



SU AYAK İZİ AZALTILMIŞ ÇEVRE DOSTU DENİM KUMAŞLARIN TASARIMI VE PERFORMANS ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

Berivan SOYÖZ - Sena CAN

Danışman: Prof. Dr. Vildan SÜLAR

Dokuz Eylül Üniversitesi Tekstil Mühendisliği Bölümü

Sanayi Danışmanı: Özgür BULUT - FG Tekstil San. ve Tic. A.Ş.

Projeyi Destekleyen Kurum ve Program: TÜBİTAK 2209 B

ÖZET

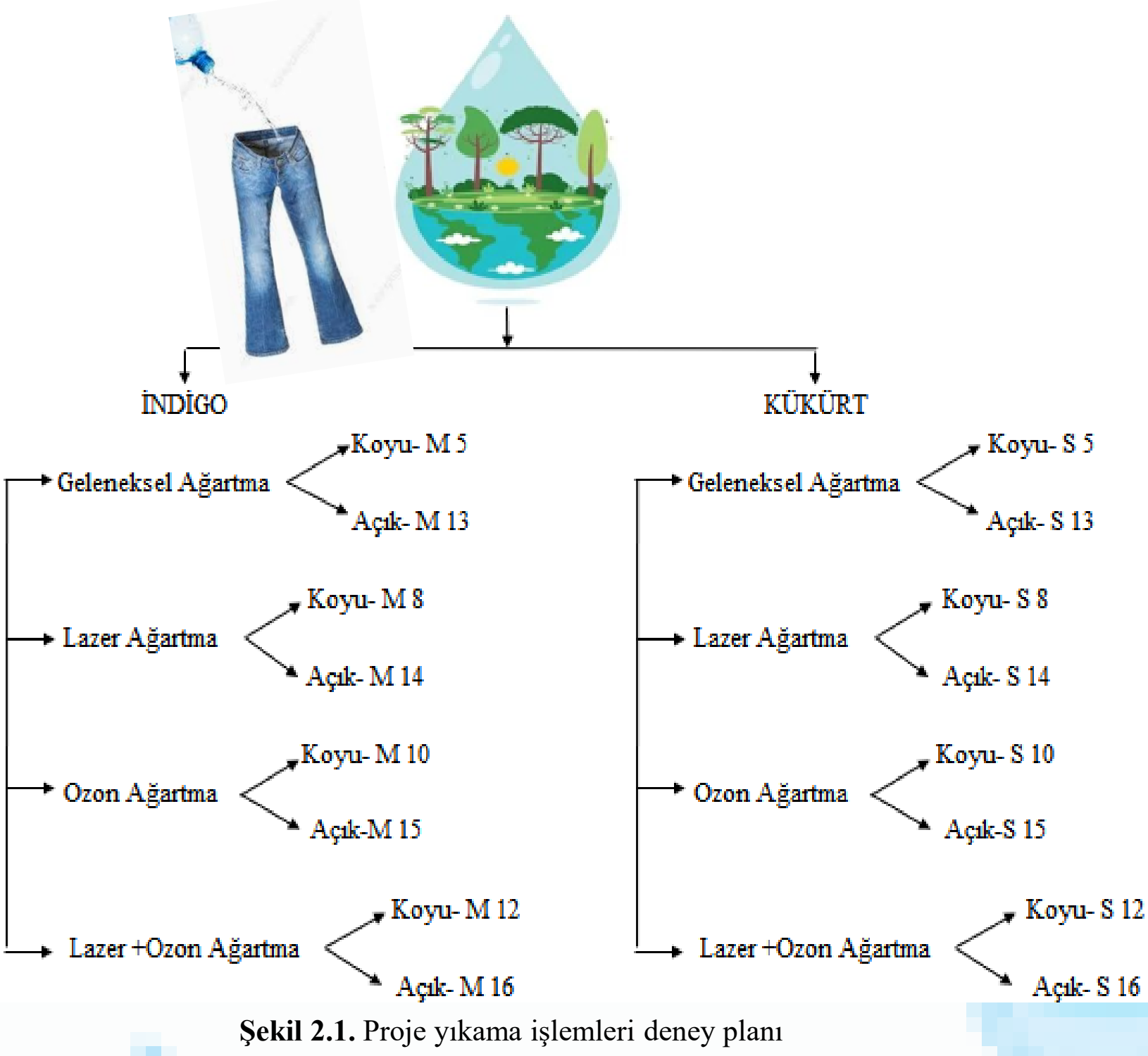
Bu tez çalışmasında, denim kumaşlarda yıkama ve ağartma işlemleri için çevre dostu yöntemler kullanılarak su tüketiminin azaltılması ve su ayak izinin en aza indirilmesi amaçlanmıştır. Su ayak izi geleneksel yıkama yöntemleriyle çevre dostu yöntemler karşılaştırılarak hesaplanmıştır. Çalışma kapsamında, %100 pamuk indigo ve kükürt boyalı iki farklı zemin denim kumaşa geleneksel ağartma, lazer ağartma, ozon ağartma ve lazer + ozon kombinasyonlu ağartma işlemleri uygulanarak açık ve koyu tonda toplam 32 tip numune elde edilmiştir. Her işlem adımından alınan kumaşlar ile farklı efektlere sahip numuneler elde edilerek görsel etkileri değerlendirilmiştir. İşlem gören denim numuneler üzerinde gramaj, kalınlık, yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, sürtme hashlığı, renk ölçümü testleri gerçekleştirilmiştir. Son olarak, uygulanan proseslerin su ayak izi analizi ve çevresel etkileri değerlendirilerek sürdürülebilir denim üretimine katkı sağlanması hedeflenmiştir.

1. GİRİŞ

Yıkama ve ağartma işlemleri denim pantolon üretiminde, pamuğun üretilmesinden sonra en çok su harcanan proseslerden birisidir. Geleneksel denim yıkama yöntemlerine karşılık ozon ve lazer ağartma teknikleri daha az su tüketerek çevre dostu bir alternatif sunmaktadır. Bu doğrultuda firmada yapılan envanter analizi ile Mavi Su Ayak İzi esasına göre su ayak izi hesaplanmıştır. Mavi su, firmadaki ürünün üretiminde tüketilen yer altı ve yüzey su kaynaklarını ifade etmektedir. Uygulanacak reçetelerde her bir işlem adımından numune ayrılarak toplamda **açık ve koyu ton olmak üzere 32 tip numune** elde edilmiştir. İşlemlerin kumaş üzerindeki görsel etkileri karşılaştırılmış ve farklı tonlarda elde edilmiş olan numunelerin gramaj, kalınlık, yırtılma mukavemeti, hava geçirgenliği, sürtme hashlığı, renk ölçümü gibi performans özellikleri incelenmiştir. Yapılan literatür çalışması sonucunda çalışmaların **daha çok indigo boyalı denim kumaşlar üzerinde yoğunlaştığı ve kükürt boyalı denim kumaşlarla daha az çalışma yapıldığı, bununla birlikte lazer ve ozon ağartmanın kombine bir şekilde denim kumaşlara uygulandığı bir çalışmaya rastlanmaması bu projenin özgün değerini oluşturmaktadır.**

2. MATERYAL METOT

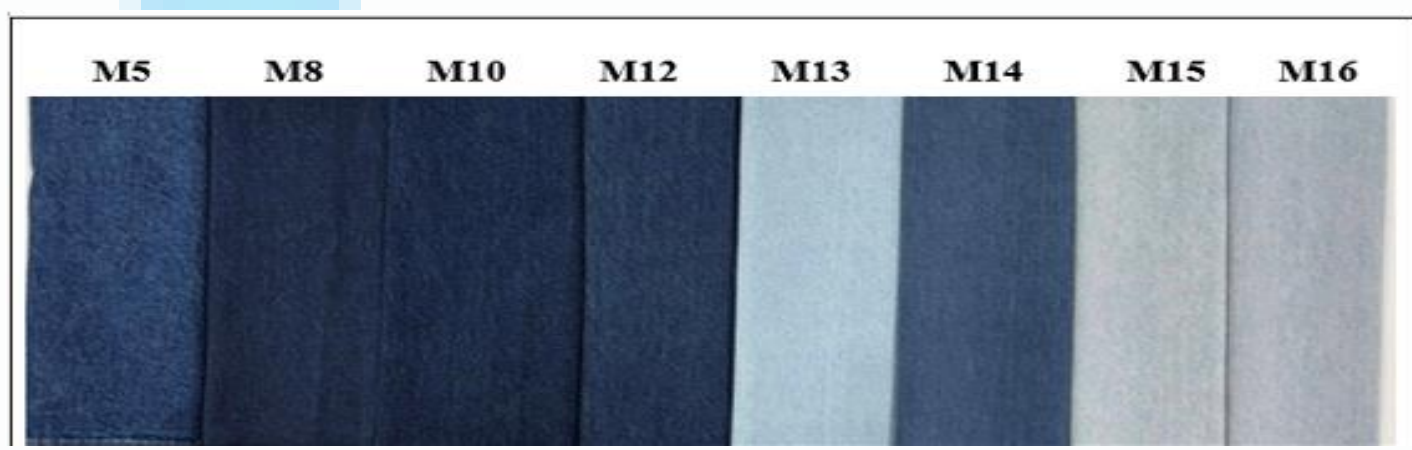
Ham kumaş 407 g/m² (12 ons/yard²), örgü yapısı 3/1 Z dimi, hammaddesi %100 pamuktur. Her iki renk için de çözgü sıklığı 27 tel/cm, atkı sıklığı 18 tel/cm² dir.



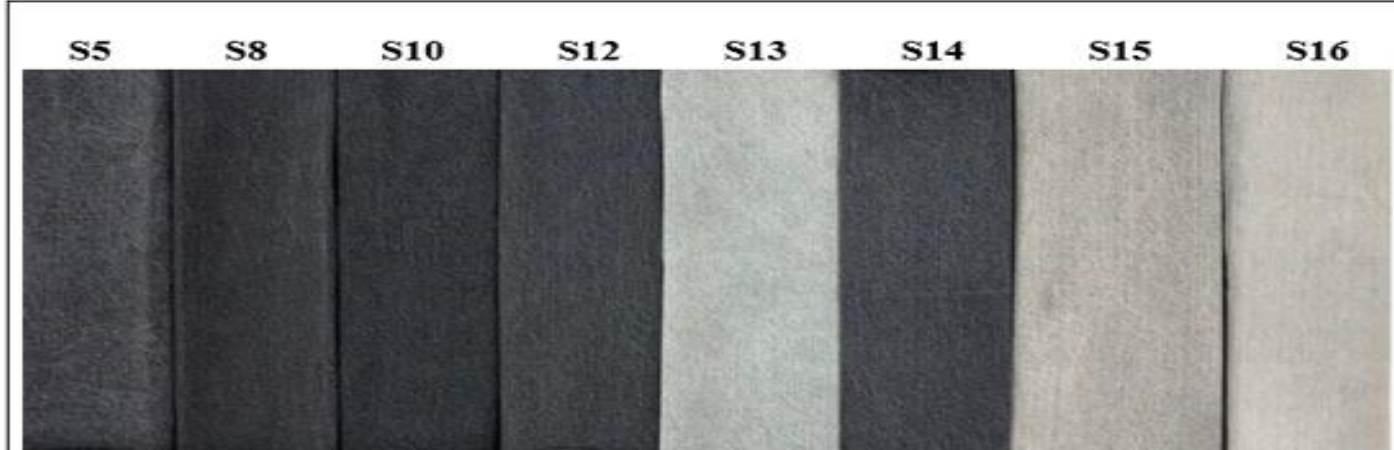
Tablo 2.1. Numunelere uygulanan testler ve test standartları

Uygulanan Test Adı	Test Standardı
Gramaj	TS 251
Kalınlık	ASTM D 1777
Kumaş Yırtılma Mukavemeti	TS EN ISO 13937-1
Kumaş Hava Geçirgenliği	TS 391 EN ISO 9237
Kumaş Eğilme Direnci	ASTM 1388
Sürtme Hashlığı	TS EN ISO 105-X12
Renk Ölçümü	TS EN ISO 105-J01

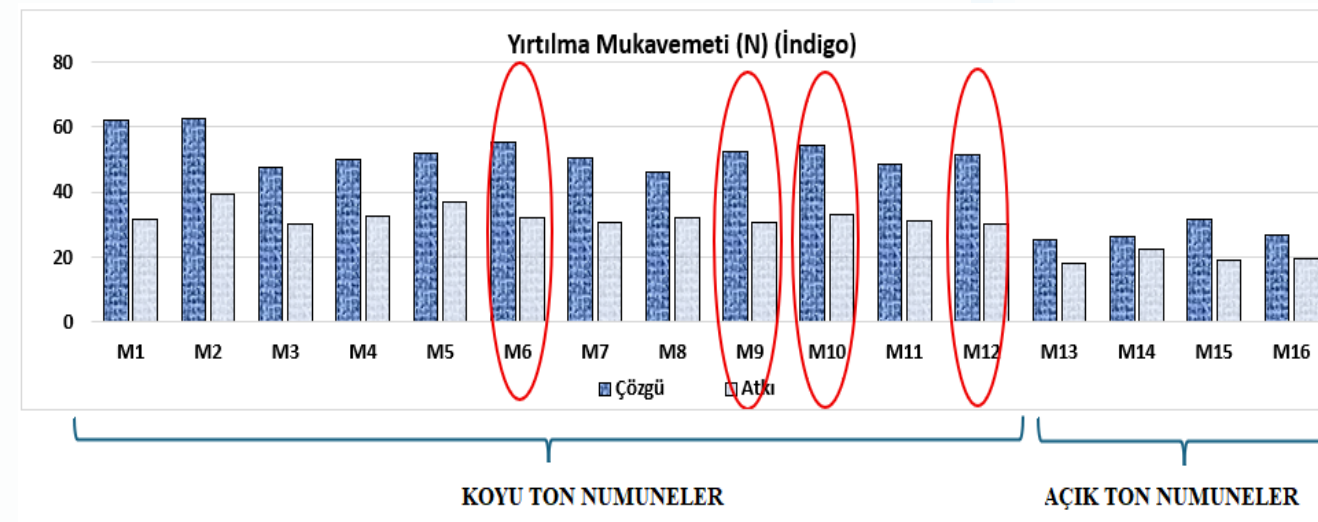
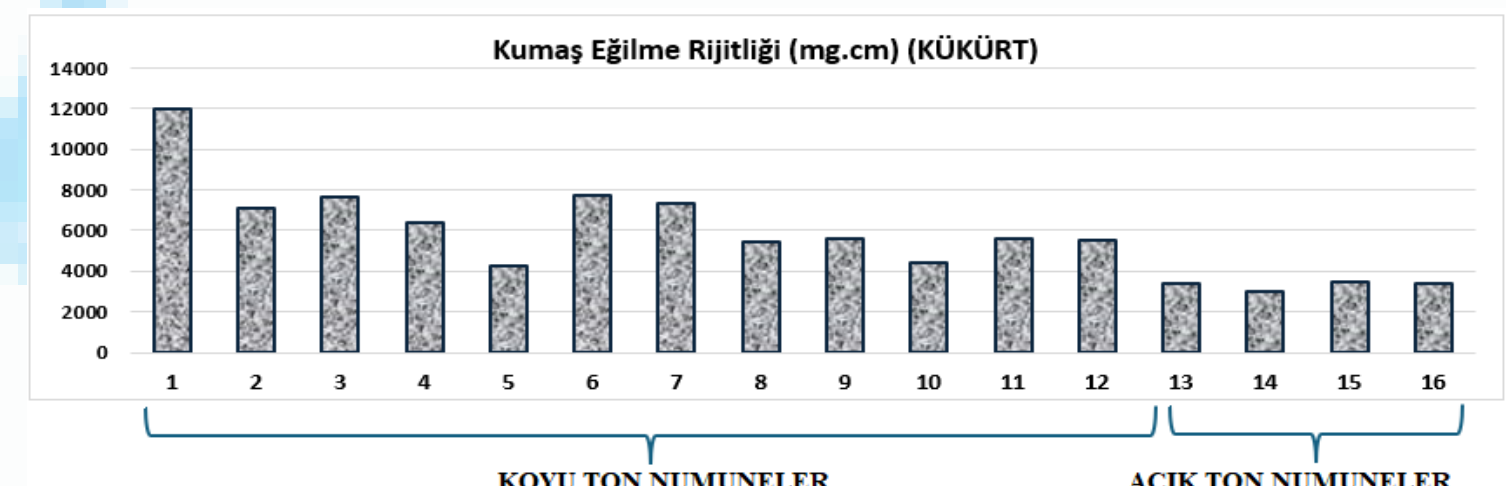
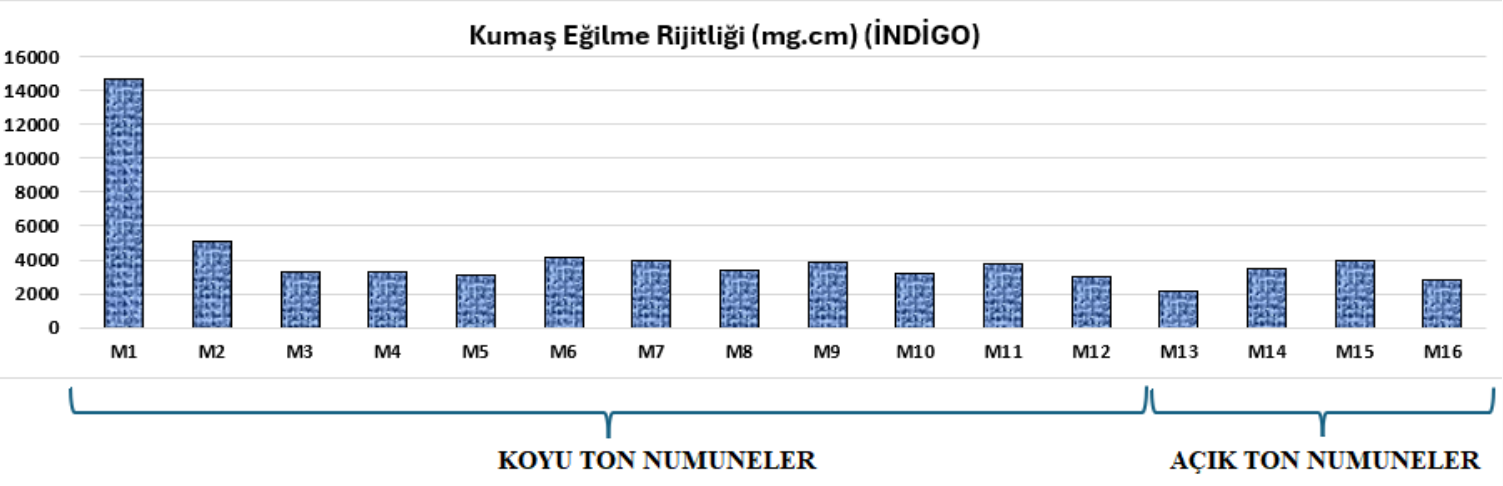
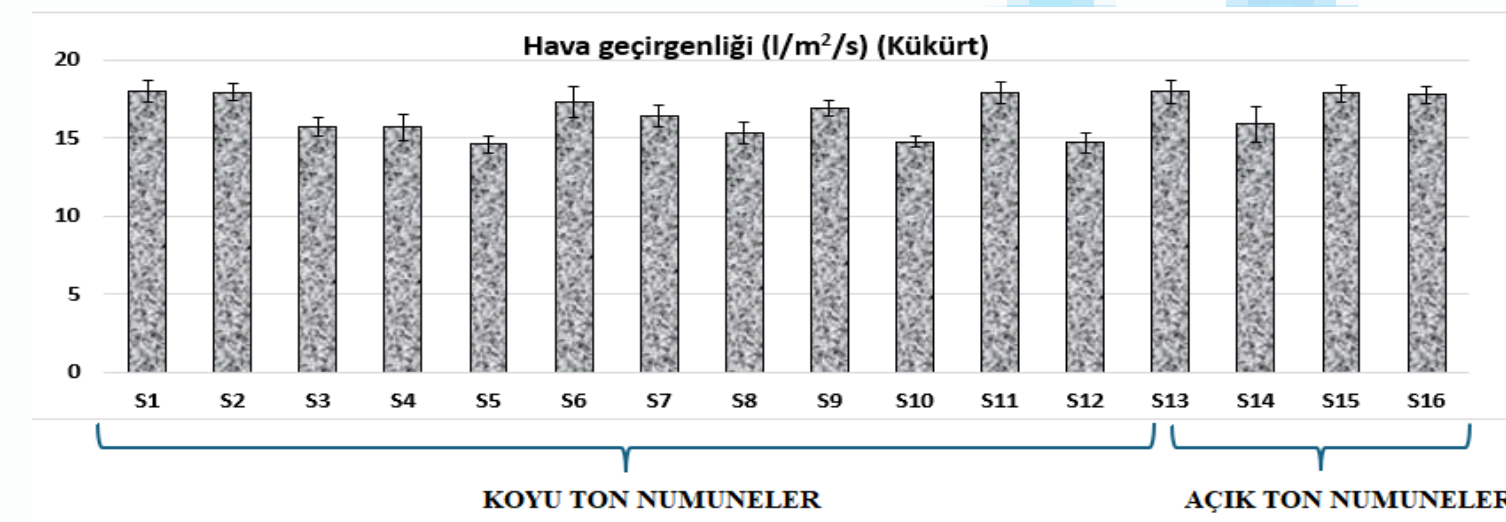
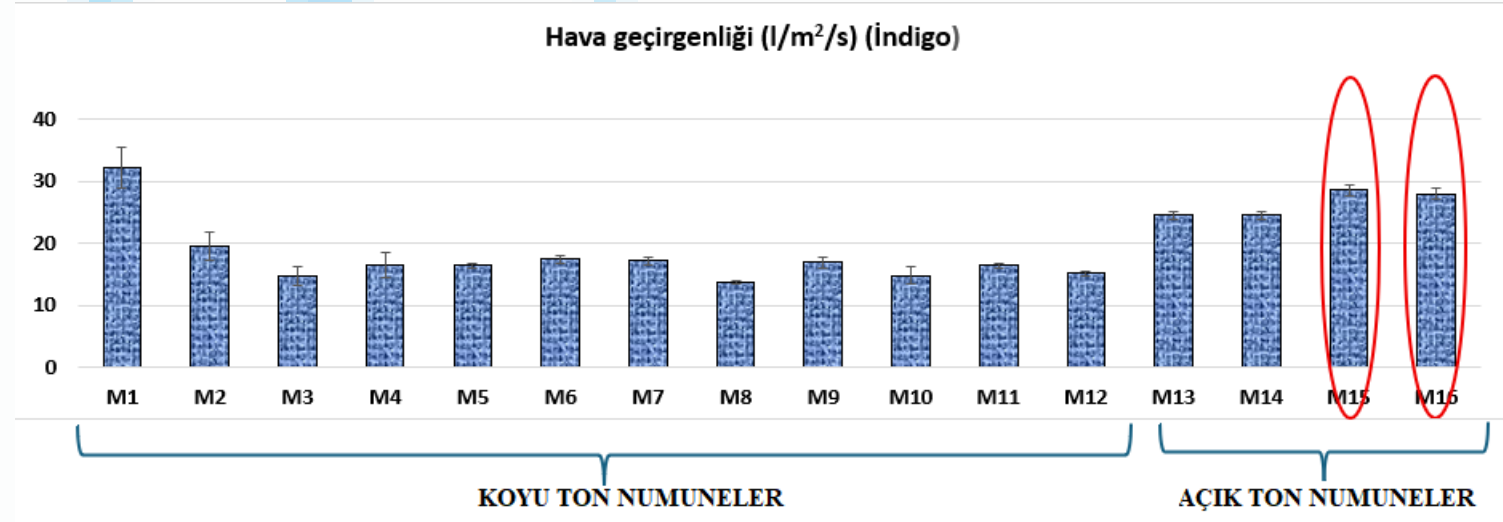
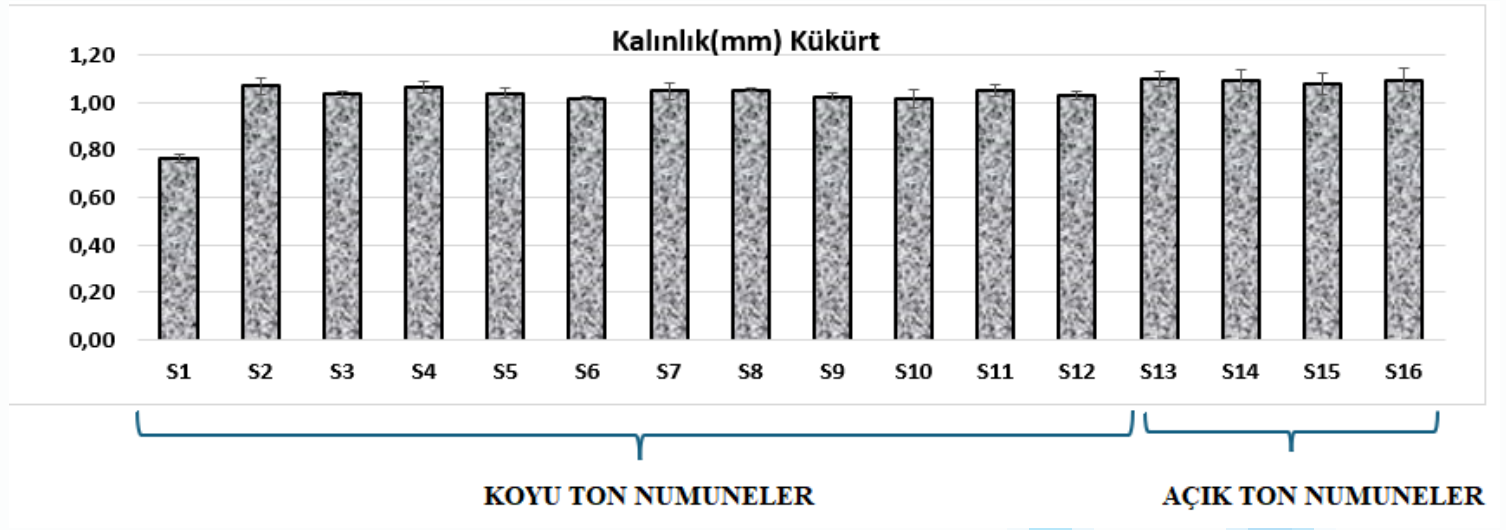
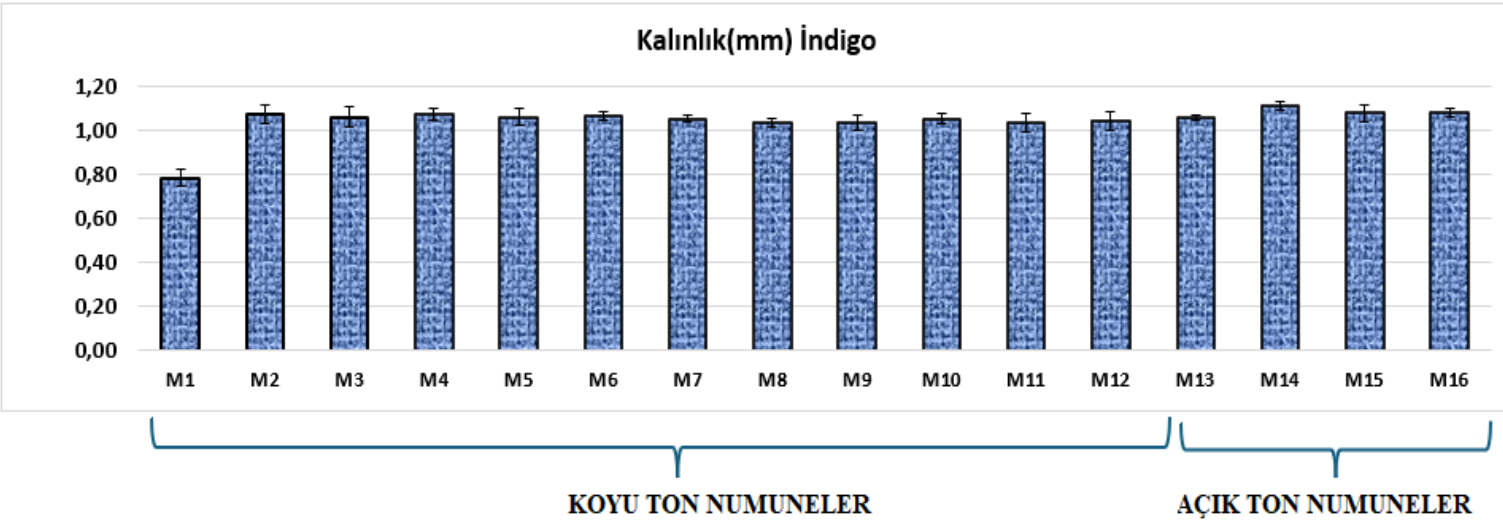
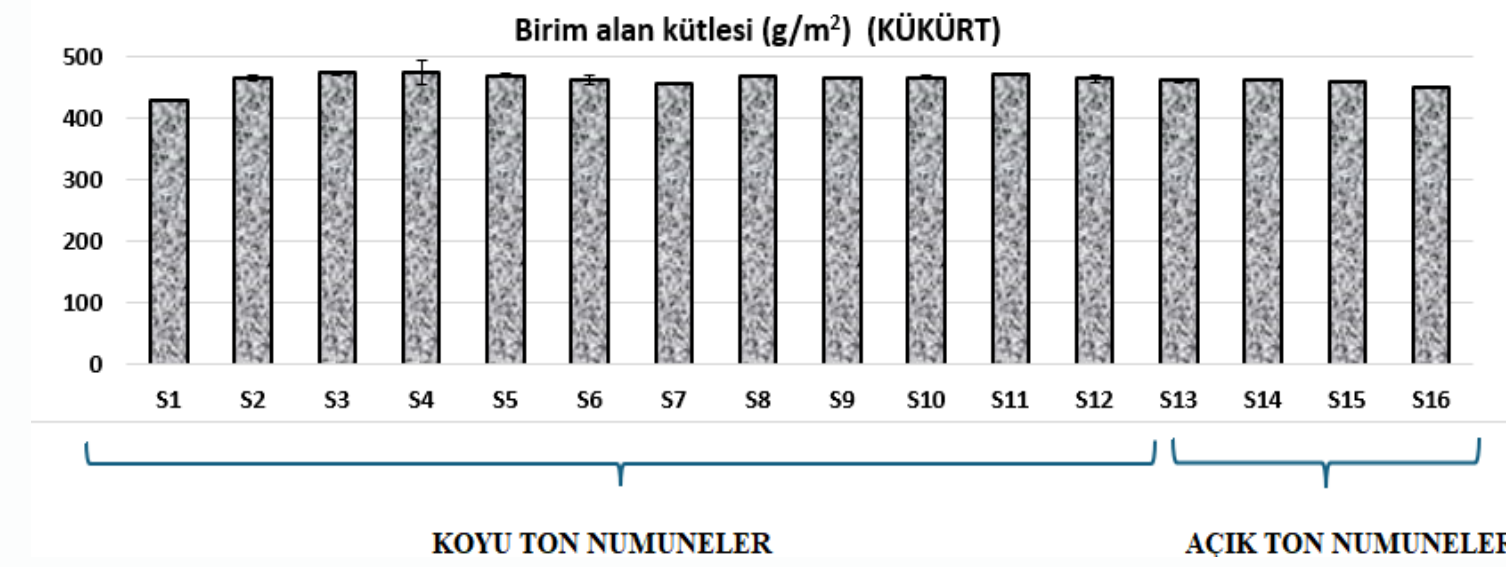
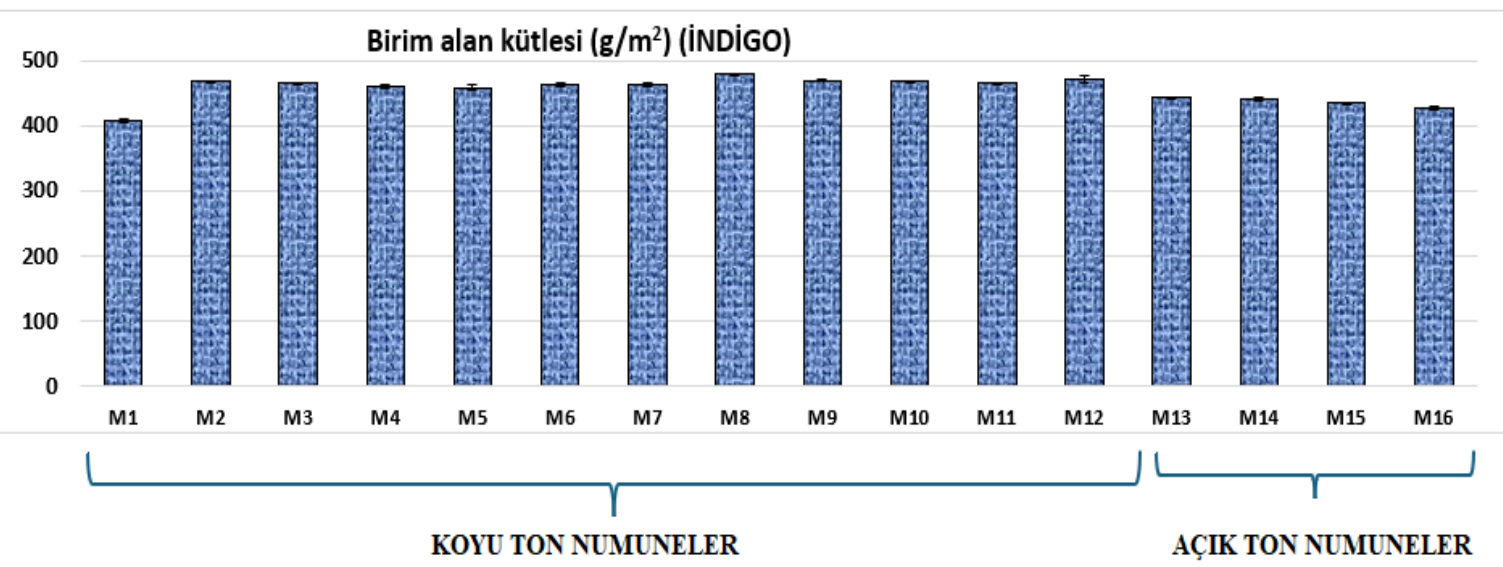
3. SONUÇLAR VE DEĞERLENDİRME



Şekil 3.1. Indigo Boyalı Numuneler İçin Görsel Karşılaştırma

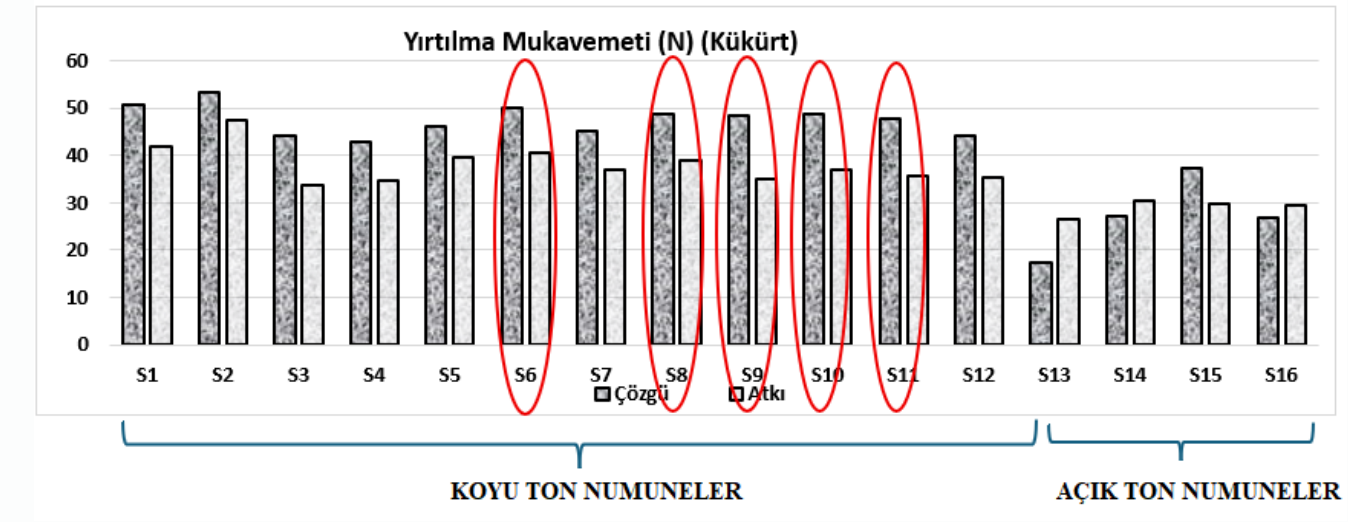


Şekil 3.2. Kükürt Boyalı Numuneler İçin Görsel Karşılaştırma



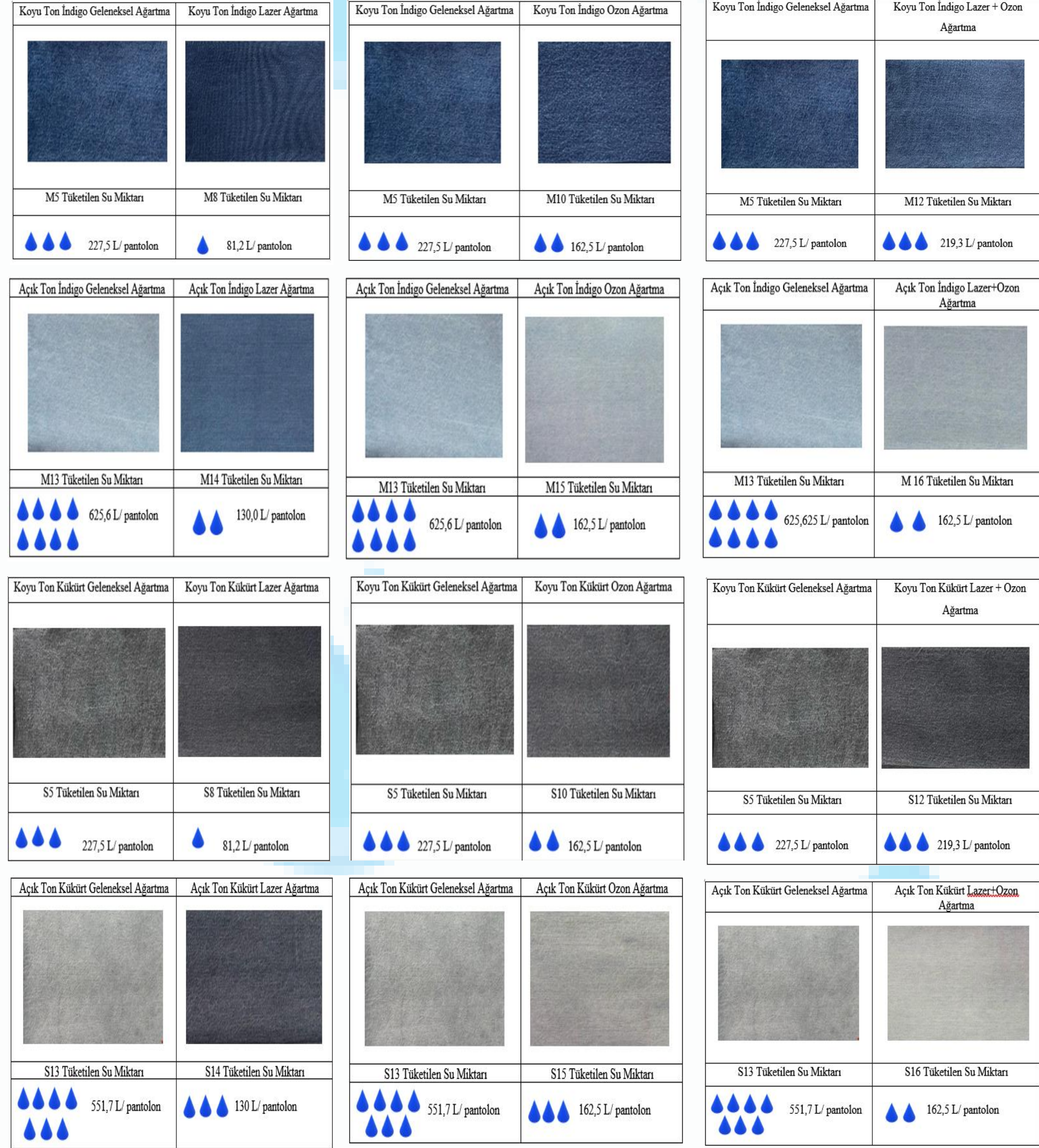
Indigo	Koyu Sürme Hashlığı	Açık Sürme Hashlığı
M1	3.4	1
M2	3.4	1
M3	3.4	1
M4	4.5	1.2
M5	4.5	1.2
M6	4	1.2
M7	3.4	1.2
M8	4	1
M9	4.5	2
M10	4	1.2
M11	4.5	2
M12	4	1.2
M13	5	4.5
M14	4.5	3
M15	5	4.5
M16	5	4.5

Numune Kodu	L*	a*	b*	ΔE	%R	KS
M1	21.979	0.914	-4.361	-	1.8433	26.134
M2	17.972	0.907	-9.492	6.51	0.7133	69.097
M3	22.357	-0.313	-13.805	0.533	1.5667	30.992
M4	30.203	-1.042	-12.560	15.786	2.6331	32.779
M5	31.475	-1.241	-12.440	16.438	4.0057	11.409
M6	19.204	0.971	-13.126	0.198	0.8733	56.255
M7	28.253	-0.715	-14.186	11.772	3.3333	14.018
M8	24.610	0.134	-15.737	0.771	2.2267	21.468
M9	22.092	-0.915	-13.850	7.747	1.7467	27.634
M10	24.828	-0.665	-14.319	10.48	2.24	21.332
M11	26.962	-1.346	-11.542	0.034	3.03	15.516
M12	20.113	-0.703	-14.486	12.560	3.66	12.679
M13	72.101	-4.118	-4.651	50.565	33.43	0.0628
M14	38.076	-1.985	-14.203	19.092	6.53	6.0896
M15	70.07	-3.146	-5.113	48.867	55.31	0.9226
M16	70.393	-3.581	-6.307	48.663	33.94	0.6425



Kükürt	Koyu Sürme Hashlığı	Açık Sürme Hashlığı
S1	4.5	1
S2	4.5	1.2
S3	4.5	2
S4	4.5	2.3
S5	4.5	2
S6	4.5	1.2
S7	1.2	1.2
S8	4	1.2
S9	4.5	2
S10	4	1.2
S11	4.5	2
S12	4.5	1.2
S13	5	4.5
S14	4	2.3
S15	5	4
S16	5	4.5

Numune Kodu	L*	a*	b*	ΔE	%R	KS
S1	23.891	0.058	0.520	-	3.6633	12.667
S2	18.463	0.176	-1.531	5.804	0.9400	52.196
S3	22.125	0.015	-2.712	3.683	1.5767	30.720
S4	26.721	-0.357	-2.552	4.189	3.1657	14.003
S5	29.785	-0.397	-2.807	6.784	4.5333	10.052
S6	20.508	0.156	-2.419	4.482	1.4667	33.569
S7	29.676	0.018	-2.445	6.474	4.2833	10.694
S8	24.379	0.032	-2.510	3.669	2.76	17.129
S9	21.531	0.072	-1.164	2.665	2.1433	22.338
S10	24.543	-0.045	-2.274	3.359	2.6267	18.048
S11	26.065	0.161	-1.007	2.659	3.1933	14.673
S12	27.044	-0.055	-2.843	5.268	3.7933	12.200
S13	63.986	-0.726	0.993	40.087	29.67	0.8336
S14	29.987	-0.277	-1.977	6.506	5.98	7.3911
S15	62.371	-0.489	1.509	38.497	26.82	0.9984
S16	69.64	-0.598	2.096	45.781	34.73	0.6123



4. SONUÇ VE ÖNERİLER

- Ozon ve lazer uygulamaları, yırtılma mukavemeti ve hava geçirgenliği gibi performans parametrelerinde olumlu sonuçlar verirken, su ayak izi hesaplamaları çevreci yöntemlerin önemini net biçimde ortaya koymuştur. Geleneksel yöntemlerle açık ton elde edilen kumaşlarda pantolon başına 550–625 L su tüketilirken, lazer ve ozon işlemleriyle bu değer 130–162,5 L'ye düşmüş ve yaklaşık **%75 su tasarrufu** sağlanmıştır.
- Lazer yöntemi, performans bakımından diğer numunelere göre nispeten daha düşük değerlere sahip olsa da 81,25 L/pantolon ile en düşük su ayak izine sahiptir. Bu yöntemin performans ve görsel etkilerinin artırılması için reçete geliştirme çalışmaları yapılabilir. Koyu tonlardaki geleneksel ve lazer + ozon işlemi uygulanmış numuneler arasında yırtılma mukavemeti açısından fark gözlemlenmezken, çevreci yöntemin su ayak izi sonuçları geleneksel yöntemle benzer düzeydedir. Bu bağlamda üretimde reçete optimizasyonu önerilmektedir.
- İklim krizinin etkilerinin arttığı günümüzde, doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı büyük önem taşımaktadır. Bu doğrultuda yürütülen bilimsel ve uygulamalı çalışmaların, bu çalışmada olduğu gibi, ilham verici ve gezegenin geleceğine katkı sunan nitelikte olması temel beklentidir.

TEŞEKKÜR

Bu proje, Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu tarafından yürütülen TÜBİTAK 2209-B Üniversite Öğrencileri Sanayiye Yönelik Araştırma Projeleri Destekleme Programı kapsamında desteklenmiş olup, sağladıkları değerli katkılar için TÜBİTAK'a teşekkür ederiz.

SEÇİLMİŞ KAYNAKLAR

- Sarker, U. K., Kawser, N., Rahim, A., Al Parvez, A., & Shahid, M. I. (2021). Superiority Of Sustainable Ozone Wash Over Conventional Denim Washing Technique. International Journal Of Current Engineering And Technology, 11(05), 516-621.
- Sefer, O. (2009). *Çevre Dostu Organik Denim Terbiyesinin Klasik Denim Terbiyesiyle Karşılaştırılması*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, İzmir.
- Sevinç, G. (2009). *Geçmişten Günümüze Denim ve Sürdürülebilir Moda İçin Değerlendirilmesi*. Yüksek Lisans Tezi, Arel Üniversitesi, İstanbul.
- Solak, M., Öztürk A., Endüstriyel Atıksu Arıtımında Kimyasal ve Elektrokimyasal Proseslerin Etkinliğinin Karşılaştırılması: Denim Ürün Üretim Sektörü, Journal of Advanced Technology Sciences, 2018, Düzce.
- Soy, B. (2020). *Denim Giysi Üreten Bir İşletmede Karbon ve Su Ayak İzinin Belirlenmesi*. Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Sülar, V., Soy, B., & Yağcı, K., (2021). A Case Study For Water Footprint Assessment of a Denim Product. The 10th International Conference Texteh 2021 (Pp.142-147). Bucuresti, Romania.