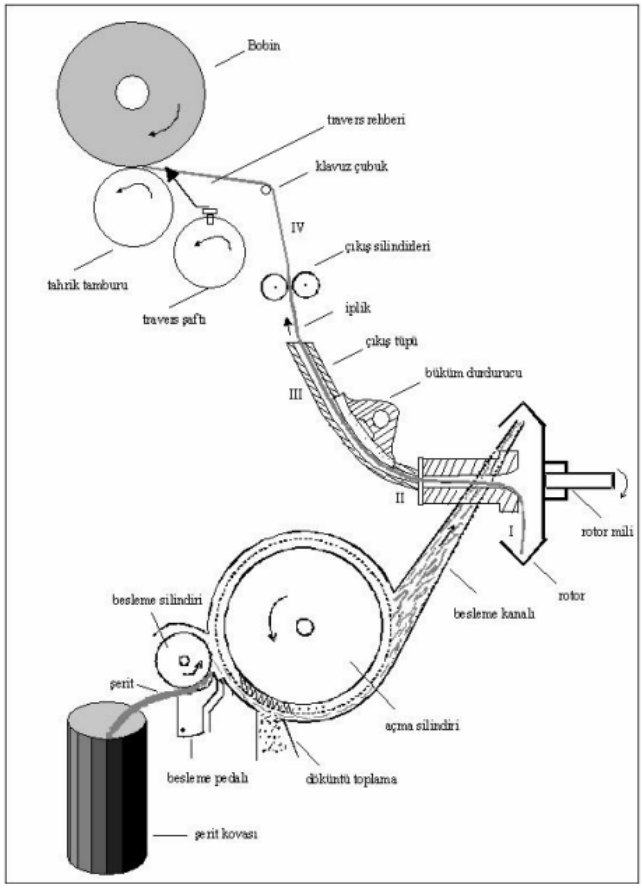
1960'lardan itibaren geliştirilen OE iplikçiliği, günümüzde 150.000 devir/dakika rotor hızı ve 250 m/dakika iplik çıkış hızına ulaşmıştır. Ancak, iplik kalitesini korumak için bu hızların altında çalışılması gerekmektedir. Yüksek üretim kapasitesi ve düşük proses adımları sayesinde OE iplikçiliği, ekonomik avantajlarıyla üreticiler için cazip bir seçenek olmuştur. (Küçük, 2009).

Bununla birlikte, OE iplikleri mukavemet, düzgünsüzlük ve iplik hataları gibi fiziksel özellikler açısından ring ipliklerinin kalitesine tam olarak ulaşamamıştır. Bu nedenle, makine üreticileri ve iplik üreticileri, OE ipliklerinin kalite özelliklerini iyileştirmek için optimizasyon ve AR-GE çalışmalarını yoğun bir şekilde sürdürmektedir. (Küçük, 2009).

1.4.3.1 Open-End Rotor İplik Eğirme Prensibi

Rotor iplik eğirmeciliğinin ana prensibi, beslenen lif tutamını (şerit), tek lif haline gelecek şekilde açtıktan sonra lifleri tekrar toplayıp ucu açık olan ipliğe tutturup büküm vermektir. OE-Rotor iplik eğirme sisteminde, önceden temizlenmiş, açılmış, taranarak paralel hale getirilmiş ve istenilen numaraya kadar inceltilmiş şerit halindeki materyal, besleme silindirleri yardımıyla makineye verilir. Bu işlemden sonra, açma silindiri, gelen liflerin uçlarını çekerek serbest hale gelene kadar tarar ve lifleri tek tek ayrıştırır. Ayrılan lifler, lif besleme kanalı aracılığıyla rotor içine taşınır. (Küçük, 2009).

Rotorun içine aktarılan lifler, rotorun yüksek hızlarda (40.000-150.000 devir/dakika) dönmesiyle oluşan merkezkaç kuvvetinin etkisiyle rotor yivine doğru itilerek burada daha önce birikmiş lif grubuna katılır. Bu şekilde lifler, rotor yivinde halka şeklinde bir yapı oluşturur. Sistemde iplik oluşumunu başlatmak için kılavuz iplik adı verilen bir iplik parçası iplik çıkış tüpünden rotor içerisine yerleştirilir. Rotorun dönüşüyle birlikte rotor içindeki hava da döner ve kılavuz ipliğin ucu merkezkaç kuvvetiyle rotor yivindeki lif grubuna temas eder. Bu temas anında kılavuz iplik çekilir ve iplik üretim süreci başlamış olur. Şekil 1.15'de OE-Rotor iplik eğirme prensibi şematik olarak gösterilmektedir. (Küçük, 2009).

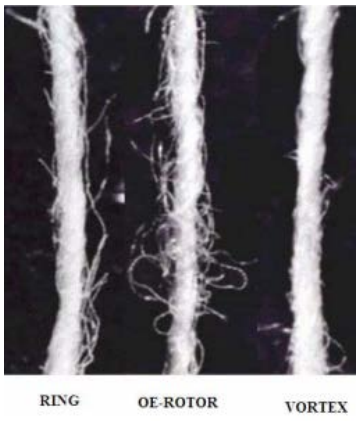


Şekil 1.15 Open-End Rotor İplik Eğirme Prensibi (Küçük, 2009).

1.4.3 Modern İplik Teknolojilerinin İplik Özellikleri Karşılaştırılması

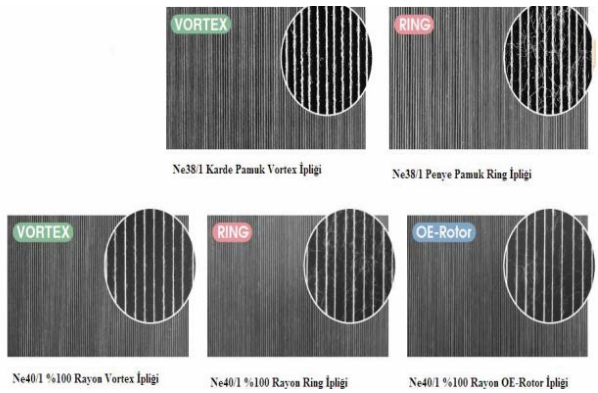
Vortex iplikleri, 350 m/dakika gibi yüksek bir çıkış hızına sahiptir ve bu hız, ring ipliklerine göre 20 kat, rotor ipliklerine göre ise 3 kat daha fazladır. Vortex ipliklerinin en dikkat çekici özelliği, yüzeyindeki düzenli lif yerleşimidir. Şekil 1.16'ya bakıldığında, vortex iplikleri ring ipliklerine oldukça benzeyen bir görünüme sahiptir. Bu benzerlik, vortex ipliklerindeki yüksek oranlı sargı liflerinin, merkezdeki bükümsüz lifleri gerçek büküm etkisiyle sarmasından kaynaklanmaktadır.

Bu özellik, vortex ipliklerine hem estetik hem de yapısal açıdan ring ipliklerine yakın bir görünüm kazandırmaktadır (Şekil1.16). (Küçük, 2009).



Şekil 1.16 Ring, OE-Rotor ve Vortex İplik Görünümlerinin Karşılaştırılması (Küçük, 2009).

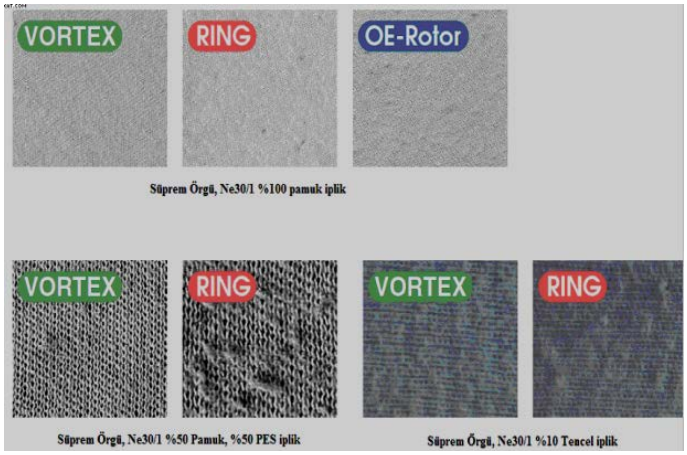
Vortex iplikleri, OE-Rotor ve Ring ipliklerine göre daha düşük tüylülüğü sahiptir. Şekilde Vortex, Ring ve OE-Rotor iplik tüylülüklerinin Şekil 1.17'de görsel olarak karşılaştırmasını görebilirsiniz. (Küçük, 2009).



Şekil 1.17 Vortex, Ring ve OE-Rotor İplik Tüylülüklerinin Karşılaştırılması (Küçük, 2009).

Vortex ipliklerinin yapısal özellikleri, giysilerin boncuklanmaya ve aşınmaya karşı daha dayanıklı olmasını sağlamaktadır. Bu üstünlük, iplik yapısında bulunan sargı liflerinden kaynaklanmaktadır. Vortex iplikleri, mükemmel direnç ve düşük tüylülük gibi özellikleri sayesinde boncuklanma sorununu büyük ölçüde çözmüştür.

Şekil 1.18'de; Vortex, Ring ve OE-Rotor ipliklerinden oluşan örme yüzeylerin boncuklanma sonuçlarının karşılaştırması gösterilmektedir ve bu sonuçlar, vortex ipliklerinin üstün performansını açıkça ortaya koymaktadır. (Küçük, 2009).



Şekil 1.18 Vortex, Ring ve OE-Rotor İpliklerinden Oluşan Örme Yüzey Boncuklanmalarının Karşılaştırılması (Küçük, 2009).

Vortex ipliğinden üretilen giysiler, yıkama ve kurutma işlemleri sonrasında deformasyona uğramaz. Kumaşın tuşesi ve diğer fiziksel özelliklerinde de herhangi bir olumsuz değişiklik gözlenmez. Şekilde, Vortex, Ring ve OE-Rotor ipliklerinden üretilmiş örme yüzeylerin 20 yıkama sonrası yüzey görünümlerinin karşılaştırması gösterilmektedir. Bu sonuçlar, Vortex ipliklerinin yıkama sonrası stabilite ve performans açısından üstünlüğünü açıkça göstermektedir. (Küçük, 2009).



Şekil 1.19 Vortex, Ring ve OE-Rotor İpliklerinden Oluşan Örme Yüzeylerin 20 Yıkama Sonucu Yüzey Görünümlerinin Karşılaştırılması (Küçük, 2009).

1.5. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Tekstil sektörü, geniş bir uygulama alanına sahip olup, üretim aşamasında çeşitli lif türlerinin kullanımı ile dikkat çekmektedir. Sektörde en yaygın olarak tercih edilen lifler arasında doğal lif grubuna giren pamuk lifi öne çıkmaktadır. Pamuk lifi, %100 saf kullanımının yanı sıra, diğer liflerle karışım halinde de kullanılarak tekstil ürünlerine istenen performans ve konfor özelliklerini kazandırmaktadır. Literatürde pamuk lifi ve karışımlarının özelliklerini, kullanım alanlarını ve performansını inceleyen birçok çalışma mevcuttur.

Şevkan (2010), yapmış olduğu çalışmada keten liflerinin pamuk lifleri ile farklı oranlarda karışımını yaparak ring ve open-end sistemlerinde eğrilmesi ve karışımdaki keten oranının değişimini ve bazı üretim parametrelerinin iplik özelliklerine etkisini incelemiştir. Elde ettiği sonuçlarda karışımdaki keten oranının artmasıyla iplik özelliklerinin olumsuz yönde etkilendiğini gözlemlemiştir. Çalışmada kullanılan OE ipliklerinin deney planı Tablo 1.5'te gösterilmiştir. (Şevkan, 2010).

Tablo 1.5 OE ipliklerinin deney planı (Şevkan, 2010).

Karışım Oranı (Pamuk / Keten)	İplik Numarası	Büküm Katsayısı		
60/40	Ne 10/1	5,5	6	6,5
	Ne 15/1	5,5	6	6,5
	Ne 20/1	-	-	-
70/30	Ne 10/1	5,5	6	6,5
	Ne 15/1	5,5	6	6,5
	Ne 20/1	5,5	6	6,5
80/20	Ne 10/1	5,5	6	6,5
	Ne 15/1	5,5	6	6,5
	Ne 20/1	5,5	6	6,5
100/0	Ne 10/1	5,5	6	6,5
	Ne 15/1	5,5	6	6,5
	Ne 20/1	5,5	6	6,5

Kıvrak (2017), yapmış olduğu çalışmada yeni nesil rejenere liflerden (viskon, modal, lyocell, bambu, promodal, mikromadal vb.) ve bu liflerin %50 pamuk karışımlarından iplikler üretmiştir. Bu ipliklerin fiziksel özelliklerini inceleyerek istatiksel olarak analiz etmiştir. Yapmış olduğu araştırmanın sonucunda, daha konforlu ve daha iyi özelliklere sahip ürünlerin

elde edilmesi için yeni lif karışımlarından yararlanılmasının olumlu sonuçlar sağlayacağını belirtmiştir. Çalışmada kullanılan liflerin incelik (dtex) ve uzunluk (mm) değerleri tablo 1.6'da gösterildiği gibidir. (Kıvrak,2017).

Tablo 1.6 Çalışmada kullanılan liflerin incelik (dtex) ve uzunluk (mm) değerleri (Kıvrak,2017).

Materyal	Lif inceliği (dtex)	Lif uzunluğu (mm)
Pamuk	1,70	30,98
Bambu	1,40	35,83
Viskon	1,65	35,35
Lyocell	1,40	36,25
Modal	1,30	37,24
Promodal	1,30	32,90
Mikromodal	1,00	37,15

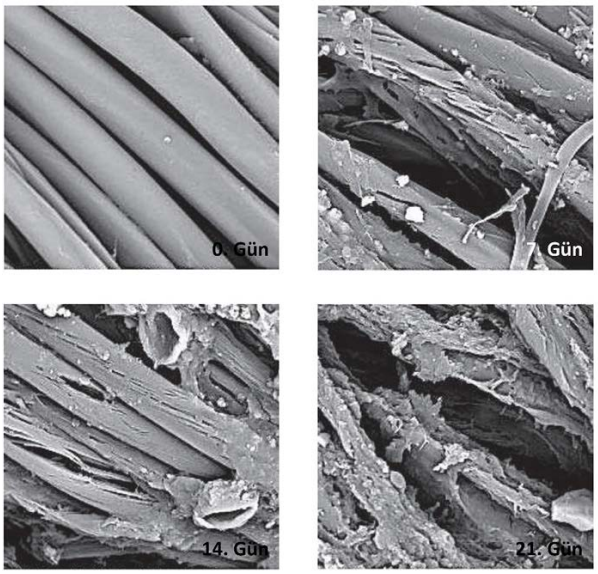
Baykal (2003), yapmış olduğu çalışmada tekstilde çok yaygın olarak kullanılan pamuk/poliester karışımları incelemiş, belirli hammadde özellikleri için lif karışım oranı ve iplik numarası faktörleri ile karışım ipliklerinin kalite özelliklerini tahmin etmeye çalışmıştır. Lif karışımlarının oluşturulması ve tasarım noktalarının belirlenebilmesi için deneysel tasarım tekniklerinden simpleks kafes tasarım tekniğini kullanmıştır. Tablo 1.7'de karışım ipliğinin oluşturulması için gerekn iplik üretim planı bulunmaktadır. (Baykal, 2003).

Tablo 1.7 İplik üretim planı (Baykal, 2003).

Numara Aralığı	Lif Karışım Oranları					Bobin Sayısı
	% 100 poliester	% 25/75 pam./pes	% 50/50 pam./pes	% 75/25 pam./pes	% 100 pamuk	
Ne 16/1	2	2	2	2	2	10
Ne 20/1	2	2	2	2	2	10
Ne 24/1	2	2	2	2	2	10
Ne 28/1	2	2	2	2	2	10
Ne 32/1	2	2	2	2	2	10
Bobin Sayısı	10	10	10	10	10	**50**

Durucan (2021), yapmış olduğu çalışmada tekstil sektöründe yapılan sürdürülebilirlik uygulamalarını anlatarak, organik pamuk ve lyocell kullanımının sürdürülebilir kalkınma

hedeflerine ulaşmada nasıl bir öneme sahip olduğu ve pazar payları üzerine araştırmalar yapmıştır. Yapmış olduğu araştırmalar sonucunda elde etmiş olduğu bilgilere göre, sürdürülebilirlik kavramının tekstil sektöründeki önemini vurgulamıştır. Organik pamuğun sürdürülebilirlik açısından önemini vurgulamak adına Şekil 1.20'de %100 organik pamuk lifinin topraktaki biyolojik bozunurluğu gösterilmektedir. (Durucan, 2021).



Şekil 1.20 %100 Organik Pamuk Lifinin Topraktaki Biyolojik Bozunurluğu (Durucan, 2021).

Tekstilde geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik uygulamaları, kaynak verimliliği ve çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli rol oynamaktadır. Geri dönüşüm süreçlerinde, kullanım ömrünü tamamlamış tekstil ürünleri, üretim artıkları ve kesim fazlası kumaşlar yeniden işlenerek iplik veya kumaş üretiminde hammadde olarak kullanılır. Bu uygulamalar, yeni hammadde ihtiyacını azaltırken, üretim sürecinde su ve enerji tasarrufu sağlar. Geri dönüşüm ve sürdürülebilirlik, tekstil sektöründe çevreye duyarlı üretim prensiplerini destekleyerek hem sektörün çevresel etkilerini azaltır hem de artan tüketici taleplerine yanıt verir. Literatür incelendiğinde tekstilde geri dönüştürülmüş liflere dair birçok çalışmaya rastlanmaktadır.

Çaylı (2021), yapmış olduğu çalışmada öncelikli olarak çevre ve sürdürülebilirliğin önemini vurgulamayı amaçlamıştır. Tekstildeki geri dönüşüm kavramlarından bahsetmiş, pamuk ve poliester liflerinin geri dönüşüm süreçlerinden bahsetmiştir. Geri dönüşüm kumaşlardan üretilen konfeksiyon ürünlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini, klasik yöntemlerle üretilen kumaşlardan hazırlanan konfeksiyon ürünleri ile karşılaştırmıştır. Tablo 1.8'de çalışmada kullanılan kumaşlar gösterilmektedir. (Çaylı, 2021).

Tablo 1.8 Çalışmada kullanılan kumaşlar

SIRA	KUMAŞ KODU-RENK	İPLİK NUMARASI	KUMAŞ CİNSİ	İÇERİK	GERİ DÖNÜŞÜM	TEMİN EDİLDİĞİ YER
1	A-SİYAH	30/1	SÜPREM	%100 PES	X	SPOT TEKSTİL
2	B-SİYAH	30/1	SÜPREM	%100 PES	✓	SPOT TEKSTİL
3	C-SİYAH	30/1	INTERLOK	&100 PES	X	ALAF TEKSTİL
4	D-SİYAH	30/1	INTERLOK	%100 PES	✓	SPOT TEKSTİL
5	E-LACİVERT	30/30/10	3 İPLİK FUTTER	60%CO 40%PES	X	ALAF TEKSTİL
6	F-LACİVERT	30/30/10	3 İPLİK FUTTER	60%CO 40%PES	✓	ALAF TEKSTİL

Kuyucak (2020), yapmış olduğu çalışmada open-end geri dönüştürülmüş akrilik iplikten üretilen kazakların performans özelliklerini ham akrilik iplikten üretilen benzer kazaklar ile elastik PBT ve gipe ipliklerin etkisini de göz önüne alarak incelemiştir. Bu çalışmada, geri dönüşüm ve ham akrilik iplik tipleri ile uzun ve kısa olmak üzere iki farklı ilmek iplik uzunluk değerlerinde elastik ipliksiz ve elastik PBT ve gipe iplikler ilave ederek 12 farklı kumaş tipi üretmiştir. Tüm deneysel sonuçlar ham akrilik iplikler kadar geri dönüştürülmüş akrilik ipliklerinin de kabul edilebilir kalitedeki kazakların üretiminde kullanılabileceğini ve geri dönüşüm ipliklerin gipe ve PBT elastik ipliklerle birlikte kullanılması ile kazakların kalitesinin ve performans özelliklerinin arttırılabileceğini ve kazaklara bazı avantajlı özelliklerin kazandırılabileceğini göstermiştir. Tablo 1.9'da üretilen kumaş tipleri ve deney planı gösterilmektedir. (Kuyucak, 2020).

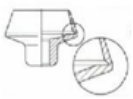
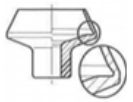
Tablo 1.9 Üretilen kumaş tipleri ve deney planı (Kuyucak, 2020).

Kumaş no	Kumaş tipleri		
	Elastik iplik tipi	İlmek iplik uzunluğu	Lif cinsi
1	Elastik ipliksiz	Kısa	Geri dönüşüm
2			Akrilik
3		Uzun	Geri dönüşüm
4			Akrilik
5	Gipe iplik ilaveli	Kısa	Geri dönüşüm
6			Akrilik
7		Uzun	Geri dönüşüm
8			Akrilik
9	PBT iplik ilaveli	Kısa	Geri dönüşüm
10			Akrilik
11		Uzun	Geri dönüşüm
12			Akrilik

Alp (2022), yapmış olduğu çalışmada geri dönüştürülmüş pamuk içeren iplik ve kumaşların üretim potansiyelinin araştırılmasını ve proses parametrelerinin optimizasyonunu hedeflemektedir. Çalışmada farklı oranlarda geri dönüştürülmüş pamuk (r-Co) ve pamuk (Co) harmanlarından (%20/80, %35/65, %50/50 ve %100) Open-End rotor iplikler üretilmiş ve ipliklerin özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Farklı harmandan üretilen Open-End Rotor atkı ipliklerinden 8 tip denim kumaş üretilmiştir. Üretilen kumaşların tüm analiz sonuçları incelendiğinde, geri dönüştürülmüş pamuk oranı arttığında atkı yönü kopma mukavemeti, çözgü ve atkı yönü yırtılma mukavemeti, bağıl su buharı geçirgenliği, ısıl iletkenlik, ısıl soğurganlık değerlerinin azaldığı, kalınlık değerlerinin arttığını gözlemlemiştir. Tablo 1.10'da OE- Rotor iplik numunelerinin kodları ve proses parametreleri gösterilmektedir. (Alp, 2022).

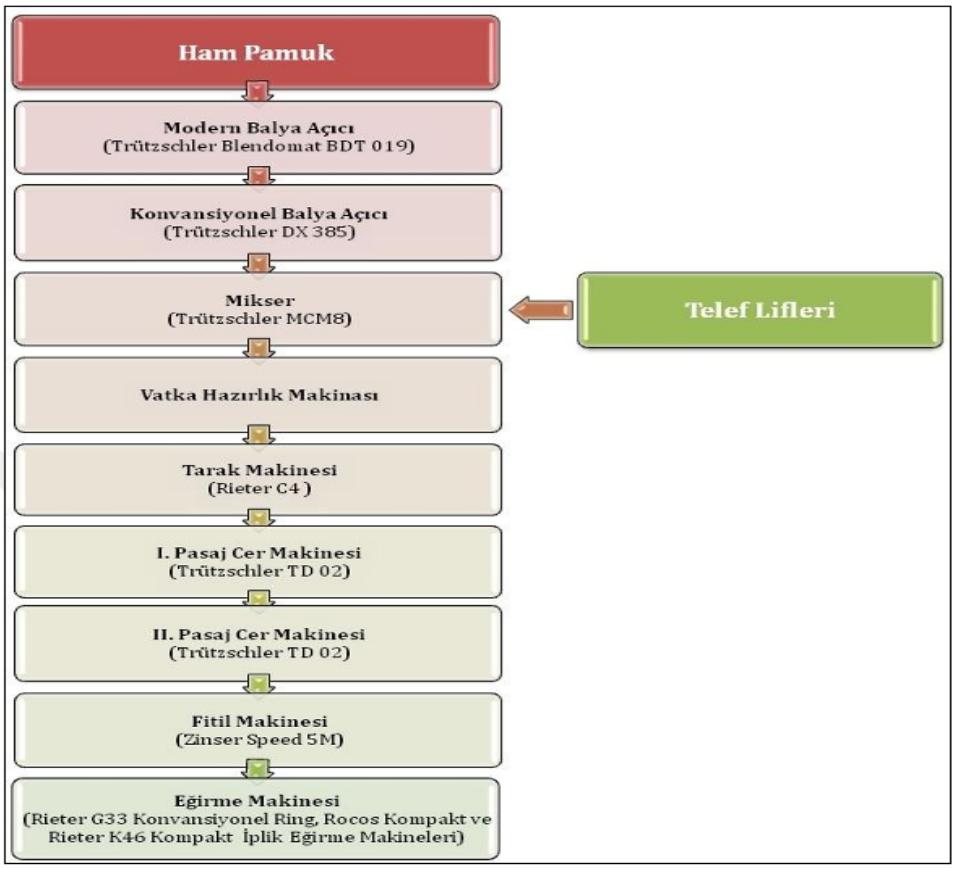
Tablo 1.10 OE- Rotor iplik numunelerinin kodları ve proses parametreleri (Alp, 2022).

Kod	Rotor Tipi		Düze Tipi		Tork Tipi	
1	T	 T	4 Çentikli	 4 çentik	Yeşil	 Yeşil
2	T		6 Çentik + Spiral		Beyaz	
3	T		Sadece Spiral		Yeşil	
4	T		4 Çentikli		Beyaz	
5	T		6 Çentik + Spiral		Yeşil	
6	T		Sadece Spiral		Beyaz	
7	TT	 TT	4 Çentikli	 6 çentik+spiral	Yeşil	
8	TT		6 Çentik + Spiral		Beyaz	
9	TT		Sadece Spiral		Yeşil	
10	TT		4 Çentikli		Beyaz	 Beyaz
11	TT		6 Çentik + Spiral		Yeşil	
12	TT		Sadece Spiral		Beyaz	
13	U	 U	4 Çentikli	 Sadece spiral	Yeşil	
14	U		6 Çentik + Spiral		Beyaz	
15	U		Sadece Spiral		Yeşil	
16	U		4 Çentikli		Beyaz	
17	U		6 Çentik + Spiral		Yeşil	
18	U		Sadece Spiral		Beyaz	

Yelkovan (2015), yapmış olduğu çalışmada kısa stapel iplik üretiminde oluşan çeşitli elyaf teleflerin iplik üretiminde kullanılması durumunda elde edilecek iplik özelliklerinin araştırılmasını amaçlamıştır. Tez kapsamında, harman-hallaç dairesi, tarak makinesi ve cer, fitil, ring iplik gibi çeşitli makine emişleri ile toplanan telefler olmak üzere üç farklı telef (hallaç, şapka ve pnomofil), %5 ile %40 arasında değişen oranlarda ham pamuk içerisine karıştırmış ve telef türü ve miktarının iplik kalitesine etkisini incelemiştir. Çalışmanın sonucunda, telef türü ve oranının iplik özellikleri üzerinde etkili olduğu, pnomofil telefi içeren

ipliklerin diğer telef türlerine kıyasla daha iyi ve telefsiz ipliklerle benzer kalite değerleri verdiğini gözlemlemiştir.

Şekil 1.21'de pamuk ve pamuk telef karışımlarından iplik eldesi için yapılan işlem akışı gösterilmektedir. (Yelkovan, 2015).



Şekil 1.21 Pamuk ve pamuk telef karışımlarından iplik eldesi için yapılan işlem akışı (Yelkovan, 2015).

Ozan (2023) yapmış olduğu çalışmada 5 farklı geri dönüştürülmüş elyaf oranına sahip kumaşların; standartlar esas alınarak gramaj, ilmek sıklığı, çubuk sıklığı, yıkama sonrası boyut değişimi, may dönmesi, kumaş sertliği, kumaş kalınlığı, patlama mukavemeti, hava geçirgenliği, kuruma davranışı testlerini yıkama öncesi ve yıkama sonrası yaparak elde edilen sonuçları değerlendirmiştir. Yapmış olduğu çalışma sonucunda geri dönüşüm katkılı kumaşların performans özelliklerinde kullanımı olumsuz etkileyecek herhangi bir sonuç ile karşılaşmadığını öne sürmüştür. Tablo 1.11'de çalışmada kullanılan Ne 20/1 Open-End karışımlı ipliklerin özellikleri gösterilmektedir. (Ozan, 2023).

Tablo 1.11 Ne 20/1 Open-End karışımlı ipliklerin özellikleri (Ozan, 2023).

İplik Test Sonuçları	Numuneler			
	Referans %100 pamuk	X	Y	Z
Rkm (km)	10,74	10,65	10,57	10,04
U %	10,45	10,49	10,88	11,12
CVm	13.17	13,21	13,7	14,01
Kopma uzaması (%)	3,56	3,59	3,79	3,43
İnce yer (-50) (sayı/km)	3,2	3,5	6	8
Kalın yer (+50)(sayı/km)	12,5	12	31,5	29
Neps (+280) (sayı/km)	0,46	0,5	6	8
Tüylülük (H)	4,75	5	5,31	5,15

Tekstil atıkları; üretim fazlası kumaşlar, kesim artıkları ve kullanım ömrünü tamamlamış tekstil ürünlerinden oluşur ve sektör için önemli bir çevresel sorundur. Bu atıklar, doğal ve sentetik lif içerikleri nedeniyle uzun süre doğada kalabilir ve ciddi bir kaynak israfına yol açabilir. Tekstil atıklarını geri dönüşümü, atıkların liflerine ayrılarak yeniden iplik ve kumaş üretiminde kullanılmasını sağlar. Böylece hem hammadde ihtiyacı azalır hem de çevresel etki minimize edilerek sürdürülebilir üretim hedeflenir. Literatür incelendiğinde tekstil atıklarının geri dönüştürülmesine yönelik birçok çalışmaya rastlanmıştır.

Yiğit (2020), yapmış olduğu çalışmada akrilik içeren tekstil atıklarından farklı lif içeriklerinde ve eğirme parametrelerinde open-end iplikler üreterek, materyal ve eğirme parametrelerinin iplik kalite özellikleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. İpliklerin üretiminde materyal olarak tops, iplik ve kumaş atıklarından elde edilen üç farklı tipteki geri dönüşüm akrilik lifleri, geri dönüşüm pamuk lifleri ve orijinal poliester liflerini kullanmıştır.

Deneysel ve istatistiki sonuçlara bakıldığında geri dönüşüm akrilik lif tipinin, karışım olarak kullanılan geri dönüşüm pamuk ile orijinal poliester liflerinin ve incelenen eğirme parametrelerinin iplik kalite parametreleri üzerinde önemli derecede etkili olduğu gözlemlenmiştir. Tablo 1.12'de üretilen iplik çeşitlerini içeren deney planı gösterilmektedir. (Yiğit, 2020).

Tablo 1.12 Üretilen iplik çeşitlerini içeren deney planı (Yiğit, 2020).

No	Geri dönüşüm akrilik tipi	Geri dönüşüm akrilik oranı (%)	Geri dönüşüm pamuk oranı (%)	Orijinal poliester oranı (%)	İplik Numarası (Nm)	Büküm katsayısı (α_m)	Navel tipi	Lif içeriği kodu
1	Tops	100	-	-	15	130	Çentik	RA-T
2	İplik	100	-	-				RA-Y
3	İplik	50	50	-				RA-Y/RC
4	İplik	50	-	50				RA-Y/P
5	İplik	50	20	30				RA-Y/RC/P
6	Kumaş	100	-	-				RA-F
7	Kumaş	50	-	50				RA-F/P
8	İplik	100	-	-			Düz	RA-Y
9	Kumaş	100	-	-				RA-F
10	Tops	100	-	-		200	Çentik	RA-T
11	İplik	100	-	-				RA-Y
12	İplik	50	50	-				RA-Y/RC
13	İplik	50	-	50				RA-Y/P
14	İplik	50	20	30				RA-Y/RC/P
15	Kumaş	100	-	-				RA-F
16	Kumaş	50	-	50				RA-F/P
17	İplik	50	50	-	25	130	Çentik	RA-Y/RC
18	İplik	50	-	50				RA-Y/P
19	İplik	50	20	30				RA-Y/RC/P

Kalın (2005), yapmış olduğu çalışmada tekstil atıkları ve pamuk linteri karışımından yeni ve yüksek verimli bir yöntem olan soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamurları elde etmiş ve bu hamurların kimyasal, fiziksel ve optik özellikler yönünden karşılaştırmasını yapmıştır. Çalışmanın sonucunda, tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle elde edilen kâğıtlar çok iyi kâğıt formasyonu ve yüzey düzgünlüğü nedeniyle kaliteli baskı ve yazı kâğıtlarının üretiminde, çeşitli oranlarda sülfat veya sülfit hamurlarına katılarak temizlik kâğıdı yapımında, ağartılmış sülfat hamuruna katılarak sıvı ve yiyecek maddesi ambalajında kullanılan kartonların yapımında ve gazete kâğıdı hamuruna belirli oranlarda katılarak gazete kâğıdı üretiminde kullanılabileceğini tespit etmiştir. Tablo 1.13'te tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşulları gösterilmektedir. (Kalın, 2005).

Tablo 1.13 Tekstil atıkları ve pamuk linterinden soda-oksijen-perborat yöntemiyle kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşulları (Kalın, 2005).

Pişirme No	PİŞİRME KOŞULLARI		
	NaOH (%)	Sıcaklık (^{0}C)	Oksijen Basıncı (kg/ cm^2)
1	8	120	6
2	10	120	6
3	12	120	6
4	8	120	8
5	10	120	8
6	12	120	8
7	8	140	6
8	10	140	6
9	12	140	6
10	8	140	8
11	10	140	8
12	12	140	8
13	8	160	6
14	10	160	6
15	12	160	6
16	8	160	8
17	10	160	8
18	12	160	8

Ütebay (2017), yapmış olduğu çalışmada sanayide tekstil üretimleri sırasında açığa çıkan kesim kırpıntıları, top başları veya hasarlı kumaşlar gibi tüketici öncesi pamuklu tekstil atıklarının, hazır giyim sektöründe katma değerli, yüksek kalitede ürünlere dönüştürülerek yeniden değerlendirilmesi amacıyla, lif eldesinden başlayarak nihai ürün gerçekleştirilmesine kadarki tüm süreçler için uygun yöntem ve parametrelerin tespit edilmesi üzerine çalışmalar yapmıştır. Çalışma kapsamında farklı eğirme sistemleri ile farklı inceliklerde ve farklı geri dönüştürülmüş lif oranlarına sahip iplikler üretmiştir. Bu iplikler, piyasada mevcut geri dönüştürülmüş ipliklere göre önemli farklılıklar ve avantajlar sunmaktadır.

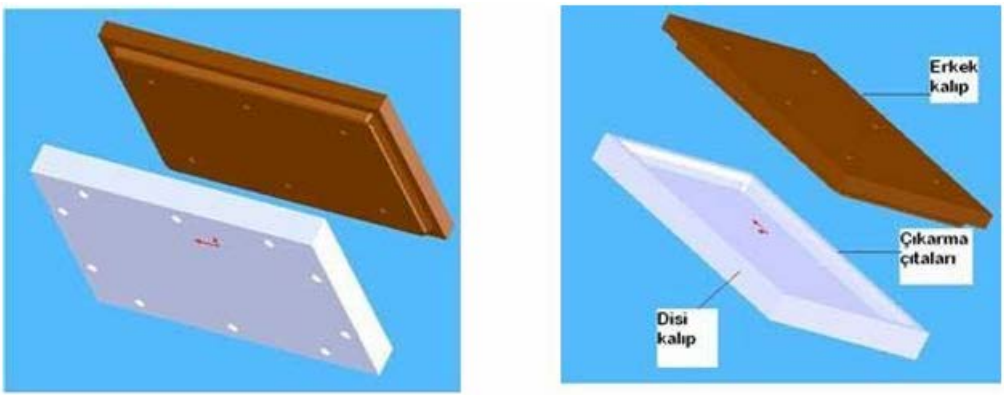
Bu ipliklerin piyasadaki diğer geri dönüştürülmüş ipliklerin kullanım alanlarından farklı olarak, hazır giyim ürünleri gibi katma değeri yüksek ürünlerde kullanım imkânı bulabileceğini öngörmüştür. Tablo 1.14'te %100 pamuklu kumaş atıklarından lif geri kazanımı deneme planı gösterilmektedir. (Ütebay, 2017).

Tablo 1.14 %100 pamuklu kumaş atıklarından lif geri kazanımı deneme planı (Ütebay, 2017).

Kumaş türü	*Gördüğü işlem*	*Makineye besleme boyutu*	*Makineden geçiş sayısı*	*Lif Kodu*
İnterlok	Siyah boyalı	Büyük parça	2 pasaj	İBB2
			3 pasaj	İBB3
		Küçük parçalı	2 pasaj	İBK2
			3 pasaj	İBK3
	Ham kumaş	Büyük parça	2 pasaj	İHB2
			3 pasaj	İHB3
			4 pasaj	İHB4
			5 pasaj	İHB5
		Küçük parçalı	2 pasaj	İHK2
			3 pasaj	İHK3
			4 pasaj	İHK4
			5 pasaj	İHK5
Süprem	Siyah boyalı	Büyük parça	2 pasaj	SBB2
			3 pasaj	SBB3
		Küçük parçalı	2 pasaj	SBK2
			3 pasaj	SBK3
	Ham kumaş	Büyük parça	2 pasaj	SHB2
			3 pasaj	SHB3
			4 pasaj	SHB4
			5 pasaj	SHB5
		Küçük parçalı	2 pasaj	SHK2
			3 pasaj	SHK3
			4 pasaj	SHK4
			5 pasaj	SHK5

Aral (2009), yapmış olduğu çalışmada tekstil atıklarının geri dönüşümü için alternatif bir yöntem oluşturmayı amaçlamıştır. Çalışmasında atık dokuma kumaşları plastiklerin takviyelendirilmesinde kullanarak kompozit yapılar oluşturmayı hedeflemiştir. Bu sayede hem tekstil atıklarının değerlendirilmesini hem de plastik malzemelerin performans özelliklerini arttırmayı hedeflemiştir. Yapmış olduğu deneyler sonucunda aynı kumaş ve üretim parametrelerini kullanarak üretilen sürekli ve süreksiz (küçük parçalı) kumaş takviyeli kompozitlerin çekme ve darbe değerlerini incelediğinde, her iki grup numunenin de saf reçineye nazaran darbe dayanımlarında gelişmeler olduğunu gözlemlemiştir.

Çalışmada kullanılan tekstil atıklarıyla polimer matrisli kompozit oluşturmaya uygun alüminyum malzemeden kalıp Şekil 1.22'de gösterilmektedir. (Aral, 2009).



Şekil 1.22 Kalıbın üç boyutlu görünümü (Aral, 2009).

1.6. ÇALIŞMANIN AMACI

Çalışmanın temel amacı, tekstil atıklarının geri dönüştürülerek tekrar kullanılabilir hale getirilmesi ve sürdürülebilir üretim süreçlerinin geliştirilmesine katkı sunulmasıdır. Bu çalışmada, Karafiber Tekstil San ve Tic A.Ş. tarafından yeni geliştirilen bir lyocell lifi olan Ecocell ile konfeksiyon atıklarından elde edilen geri dönüştürülmüş (pre-consumer recycle) pamuk liflerinin farklı oranlarda karıştırılarak OE-rotor ve MVS eğirme teknolojilerinde iplik üretilmesi hedeflenmektedir. Bilindiği üzere MVS teknolojisi geri dönüştürülmüş lif kullanımı açısından uygun bir teknoloji olarak görülmemektedir. Bu çalışma kapsamında geri dönüştürülmüş pamuk liflerinin yeni bir lif olan Ecocell ile farklı oranlarda karıştırılarak iplik üretim olanaklarının araştırılması da önemli hedefler arasındadır.

BÖLÜM 2
RAPOR DÖNEMLERİNDE YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. MATERYAL

Bu tez çalışmasında, çevre dostu ve sürdürülebilir tekstil malzemelerinin iplik özelliklerine etkisini değerlendirmek amacıyla; sürdürülebilir şekilde yetiştirilen ağaçlardan elde edilen ve kapalı döngü üretim sistemiyle, çevresel etkileri en aza indiren Ecocell lifi kullanılmaktadır. Bu çalışma kapsamında kullanılan Ecocell lifleri, 1,3 dtex doğrusal yoğunluklu olup 38mm kesme uzunluğundadır.Bu tez çalışmasının deneysel bölümğnde; %75-%25 Ecocell-Pamuk ve %75-%25 Ecocell-Geri dönüştürülmüş pamuk karışımlarından vortex ve OE rotor eğirme teknolojilerinde Ne 28/1 numaralı iplikler kullanılmıştır.

Hammadde ve eğirme hazırlık işlemleri Trützschler harman-hallaç dairesinde yapılmış ve Trützschler OK-903 tarak makinasında Ne 0,110 numaralı bant üretilmiştir. (Şekil 2.1).



Şekil 2.1 Tarak makinasında üretilen bantlar

Üretilen bantlar Trützschler cer makinasında OE rotor iplik üretimi için 2 pasaj, vortex iplik üretimi için 3 pasaj çekme işlemine tabi tutulmuştur.

OE rotor iplikleri Saurer Autocoro 10 iplik makinasında 120.000 rpm rotor devrinde, B20DN açıcı silindir ve 31 T rotor tipi ile αe = 3,6 büküm katsayısıyla üretilmiştir.

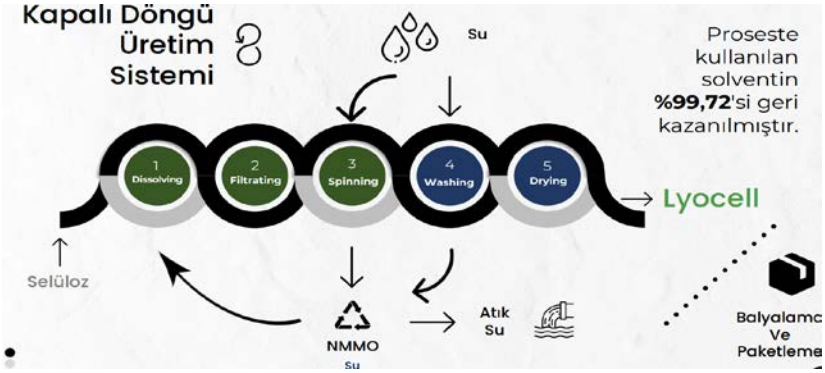
Çalışma kapsamında düze tipinin etkisinin görülmesi amacıyla KSSA, KSK4A ve KSK6A tipi düzeler kullanılarak 3 farklı tür OE rotor ipliği üretilmiştir. Vortex iplikleri Murata 870 EX iplik makinasında 5,5 bar düze basıncı ve 450 m/dk üretim hızıyla üretilmiştir. Çalışma

kapsamında FR-Sp mesafesinin iplik özellikleri üzerindeki etkisinin incelenmesi amacıyla 3 farklı ayar (kırmızı, beyaz ve gri) kullanılmıştır. Çalışmaya ait deney planı Tablo 2.1'de yer almaktadır.

Tablo 2.1. Deney Planı

Eğirme Teknolojisi	Hammadde	Parametre
OE Rotor	%75-%25 Ecocell-Pamuk %75-%25 Ecocell-Geri Dönüştürülmüş Pamuk	KSSA KSK4A KSK6A Tipi Düze
MVS	%75-%25 Ecocell-Pamuk %75-%25 Ecocell-Geri Dönüştürülmüş Pamuk	20 mm 21 mm FR-Sp Mesafesi

Çalışma kapsamında Karafiber Holding tarafından üretilen rejenere selülozik bir lif olan Ecocell adıyla üretilen liyosel lifi kullanılmaktadır. Ecocell™ Lyocell elyafları sürdürülebilir şekilde yetiştirilen ağaçtan elde edilir ve üretim süreçlerinde kaynakları koruyan kapalı döngü sistemi kullanılır. (Şekil 2.2) Proseste kullanılan solventin %99,72'si geri kazanılır. Ecocell lifi; cilde yumuşaklık ve nazik bir dokunuş sağlaması, renk haslığı, yıkamlarda pamuğa göre altı kat daha uzun ömürlü olması ve nefes alabilirlik açısında tüketicilere avantaj sağlar.



Şekil 2.2 Ecocell kapalı döngü üretim sistemi (ecocell.tr, 2025).

2.2. METOT

2.2.1 Tekstil Atıklarının Geri Dönüşümü

Çalışma kapsamında kullanılan geri dönüşüm pamuk lifleri üstüpü olarak kullanılmak üzere ayrılan ipliklerin şifanöz ile life dönüştürülmesi ile elde edilmiştir. (Şekil 2.3.).



Şekil 2.3 Geri dönüştürülmüş lifler

2.2.2 Yapılan Testler

2.2.2.1 Düzgünsüzlük ve Sık Rastalanan Hatalar

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin düzgünsüzlük değerlerinin belirlenmesi amacıyla Uster Tester 6 (Şekil 2.4) test cihazı kullanılmıştır. Uster Tester 6, küresel standart olarak kabul edilen, laboratuvar testleri ile hat içi veri entegrasyonunu birleştiren yenilikçi bir test cihazıdır. Üretilen ipliklerin düzgünsüzlük değerleri 400 m/dk test hızı ve 2,5 dakika süre ile test edilerek; %CVm, ince yer (-%50), kalın yer (+%50) ve neps (+%200 ve +%280) değerleri ölçülmüştür.



Şekil 2.4 Uster Tester 6-S800 (www.uster.com, 2025).

2.2.2.2 Tüylülük Değerleri

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin tüylülük değerlerinin belirlenmesi amacıyla Uster Tester 6 test cihazı kullanılmıştır. Uster Tester 6, gelişmiş sensör teknolojisiyle iplik, fitil ve şerit testlerinde yeni standartlar belirlemiştir. Sistemde kapasitif sensör ve tüylülük uzunluğu sınıflandırma sensörü kullanılmaktadır. Üretilen ipliklerin tüylülük değerleri 400 m/dk test hızı ve 2,5 dakika süre ile test edilmiştir.

2.2.2.3 Mekanik Özellikler

Çalışma kapsamında üretilen ipliklerin kopma mukavemeti ve kopma uzaması değerlerinin belirlenmesi amacıyla Uster Tensorapid 5 (Şekil 2.5) test cihazı kullanılmıştır. Uster Tensorapid 5 hem kesikli hem de filament iplikler için tüm bu gereksinimleri karşılayan, pazarın en çok yönlü cihazıdır. Cihaz, geniş mukavemet ve uzama testi seçenekleriyle bilinen tüm mukavemet testi prosedürlerini ve değerlerini kapsamaktadır. Üretilen ipliklerin mukavemet değerleri 400 m/dk test hızı ve 2,5 dakika süre ile test edilmiştir.



Şekil 2.5 Uster Tensorapid 5 (www.uster.com, 2025).

2.2.3 Sonuçların Değerlendirilmesi

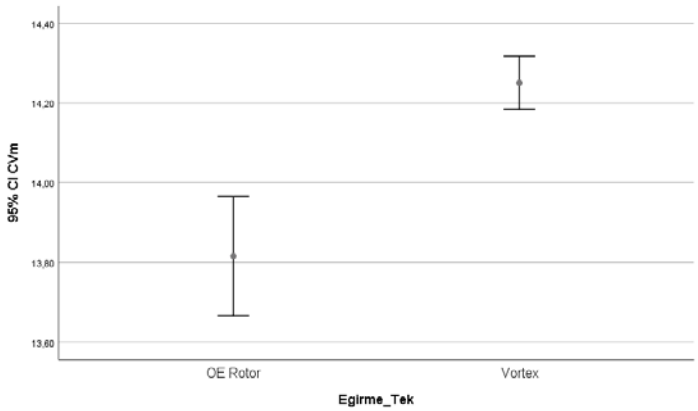
Çalışma kapsamında yapılan düzgünsüzlük, tüylülük ve mukavemet testlerinden elde edilen değerlerden yola çıkarak; hammadde, üretim teknolojisi ve üretim parametrelerinin iplik özellikleri üzerindeki etkilerinin araştırılması amacıyla SPSS 30 paket programı kullanıldı. α=0,05 önem seviyesinde ANOVA analizi yapılmış ve sonuçlar %95 G.A. grafikleri ile özetlenmiştir.

BÖLÜM 3
SONUÇLAR

3.1. EĞİRME TEKNOLOJİSİNİN İPLİK KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

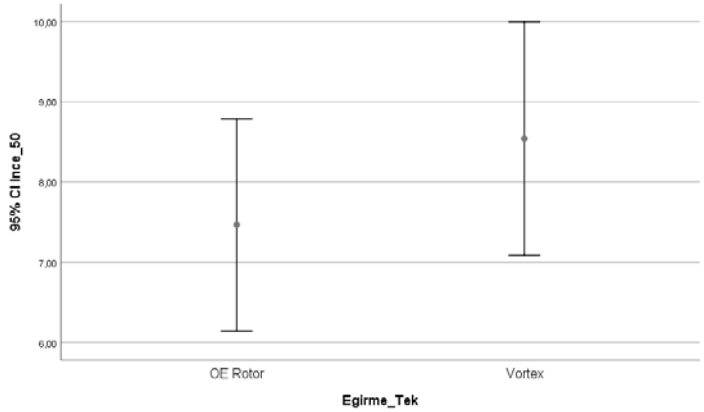
3.1.1. Düzgünsüzlük ve Sık Rastlanan Hatalar

Şekil 3.1'de düzgünsüzlük (%CVm) ve Şekil 3.2-3-4'te sık rastlanan hatalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.1. Düzgünsüzlük (%CVm) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre CVm değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin %CVm üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.2. İnce Yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre ince yer (%50) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin ince yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.1. Eğirme Teknolojisi Karşılaştırmasında İnce Yere Ait ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

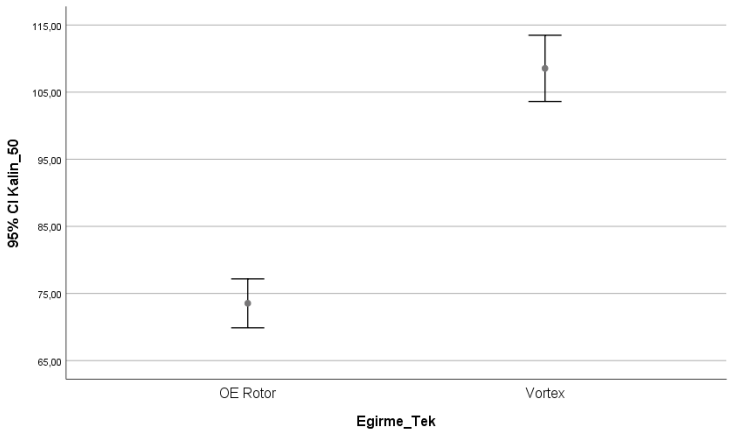
Dependent Variable: Ince_50

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	30,567[a]	1	30,567	1,210	,274
Intercept	6765,887	1	6765,887	267,920	,000
Egirme_Tek	30,567	1	30,567	1,210	,274
Error	2626,349	104	25,253		
Total	9393,000	106			
Corrected Total	2656,915	105			

a. R Squared = ,012 (Adjusted R Squared = ,002)

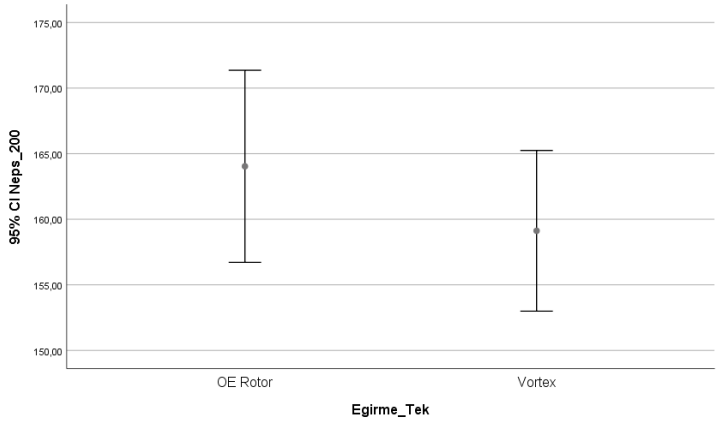
Sig = 0,274 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan eğirme teknolojisinin ince yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.3. Kalın Yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre kalın yer (%50) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin kalın yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.4. Neps (%200) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre neps (%200) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin neps (%200) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.2. Eğirme Teknolojisi Karşılaştırmasında Nepse Ait ANOVA

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable: Neps_200

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	638,301[a]	1	638,301	1,039	,310
Intercept	2758518,150	1	2758518,150	4492,053	,000
Egirme_Tek	638,301	1	638,301	1,039	,310
Error	63865,209	104	614,089		
Total	2836656,000	106			
Corrected Total	64503,509	105			

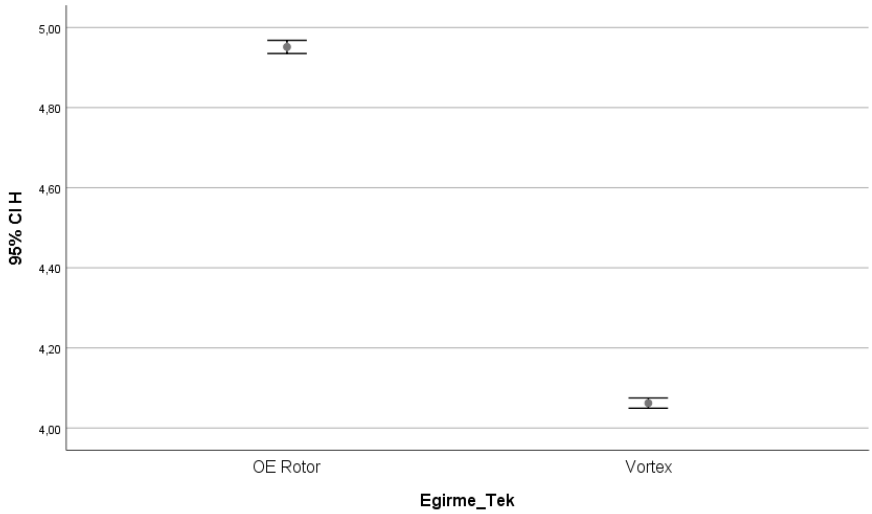
a. R Squared = ,010 (Adjusted R Squared = ,000)

Sig = 0,310 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan eğirme teknolojisinin neps (%200) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

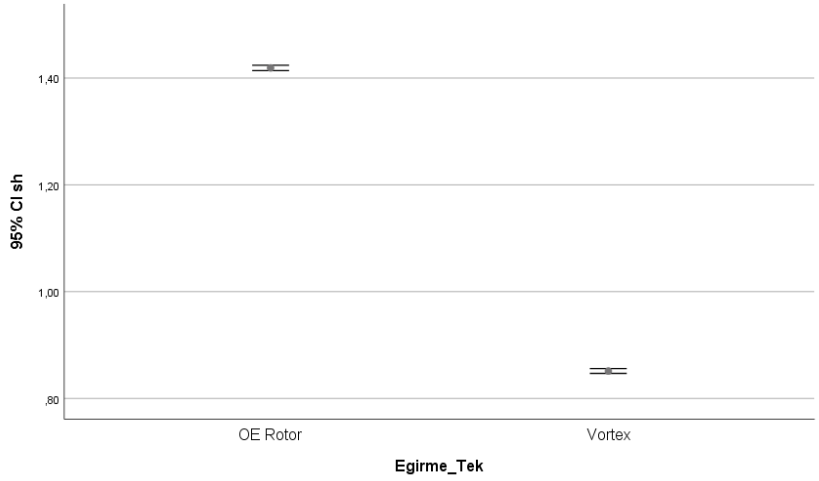
3.1.2. Tüylülük

Şekil 3.5'te tüylülük ve Şekil 3.6'da tüylülük değerlerine ait standart sapmalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.5. Tüylülük değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre tüylülük değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin tüylülük üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.

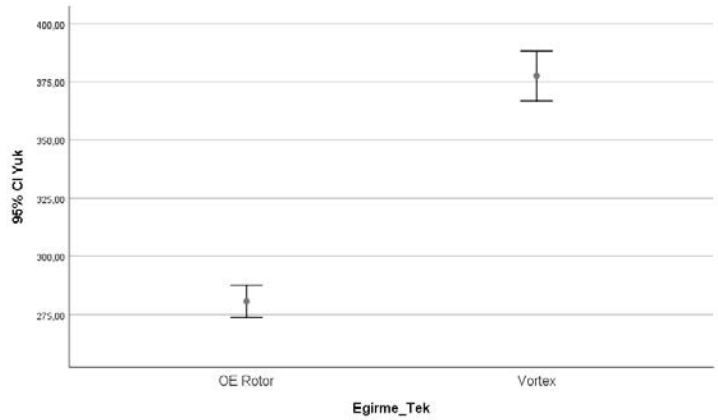


Şekil 3.6. Standart sapma değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre standart sapma değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin standart sapma üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.

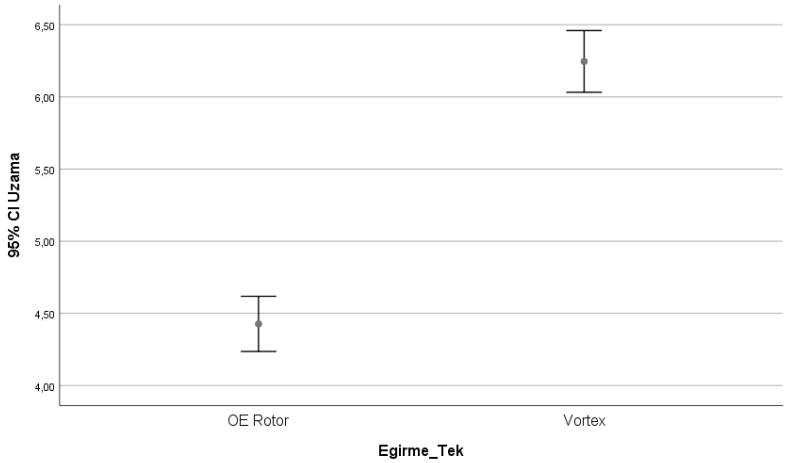
3.1.3 Mekanik Özellikler

Şekil 3.7'de kopma yükü, Şekil 3.8'de kopma uzaması ve Şekil 3.9'da özgül gerilme değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



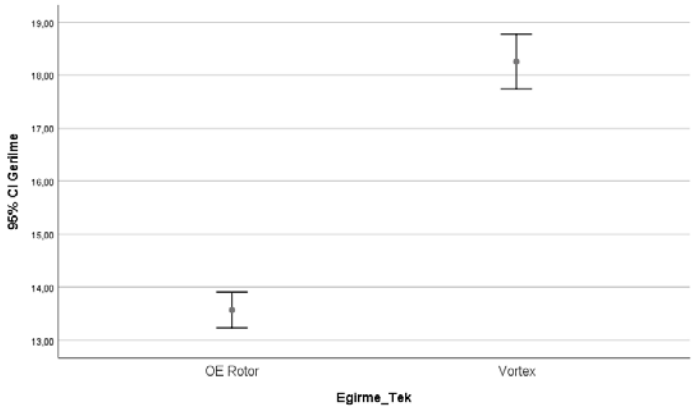
Şekil 3.7. Kopma yükü değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre kopma yükü (cN) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin kopma yükü üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.8. Kopma uzaması değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre kopma uzaması (%) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin kopma uzaması üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



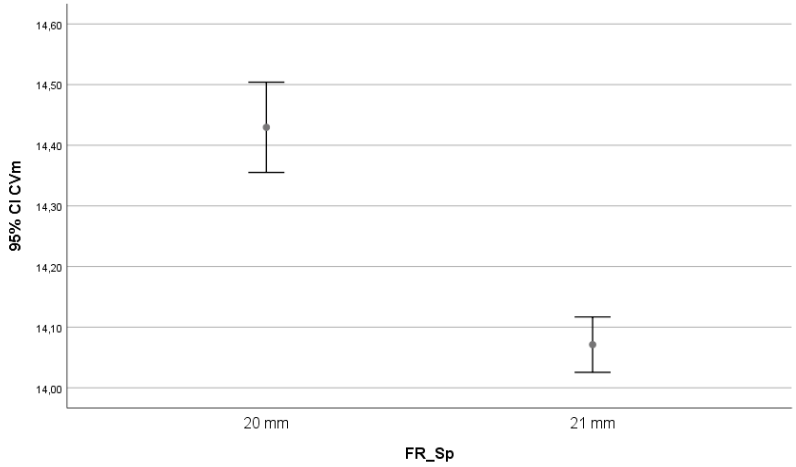
Şekil 3.9. Özgül gerilme (cN/tex) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; OE Rotorun Vortex'e göre özgül gerilme (cN/tex) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için eğirme teknolojisinin özgül gerilme üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.

3.2. VORTEX İPLİKLERİNDE FR-Sp MESAFESİNİN İPLİK KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

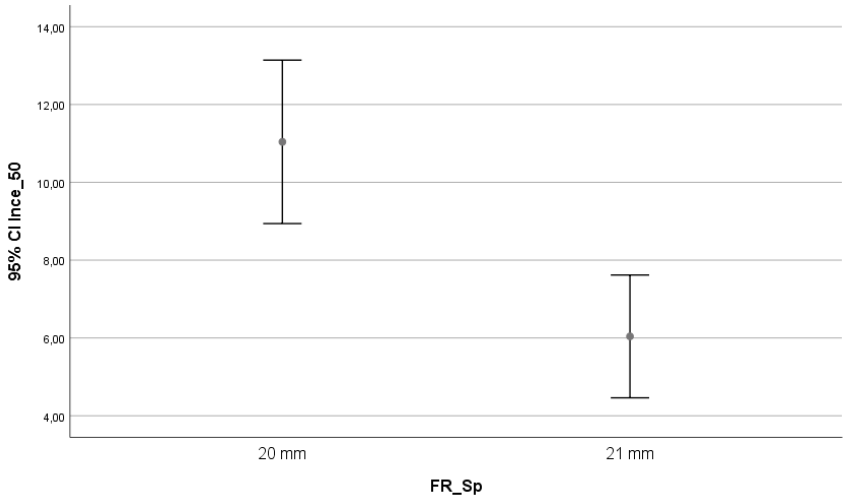
3.2.1. Düzgünsüzlük ve Sık Rastlanan Hatalar

Şekil 3.10'de düzgünsüzlük (%CVm) ve Şekil 3.11-12-13'te sık rastlanan hatalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



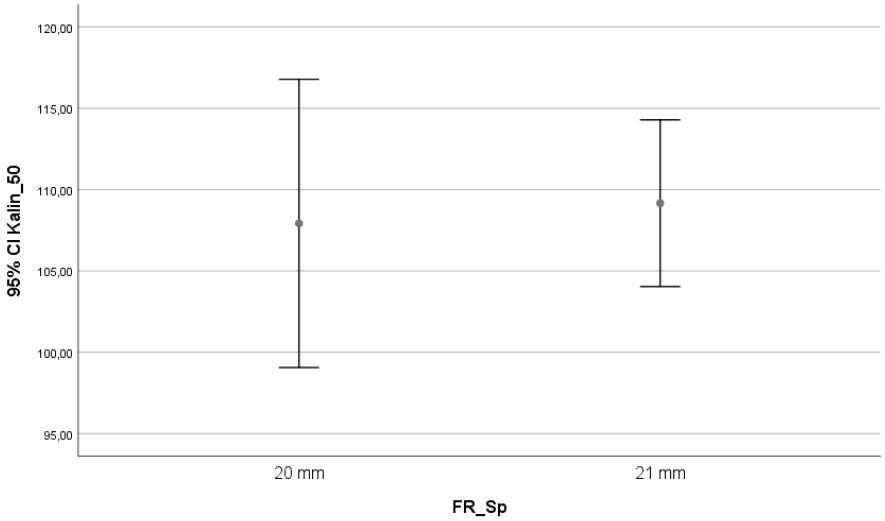
Şekil 3.10. Düzgünsüzlük (%CVm) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin %CVm değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin %CVm üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.11. İnce Yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin ince yer (%50) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin ince yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.12. Kalın Yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 20 mm' üretilen ipliklerin kalın yer (%50) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin kalın yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.3. FR-Sp Mesafesi Karşılaştırmasında Kalın Yere Ait ANOVA

Multiple Comparisons

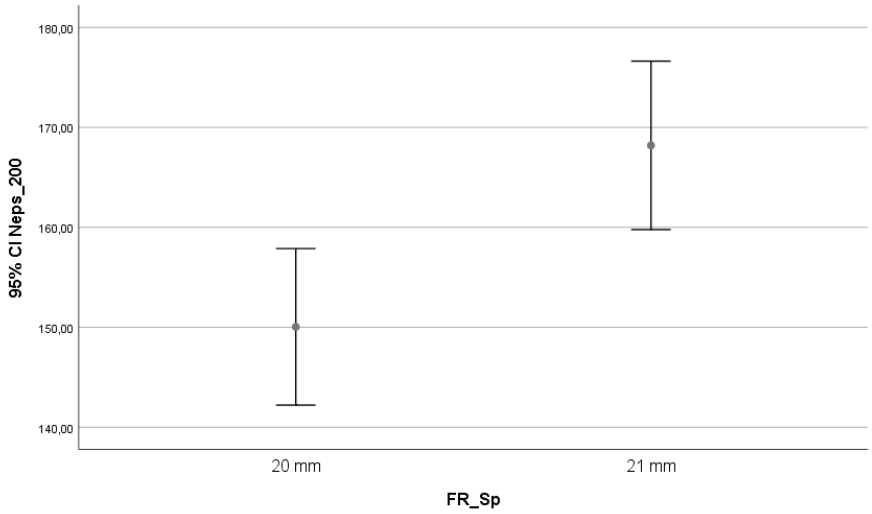
Dependent Variable: Kalin_50

LSD

(I) FR_Sp	(J) FR_Sp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	20 mm	-34,3843*	3,74358	,000	-41,8088	-26,9598
	21 mm	-35,6243*	3,74358	,000	-43,0488	-28,1998
20 mm		34,3843*	3,74358	,000	26,9598	41,8088
	21 mm	-1,2400	4,40204	,779	-9,9704	7,4904
21 mm		35,6243*	3,74358	,000	28,1998	43,0488
	20 mm	1,2400	4,40204	,779	-7,4904	9,9704

Sig = 0,779 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan FR-Sp mesafesinin kalın yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

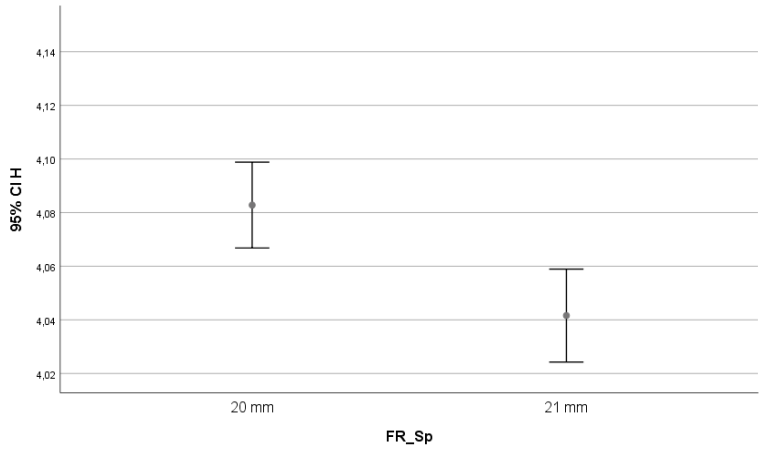


Şekil 3.13. Neps (%200) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 20 mm'de üretilen ipliklerin neps (%200) değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin neps (%200) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.

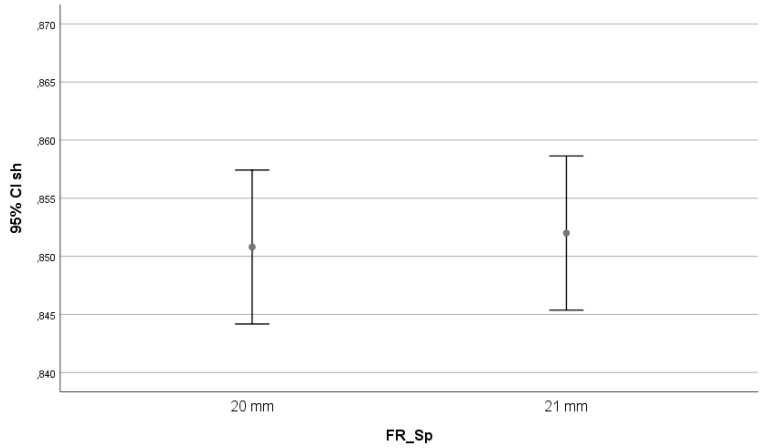
3.2.2. Tüylülük

Şekil 3.14'te tüylülük ve Şekil 3.15'de tüylülük değerlerine ait standart sapmalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.14. Tüylülük Değerlerine Ait %95 GA Grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin tüylülük değerleri daha düşüktür. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin tüylülük üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.



Şekil 3.15. Standart sapma değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin standart sapma değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin standart sapma üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.4. FR-Sp Mesafesi Karşılaştırmasında Standart Sapmaya Ait ANOVA

Multiple Comparisons

Dependent Variable: sh

LSD

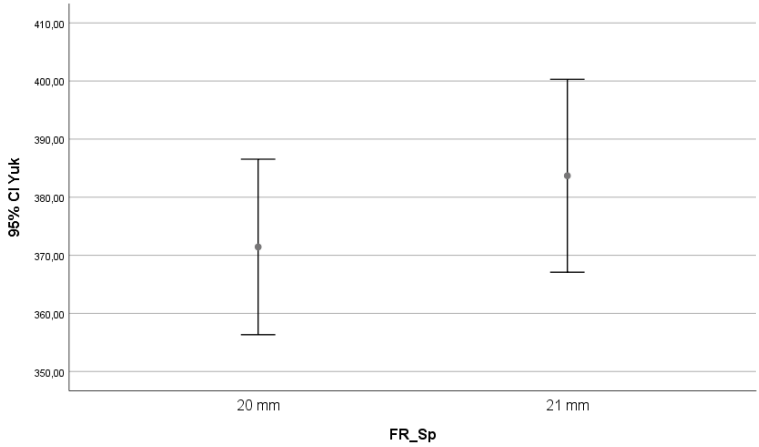
(I) FR_Sp	(J) FR_Sp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	20 mm	,5681*	,00422	,000	,5598	,5765
	21 mm	,5669*	,00422	,000	,5586	,5753
20 mm		-,5681*	,00422	,000	-,5765	-,5598
	21 mm	-,0012	,00496	,809	-,0110	,0086
21 mm		-,5669*	,00422	,000	-,5753	-,5586
	20 mm	,0012	,00496	,809	-,0086	,0110

Sig = 0,809 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan FR-Sp mesafesinin standart sapma üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

3.2.3 Mekanik Özellikler

Şekil 3.15'de kopma yükü, Şekil 3.16'da kopma uzaması ve Şekil 3.17'de özgül gerilme değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.16. Kopma yükü değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin kopma yükü (cN) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin kopma yükü (cN) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.5. FR-Sp Mesafesi Karşılaştırmasında Kopma Yüküne Ait ANOVA

Multiple Comparisons

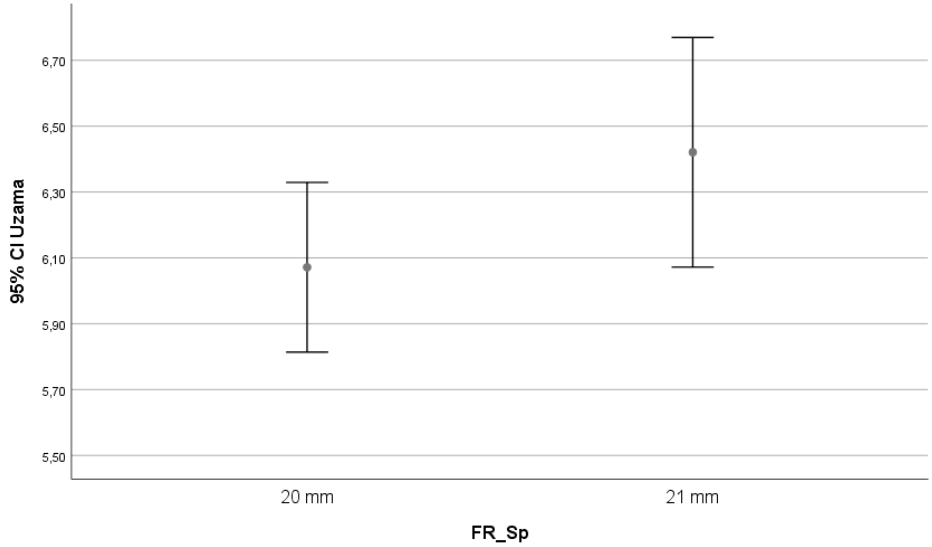
Dependent Variable: Yuk

LSD

(I) FR_Sp	(J) FR_Sp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	20 mm	-90,7666*	7,52307	,000	-105,8003	-75,7330
	21 mm	-103,0206*	7,52307	,000	-118,0543	-87,9870
20 mm		90,7666*	7,52307	,000	75,7330	105,8003
	21 mm	-12,2540	8,93874	,175	-30,1166	5,6086
21 mm		103,0206*	7,52307	,000	87,9870	118,0543
	20 mm	12,2540	8,93874	,175	-5,6086	30,1166

Sig = 0,175 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan FR-Sp mesafesinin kopma yükü (cN) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.17. Kopma uzaması değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin kopma uzaması (%) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin kopma uzaması (%) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.6. FR-Sp Mesafesi Karşılaştırmasında Kopma Uzamasına Ait ANOVA

Multiple Comparisons

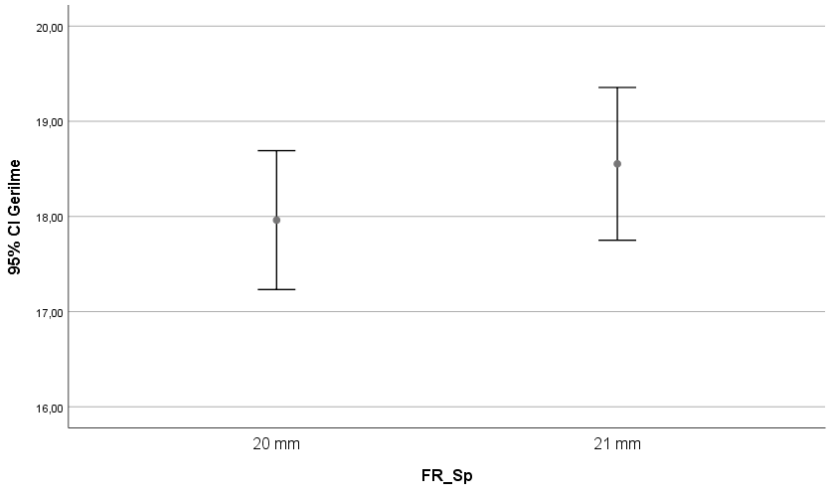
Dependent Variable: Uzama

LSD

(I) FR_Sp	(J) FR_Sp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
	20 mm	-1,6441*	,17217	,000	-1,9882	-1,3001
	21 mm	-1,9934*	,17217	,000	-2,3375	-1,6494
20 mm		1,6441*	,17217	,000	1,3001	1,9882
	21 mm	-,3493	,20457	,093	-,7581	,0595
21 mm		1,9934*	,17217	,000	1,6494	2,3375
	20 mm	,3493	,20457	,093	-,0595	,7581

Sig = 0,093 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan FR-Sp mesafesinin kopma uzaması (%) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.18. Özgül gerilme değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 21 mm'de üretilen ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için FR-Sp mesafesinin özgül gerilme (cN/tex) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.7. FR-Sp Mesafesi Karşılaştırmasında Özgül Gerilmeye Ait ANOVA

Multiple Comparisons

Dependent Variable: Gerilme

LSD

(I) FR_Sp	(J) FR_Sp	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
	20 mm	-4,3905*	,36371	,000	-5,1173	-3,6637
	21 mm	-4,9818*	,36371	,000	-5,7086	-4,2550
20 mm		4,3905*	,36371	,000	3,6637	5,1173
	21 mm	-,5913	,43215	,176	-1,4549	,2722
21 mm		4,9818*	,36371	,000	4,2550	5,7086
	20 mm	,5913	,43215	,176	-,2722	1,4549

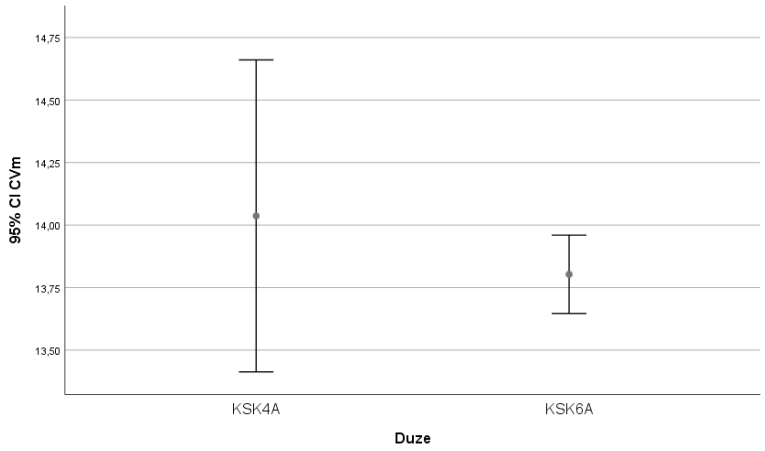
Sig = 0,176 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan FR-Sp mesafesinin özgül gerilme (cN/tex) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

3.3. OE-ROTOR İPLİKLERİNDE DÜZE TİPİNİN İPLİK KALİTE ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ

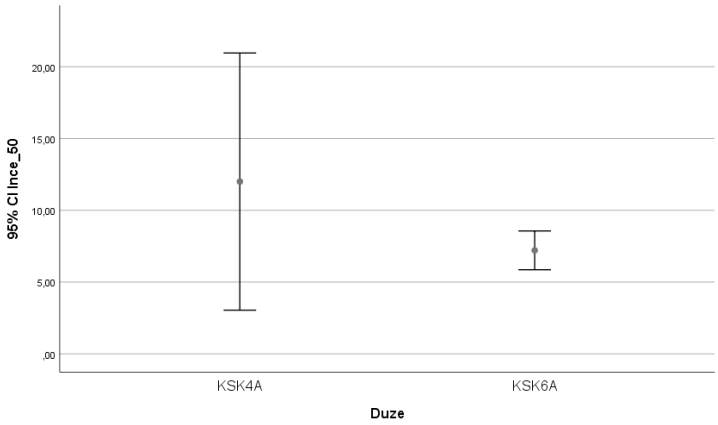
3.3.1. Düzgünsüzlük ve Sık Rastlanan Hatalar

Şekil 3.18'de düzgünsüzlük (%CVm) ve Şekil 3.19-20-21'de sık rastlanan hatalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



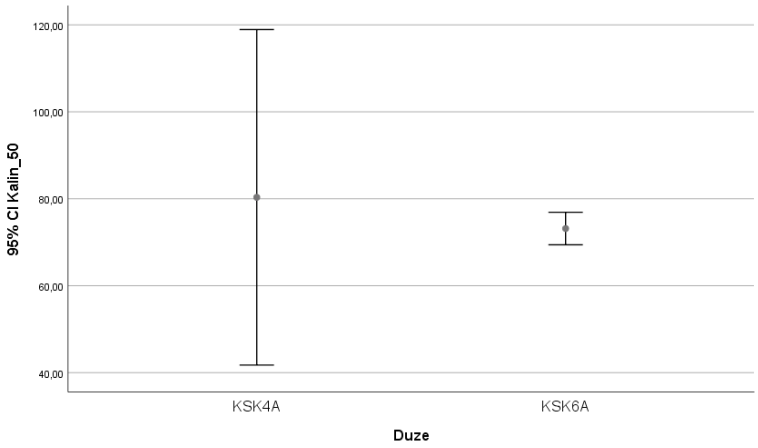
Şekil 3.19. Düzgünsüzlük (%CVm) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin %CVm değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin %CVm üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



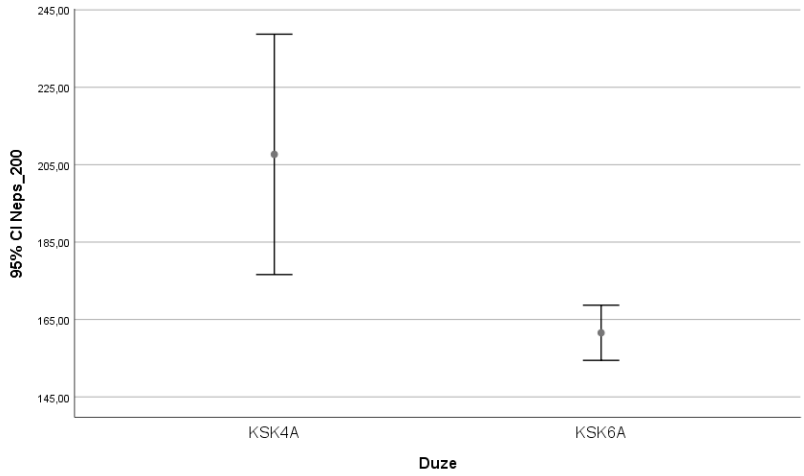
Şekil 3.20. İnce yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin ince yer (%50) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin ince yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.21. Kalın yer (%50) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin kalın yer (%50) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin kalın yer (%50) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

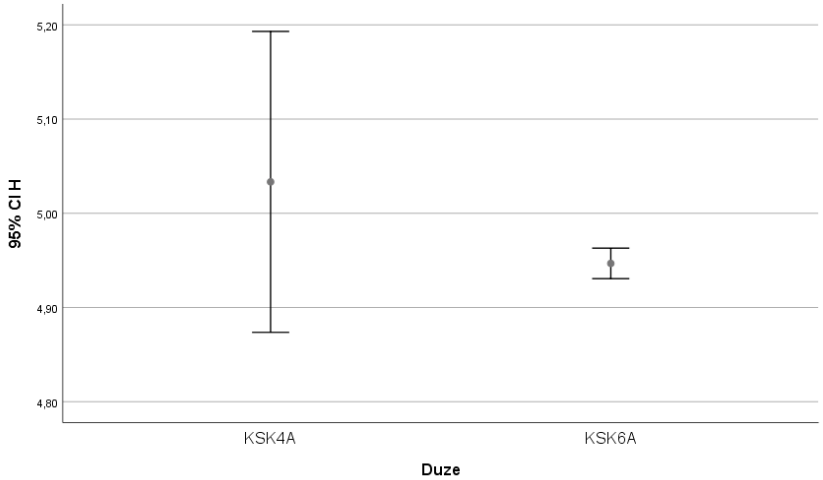


Şekil 3.22. Neps (%200) değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin neps (%200) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin neps (%200) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yarattığı söylenebilir.

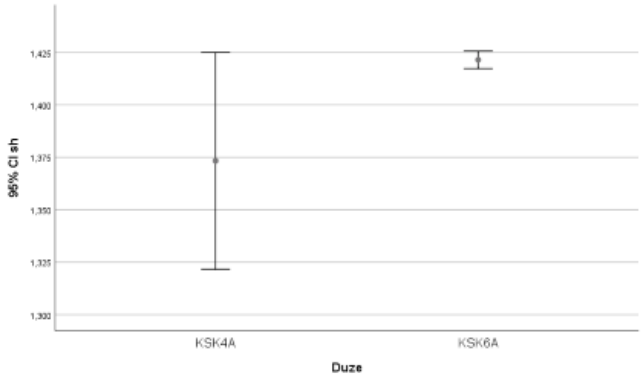
3.3.2. Tüylülük

Şekil 3.22'te tüylülük ve Şekil 3.23'de tüylülük değerlerine ait standart sapmalara ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.23. Tüylülük değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin tüylülük değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin tüylülük üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

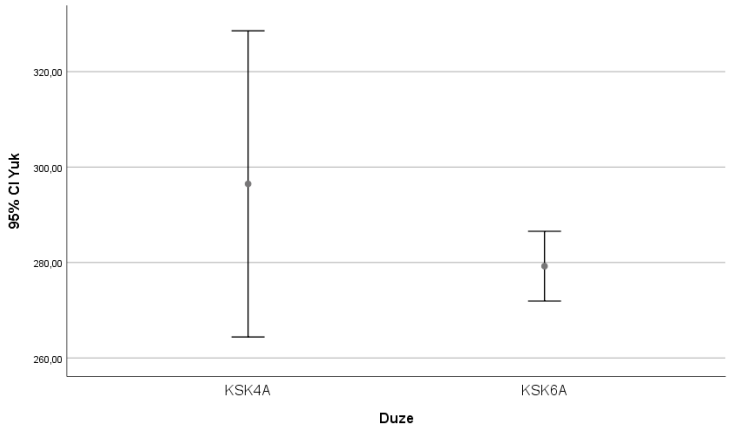


Şekil 3.23. Standart sapma değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin standart sapma değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin standart sapma üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

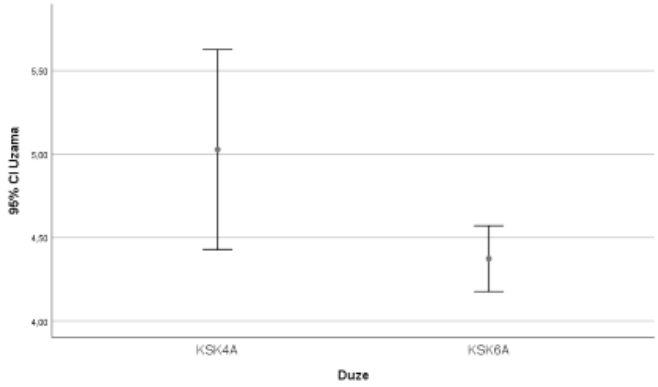
3.3.3 Mekanik Özellikler

Şekil 3.24'de kopma yükü, Şekil 3.25'da kopma uzaması ve Şekil 3.26'de özgül gerilme değerlerine ait %95 güven aralığı grafikleri yer almaktadır.



Şekil 3.25. Kopma yükü değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin kopma yükü (cN) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin kopma yükü (cN) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.26. Kopma uzaması değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzenin kopma uzaması (%) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin kopma uzaması (%) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratıp yaratmadığı hakkında net bir yorum yapılamaz. Net bir sonuç elde etmek için ANOVA yapılması gerekir.

Tablo 3.8. Düze Tipinin Karşılaştırmasında Kopma Uzamasına Ait ANOVA

Multiple Comparisons

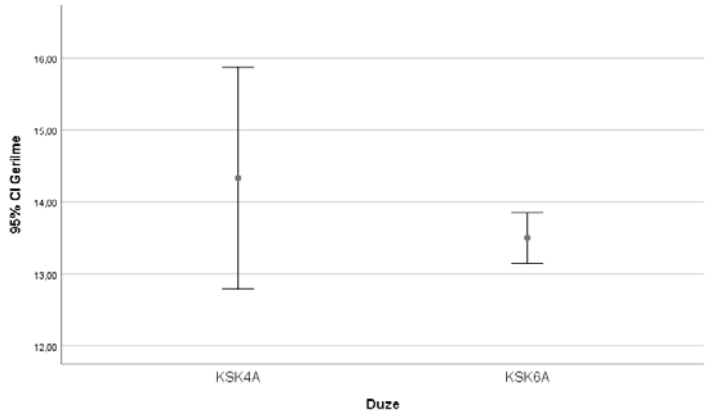
Dependent Variable: Uzama

LSD

(I) Duze	(J) Duze	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval Lower Bound	95% Confidence Interval Upper Bound
	KSK4A	1,2193*	,33700	,001	,5459	1,8928
	KSK6A	1,8733*	,14039	,000	1,5927	2,1538
KSK4A		-1,2193*	,33700	,001	-1,8928	-,5459
	KSK6A	,6539	,33560	,056	-,0167	1,3246
KSK6A		-1,8733*	,14039	,000	-2,1538	-1,5927
	KSK4A	-,6539	,33560	,056	-1,3246	,0167

Sig = 0,056 α=0,05

Buradan yola çıkarak Sig > α olduğundan düze tipinin kopma uzaması (%) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.



Şekil 3.27. Özgül gerilme değerlerine ait %95 GA grafikleri

Güven Aralığı grafiği incelendiğinde; 4 çentikli düzede üretilen ipliklerin özgül gerilme (cN/tex) değerleri daha yüksektir. Bu grafikten yola çıkılarak α=0,05 için düze tipinin özgül gerilme (cN/tex) üzerinde istatiksel olarak anlamlı bir fark yaratmadığı söylenebilir.

3.4. SONUÇLAR

Tekstil atıklarının artmasıyla önem kazanan sürdürülebilirlik kavramı, sektörün geleceği için kritik bir gereklilik haline gelmiştir. Çalışma kapsamında, Karafiber Holding tarafından geliştirilen çevre dostu bir liyosel lifi olan Ecocell lifi ile kullanım öncesi tekstil atıklarından mekanik geri dönüşüm ile elde edilmiş pamuk lifleri %75-%25 oranında karıştırılarak Vortex ve OE-rotor eğirme teknolojilerinde Ne 28/1 numara iplikler üretilmiş ve iplik kalite özellikleri açısından karşılaştırılmıştır. Ek olarak, OE-rotor eğirme teknolojilerinde düze tipinin (KSK4A ve KSK6A) ve Vortex eğirme teknolojisinde ise FR-Sp mesafelerinin (beyaz, gri) iplik kalite özelliklerine olan etkileri incelenmiştir. Bilindiği üzere OE-Rotor eğirme teknolojisi geri dönüştürülmüş liflerde oldukça fazla kullanılmaktadır. Fakat Vortex eğirme teknolojilerinde yapısı gereği uzun elyaflar kullanılmaktadır. Bu çalışmada Vortex eğirme teknolojisinde %25 oranında geri dönüştürülmüş iplik üretimi gerçekleştirilebilmiştir. Eğirme teknolojileri karşılaştırıldığında, Vortex eğirme teknolojisinin neps, tüylülük, kopma yükü, kopma uzaması ve özgül gerilme değerleri açısından OE-rotor eğirme teknolojisine göre daha iyi sonuçlar verdiği görülmüştür.

KAYNAKLAR

Yaşar, Y. (2022). *Sürdürülebilirlik Kapsamında Geri Dönüştürülmüş Lif ve Karışımlarından Kumaş Üretimi ve Yaşam Döngüsü Analizi.* Doktora Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

Toksöz, M. (2018). *Tekstil Sektöründe Sürdürülebilirlik Kavramı Ve Yaşam Döngüsü Analizi.* Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Adana.

Tekstil Mühendisleri Odası, (2023, Kasım-Aralık). *Tekstil Mühendisinin Sesi* (Sayı 22). 8 Temmuz 2025, https://www.tmo.org.tr/images/editorimages/KASIM%20ARALIK%202023%20SAYI%2022.pdf

Ekti, E. (2013). "Tekstil Sektörü Raporu", Doğu Marmara Kalkınma Ajansı Düzce Yatırım Destek Ofisi, ss.1-39. http://www.dogumarmarabolgeplani.gov.tr/pdfs/TEKST%C4%B0L%20SEKT%C3%96R%C3%9C.pdf

Dilber, Đ. (2004). "Tekstil ve Konfeksiyon Sanayinin Rekabet Gücü", Yönetim ve Ekonomi, Cilt :11, Sayı :2, s.85-97.

Çelik, M., & Özer Özkan, Y. (2020, 27 Eylül). Analysis of Differential Item Functioning of PISA 2015 Mathematics Subtest Subject to Gender and Statistical Regions. Alınma tarihi 9 Temmuz 2025, https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/382936

Sağlık, Ç. (2021). *Tekstil Firmalarının Sürdürülebilirlik Faaliyetlerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma.* Yüksek Lisans Tezi. Ege Üniversitesi, İzmir.

TÜİK. (2023). *Atık istatistikleri 2022*. *Türkiye İstatistik Kurumu.* Alınma tarihi 9 Temmuz 2025, https://data.tuik.gov.tr/

İstanbul Hazır Giyim ve Konfeksiyon İhracatçıları Birliği. (n.d.). *Hazır Giyim ve Konfeksiyon Sektörü için Sürdürülebilirlik*. Alınma tarihi 9 Temmuz 2025, https://www.ihkib.org.tr/surdurulebilirlik/hazir-giyim-ve-konfeksiyon-sektoru-icin-surdurulebilirlik

Eser B., Çelik P., Çay A. ve Akgümüş D. (2016). Tekstil ve Konfeksiyon Sektöründe Sürdürülebilirlik ve Geri Dönüşüm Olanakları, Tekstil ve Mühendis, 23: 101, 43-60.

Güngör, A., Palamutcu, S., İkiz, Y., (2009), Pamuklu Tekstiller Ve Çevre: Bir Bornozun Yaşam Döngü Değerlendirmesi, Tekstil Ve Konfeksiyon , 197-205

Altun, Ş., (2011), Tekstil Üretim Süreçlerinde Çevresel Etkiler ve Atık Geri Kazanımı, Lisansüstü Ders Notları, Uludağ Üniversitesi, Tekstil Mühendisliği Bölümü, Bursa

Hawley, J. M. (2006). *Textile recycling: A systems perspective*. In Y. Wang (Ed.), *Recycling in textiles* (ss. 7–24). Woodfield Publishing Press.

Gök, M. O., & Özcan, K. F. (2025, May). Tekstil atıklarından geri dönüştürülerek elde edilen örgü kumaşların yüzey özelliklerinin incelenmesi. *International Social Sciences Studies Journal*, 11(5), 926–941. Alınma tarihi 9 Temmuz 2025, https://sssjournal.com/files/sssjournal/7d0b2e47-d45e-4824-8fb5-760f6fceab7c.pdf

Fiber Recycling. (n.d.). *Learn more about the fiber opening machine*. Retrieved July 9, 2025, from https://fiberrecycling.com/tr/learn-more-about-the-fiber-opening-machine/

Trützschler Group SE. (2025, Mayıs). *Spinning*. Truetzschler. Erişim tarihi 9 Temmuz 2025, https://www.truetzschler.com/en/spinning/

Arafat, Y., & Uddin, A. J. (2022). Recycled fibers from pre- and post-consumer textile waste as blend constituents in manufacturing 100% cotton yarns in ring spinning: A sustainable and eco-friendly approach. *Heliyon, 8*(11), e11275. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11275

Küçük N. (2009). *Vortex İpliklerinin Ring ve Open-End Rotor İplikleri ile Karşılaştırılması.* Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Buharalı, G. (2020). *Yeni Bir Modifiye Ring İplikçilik Ve Konvansiyonel Ring İplikçilik Sistemleri İle Üretilen İplik Ve Kumaş Özelliklerinin İncelenmesi.* Doktora Tezi, Uludağ Üniversitesi, Bursa.

Şevkan, A. (2010). *Keten ve pamuk karışımlarının ring ve open-end iplikçiliklerinde eğrilmesi üzerine bir araştırma.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Kıvrak, N. (2017). *Yeni Nesil Liflerden ve Bunların Pamuk Karışımlarından Üretilen İpliklerin Performans Özelliklerinin Araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Baykal, P. (2003). *Pamuk/Poliester karışımı OE rotor iplik özelliklerinin tahmin edilmesi ve karışımının optimizasyonu.* Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Durucan, S. (2021). *Sürdürülebilir liflerden liyosel ve organik pamuğun tekstilde kullanımı ve pazar araştırması.* Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, İstanbul.

Çaylı, G. (2021). *Geri dönüşüm kumaşlardan mamul konfeksiyon ürünlerinin üretim ve kullanım özelliklerinin incelenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Kuyucak, C. (2020). *Open-end geri dönüşüm akrilik iplikten elde edilen kazakların performans özelliklerinin pbt ve gipe ipliklerin ilavesinin etkisi ile birlikte incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.

Alp, G. (2022). *Geri Dönüşüm Pamuk Elyafı Karışımlı İpliklerin Denim Kumaş Üretiminde Kullanımı.* Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.

Yelkovan, S. (2015). *Pamuk ve geri dönüşüm pamuk liflerinden eğrilen ipliklerin özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.

Ozan, R. (2023). *Geri dönüşüm pamuk katkılı hammaddeden örme kumaşların performans özelliklerinin araştırılması.* Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana.

Yiğit, E. (2020). *Materyal ve bazı eğirme parametrelerinin akrilik içeren tekstil atıklarından elde edilen open-end ipliklerinin kalite özellikleri üzerindeki etkilerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Uşak Üniversitesi, Uşak.

Kalın, V. (2005). *Tekstil atıkları ve pamuk linterinden, kâğıt hamuru ve kâğıt üretim koşullarının belirlenmesi.* Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kahramanmaraş.

Ütebay, B. (2017). *Konfeksiyon atıklarının geri kazanımı ve katma değerli ürün eldesinde değerlendirilmesi.* Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.

Aral, N. (2009). *Tekstil atıklarından oluşturulan kompozitlerin performans özelliklerinin incelenmesi*. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Uster Technologies AG. (2023). *Uster Product Overview brochure* [PDF]. Retrieved July 9, 2025, from https://www.uster.com/fileadmin/user_upload/Downloads/2_ValueAddesServices/Think_Quality/Uster_Product_Overview_brochure_web_tr_23.pdf

Ecocell. (n.d.). *Ecocell*. Retrieved July 9, 2025, from https://ecocell.tr/

Doğasan. (2025, Nisan 4). *Tekstil geri dönüşümü*. 4 Nisan 2025 tarihinde https://www.dogasancevre.com/tekstilgeri-donusum/

BÖLÜM 4

ÇIKTILAR

Henüz bir çıktı bulunmamakla birlikte, 24-25 Eylül 2026 tarihleri arasında Çukurova Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü ev sahipliğinde gerçekleştirilecek olan Ulusal Çukurova Tekstil Kongresi'ne (UÇTEK 2026) 6 Nisan 2026 tarihine kadar bildiri özeti gönderilecektir.

Ayrıca, 2026 yılı içerisinde çalışma sonuçlarının genişletilerek ulusal ya da uluslararası indeksli bir dergide yayınlanması için başvurular yapılacaktır.

BÖLÜM 5

PROJE İLE İLGİLİ HARCAMA KALEMLERİ HAKKINDA AYRINTILI BİLGİ

Proje bütçesinden herhangi bir harcama yapılmamış olup gerekli kalemlerde maddi destek Karafiber Tekstil San. ve Tic. A.Ş. tarafından sağlanmıştır.

PROJE YÜRÜTÜCÜSÜNÜN ADI – SOYADI - İMZA	AKADEMİK DANIŞMANIN ADI – SOYADI - İMZA	SANAYİ DANIŞMANININ ADI – SOYADI - İMZA
SILA TAŞDELEN	PROF. DR. MUSA KILIÇ	TÜLİN KAYA NACARKAHYA

Tarih : 27.03.2026

CamScanner ile tarandı