

Kumaş
UME CRM 1507

Alper İŞLEYEN^a
Hatice ALTUNTAŞ^a

Zeynep İŞLEK CİN^b

Berna LEVENT^b

^aTÜBİTAK UME

^bTÜBİTAK BUTAL

Tarih
26.06.2026



Doç. Dr. Mustafa ÇETİNTAŞ
Enstitü Müdürü

İÇİNDEKİLER

İÇİNDEKİLER	2
KISALTMALAR	3
ÖZET	4
GİRİŞ	5
KATILIMCILAR	7
HOMOJENLİK	9
KARARLILIK	11
KARAKTERİZASYON	14
ÖZELLİK DEĞERLERİNİN VE BELİRSİZLİKLERİNİN ATANMASI	15
BİLGİLENDİRME AMAÇLI DEĞERLER	16
İZLENEBİLİRLİK	17
KULLANIM TALİMATI	17
TEŞEKKÜR	18
REFERANSLAR	18
REVİZYON TARİHÇESİ	19
EK 1. Kumaş Homojenlik Grafiği	20
EK 2. Kumaş Kısa Dönem Kararlılık Grafiği	21
EK 3. Kumaş Uzun Dönem Kararlılık Grafiği	22
EK 4. Kumaş Karakterizasyon Çalışması Verileri	23
EK 5. Kumaş Karakterizasyon Çalışması Grafikleri	24

KISALTMALAR

ANOVA	Varyans analizi
α	Önem derecesi
GUM	Ölçüm Belirsizliğinin Hesaplanması Kılavuzu
ISO	Uluslararası Standardizasyon Örgütü
$MS_{between}$	Üniteler arası kareler ortalaması
MS_{within}	Ünite içi kareler ortalaması
n	Ünite içi tekrar sayısı
RSD	Bağıl standart sapma
s	Standart sapma
S_{bb}	Üniteler arası standart sapma
SI	Uluslararası Birimler Sistemi
SRM	Sertifikalı Referans Malzeme
u_{bb}	Olası üniteler arası heterojenliğe bağlı standart belirsizlik
u^*_{bb}	Metot tekrarlanabilirliğince gizlenmiş heterojenliğin standart belirsizliği
u_{char}	Karakterizasyona bağlı standart belirsizlik
$u_{char,rel}$	Karakterizasyona bağlı bağıl standart belirsizlik
UDK	Uzun dönem kararlılık
u_{lts}	Uzun dönem kararlılığa bağlı standart belirsizlik
$u_{lts,rel}$	Uzun dönem kararlılığa bağlı bağıl standart belirsizlik
u_{sts}	Kısa dönem kararlılığa bağlı standart belirsizlik
$u_{sts,rel}$	Kısa dönem kararlılığa bağlı bağıl standart belirsizlik
$v_{MS_{within}}$	MS_{within} serbestlik derecesi

Sayfa 4 / 26	TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ	UME CRM 1507
--------------	---	-------------------------------

ÖZET

Bu rapor, UME CRM 1507 kumaşta kavrama yöntemi ile kopma dayanımı en yüksek kuvvet-çözgü yönü değerinin sertifikalandırıldığı, kopma dayanımı en yüksek kuvvet-atkı yönü, birim uzunluktaki iplik sayısı ve kumaş kütlesi değerlerinin bilgilendirme amaçlı değerler olarak atandığı UME CRM 1507 sertifikalı referans malzemesinin üretim sürecini içermektedir. Bu süreç malzeme işleme, homojenlik, kısa ve uzun dönem kararlılık, karakterizasyon ve değer atanması aşamalarından oluşmaktadır. Çalışmalar ISO 17034 [1] ve ISO 33405 [2] standartlarının gerekliliklerine uygun olarak gerçekleştirilmiştir.

TÜBİTAK UME bu projenin veri değerlendirmesi dahil tüm aşamalarını koordine etmiştir. Sertifikalı referans malzeme aday ham maddesinin temini, ön ölçümleri, homojenlik, kararlılık testi ve değer ataması ölçümleri TÜBİTAK BUTAL tarafından gerçekleştirilmiştir. Referans malzemenin karakterizasyon ölçümlerinde Türkiye’de faaliyet gösteren sekiz akredite laboratuvar görev almıştır.

UME CRM 1507 referans malzemesi kumaş ürünlerinde kavrama yöntemi ile kopma dayanımı metodunun doğrulanmasında ve bu alandaki faaliyetlerin kalite kontrolünün sağlanmasında kullanılması amaçlanmıştır. Ayrıca birim uzunluktaki iplik sayısı ve kumaş kütlesi tayini parametreleri için bilgilendirme amaçlı değerler paylaşılmıştır. UME CRM 1507 kalite kontrol grafiklerinin oluşturulmasında da kullanılabilir.

GİRİŞ

Tekstil ve hazır giyim sektörü, küresel ticarete önemli bir paya sahip olan ve ürün performansının doğrudan ölçülebilir kalite parametreleri ile değerlendirildiği endüstrilerden biridir. Kumaşların mekanik özellikleri, özellikle kopma mukavemeti ve kopma uzaması gibi parametreler, tekstil ürünlerinin kullanım ömrü, dayanıklılığı ve fonksiyonel performansı açısından kritik göstergeler arasında yer almaktadır. Bu nedenle tekstil malzemelerinin mekanik performanslarının güvenilir ve karşılaştırılabilir ölçüm yöntemleri ile belirlenmesi, hem üretim süreçlerinin kalite kontrolü hem de ürün geliştirme faaliyetlerinin sağlıklı bir şekilde değerlendirilebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır [3, 4].

Tekstil malzemelerinin mekanik özelliklerinin belirlenmesi amacıyla geliştirilen standart test yöntemlerinden biri, kumaşların maksimum kopma kuvvetinin kavrama (grab) yöntemi ile belirlenmesini tanımlayan ISO 13934-2 standardıdır [5]. Kavrama yöntemi, numunenin yalnızca merkez bölgesinin test cihazı çeneleri tarafından tutulması ve sabit bir hızda uygulanan çekme kuvveti altında kopma anındaki maksimum kuvvetin belirlenmesi prensibine dayanmaktadır. Bu yaklaşım, kumaşların kullanım sırasında maruz kaldığı bölgesel gerilme koşullarını daha iyi temsil etmesi nedeniyle özellikle hazır giyim, ev tekstili ve çeşitli teknik tekstil uygulamalarında yaygın olarak tercih edilmektedir [4].

ISO 13934-2 yöntemi başta dokuma kumaşlar olmak üzere farklı tekstil ürünlerinde uygulanabilmektedir. Dokuma kumaşların yanı sıra örme kumaşlar, kaplamalı tekstiller ve bazı teknik tekstil yapıları da uygun koşullar altında bu yöntem kullanılarak test edilebilmektedir [6]. Kavrama yöntemi, kumaşın yapısal bütünlüğünü temsil eden iplik etkileşimlerini ve bölgesel yük transfer mekanizmalarını değerlendirebilmesi nedeniyle endüstriyel kalite kontrol uygulamalarında önemli bir avantaj sağlamaktadır. Bu nedenle söz konusu yöntem tekstil test laboratuvarlarında en yaygın kullanılan mekanik test yöntemlerinden biri olarak kabul edilmektedir [4].

Tekstil test laboratuvarlarında gerçekleştirilen mekanik testlerin güvenilirliği, ölçüm sonuçlarının doğruluğu ve laboratuvarlar arası karşılaştırılabilirlik açısından büyük önem taşımaktadır. Farklı laboratuvarlarda gerçekleştirilen test sonuçlarının karşılaştırılabilir olması, özellikle uluslararası ticarete ürün uygunluğunun değerlendirilmesi ve kalite standartlarının sağlanması açısından kritik bir gerekliliktir. Akredite test laboratuvarlarının yetkinliğini tanımlayan ISO/IEC 17025 standardı kapsamında ölçüm sonuçlarının doğruluğunun sağlanması ve ölçümlerin izlenebilirliğinin temin edilmesi gerekmektedir [7]. Ancak tekstil malzemelerinin heterojen yapısı, numune hazırlama prosedürleri, cihaz ayarları ve operatör etkisi gibi faktörler test sonuçlarında önemli varyasyonlara neden olabilmektedir [4]. Bu nedenle tekstil test laboratuvarlarında ölçüm güvenilirliğinin sağlanması amacıyla referans malzemelerin kullanımı yaygın bir uygulamadır. Referans malzemeler; test yöntemlerinin doğrulanması, cihaz performansının izlenmesi, iç kalite kontrol uygulamaları ve laboratuvarlar arası karşılaştırma çalışmalarında önemli bir rol oynamaktadır [8]. Özellikle akredite

deney laboratuvarlarında ölçüm sonuçlarının doğruluğunun güvence altına alınabilmesi için uygun referans malzemelerin kullanılması önemli bir gereklilik olarak kabul edilmektedir.

SRM'ler geçerli prosedürler kullanılarak, ilgili belirsizlik değerleri ve izlenebilirlikleriyle beraber bir veya daha fazla belirli özellik değerlerini sağlayan ve yetkili bir kurum tarafından belgelendirilmiş referans malzemelerdir [7]. Referans malzemelerin üretimi, sertifikalandırılması ve hizmete sunulması referans malzeme üreticilerinin yetkinliğinin tanımlandığı ISO 17034 standardında belirtilen teknik ve kalite gerekliliklerine uygun olarak yürütülmekte ve gerçekleştirilmektedir [1].

SRM'lerin kullanımı laboratuvarların ölçüm güvenilirliğinin artırılması açısından büyük önem taşımaktadır. Bu tür malzemeler özellikle test yöntemlerinin doğrulanması, ölçüm cihazlarının performansının izlenmesi, ölçüm belirsizliği değerlendirmelerinin desteklenmesi ve laboratuvarlararası karşılaştırma çalışmalarının gerçekleştirilmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır [8]. Bu sayede test sonuçlarının doğruluğu ve uluslararası karşılaştırılabilirliği artırılabilir.

Bununla birlikte tekstil mekanik testleri özelinde değerlendirildiğinde, özellikle kumaş kopma mukavemeti testleri için geliştirilmiş SRM bulunmadığı görülmektedir. Piyasada bulunan bazı kontrol kumaşları veya referans malzemeler çoğunlukla yalnızca cihaz performans kontrolü veya iç kalite kontrol amacıyla kullanılmakta olup tam metrolojik karakterizasyon bilgisi içermemektedir [4]. Bu malzemeler genellikle belirsizlik değeri, metrolojik izlenebilirlik ve uzun dönem kararlılık gibi SRM'lerde mutlak bulunması gereken bilgileri içermemektedir.

Literatürde tekstil referans malzemelerine yönelik çalışmalar incelendiğinde mevcut CRM'lerin büyük bölümünün lif kompozisyonu analizleri, kimyasal içerik tayinleri veya lif özelliklerinin belirlenmesi gibi alanlara odaklandığı görülmektedir [6]. Buna karşılık kumaşların mekanik özelliklerinin belirlenmesine yönelik CRM geliştirme çalışmaları oldukça sınırlıdır. Özellikle ISO 13934-2 kavrama yöntemi için karakterize edilmiş sertifikalı referans kumaşların bulunmaması, tekstil test laboratuvarlarında ölçüm sonuçlarının karşılaştırılabilirliği açısından önemli bir eksiklik oluşturmaktadır.

Kavrama yöntemi ile gerçekleştirilen kopma mukavemeti testlerinde ölçüm sonuçlarını etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Kumaş yapısı, lif tipi, iplik numarası, dokuma yoğunluğu, bitim işlemleri, numune hazırlama yöntemi, test cihazının çene geometrisi ve çekme hızı gibi faktörler test sonuçlarında önemli değişkenliklere neden olabilmektedir [3]. Bu durum farklı laboratuvarlarda elde edilen sonuçların karşılaştırılmasını zorlaştırmakta ve ölçüm güvenilirliği açısından bazı belirsizlikler oluşturabilmektedir.

Bu bağlamda ISO 13934-2 metoduna uygun şekilde geliştirilmiş, homojenliği, kararlılığı değerlendirilmiş ve ölçüm belirsizliği belirlenmiş bir sertifikalı referans kumaşın geliştirilmesi hem tekstil deney laboratuvarları hem de sektör açısından önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Böyle bir referans malzeme, laboratuvarların kalite güvence sistemlerini güçlendirecek, ölçüm sonuçlarının

Sayfa 7 / 26	TÜBİTAK ULUSAL METROLOJİ ENSTİTÜSÜ	UME CRM 1507
--------------	---	-------------------------------

izlenebilirliğini artıracak ve farklı laboratuvarlar arasında gerçekleştirilen test sonuçlarının karşılaştırılabilirliğini sağlayacaktır. Ayrıca tekstil sektöründe kullanılan mekanik testlerin güvenilirliğinin artırılması, ürün performansının doğru şekilde değerlendirilmesi ve uluslararası kalite standartlarının sağlanması açısından da önemli katkılar sağlayacaktır.

Analiz ve testlerde SRM'lerin kullanılması ölçüm sonuçlarının kalitesinin ve güvenilirliğinin gösterilmesinde önemli rol oynamaktadır. Gerek analitik metotların geçerli kılınması ve doğrulanması gerekse ölçüm sonuçlarının izlenebilirliğinin sağlanmasında SRM'ler önemli role sahiptir. Özellikleri, laboratuvarların rutin olarak analiz ettiği örneklerle benzer olan SRM'lerin kullanılması, laboratuvar performansının gerçekçi biçimde değerlendirilmesi açısından önemlidir. Bu referans malzemenin üretiminde kumaş üreticisi bir firma tarafından üretilmiş ve laboratuvarlara rutin olarak test için gelebilecek bir kumaş seçilmiş ve laboratuvarlar için önemli olabilecek parametrelerin sertifikalandırılması veya bilgi amaçlı paylaşılabilmesi için çaba sarfedilmiştir.

Sertifikalandırma işlemi ISO 17034 [1] ve ISO 33405 [2] dokümanlarının gereklilikleri yerine getirilerek gerçekleştirilmiştir.

TÜBİTAK UME tarafından sertifikalandırılmış olan UME CRM 1507 Kumaş Sertifikalı Referans Malzemesi'nin, kalite güvence ve kalite kontrol aracı olarak özellikle tekstil laboratuvarları tarafından kullanılması hedeflenmiştir.

KATILIMCILAR

Sertifikalı referans malzeme üretimi için malzeme işleme, homojenlik, kararlılık ve karakterizasyon çalışmaları ile proje yönetimi ve veri değerlendirme faaliyetlerinde yer alan kuruluşlara ait bilgiler Tablo 1'de verilmektedir.

Tablo 1. Üretim ve Sertifikalandırma Süreçlerine Katılım Sağlayan Kuruluşlar

İş Tanımı	Laboratuvar/Kurum
Proje Yönetimi ve Veri Değerlendirme	TÜBİTAK Ulusal Metroloji Enstitüsü (UME) Gebze, Kocaeli, Türkiye
	(TS EN ISO 17034, TÜRKAK AB-0001-RM)
Malzeme İşleme Ön Ölçümler Homojenlik Çalışması Kararlılık Çalışmaları	TÜBİTAK Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı Müdürlüğü (BUTAL) Osmangazi, Bursa, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0494-T)
Karakterizasyon Çalışması (Alfabetik Sıra)	AZOLAB Laboratuvar Hizmetleri A.Ş. Beylikdüzü, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-1110-T)
	BUREAU VERITAS Consumer Products Services Türkiye Güneşli, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0505-T)
	EKOTEKS Laboratuvar ve Gözetim Hizmetleri A.Ş. Avcılar, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0583-T)
	EUROFINS Tüketici Ürünleri Test Hizmetleri A.Ş. Bağcılar, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-1356-T)
	İİNTERTEK Test Hizmetleri A.Ş. Bahçelievler, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0716-T)
	SGS Supervise Gözetme Etüd Kontrol Servisleri A.Ş. Güneşli, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0690-T)
	TÜBİTAK Bursa Test ve Analiz Laboratuvarı Müdürlüğü (BUTAL) Osmangazi, Bursa, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0494-T)
	TÜV Rheinland Uluslararası Standartlar Sertifikasyon ve Denetim A.Ş. Kadıköy, İstanbul, Türkiye
	(TS EN ISO/IEC 17025, TÜRKAK AB-0342-T)

MALZEME İŞLEME

Referans malzeme adayı olarak kumaş üreticisi bir firma (Bursa, Türkiye) tarafından üretilen siyah dokuma kumaş, taşıma ve muhafaza kolaylığı açısından dört topa bölünerek temin edilmiş ve TÜBİTAK BUTAL laboratuvarında malzeme işleme sürecine başlanılıncaya kadar (20 ± 2) °C sıcaklık ve (65 ± 4) %rh bağıl nem koşullarında üretici naylon ambalajı içinde muhafaza edilmiştir. Kesim işlemi aynı sıcaklık ve nem koşullarında kumaş kesim makasları, kalibrasyonu yapılmış cetveller, kesim işlemini kolaylaştırması için hazırlanan şablon (80 cm x 60 cm boyutlarında), kesim masası olarak da yaklaşık boyutları 1,5 m x 3,0 m olan laboratuvar masası kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sırasıyla Top 1, Top 2, Top 3 ve Top 4 kumaş 80 cm x 60 cm ölçülerinde kesilmiş, kesilen her bir parçaya kumaş kalemi ile Çözümlü Yönü (ok ile), Top No - Ünite No bilgisi (kesim sırasına göre) kumaş kalemi ile yazılmış, yazılar görünecek şekilde plastik ambalaja yerleştirilerek ambalaj kapatılmış ve toplam 540 ünite üretim tamamlanmıştır.

Daha sonra tüm üniteler TÜBİTAK UME'ye sevk edilerek +4 °C'de karanlık ortamda muhafaza edilmiştir.

HOMOJENLİK

Malzeme işleme süreci tamamlanan aday referans malzemenin sertifikalandırılması planlanan parametresinin üretilen tüm ünitelerde eşitliğinin ortaya konulması için homojenlik çalışması gerçekleştirilmektedir. Homojenlik çalışması için TÜBİTAK UME tarafından geliştirilen TRaNS (tabakalı rastgele numune seçimi yazılımı) kullanılarak 12 ünite ayrılmıştır. Böylece, seçilen örneklerin toplam numune sayısını temsil etmesi garanti altına alınmıştır. Bu sayı teorik olarak toplam ünite sayısının küpkökü alınarak bulunsa da istatistiksel olarak bir anlam ifade etmesi için en az 10 ünite olması gerekmektedir [2]. Numuneler her üniteden 5 paralel olacak şekilde analiz edilmiştir. Ölçümler tekrarlanabilirlik koşulları dikkate alınarak gerçekleştirilmiştir. Analiz edilecek numuneler, analiz ve/veya kesim sırası dizilerinden kaynaklanan herhangi bir eğilimi bulmak için cihaza rastgele sırayla verilmiştir.

Elde edilen verilerin istatistiksel hesaplamaları TÜBİTAK UME Kimya Grubu uzmanlarınca hazırlanan Microsoft Excel® ile oluşturulan ve geçerli kılınmış şablonlar kullanılarak yapılmıştır.

Analizler sonucunda elde edilen değerler tek-etken varyans analizi (ANOVA) ile istatistiksel olarak değerlendirilmiştir. Shapiro-Wilk testi uygulanarak normal dağılım için sonuçlar değerlendirilmiştir. Böylelikle ünite içi ve üniteler arası elde edilen sonuçların dağılımları histogramlar ile birlikte tektepeli dağılım için kontrol edilmiştir. Elde edilen 60 sonucun ve ünite ortalamalarından ortaya çıkarılan 12 ünitenin (üniteler arası) dağılımının Shapiro-Wilk testine göre normal dağılım göstermediği ancak tek tepeli dağılım olarak kabul edilebileceği tespit edilmiştir. Belirlenen normal dağılımdan sapma, üniteler

arası standart sapma tahminini büyük ölçüde etkilememiştir. İstatistiksel değerlendirme sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Homojenlik verilerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Parametre	Eğilim var mı?		Aykırı Değer Sayısı		Dağılım?
	Analiz Sırası	Kesim Sırası	Tüm Veri	Ünite Ortalamaları	
Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözümlü Yönü	Hayır	Hayır	0	0	Hayır / Evet

Veriler kontrol edilerek istatistiksel olarak herhangi bir eğilim ve/veya aykırı değer olup olmadığı değerlendirilmiştir. Analiz sırası ve/veya kesim sırası kaynaklı herhangi bir eğilim tespit edilmemiştir. Grubbs' testi uygulandığında (maksimum ve minimum için ayrı ayrı tek yönlü, $\alpha = 0,05$) gerek tüm veri gerekse ünite ortalama değerlerinde aykırı sonuç bulunmamıştır.

ANOVA testi kullanarak şişe içi (s_{wb}) ve şişeler arası (s_{bb}) standart sapmanın hesaplanmasında (1) ve (2) numaralı eşitlikler kullanılmaktadır [10]:

$$s_{wb} = \sqrt{MS_{within}} \quad (1)$$

MS_{within} : ünite içi varyansın karelerinin ortalaması,

s_{wb} : alt örnekler tüm üniteyi temsil ettiği sürece metodun standart sapmasına eşdeğerdir.

$$s_{bb} = \sqrt{\frac{MS_{between} - MS_{within}}{n}} \quad (2)$$

$MS_{between}$: üniteler arası varyansın karelerinin ortalaması,

n : ünite başına tekrar sayısıdır.

$MS_{between}$ MS_{within} 'den küçük olduğu durumda s_{bb} hesaplanamamaktadır. Bunun yerine u^*_{bb} , metot tekrarlanabilirliği tarafından gizlenebilen heterojenlik, eşitlik (3)'e göre hesaplanır:

$$u^*_{bb} = \frac{s_{wb}}{\sqrt{n}} \sqrt{\frac{2}{v_{MS_{within}}}} \quad (3)$$

$v_{MS_{within}}$: MS_{within} 'in serbestlik derecesidir.

ANOVA testi uygulanarak gerçekleştirilen hesaplamalarda, S_{bb} veya u^*_{bb} için bulunan değerlerden büyük olan değer homojenlik belirsizlik bileşeni u_{bb} olarak alınmıştır. Homojenlik çalışmasının sonuçları Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Homojenlik çalışmasının sonuçları

Parametre	$S_{wb,rel}, \%$	$S_{bb,rel}, \%$	$u^*_{bb,rel}, \%$	$u_{bb,rel}, \%$
Kopma Dayanımı- Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet- Çözümlü Yönü	5,31	0,70	1,07	1,07

Homojenlik grafiği Ek 1'de verilmiştir.

Minimum numune miktarı

İlgili standart metotlarda belirtilen numune boyut ve miktarı ile çalışma yapılmıştır.

KARARLILIK

Kararlılık çalışmaları, sertifikalı referans malzemenin kullanıcıya gönderilmesi sırasında meydana gelebilecek çevresel şartlar (kısa dönem kararlılık [KDK]) ve depolama şartlarının (uzun dönem kararlılık [UDK]) laboratuvar ortamında benzer koşullar oluşturulması ile gerçekleştirmiştir. Kısa dönem ve uzun dönem kararlılık testleri için seçilen 10'ar ünite TRaNS yazılımı kullanılarak, rastgele tabakalı örnek seçimi prensibiyle belirlenmiştir.

Kısa dönem kararlılık çalışmaları için test edilecek sıcaklık +45 °C, test süreleri ise 1, 2, 3 ve 4 hafta olarak belirlenmiştir. Test edilecek her bir zaman için 2 ünite etüve konmuştur. Kısa dönem kararlılık testinde referans nokta için 2 ünite ayrılmış olup, bu üniteler doğrudan referans sıcaklık olan +4 °C'ye yerleştirilmiştir. Her bir test süresinin sonunda etüvden ikişer ünite referans sıcaklığa transfer edilmiştir. Dört haftalık test süresi tamamlandığında referans sıcaklığa transfer edilen bütün üniteler, referans olarak kullanılacak ünitelerle birlikte TÜBİTAK BUTAL'e gönderilerek eşzamanlı (isochronous) olarak analiz edilmiştir.

Uzun dönem kararlılık testi için test edilecek sıcaklık +24 °C, süreler ise 1, 2, 4 ve 6 ay olarak belirlenmiştir. Referans sıcaklığa (+4 °C) iki ünite yerleştirilmiştir. Belirtilen test sürelerinin sonunda her bir zaman noktası için ayrılan 2'şer ünite referans sıcaklığa aktarılmıştır. 6 aylık test süresi tamamlandığında referans sıcaklığa transfer edilen bütün üniteler, referans olarak kullanılacak ünitelerle birlikte TÜBİTAK BUTAL'e gönderilerek eşzamanlı (isochronous) olarak ölçümler gerçekleştirilmiştir.

Her iki kararlılık testi için ölçümler, test süresine bağlı olası eğilimlerle analitik sıralamaya bağlı eğilimlerin ayırt edilebilmesi için, test süreleri rastgele sıralanacak şekilde oluşturulan analitik ölçüm dizisi ile analiz edilmiştir. Elde edilen verilerin istatistiksel hesaplamaları TÜBİTAK UME Kimya Grubu uzmanlarınca hazırlanan Microsoft Excel® ile oluşturulan ve geçerli kılınmış şablonlar kullanılarak yapılmıştır.

Kısa Dönem Kararlılık Çalışması Sonuçları

Kısa dönem kararlılık çalışmasındaki eşzamanlı gerçekleştirilen ölçüm sonuçları, öncelikle aynı zaman noktalarına göre gruplandırılmış ve her bir zaman noktası için değerlendirme yapılmıştır. Her bir zaman noktasında 5 tekrarlı ölçüm sonuçlarına ait grafikler Ek 2'de verilmiştir. Her bir zaman noktasındaki hata çizgileri her iki ünite için elde edilen 5'er sonucun standart sapması olarak hesaplanmıştır.

Her bir süre için elde edilen ölçüm değerleri, diğer değerlerle uyumluluklarının belirlenmesi için Grubbs' testi uygulanarak % 95 ve % 99 güvenilirlik seviyesinde aykırı değerler açısından incelenmiş ve aykırı değer tespit edilmemiştir.

Kısa dönem kararlılık verilerinin değerlendirilmesinde her bir zaman noktası için hesaplanan değerlerin zamana karşı grafiği çizilmiş ve zamana karşı kuvvet değerlerinde herhangi anlamlı bir değişim olup olmadığının belirlenmesi için değişkenler arasındaki ilişki incelenmiştir (*regression analysis*). Her bir parametre için doğrusal grafikler çizilmiş ve bu eğimlerin % 95 güvenilirlik seviyesinde ($\alpha = 0,05$) ve % 99 güvenilirlik seviyesinde ($\alpha = 0,01$) sıfırdan anlamlı derecede farklı olup olmadığı *t*-test (çift kuyruklu t_{crit} değeri) ile test edilmiştir. Analiz sırası ve test süresi sırasına göre verilen ünite numaraları birbirinden bağımsız olacak şekilde belirlendiğinden analiz dizisinden kaynaklı belirlenen eğilim eşitlik (4) kullanılarak düzeltilmiştir.

$$C_{Corrected} = C_{Measured} - b \cdot i \quad (4)$$

b : doğrusal regresyon eğrisinin eğimi,
 i : sonucun analitik dizideki konumu.

Kısa dönem kararlılık test sonuçları Tablo 4'te ve grafikler Ek 2'de verilmiştir.

Kısa dönem kararlılığa ilişkin olarak belirsizlik hesaplamaları bu eğime ait belirsizlik ve maruz bırakılabilecek en uzun süre göz önüne alınarak eşitlik (5) kullanılarak hesaplanmıştır [10].

$$u_{sts,rel} = \frac{RSD}{\sqrt{\sum(t_i - \bar{t})^2}} \times t \quad (5)$$

Burada,

RSD : Regresyon eğrisi üzerindeki noktaların bağıl standart sapması Annex B.3.2'de tanımlanan [2],
 t_i : Her bir paralel için zaman noktası,
 $\bar{t}$: Bütün zaman noktalarının ortalaması,
 t : Transfer için öngörülen maksimum süre: 2 hafta

Tablo 4. Kısa Dönem Kararlılık Testi Sonuçları

Parametre	45 °C $u_{sts,rel}$ 2 hafta (%)	% 95 Güvenilirlik seviyesinde aykırı değer sayısı ^[1]	% 99 Güvenilirlik seviyesinde aykırı değer sayısı ^[1]	% 95 Güvenilirlik seviyesinde eğim sıfırdan farklı mı?	% 99 Güvenilirlik seviyesinde eğim sıfırdan farklı mı?
Kopma Dayanımı- Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet- Çözümlü Yönü	1,03	0	0	Hayır	Hayır

[1] Tek Grubbs' Testi

Yapılan değerlendirme sonucunda, üretilen sertifikalı referans malzemede sertifikalandırılacak olan parametrenin +45 °C'de 2 hafta süre ile kararlı olduğu görülmüştür. Bu çalışmanın sonucunda örneklerin sıcaklığın +45 °C'yi ve sürenin 2 haftayı geçmemesi koşulu ile herhangi bir soğutma yapılmadan son kullanıcıya ulaştırılabileceği sonucuna varılmıştır. Sertifikada verilen belirsizlik en fazla +45 °C transfer sıcaklığı ve 2 hafta transfer süresi dikkate alınarak hesaplanmış belirsizliği içermektedir.

Uzun Dönem Kararlılık Çalışması Sonuçları

Üretilen SRM'lerin raf ömrü, uzun dönem kararlılık çalışmaları sonuçlarına göre belirlenmektedir. Bu çalışmada test süresi 6 aylık bir zaman dilimini kapsayacak ve toplam 5 zaman noktası olacak şekilde tasarlanmıştır. Her bir zaman noktasında 5 tekrarlı ölçüm sonuçlarına ait grafikler Ek 3'te verilmiştir. Her bir zaman noktasındaki hata çizgileri her iki ünite için elde edilen 5'er sonucun standart sapması olarak hesaplanmıştır.

Her bir süre için elde edilen ölçüm değerleri, diğer değerlerle uyumluluklarının belirlenmesi için Grubbs' testi uygulanarak % 95 ve % 99 güvenilirlik seviyesinde aykırı değerler açısından incelenmiş ve aykırı değer tespit edilmemiştir.

Bulunan değerler, zamana karşı kuvvet grafiğinde uyum çizgisi (regresyon çizgisi) çizilerek incelenmiştir. Test edilen sıcaklıkta (+24 °C), çizilen eğim çizgileri için % 95 güvenilirlik seviyesinde uygulanan t-testi sonucunda, tüm parametreler için eğimin sıfırdan anlamlı şekilde farklı olmadığı tespit edilmiştir.

Uzun dönem kararlılık, belirsizlik bütçesine katkı sağlayan dört parametreden biridir. Sertifikalı referans malzemenin uzun dönem kararlılıktan kaynaklanan belirsizlik değeri eşitlik (6) kullanılarak hesaplanmıştır [10].

$$u_{lts,rel} = \frac{RSD}{\sqrt{\sum(t_i - \bar{t})^2}} \times t \quad (6)$$

Burada,

RSD : Regresyon eğrisi üzerindeki noktaların bağıl standart sapması Annex B.3.2’de tanımlanan [2],
 t_i : Her bir paralel için zaman noktası,
 $\bar{t}$: Bütün zaman noktalarının ortalaması,
 t : +24 °C sıcaklıkta muhafaza için belirlenen raf ömrü: 12 ay

Bu şekilde hesaplanan sonuçlar Tablo 5’te, grafikler ise Ek 3’te verilmiştir. Uzun dönem kararlılıktan kaynaklanan belirsizliğin toplam belirsizliğe katkısı için raf ömrü 12 ay olarak belirlenmiştir. Belirlenen raf ömrünün sonrasındaki kararlılığı güvence altına almak için sertifikalandırma sonrası izleme (SSI) sonuçlarına dayanarak belli dönemlerde tekrar değerlendirmeler yapılacaktır.

Tablo 5. Uzun Dönem Kararlılık Testi Sonuçları

Parametre	24 °C $u_{lts,rel}$ 12 ay (%)	% 95 Güvenilirlik seviyesinde aykırı değer sayısı ^[1]	% 99 Güvenilirlik seviyesinde aykırı değer sayısı ^[1]	% 95 Güvenilirlik seviyesinde eğim sıfırdan farklı mı?	% 99 Güvenilirlik seviyesinde eğim sıfırdan farklı mı?
Kopma Dayanımı- Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet- Çözgü Yönü	4,17	0	0	Hayır	Hayır

[1] Tek Grubbs’ Testi

KARAKTERİZASYON

ISO 17034 standardına göre, karakterizasyon farklı yöntemlerle gerçekleştirilebilir. Bu projede seçilen yaklaşım; yetkin laboratuvarlardan oluşan bir ağ aracılığıyla metoda bağlı olarak tanımlanmış büyüklüklerin karakterizasyonudur.

Çalışma için ISO/IEC 17025 standardına göre ilgili parametrelerden akredite laboratuvarlar seçilmiştir. Karakterizasyon çalışmasına katılan laboratuvarlar hakkında ayrıntılı bilgi katılımcılar bölümünde verilmiştir. Katılımcı laboratuvarlar, karakterizasyon çalışmasında doğrulanmış/geçerli kılınmış metotlar kullanmıştır.

Her bir laboratuvar, üretilen tüm partiyi temsil edecek şekilde tüm numune setinden rastgele tabakalı örnekleme tekniği kullanılarak seçilen iki ünite numune almıştır. Katılımcı laboratuvarlardan, her ünite için en az beş bağımsız ölçüm sonucunu, ilgili ölçüm belirsizliği değerleri ve ölçüm belirsizliğinin tahmini için kullanılan yaklaşımla birlikte bildirmesi istenmiştir.

Ölçüm belirsizlikleri “Ölçümlerde Belirsizliğin İfade Edilmesi İçin Kılavuz (GUM)” [11] ve “EURACHEM/CITAC Analitik Ölçümde Belirsizliğin Hesaplanmasına İlişkin Kılavuz” [12] dokümanlarına göre hesaplanmıştır. Karakterizasyon standart belirsizliği (u_{char}), katılımcı laboratuvarlar tarafından bildirilen belirsizliklerin ortalaması ve standart sapması dikkate alınarak eşitlik (7) kullanılarak hesaplanmıştır.

$$u_{char} = \sqrt{\bar{u}_{labs}^2 + \left(\frac{S}{\sqrt{n}}\right)^2} \quad (7)$$

burada;

u_{char} : Karakterizasyon standart belirsizliğini,

$\bar{u}_{labs}$: Laboratuvarlarca raporlanan standart belirsizliğin aritmetik ortalamasını,

S : Laboratuvarlarca raporlanan sonuçların standart sapmasını,

n : Katılımcı laboratuvar sayısını

ifade etmektedir.

Karakterizasyon ölçümlerinde görev alan laboratuvarlar Tablo 1’de, kullandıkları yöntemler ise Tablo 6’da verilmiştir. Karakterizasyon çalışması ölçüm verileri Ek 4’te sunulmuştur. Karakterizasyon çalışması grafikleri Ek 5’te verilmiştir.

Tablo 6. Kumaş Karakterizasyon Çalışmasında Kullanılan Metotlar

Parametre	Metot
Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu	
En Büyük Kuvvet-Çözgü Yönü	TS EN ISO 13934-2
Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu	
En Büyük Kuvvet-Atkı Yönü	
Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Çözgü Yönü	TS EN ISO 7211-2
Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Atkı Yönü	
Kumaş Kütlesi	TS EN 12127

ÖZELLİK DEĞERLERİNİN VE BELİRSİZLİKLERİNİN ATANMASI

Sertifikalandırılan özellik değerinin ve buna ait belirsizliğin atanması için karakterizasyon çalışmasında elde edilen veriler ve beraberindeki belirsizlik değerlerine ek olarak homojenlik ve kararlılık testlerinden elde edilen verilerden hesaplanan belirsizliklerin katkıları da değerlendirilerek gerçekleştirilmiştir. Karakterizasyon sonuçlarının aritmetik ortalama veya ortanca değeri referans malzemenin özellik değeri olarak atanmıştır. Özellik değerine ait belirsizlik değerinin hesaplanmasında karakterizasyon, homojenlik, kısa dönem ve uzun dönem kararlılık belirsizliklerinin katkıları eşitlik (8)’de verildiği şekilde birleştirilmiştir.

$$u_{CRM} = \sqrt{u_{char}^2 + u_{bb}^2 + u_{sts}^2 + u_{lts}^2} \quad (8)$$

Burada u_{CRM} özellik değerine ait bileşik standart belirsizliği ifade etmektedir. Bu değer, eşitlik (9)'da gösterildiği şekilde k kapsam faktörü ile çarpılarak sertifika değerine ait genişletilmiş belirsizliğe dönüştürülür.

$$U_{CRM} = k \cdot u_{CRM} \quad (9)$$

Sertifika değeri ile birlikte verilen belirsizlik değeri % 95 güvenilirlik seviyesine karşılık gelen kapsam faktörü $k = 2$ ile çarpılarak genişletilmiş belirsizliktir. Sertifika değeri ve üzerindeki belirsizlikler Tablo 7'de verilmiştir.

Tablo 7. Sertifika Değeri ve Belirsizliği

Parametre ^[1] (birim)	Sertifika Değeri ^[2]	$U_{CRM}^{[2,3]}$ (k=2)	$U_{CRM,rel}$ (% , k=2)	$u_{char,rel}$ (%)	$u_{bb,rel}$ (%)	$u_{sts,rel}$ (%)	$u_{lts,rel}$ (%)
Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözümlü Yönü (N)	603	70	12	3,65	1,07	1,03	4,17

- [1] TS EN ISO 13934-2 metodu kullanılarak 8 laboratuvar tarafından bildirilen sonuçların ağırlıksız aritmetik ortalamasından elde edilmiştir.
- [2] Sertifikalandırılan değer ve belirsizlik değeri Uluslararası Birimler Sistemi'ne (SI) izlenebilir.
- [3] Sertifikalandırılan değere ait belirsizlik, karakterizasyon, homojenlik, kararlılık bileşenlerini içermektedir ve standart ölçüm belirsizliğinin normal dağılım için yaklaşık % 95 güvenilirlik seviyesini sağlayan $k = 2$ kapsam faktörü ile çarpımının sonucudur. Standart ölçüm belirsizliği GUM "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement" dokümanına uygun olarak belirlenmiştir.

BİLGİLENDİRME AMAÇLI DEĞERLER

Homojenlik ve kararlılığının tespitinde çalışma yapılmamış parametreler için bilgilendirme amacıyla atanan değerler ve standart sapma verileri Tablo 8'de sunulmuştur.

Tablo 8. Bilgilendirme Amaçlı Değerler ve Belirsizlikler

Parametre	Değer	Standart Sapma ^[4]	Birim
Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Atkı Yönü ^[1]	364	16	N
Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Çözümlü Yönü ^[2]	32	1	adet/cm
Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Atkı Yönü ^[2]	21	1	adet/cm
Kumaş Kütlesi ^[3]	193,5	1,0	g/m ²

- [1] TS EN ISO 13934-2 metodu kullanılarak 8 laboratuvar tarafından bildirilen sonuçların aritmetik ortalamasından elde edilmiştir.
- [2] TS EN ISO 7211-2 metodu kullanılarak 8 laboratuvar tarafından bildirilen sonuçların ortanca değerinden elde edilmiştir.
- [3] TS EN 12127 metodu kullanılarak 8 laboratuvar tarafından bildirilen sonuçların aritmetik ortalamasından elde edilmiştir.
- [4] 8 laboratuvar tarafından bildirilen sonuçların standart sapma değeridir.

İZLENEBİLİRLİK

ISO/IEC 17025 standardına uygun olarak SRM'nin metrolojik izlenebilirliği, ISO/IEC 17025 standardına göre akredite edilmiş katılımcı laboratuvarlarca ulusal ölçüm standartlarına izlenebilir cihazlar ve standart metotlar kullanılarak sağlanmıştır. Kullanılan kuvvet ölçer cihazlar, cetveller ve teraziler Uluslararası Birimler Sistemi'nde (SI) tanımlanmış birimleri gerçekleştiren ulusal ölçüm standartlarına izlenebilirdir.

KULLANIM TALİMATI

Malzemenin Tanımlaması

Malzeme şeffaf poşet içerisinde 80 cm x 60 cm ölçülerinde siyah dokuma kumaştır. Çözgü yönü kumaş numunesi üzerinde belirtilmiştir.

Kullanım Amacı

Bu malzemenin kumaş ürünlerinde kavrama yöntemi ile kopma dayanımı metodunun doğrulanmasında ve bu alandaki faaliyetlerin kalite kontrolünün sağlanmasında kullanılması amaçlanmıştır. Ayrıca birim uzunluktaki iplik sayısı ve kumaş kütlesi tayini için bilgilendirme amaçlı değerler mevcuttur.

Sevkiyat Koşulları

Bu malzeme, sıcaklığın 45°C'yi aşmadığı koşullarda, herhangi bir soğutma önlemi uygulanmadan, iki haftaya kadar ortam sıcaklığında sevk edilebilir.

Saklama Koşulları

Malzeme karanlık, temiz ve kuru bir ortamda (24 ± 3) °C'de saklanmalıdır.

TÜBİTAK UME, kullanım talimatlarına ve belirtilen saklama koşullarına uyulmaması nedeniyle müşteri tesislerinde meydana gelebilecek değişikliklerden sorumlu tutulamaz.

Güvenlik Uyarıları

Sadece laboratuvar kullanımı içindir. Benzer kumaş numuneleri için geçerli olan olağan laboratuvar güvenlik önlemleri geçerlidir. Makas ve benzeri kesici, delici aletler ile çalışılırken olası yaralanmalara karşı gerekli önlemler alınmalı ve azami dikkat gösterilmelidir. Malzemenin, geçerli olduğu durumlarda güvenlik yönergelerine uygun olarak taşınması ve bertaraf edilmesi tavsiye edilir.

Minimum Örnek Alım Miktarı

İlgili standart metotlarda belirtilen numune ölçüleri ve miktarları ile çalışma yapılmalıdır.

Sertifika Değerlerinin Kullanılması

Metot performansının değerlendirilmesi için, SRM'nin ölçülen değerleri sertifika değerleri ile karşılaştırılır [13]. Karşılaştırma işlemi aşağıda belirtilmiş şekilde özetlenebilir:

- Ortalama bulunan değer ile sertifika değeri arasındaki mutlak fark bulunur ($|\Delta_m|$).
- Ölçüm belirsizliği (u_{meas}) ile sertifika değerindeki standart belirsizliği (u_{CRM}) Eşitlik 10 kullanılarak birleştirilir,

$$u_{\Delta} = \sqrt{u_{meas}^2 + u_{CRM}^2} \quad (10)$$

Bileşik belirsizliği kapsam faktörü ($k = 2$) ile çarpılarak genişletilmiş belirsizlik hesaplanır (Eşitlik 11), bu % 95 güven seviyesine karşılık gelmektedir.

$$U_{\Delta} = 2 \times u_{\Delta} \quad (11)$$

Eğer $|\Delta_m| \leq U_{\Delta}$ ise, ölçüm sonucu ile sertifika değeri arasında % 95 güvenilirlik seviyesinde anlamlı bir fark olmadığı kabul edilir.

Ölçüm sonuçlarının değerlendirilebileceği ve kalite kontrol kartlarının kullanıcılarca oluşturulabileceği bir çevrimiçi sonuç değerlendirme uygulamasına aşağıdaki adresten ulaşılabilir:

https://rm.ume.tubitak.gov.tr/srm_sd

TEŞEKKÜR

Kumaş sertifikalı referans malzemesinin üretim ve sertifikalandırma süreçlerine verdikleri destek ve sağladıkları değerli katkılardan dolayı, öncelikle TÜBİTAK BUTAL Müdürü Sn. Sedat AKTAŞ'a, akabinde Sn. Yiğit ŞAHİN'e, Sn. Dr. Hüma KURTOĞLU'na, Sn. Dr. Ayşe SEZER HİÇYILMAZ'a ve TÜBİTAK BUTAL Malzeme-Tekstil Laboratuvarı çalışanlarına en içten teşekkürlerimizi sunarız.

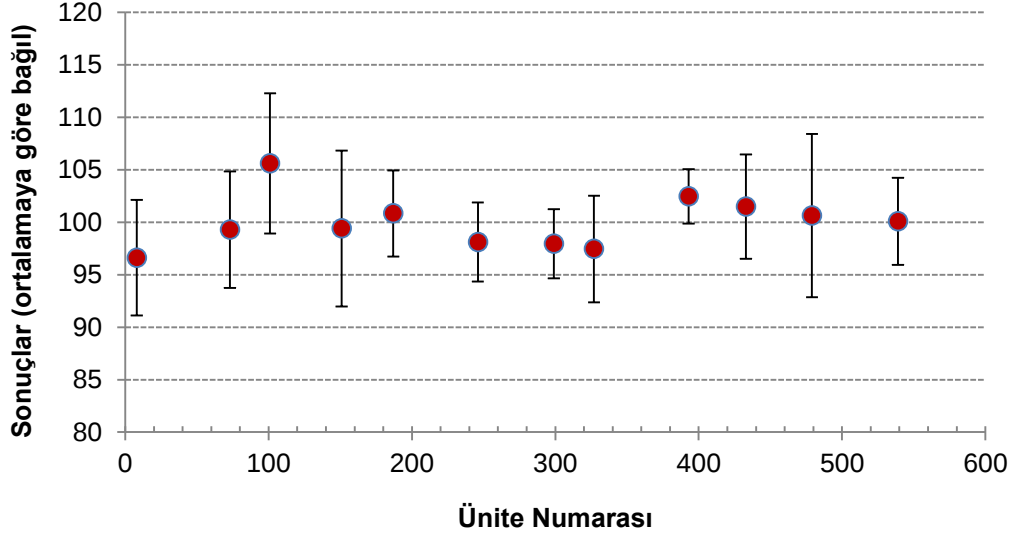
REFERANSLAR

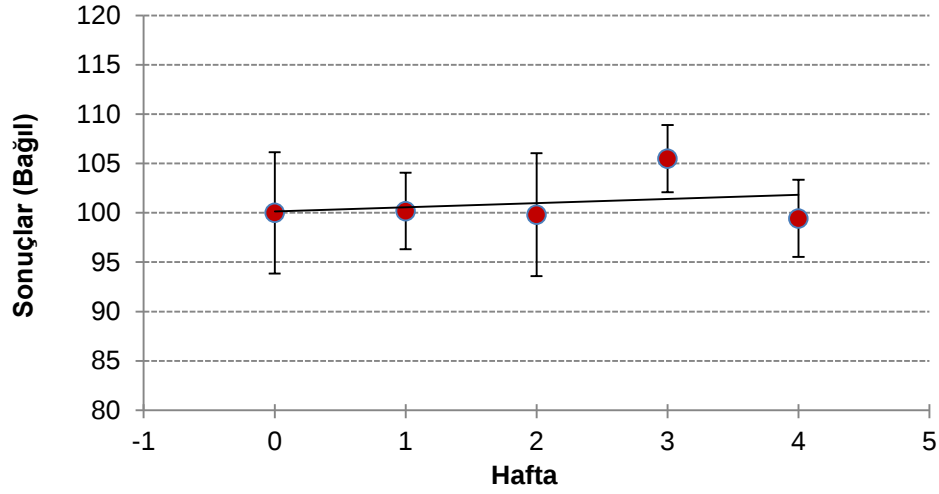
- [1] ISO 17034:2016, General requirements for the competence of reference material producers
- [2] ISO 33405:2024, Reference materials — Approaches for characterization and assessment of homogeneity and stability
- [3] Adanur, S. (2001). Handbook of Weaving. CRC Press
- [4] Saville, B. P. (2018). Physical Testing of Textiles (2nd ed.). Woodhead Publishing
- [5] ISO 13934-2:2014 Textiles — Tensile properties of fabrics — Determination of maximum force using the grab method
- [6] Horrocks, A. R., & Anand, S. C. (2000). Handbook of Technical Textiles. Woodhead Publishing
- [7] ISO/IEC 17025:2017 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories

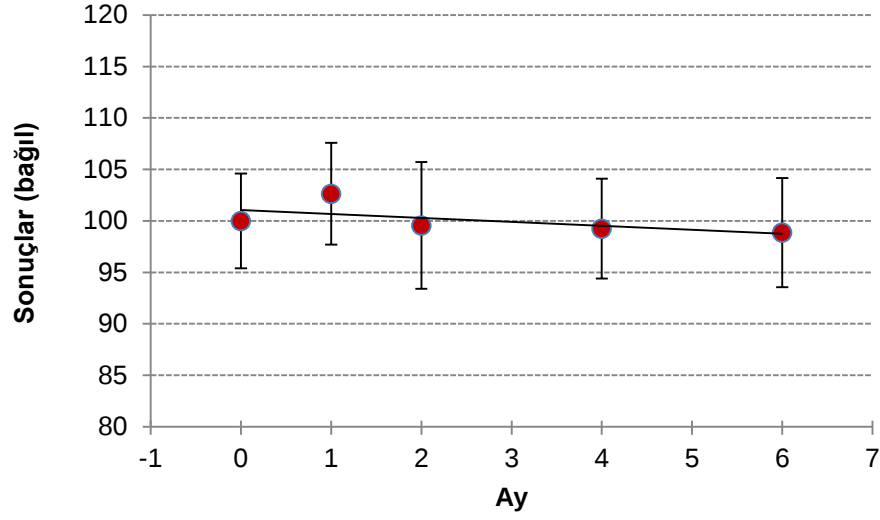
- [8] Taylor, B. N., & Kuyatt, C. E. (1994). Guidelines for Evaluating and Expressing the Uncertainty of NIST Measurement Results. NIST Technical Note 1297
- [9] VIM (2012) – International Vocabulary of Metrology – Basic and General Concepts and Associated Terms
- [10] T. P. J. Linsinger, J. Pauwels, A. M. H. Van der Veen, H. Schimmel, A. Lamberty (2001) Homogeneity and stability of reference materials, Accred. Qual. Assur. 6:20-25
- [11] JCGM 100:2008 Evaluation of measurement data - Guide to the expression of uncertainty in measurement
- [12] EURACHEM/CITAC Guide CG 4 Quantifying Uncertainty in Analytical Measurement Third Edition (2012)
- [13] ERM Application Note 1: Comparison of a measurement result with the certified value, (2010) <https://crm.jrc.ec.europa.eu/e/132/User-support-Application-Notes>

REVİZYON TARİHÇESİ

Tarih	Açıklama
26.06.2026	İlk yayın.

EK 1. Kumaş Homojenlik Grafiği**Şekil E1.** Üniteler arası homojenlik Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözüğü Yönü

EK 2. Kumaş Kısa Dönem Kararlılık Grafiği**Şekil E2.** 45 °C Kısa dönem kararlılık Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözümlü Yönü

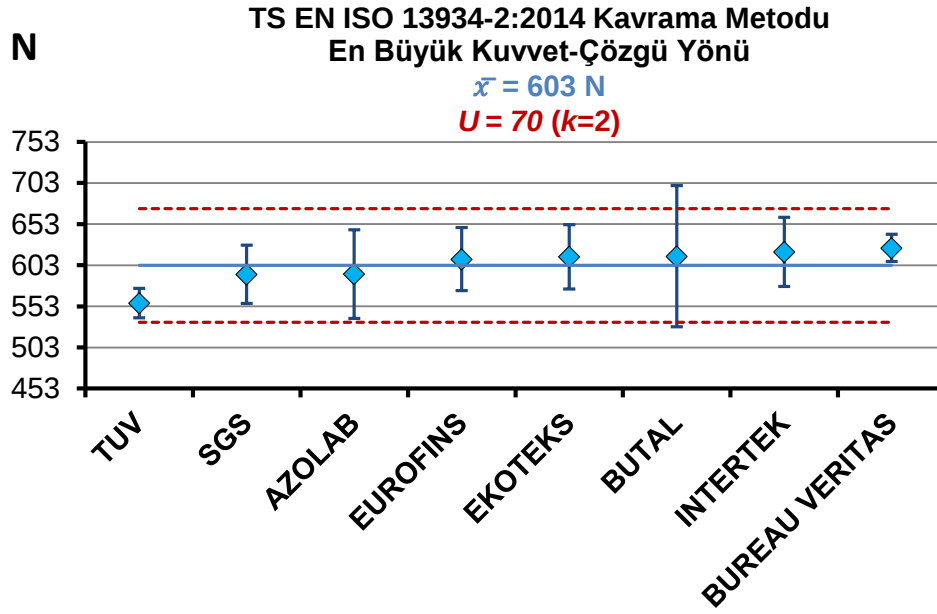
EK 3. Kumaş Uzun Dönem Kararlılık Grafiği**Şekil E3.** 24 °C Uzun dönem kararlılık Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözgü Yönü

EK 4. Kumaş Karakterizasyon Çalışması Verileri

Laboratuvar (Alfabetik Sıra)	Parametre				
	TS EN ISO 13934-2 Kopma Dayanımı Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet Çözümlü Yönü (N)	TS EN ISO 13934-2 Kopma Dayanımı Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet Atkı Yönü (N)	TS EN ISO 7211-2 Birim Uzunluktaki İplik Sayısı Çözümlü Yönü (adet/cm)	TS EN ISO 7211-2 Birim Uzunluktaki İplik Sayısı Atkı Yönü (adet/cm)	TS EN 12127 Kumaş Kütlesi (g/m ²)
AZOLAB	592,26 ± 26,95	360,21 ± 16,39	32,30 ± 0,88	21,40 ± 0,52	192,50 ± 7,84
BUREAU VERITAS	624,10 ± 8,34	372,50 ± 4,98	31,20 ± 0,25	21,30 ± 0,17	192,3 ± 0,90
EKOTEKS	613,30 ± 19,57	377,57 ± 12,05	33,00 ± 0,50	22,10 ± 0,50	192,95 ± 3,94
EUROFINS	610,42 ± 19,23	346,02 ± 10,90	33,00 ± 0,53	23,60 ± 0,38	193,40 ± 4,86
INTERTEK	619,21 ± 21,05	355,16 ± 21,05	32,00 ± 0,93	21,00 ± 0,61	193,23 ± 1,35
SGS	592,00 ± 17,76	378,00 ± 11,34	32,30 ± 0,81	21,40 ± 0,54	194,2 ± 6,51
BUTAL	613,98 ± 42,95	378,94 ± 26,51	31,80 ± 0,43	21,08 ± 0,29	195,13 ± 1,46
TUV	556,89 ± 8,91	340,92 ± 4,43	32,10 ± 0,11	20,94 ± 0,11	194,28 ± 4,19

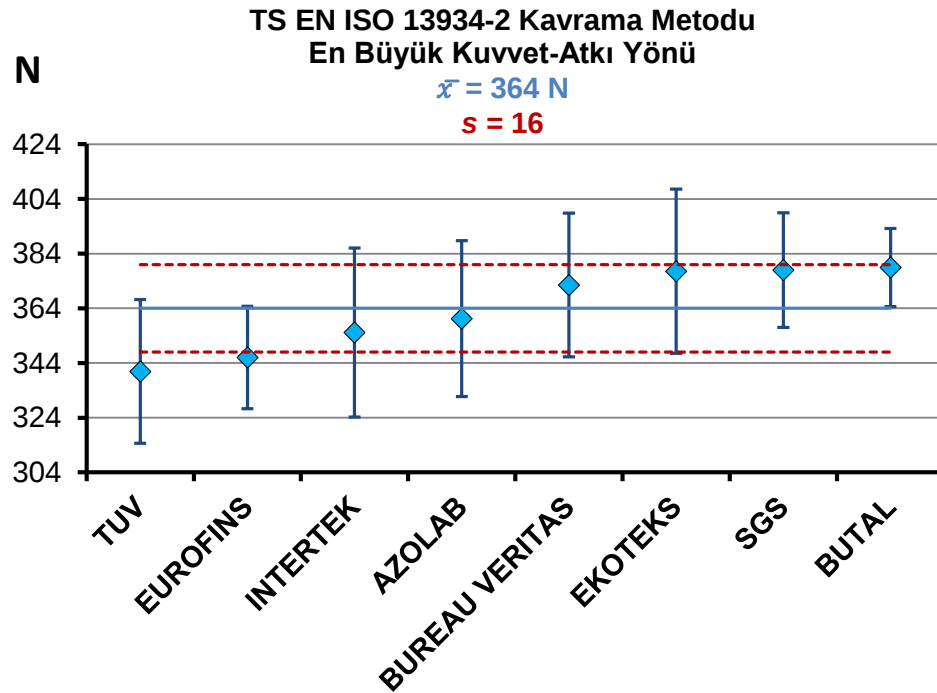
“±” olarak ifade edilen değerler standart ölçüm belirsizliği (k=1) değerleridir.

EK 5. Kumaş Karakterizasyon Çalışması Grafikleri



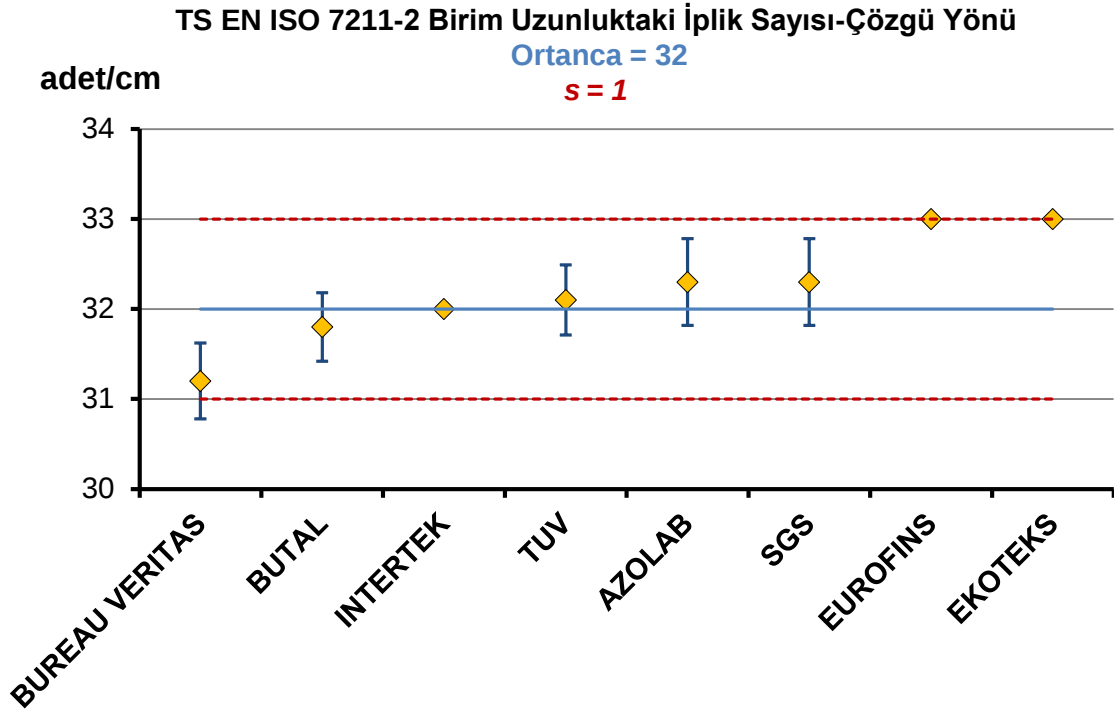
± Hata Çizgileri: Laboratuvarlarca bildirilen standart belirsizlik değerleridir.

Şekil E6.1 Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Çözümlü Yönü Karakterizasyon Çalışması Grafiği



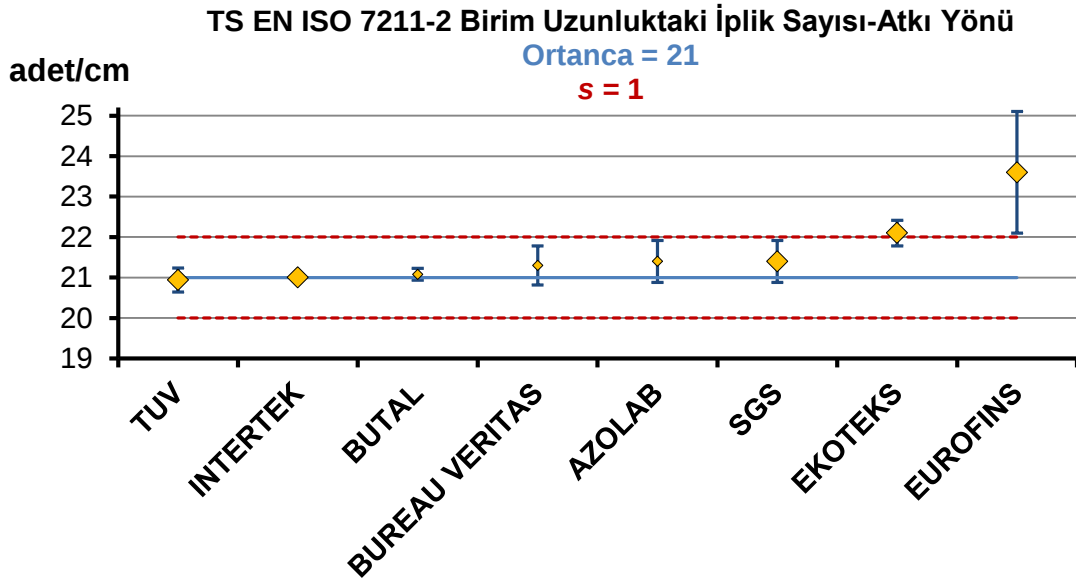
± Hata Çizgileri: Laboratuvarlarca bildirilen sonuçların standart sapma değerleridir.

Şekil E6.2. Kopma Dayanımı-Kavrama Metodu En Büyük Kuvvet-Atkı Yönü Karakterizasyon Çalışması Grafiği



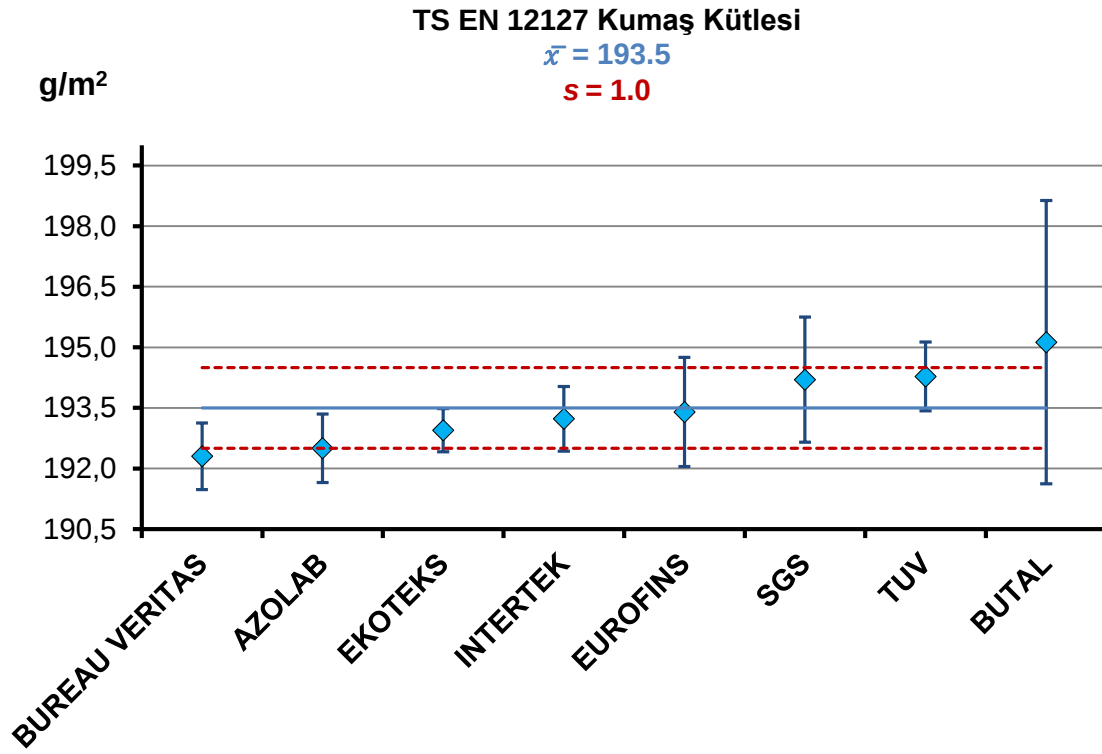
± Hata Çizgileri: Laboratuvarlarca bildirilen sonuçların standart sapma değerleridir.

Şekil E6.3. Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Çözgü Yönü Karakterizasyon Çalışması Grafiği



± Hata Çizgileri: Laboratuvarlarca bildirilen sonuçların standart sapma değerleridir.

Şekil E6.4. Birim Uzunluktaki İplik Sayısı-Atkı Yönü Karakterizasyon Çalışması Grafiği



± Hata Çizgileri: Laboratuvarlarca bildirilen sonuçların standart sapma değerleridir.

Şekil E6.5. Kumaş Kütlesi Karakterizasyon Çalışması Grafiği